ANEJO Nº 6. ESTRUCTURAS

4. Cálculos

APÉNDICE 38 - RECÁLCULO COLECTORES

7	-.832430E+05	.526022E+06	1	-.392689E-03	-.702332E-06
			2	-.566438E-03	.793673E-06
8	-.832430E+05	.664901E+06	1	-.384888E-03	.183489E-06
			2	-.556542E-03	.858089E-06
9	-.832430E+05	.794809E+06	1	-.377584E-03	.101450E-05
			2	-.547053E-03	.832660E-06
10	-.832430E+05	.915744E+06	1	-.370776E-03	.179069E-05
			2	-.537973E-03	.717386E-06
11	-.832430E+05	.102771E+07	1	-.364466E-03	.251207E-05
			2	-.529300E-03	.512267E-06

1 ----------

STRESSES IN CONCRETE LAYERS

SECTION NUMBER	LAYER NUMBER	CRACKING IGNORED			FULLY-CRACKED		
		STRESS AT POINT O	SLOPE OF STRESS DIAGRAM	STRESS AT TOP	STRESS AT BOTTOM	STRESS AT POINT O	SLOPE OF STRESS DIAGRAM	STRESS AT TOP	STRESS AT BOTTOM
1	1	-.338251E+02	-.197435E+01	.254053E+02	-.239534E+02				
	2	-.441942E+02	-.222242E+01	-.330821E+02	-.664184E+02				
2	1	-.310658E+02	-.166180E+01	.187881E+02	-.227568E+02				
	2	-.406094E+02	-.183739E+01	-.314225E+02	-.589834E+02				
3	1	-.284405E+02	-.136406E+01	.124812E+02	-.216202E+02				
	2	-.371861E+02	-.147123E+01	-.298299E+02	-.518984E+02				
4	1	-.259493E+02	-.108113E+01	.648455E+01	-.205436E+02				
	2	-.339241E+02	-.112395E+01	-.283043E+02	-.451635E+02				
5	1	-.235921E+02	-.813010E+00	.798168E+00	-.195271E+02				
	2	-.308234E+02	-.795532E+00	-.268457E+02	-.387787E+02				
6	1	-.213691E+02	-.559704E+00	-.457795E+01	-.185705E+02				
	2	-.278841E+02	-.485987E+00	-.254542E+02	-.327440E+02				
7	1	-.192800E+02	-.321208E+00	-.964379E+01	-.176740E+02				
	2	-.251061E+02	-.195313E+00	-.241296E+02	-.270593E+02				
8	1	-.173251E+02	-.975238E-01	-.143994E+02	-.168375E+02				
	2	-.224895E+02	.764908E-01	-.228720E+02	-.217246E+02				
9	1	-.155042E+02	.111350E+00	-.188447E+02	-.160609E+02				
	2	-.200343E+02	.329424E+00	-.216814E+02	-.167401E+02				
10	1	-.138174E+02	.305412E+00	-.229797E+02	-.153444E+02				
	2	-.177404E+02	.563486E+00	-.205578E+02	-.121055E+02				
11	1	-.122646E+02	.484663E+00	-.268045E+02	-.146879E+02				
	2	-.156079E+02	.778677E+00	-.195013E+02	-.782110E+01				

1 ----------

STRESSES IN STEEL LAYERS

SECTION NUMBER	PRESTRESSED STEEL TENDONS			NON-PRESTRESSED STEEL LAYERS			
	TENDON NUMBER	CRACKING IGNORED	FULLY CRACKED	LAYER NUMBER	CRACKING IGNORED	FULLY CRACKED	AVERAGE CRACK WIDTH
1	1	.1181303E+05	1	-.541444E+03			
2	1	.1184159E+05	1	-.580614E+03			
3	1	.1186857E+05	1	-.618037E+03			
4	1	.1189395E+05	1	-.653713E+03			
5	1	.1191773E+05	1	-.687642E+03			
6	1	.1193993E+05	1	-.719825E+03			
7	1	.1196053E+05	1	-.750261E+03			
8	1	.1197953E+05	1	-.778950E+03			
9	1	.1199694E+05	1	-.805892E+03			
10	1	.1201276E+05	1	-.831087E+03			
11	1	.1202699E+05	1	-.854536E+03			

0 **********
* MEMBER NUMBER 3, INTERVAL NO. 4, INSTANTANEOUS EFFECTS *
****

0 ********** **********
* TOTAL MEMBER END ACTIONS * * INCREMENTS OF MEMBER END ACTIONS *
********** **********

0 NODE	FX	FY	M	STATE	FX	FY	M
3	-.46819E-10	-.11682E+05	.14439E+07	NONCRACKED	.18723E-09	-.33664E+04	.34725E+06
4	.46819E-10	.19304E+04	-.20701E+07		-.18723E-09	.60636E+03	-.53000E+06

1 ----------

---

0 **********
* UPDATED DEFLECTION *
****

SECTION NUMBER	DISTANCE X FROM NODE 3	DEFLECTION
1	.000000E+00	.439475E-01
2	.920000E+01	.490120E-01
3	.184000E+02	.539459E-01
4	.276000E+02	.586690E-01
5	.368000E+02	.631088E-01
6	.460000E+02	.672002E-01
7	.552000E+02	.708858E-01
8	.644000E+02	.741158E-01
9	.736000E+02	.768480E-01
10	.828000E+02	.790478E-01

11 .920000E+02 .806883E-01

****
* TABLE OF TOTAL INTERNAL FORCES AND STRAINS *
****

SECTION NUMBER	INTERNAL FORCES AXIAL FORCE	INTERNAL FORCES BENDING MOMENT	STRAINS LAYER NUMBER	STRAINS CRACKING IGNORED AXIAL STRAIN	STRAINS CRACKING IGNORED CURVATURE	STRAINS FULLY-CRACKED MEAN STRAINS AXIAL STRAIN	STRAINS FULLY-CRACKED MEAN STRAINS CURVATURE
1	-.832430E+05	.102771E+07	1	-.364466E-03	.251207E-05		
			2	-.529300E-03	.512267E-06	-.529300E-03	.512267E-06
2	-.832430E+05	.113070E+07	1	-.358762E-03	.313616E-05		
			2	-.524650E-03	.154986E-05	-.524650E-03	.154986E-05
3	-.832430E+05	.122472E+07	1	-.353555E-03	.370543E-05		
			2	-.520409E-03	.249761E-05	-.520409E-03	.249761E-05
4	-.832430E+05	.130977E+07	1	-.348845E-03	.421989E-05		
			2	-.516575E-03	.335552E-05	-.516575E-03	.335552E-05
5	-.832430E+05	.138584E+07	1	-.344632E-03	.467953E-05		
			2	-.513148E-03	.412358E-05	-.513148E-03	.412358E-05
6	-.832430E+05	.145295E+07	1	-.340916E-03	.508437E-05		
			2	-.510129E-03	.480179E-05	-.510129E-03	.480179E-05

1 ----------
PAGE 118

7	-.832430E+05	.151108E+07	1	-.337697E-03	.543439E-05		
			2	-.507518E-03	.539017E-05	-.507518E-03	.539017E-05
8	-.832430E+05	.156024E+07	1	-.334975E-03	.572959E-05		
			2	-.505314E-03	.588869E-05	-.505314E-03	.588869E-05
9	-.832430E+05	.160043E+07	1	-.332749E-03	.596999E-05		
			2	-.503518E-03	.629737E-05	-.503518E-03	.629737E-05
10	-.832430E+05	.163165E+07	1	-.331021E-03	.615557E-05		
			2	-.502129E-03	.661621E-05	-.502129E-03	.661621E-05
11	-.832430E+05	.165389E+07	1	-.329789E-03	.628633E-05		
			2	-.501148E-03	.684520E-05	-.501148E-03	.684520E-05

STRESSES IN CONCRETE LAYERS

SECTION NUMBER	LAYER NUMBER	CRACKING IGNORED STRESS AT POINT O	CRACKING IGNORED SLOPE OF STRESS DIAGRAM	CRACKING IGNORED STRESS AT TOP	CRACKING IGNORED STRESS AT BOTTOM	FULLY-CRACKED STRESS AT POINT O	FULLY-CRACKED SLOPE OF STRESS DIAGRAM	FULLY-CRACKED STRESS AT TOP	FULLY-CRACKED STRESS AT BOTTOM

1	1	-.122646E+02	.484663E+00	-.268045E+02	-.146879E+02
	2	-.156079E+02	.778677E+00	-.195013E+02	-.782110E+01
2	1	-.106991E+02	.656088E+00	-.303817E+02	-.139795E+02
	2	-.137565E+02	.993884E+00	-.187259E+02	-.381767E+01
3	1	-.926759E+01	.812701E+00	-.336486E+02	-.133311E+02
	2	-.120665E+02	.119022E+01	-.180176E+02	-.164297E+00
4	1	-.797017E+01	.954503E+00	-.366053E+02	-.127427E+02
	2	-.105378E+02	.136768E+01	-.173763E+02	.313901E+01
5	1	-.680682E+01	.108149E+01	-.392516E+02	-.122143E+02
	2	-.917053E+01	.152628E+01	-.168019E+02	.609226E+01
6	1	-.577753E+01	.119367E+01	-.415878E+02	-.117459E+02
	2	-.796458E+01	.166600E+01	-.162946E+02	.869545E+01
7	1	-.488231E+01	.129104E+01	-.436136E+02	-.113375E+02
	2	-.691999E+01	.178686E+01	-.158543E+02	.109486E+02
8	1	-.412115E+01	.137360E+01	-.453292E+02	-.109892E+02
	2	-.603674E+01	.188884E+01	-.154809E+02	.128516E+02
9	1	-.349405E+01	.144135E+01	-.467345E+02	-.107008E+02
	2	-.531485E+01	.197195E+01	-.151746E+02	.144046E+02

1 ----------
PAGE 119

10	1	-.300102E+01	.149428E+01	-.478296E+02	-.104724E+02
	2	-.475432E+01	.203619E+01	-.149353E+02	.156076E+02
11	*1*	*-.264205E+01*	*.153241E+01*	*-.486143E+02*	*-.103041E+02*
	2	*-.435513E+01*	*.208156E+01*	*-.147629E+02*	*.164605E+02*

STRESSES IN STEEL LAYERS

SECTION NUMBER	PRESTRESSED STEEL TENDONS TENDON NUMBER	PRESTRESSED STEEL TENDONS CRACKING IGNORED	PRESTRESSED STEEL TENDONS FULLY CRACKED	NON-PRESTRESSED STEEL LAYERS LAYER NUMBER	NON-PRESTRESSED STEEL LAYERS CRACKING IGNORED	NON-PRESTRESSED STEEL LAYERS FULLY CRACKED	AVERAGE CRACK WIDTH
1	1	.1202699E+05		1	-.854536E+03		
2	1	.1204528E+05		1	-.874332E+03		
3	1	.1206199E+05		1	-.892382E+03		
4	1	.1207710E+05		1	-.908685E+03		
5	1	.1209061E+05		1	-.923241E+03		
6	1	.1210254E+05		1	-.936051E+03		
7	1	.1211286E+05		1	-.947113E+03		
8	1	.1212160E+05		1	-.956429E+03		
9	1	.1212874E+05		1	-.963998E+03		
10	1	.1213429E+05		1	-.969820E+03		

```
          11     1       .1213824E+05                1       -.973895E+03

0                ****************************************************************
                 * MEMBER NUMBER  4,  INTERVAL NO.   4,  INSTANTANEOUS EFFECTS *
                 ****************************************************************


0             ****************************          ************************************
              * TOTAL MEMBER END ACTIONS *          * INCREMENTS OF MEMBER END ACTIONS *
              ****************************          ************************************
0  NODE       FX          FY          M       STATE         FX          FY          M
   ====       ==          ==          =       =====         ==          ==          =
1 ------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
                                                                                                  PAGE  120
  ------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------


    4    -.31022E-09  -.19304E+04   .20701E+07  NONCRACKED    .11812E-09  -.60636E+03   .53000E+06
    5     .31022E-09  -.78216E+04  -.17991E+07              -.11812E-09  -.21536E+04  -.45882E+06

0  **********************
   * UPDATED DEFLECTION *
   **********************

   SECTION      DISTANCE X        DEFLECTION
   NUMBER       FROM NODE  4      ==========
   ======       ============

      1       .000000E+00       .806883E-01
      2       .920000E+01       .817522E-01
      3       .184000E+02       .822388E-01
      4       .276000E+02       .821569E-01
      5       .368000E+02       .815231E-01
      6       .460000E+02       .803617E-01
      7       .552000E+02       .787044E-01
      8       .644000E+02       .765906E-01
      9       .736000E+02       .740672E-01
     10       .828000E+02       .711889E-01
     11       .920000E+02       .680179E-01


                    ***********************************************
                    * TABLE OF TOTAL INTERNAL FORCES AND STRAINS *
                    ***********************************************


          INTERNAL FORCES                                STRAINS
          ===============                                =======

 SECTION        AXIAL          BENDING        LAYER          CRACKING  IGNORED                  FULLY-CRACKED
MEAN STRAINS
 NUMBER         FORCE          MOMENT         NUMBER         ================                   =============
============
 ======      =====       ======      ======

                                 AXIAL      CURVATURE      AXIAL      CURVATURE      AXIAL      CURVATURE
                                 STRAIN     =========      STRAIN     =========      STRAIN     =========
                                 ======                    ======                    ======


    1     -.832430E+05  .165389E+07     1     -.329789E-03  .628633E-05
                              2     -.501148E-03  .684520E-05                  -.501148E-03  .684520E-05

    2     -.832430E+05  .166717E+07     1     -.329042E-03  .636724E-05
                              2     -.500154E-03  .682914E-05                  -.500154E-03  .682914E-05

    3     -.832430E+05  .167147E+07     1     -.328791E-03  .639333E-05
                              2     -.499566E-03  .672322E-05                  -.499566E-03  .672322E-05

    4     -.832430E+05  .166680E+07     1     -.329038E-03  .636460E-05
                              2     -.499387E-03  .652747E-05                  -.499387E-03  .652747E-05

    5     -.832430E+05  .165316E+07     1     -.329781E-03  .628107E-05
```



```
                              2     -.499615E-03  .624187E-05                  -.499615E-03  .624187E-05
1 ------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
                                                                                                  PAGE  121
  ------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------


    6     -.832430E+05  .163054E+07     1     -.331022E-03  .614272E-05
                              2     -.500251E-03  .586642E-05                  -.500251E-03  .586642E-05

    7     -.832430E+05  .159896E+07     1     -.332759E-03  .594956E-05
                              2     -.501294E-03  .540113E-05                  -.501294E-03  .540113E-05

    8     -.832430E+05  .155840E+07     1     -.334993E-03  .570158E-05
                              2     -.502745E-03  .484599E-05                  -.502745E-03  .484599E-05

    9     -.832430E+05  .150887E+07     1     -.337724E-03  .539879E-05
                              2     -.504603E-03  .420101E-05                  -.504603E-03  .420101E-05

   10     -.832430E+05  .145037E+07     1     -.340952E-03  .504119E-05
                              2     -.506869E-03  .346619E-05                  -.506869E-03  .346619E-05

   11     -.832430E+05  .138289E+07     1     -.344677E-03  .462878E-05
                              2     -.509543E-03  .264152E-05                  -.509543E-03  .264152E-05


                                  STRESSES IN CONCRETE LAYERS
                                  ===========================

 SECTION  LAYER                CRACKING IGNORED                              FULLY-CRACKED
 NUMBER   NUMBER                 ================                              =============
 ======   ======

              STRESS AT     SLOPE OF      STRESS      STRESS AT      STRESS AT     SLOPE OF      STRESS
STRESS AT
              POINT O       STRESS        AT TOP      BOTTOM         POINT O       STRESS        AT TOP
BOTTOM
              =======       DIAGRAM       ======      ======         =======       DIAGRAM       ======
======
                            =======                                 =======


    1     1    -.264205E+01  .153241E+01  -.486143E+02  -.103041E+02
          2    -.435513E+01  .208156E+01  -.147629E+02  .164605E+02

    2     1    -.243425E+01  .155491E+01  -.490816E+02  -.102088E+02
          2    -.410335E+01  .210586E+01  -.146326E+02  .169553E+02

    3     1    -.236051E+01  .156260E+01  -.492385E+02  -.101735E+02
          2    -.401291E+01  .211129E+01  -.145694E+02  .171000E+02

    4     1    -.242084E+01  .155548E+01  -.490852E+02  -.101982E+02
          2    -.408383E+01  .209785E+01  -.145731E+02  .168946E+02

    5     1    -.261523E+01  .153355E+01  -.486216E+02  -.102830E+02
          2    -.431610E+01  .206553E+01  -.146438E+02  .163392E+02

    6     1    -.294369E+01  .149680E+01  -.478477E+02  -.104277E+02
          2    -.470973E+01  .201435E+01  -.147815E+02  .154338E+02

    7     1    -.340620E+01  .144525E+01  -.467636E+02  -.106324E+02
          2    -.526471E+01  .194430E+01  -.149862E+02  .141783E+02

    8     1    -.400279E+01  .137888E+01  -.453692E+02  -.108972E+02
          2    -.598104E+01  .185537E+01  -.152579E+02  .125727E+02
1 ------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
                                                                                                  PAGE  122
  ------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------


    9     1    -.473343E+01  .129770E+01  -.436646E+02  -.112220E+02
          2    -.685873E+01  .174758E+01  -.155966E+02  .106170E+02

   10     1    -.559814E+01  .120172E+01  -.416496E+02  -.116067E+02
          2    -.789777E+01  .162091E+01  -.160023E+02  .831132E+01
```

```
 11     1     -.659692E+01   .109092E+01  -.393244E+02  -.120515E+02
        2     -.909816E+01   .147537E+01  -.164750E+02   .565556E+01


                          STRESSES IN STEEL LAYERS
                          ========================

       SECTION            PRESTRESSED                  NON-PRESTRESSED
       NUMBER             STEEL TENDONS                  STEEL LAYERS
       ======          =============                ============

            TENDON     CRACKING      FULLY      LAYER      CRACKING      FULLY          AVERAGE
            NUMBER      IGNORED      CRACKED     NUMBER      IGNORED      CRACKED         CRACK
WIDTH
            ======     =======      =======     ======     =======      =======        ===========

              1     1     .1213824E+05              1     -.973895E+03

              2     1     .1213994E+05              1     -.976446E+03

              3     1     .1214005E+05              1     -.977249E+03

              4     1     .1213856E+05              1     -.976306E+03

              5     1     .1213548E+05              1     -.973616E+03

              6     1     .1213081E+05              1     -.969179E+03

              7     1     .1212454E+05              1     -.962996E+03

              8     1     .1211668E+05              1     -.955066E+03

              9     1     .1210723E+05              1     -.945388E+03

             10     1     .1209618E+05              1     -.933964E+03

             11     1     .1208353E+05              1     -.920794E+03
1 ----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
                                                                                PAGE  123
  --------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------


0                 ****************************************************************
                  * MEMBER NUMBER  5,  INTERVAL NO.   4,  INSTANTANEOUS EFFECTS *
                  ****************************************************************


0              ****************************                ************************************
               * TOTAL MEMBER END ACTIONS *                * INCREMENTS OF MEMBER END ACTIONS *
               ****************************                ************************************
0 NODE         FX          FY          M       STATE         FX          FY          M
  ====         ==          ==          =       =====         ==          ==          =

    5      .67827E-10   .78216E+04   .17991E+07  NONCRACKED    .41040E-10   .21536E+04   .45882E+06
    6     -.67827E-10  -.17574E+05  -.63093E+06               -.41040E-10  -.49136E+04  -.13373E+06

0  **********************
   * UPDATED DEFLECTION *
   **********************

   SECTION       DISTANCE X         DEFLECTION
   NUMBER        FROM NODE  5        ==========
   ======       ============

      1        .000000E+00       .680179E-01
      2        .920000E+01       .646052E-01
      3        .184000E+02       .609348E-01
      4        .276000E+02       .569796E-01
      5        .368000E+02       .527199E-01
      6        .460000E+02       .481438E-01
```



```
      7        .552000E+02       .432470E-01
      8        .644000E+02       .380327E-01
      9        .736000E+02       .325119E-01
     10        .828000E+02       .267028E-01
     11        .920000E+02       .206317E-01


                  *******************************************
                  * TABLE OF TOTAL INTERNAL FORCES AND STRAINS *
                  *******************************************


            INTERNAL FORCES                              STRAINS
            ===============                              =======

 SECTION       AXIAL          BENDING        LAYER        CRACKING IGNORED                 FULLY-CRACKED
MEAN STRAINS
 NUMBER        FORCE          MOMENT         NUMBER       ================                 =============
============
 ======      =====      ======      ======

                                    AXIAL      CURVATURE      AXIAL      CURVATURE      AXIAL      CURVATURE
                                    STRAIN     ==========     STRAIN     ==========     STRAIN     ==========
                                    ======                    ======                    ======

1 ----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
                                                                                PAGE  124
  --------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------


   1     -.832430E+05  .138289E+07     1     -.344677E-03  .462878E-05
                                 2     -.509543E-03  .264152E-05                    -.509543E-03   .264152E-05

   2     -.832430E+05  .130645E+07     1     -.349008E-03  .411930E-05
                                 2     -.516221E-03  .305226E-05                    -.516221E-03   .305226E-05

   3     -.832430E+05  .122103E+07     1     -.353836E-03  .355500E-05
                                 2     -.523306E-03  .337317E-05                    -.523306E-03   .337317E-05

   4     -.832430E+05  .112664E+07     1     -.359161E-03  .293590E-05
                                 2     -.530799E-03  .360422E-05                    -.530799E-03   .360422E-05

   5     -.832430E+05  .102328E+07     1     -.364982E-03  .226198E-05
                                 2     -.538699E-03  .374544E-05                    -.538699E-03   .374544E-05

   6     -.832430E+05  .910952E+06     1     -.371301E-03  .153325E-05
                                 2     -.547007E-03  .379680E-05                    -.547007E-03   .379680E-05

   7     -.832430E+05  .789647E+06     1     -.378116E-03  .749706E-06
                                 2     -.555722E-03  .375833E-05                    -.555722E-03   .375833E-05

   8     -.832430E+05  .659371E+06     1     -.385428E-03 -.886518E-07
                                 2     -.564846E-03  .363001E-05                    -.564846E-03   .363001E-05

   9     -.832430E+05  .520124E+06     1     -.393238E-03 -.981822E-06
                                 2     -.574376E-03  .341184E-05                    -.574376E-03   .341184E-05

  10     -.832430E+05  .371904E+06     1     -.401544E-03 -.192981E-05
                                 2     -.584315E-03  .310383E-05                    -.584315E-03   .310383E-05

  11     -.832430E+05  .214712E+06     1     -.410347E-03 -.293260E-05
                                 2     -.594660E-03  .270597E-05                    -.594660E-03   .270597E-05


                          STRESSES IN CONCRETE LAYERS
                          ===========================

 SECTION  LAYER              CRACKING IGNORED                 FULLY-CRACKED
 NUMBER   NUMBER             ================                 =============
 ======   ======

             STRESS AT     SLOPE OF      STRESS     STRESS AT      STRESS AT     SLOPE OF      STRESS
STRESS AT
```

		POINT O	STRESS	AT TOP	BOTTOM	POINT O	STRESS	AT TOP
BOTTOM			DIAGRAM				DIAGRAM	
1	1	-.659692E+01	.109092E+01	-.393244E+02	-.120515E+02			
	2	-.909816E+01	.147537E+01	-.164750E+02	.565556E+01			
2	1	-.758371E+01	.972253E+00	-.367513E+02	-.124450E+02			
	2	-.105791E+02	.132975E+01	-.172278E+02	.271839E+01			
3	1	-.870458E+01	.838778E+00	-.338679E+02	-.128985E+02			
	2	-.122213E+02	.116525E+01	-.180476E+02	-.568833E+00			

1 ----------

4	1	-.995950E+01	.690492E+00	-.306743E+02	-.134120E+02
	2	-.140250E+02	.981884E+00	-.189344E+02	-.420612E+01
5	1	-.113485E+02	.527394E+00	-.271703E+02	-.139855E+02
	2	-.159899E+02	.779646E+00	-.198882E+02	-.819347E+01
6	1	-.128715E+02	.349486E+00	-.233561E+02	-.146190E+02
	2	-.181163E+02	.558538E+00	-.209089E+02	-.125309E+02
7	1	-.145287E+02	.156767E+00	-.192317E+02	-.153125E+02
	2	-.204039E+02	.318559E+00	-.219967E+02	-.172183E+02
8	1	-.163198E+02	-.507637E-01	-.147969E+02	-.160660E+02
	2	-.228530E+02	.597095E-01	-.231515E+02	-.222559E+02
9	1	-.182451E+02	-.273105E+00	-.100519E+02	-.168796E+02
	2	-.254634E+02	-.218011E+00	-.243733E+02	-.276435E+02
10	1	-.203044E+02	-.510258E+00	-.499666E+01	-.177531E+02
	2	-.282351E+02	-.514602E+00	-.256621E+02	-.333811E+02
11	1	-.224978E+02	-.762221E+00	.368875E+00	-.186867E+02
	2	-.311682E+02	-.830064E+00	-.270179E+02	-.394688E+02

STRESSES IN STEEL LAYERS

SECTION NUMBER	PRESTRESSED STEEL TENDONS			NON-PRESTRESSED STEEL LAYERS			
	TENDON NUMBER	CRACKING IGNORED	FULLY CRACKED	LAYER NUMBER	CRACKING IGNORED	FULLY CRACKED	AVERAGE CRACK WIDTH
1	1	.1208353E+05	1	-.920794E+03			
2	1	.1207493E+05	1	-.903981E+03			
3	1	.1206474E+05	1	-.885422E+03			
4	1	.1205295E+05	1	-.865116E+03			
5	1	.1203957E+05	1	-.843063E+03			
6	1	.1202460E+05	1	-.819264E+03			
7	1	.1200803E+05	1	-.793717E+03			
8	1	.1198986E+05	1	-.766424E+03			

9	1	.1197011E+05	1	-.737384E+03

1 ----------

10	1	.1194876E+05	1	-.706597E+03
11	1	.1192582E+05	1	-.674064E+03

0 **********
* MEMBER NUMBER 6, INTERVAL NO. 4, INSTANTANEOUS EFFECTS *
****

0 ********** **********
* TOTAL MEMBER END ACTIONS * * INCREMENTS OF MEMBER END ACTIONS *
********** **********

0 NODE	FX	FY	M	STATE	FX	FY	M
6	-.52972E-10	.17574E+05	.63093E+06	NONCRACKED	.97895E-11	.49136E+04	.13373E+06
7	.52972E-10	-.27114E+05	.14561E-08		-.97895E-11	-.76136E+04	.87311E-09

0 **********
* UPDATED DEFLECTION *
****

SECTION NUMBER	DISTANCE X FROM NODE 6	DEFLECTION
1	.000000E+00	.206317E-01
2	.900000E+01	.145135E-01
3	.180000E+02	.846808E-02
4	.270000E+02	.279394E-02
5	.360000E+02	-.220355E-02
6	.450000E+02	-.621204E-02
7	.540000E+02	-.891223E-02
8	.630000E+02	-.997785E-02
9	.720000E+02	-.907564E-02
10	.810000E+02	-.586542E-02
11	.900000E+02	.187835E-16

1 ----------

****
* TABLE OF TOTAL INTERNAL FORCES AND STRAINS *
****

SECTION NUMBER	INTERNAL FORCES AXIAL FORCE	BENDING MOMENT	LAYER NUMBER	STRAINS CRACKING IGNORED AXIAL STRAIN	CURVATURE	FULLY-CRACKED MEAN STRAINS AXIAL STRAIN	CURVATURE
1	-.832430E+05	.214712E+06	1	-.410347E-03	-.293260E-05		
			2	-.594660E-03	.270597E-05	-.594660E-03	.270597E-05
2	-.832430E+05	.522565E+05	1	-.419183E-03	-.386710E-05		
			2	-.596703E-03	-.892207E-06	-.596703E-03	-.892207E-06

```
  3    -.832430E+05  -.118785E+06    1     -.428495E-03  -.485406E-05
                          2     -.599136E-03  -.457637E-05                -.599136E-03  -.457637E-05

  4    -.832430E+05  -.298413E+06    1     -.438282E-03  -.589347E-05
                          2     -.601959E-03  -.834651E-05                -.601959E-03  -.834651E-05

  5    -.832430E+05  -.486627E+06    1     -.448545E-03  -.698533E-05
                          2     -.605173E-03  -.122026E-04                -.605173E-03  -.122026E-04

  6    -.832430E+05  -.683426E+06    1     -.459283E-03  -.812965E-05
                          2     -.608776E-03  -.161447E-04                -.608776E-03  -.161447E-04

  7    -.832430E+05  -.888812E+06    1     -.470497E-03  -.932643E-05
                          2     -.612769E-03  -.201728E-04                -.612769E-03  -.201728E-04

  8    -.832430E+05  -.110278E+07    1     -.482186E-03  -.105757E-04
                          2     -.617152E-03  -.242869E-04                -.617152E-03  -.242869E-04

  9    -.832430E+05  -.132534E+07    1     -.494351E-03  -.118774E-04
                          2     -.621925E-03  -.284869E-04                -.621925E-03  -.284869E-04

 10    -.832430E+05  -.155649E+07    1     -.506992E-03  -.132315E-04
                          2     -.627089E-03  -.327730E-04                -.627089E-03  -.327730E-04

 11    -.832430E+05  -.179622E+07    1     -.520108E-03  -.146381E-04
                          2     -.632642E-03  -.371450E-04                -.632642E-03  -.371450E-04
1 ------------------------------------------------------------------------------------------------------------
                                                                                PAGE  128
 ------------------------------------------------------------------------------------------------------------
```

STRESSES IN CONCRETE LAYERS
==========

SECTION NUMBER	LAYER NUMBER	CRACKING IGNORED				FULLY-CRACKED			
		STRESS AT POINT O	SLOPE OF STRESS DIAGRAM	STRESS AT TOP	STRESS AT BOTTOM	STRESS AT POINT O	SLOPE OF STRESS DIAGRAM	STRESS AT TOP	STRESS AT BOTTOM
1	1	-.224978E+02	-.762221E+00	.368875E+00	-.186867E+02				
	2	-.311682E+02	-.830064E+00	-.270179E+02	-.394688E+02				
2	1	-.251172E+02	-.103940E+01	.606483E+01	-.199202E+02				
	2	-.339129E+02	-.120118E+01	-.279070E+02	-.459247E+02				
3	1	-.278650E+02	-.133076E+01	.120577E+02	-.212112E+02				
	2	-.368121E+02	-.159035E+01	-.288603E+02	-.527155E+02				
4	1	-.307410E+02	-.163628E+01	.183475E+02	-.225596E+02				
	2	-.398656E+02	-.199758E+01	-.298777E+02	-.598414E+02				
5	1	-.337454E+02	-.195599E+01	.249342E+02	-.239654E+02				
	2	-.430736E+02	-.242287E+01	-.309592E+02	-.673022E+02				
6	1	-.368780E+02	-.228986E+01	.318179E+02	-.254287E+02				
	2	-.464360E+02	-.286622E+01	-.321049E+02	-.750981E+02				
7	1	-.401390E+02	-.263791E+01	.389985E+02	-.269494E+02				
	2	-.499527E+02	-.332762E+01	-.333146E+02	-.832290E+02				
8	1	-.435282E+02	-.300014E+01	.464760E+02	-.285275E+02				
	2	-.536240E+02	-.380709E+01	-.345885E+02	-.916949E+02				
9	1	-.470458E+02	-.337654E+01	.542504E+02	-.301631E+02				


```
       2     -.574496E+02  -.430462E+01  -.359265E+02  -.100496E+03

 10    1      -.506916E+02  -.376711E+01   .623217E+02  -.318560E+02
       2     -.614296E+02  -.482020E+01  -.373286E+02  -.109632E+03

 11    1      -.544657E+02  -.417186E+01   .706900E+02  -.336065E+02
       2     -.655641E+02  -.535385E+01  -.387948E+02  -.119103E+03
1 ------------------------------------------------------------------------------------------------------------
                                                                                PAGE  129
 ------------------------------------------------------------------------------------------------------------
```

STRESSES IN STEEL LAYERS
==========

SECTION NUMBER	PRESTRESSED STEEL TENDONS			NON-PRESTRESSED STEEL LAYERS			
	TENDON NUMBER	CRACKING IGNORED	FULLY CRACKED	LAYER NUMBER	CRACKING IGNORED	FULLY CRACKED	AVERAGE CRACK WIDTH
1	1	.1192582E+05	1	-.674064E+03			
2	1	.1188855E+05	1	-.645011E+03			
3	1	.1184976E+05	1	-.614286E+03			
4	1	.1180945E+05	1	-.581890E+03			
5	1	.1176761E+05	1	-.547823E+03			
6	1	.1172425E+05	1	-.512083E+03			
7	1	.1167936E+05	1	-.474672E+03			
8	1	.1163295E+05	1	-.435589E+03			
9	1	.1158501E+05	1	-.394835E+03			
10	1	.1153555E+05	1	-.352409E+03			
11	1	.1148456E+05	1	-.308311E+03			

Atentamente quedamos a vuestra disposición para cualquier consulta adicional,

Luis Bozzo Estructuras y Proyectos, S.L.

Barcelona, 17 de Febrero del 2010

Luis Bozzo Estructuras y Proyectos S.L. | 2010
www.luisbozzo.com

Barcelona, 22 de Febrero del 2010

LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA TRAMO 3

Respuesta informe UPC

Dr. I.C.C.P Luis M. Bozzo

A continuación se comentan cada uno de los 4 puntos planteados:

1. **Se ha considerado un ambiente para el hormigón de la prelosa tipo IIa cuando, dado que se trata de un colector, debería considerarse tipo Qb. Debe comprobarse el ancho de fisura a largo plazo frente a sobrecarga, aunque dados los valores que se muestran en la página 31 del anejo de cálculo, no será condicionante. Sí debe corregirse en planos.**

   Estamos de acuerdo y se han modificado los planos y la memoria general a tal efecto adjuntándose la verificación solicitada (páginas 13-14 del anexo).

2. **Las acciones son las mismas que se utilizan en el documento "Memoria de Cálculo de los Marcos de los Colectores" de Isolux-Corsán, fechado en Enero de 2009. En dicho documento se supone un recubrimiento de tierras sobre cubierta de 3,2 m y un tráfico. Diríase que la carga de tráfico se corresponde con la carga a disponer en un terraplén ferroviario de trasdós de estribo (30 kN/m^2 según IAPF). Debería demostrarse que dicha carga es equivalente a la distribución del tren de cargas UIC según la altura de relleno.**

   Las acciones fueron suministradas a nosotros por parte de "Isolux-Corsán". Por ello entendemos que dicha verificación debería proporcionarse por el autor del proyecto inicial.

INOCSA
22 FEB. 2010
INOCSA INGENIERÍA, S.L.
ENTRADA Nº 1033 ARCHIVO 6.3

Barcelona, 10 de Marzo del 2010

LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA TRAMO 3

(ANEXO 2: Zonas curvas 1 y 2)

Dr. I.C.C.P Luis M. Bozzo

INDICE

1. **Antecedentes**

2. **Modelo y Cargas**

3. **Resultados del análisis mediante programa de barras y elementos finitos Risa3D:**

4. **Dimensionamiento**

- ELU FLEXION

1.0 Antecedentes

Este tramo presenta dos zonas claramente definidas como recta y como curva en planta. La zona recta ha sido previamente dimensionada y entregada tanto los planos como la memoria respectiva. Sin embargo, dado que el desarrollo unidireccional de las zonas curvas requiere zonas de compensación triangulares de hasta 40cm, las cuales deben encofrarse, la constructora decide el empleo de una solución bi-direccional que evita dichas compensaciones. Es decir, en las zonas curvas no se admite compensación alguna entre prelosas, lo cual obliga a que estas tengan formas irregulares con su armadura de pretensado que no va de apoyo a apoyo sino que en muchos caso se corta en los bordes inclinados. Por tanto, al no llegar a los apoyos la armadura de pretensado de las prelosas es obligado disponer de armadura “in situ” adicional por encima de la misma que garantice su correcto funcionamiento y anclaje en los muros de apoyo.

El criterio adoptado para este refuerzo en las zonas curvas es mantener el mismo armado de las prelosas original, incluyendo el refuerzo a cortante (estribos embebidos en las prelosas) y reforzar “in situ” principalmente a positivos, tanto longitudinal como transversalmente. Dado que previamente se analizó y dimensionó el tramo unidireccional esta memoria solo busca completar los aspectos remanentes.

2.0 Modelo y Cargas

Este estudio de adecuación constructiva propone una alternativa de cubrición para Corsan-Corviam empleando prelosas pretensadas de la empresa ATEFOR. La propuesta emplea una solución semi-prefabricada pretensada autoportante.

La solución consiste en un forjado bi-direccional formado por prelosas pretensadas de 15cm completadas “in situ” con una capa superior de hormigón de 25cm. La tipología, por tanto, corresponde a un forjado semi-prefabricado-pretensado con trabajo bi-direccional. A continuación se detallan el análisis y dimensionado realizados.

Hasta este punto se han realizado los cálculos con las siguientes cargas básicas:

- Peso propio losa de 40cm 10kN/m2
- Permanentes : 66kN/m2
- S/C : 30kN/m2

- Empuje de tierras: Ko= 0,5
- Presión hidrostática

Las cargas permanentes y S/C equivalente del MOPU se obtuvieron por la información facilitada por la constructora según el espesor de tierras y reparto del carro.

Con respecto a las cargas horizontales facilitadas por AEPO para este modulo serían (sin mayorar):

Con respecto a la mayoración de acciones para este estudio se consideró un factor de 1,35 para el peso propio, 1,35 para las cargas permanentes y 1,5 para las variables.

Así la carga mayorada por m2 es

Hipótesis 1(1,35pp, perm y 1,5 s/c):

Q_1* = 147,6kN/m2

La prelosa es de 15cm con una fuerza de pretensado máxima en planta de 755kN/m.

Con respecto al módulo de balasto considerado este corresponde al del proyecto original, es decir:

7493

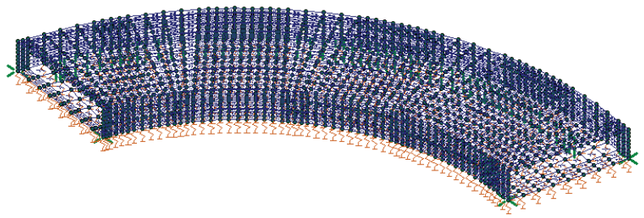
Kb = 19000kN/m3

A continuación se detallan los resultados para cada análisis realizado.

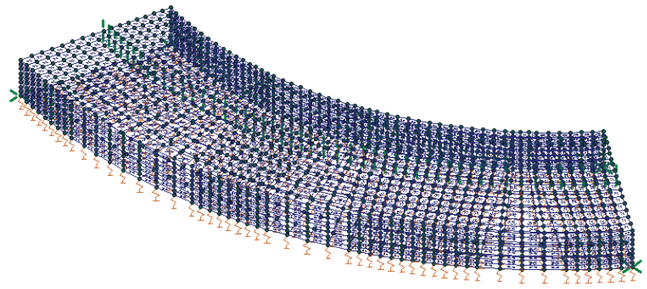
3.0 Resultados del análisis mediante programa de barras y elementos finitos Risa3D:

En este análisis se consideró el modelo mostrado en la figura:

Zona curva 1:



Zona curva 2:

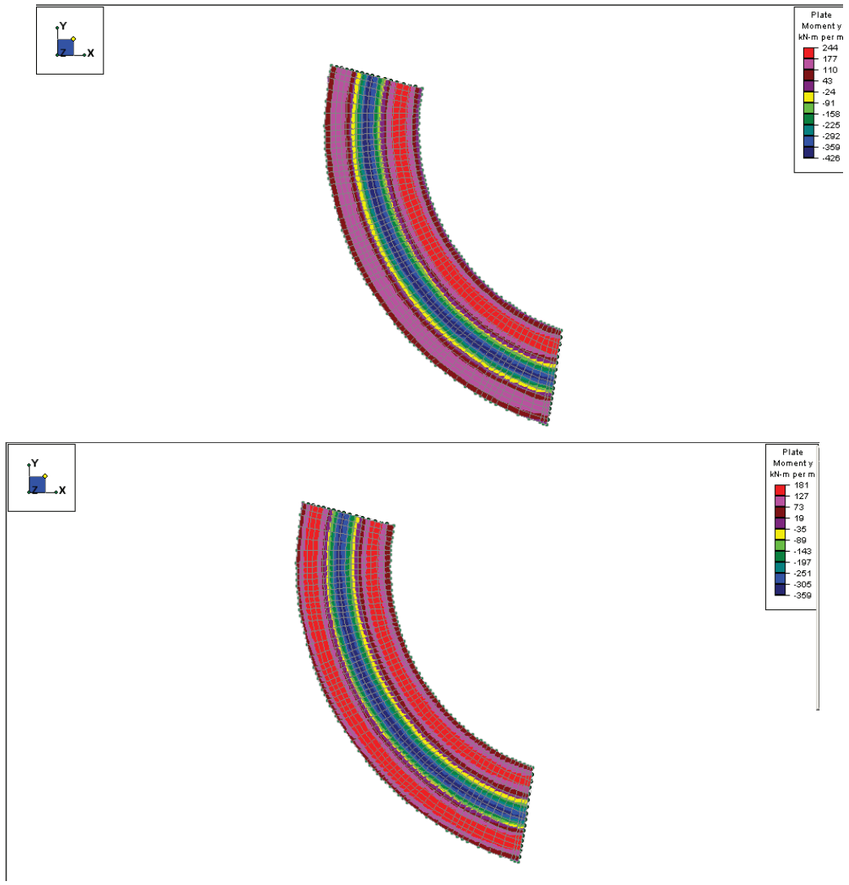


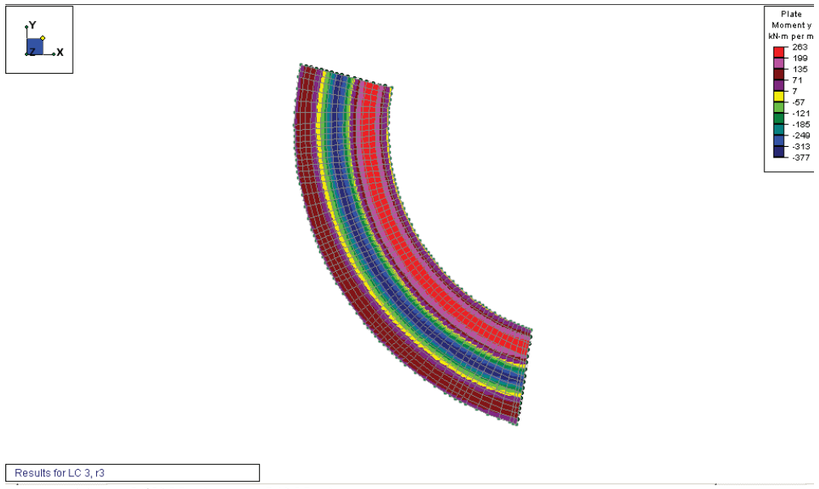
Las cargas básicas y los factores de mayoración son las mismas que se consideraron para el tramo recto, por lo que no se repiten.

Con este modelo se obtuvieron los siguientes resultados para las cubiertas:

Zona curva 1:

Momentos flectores principales:





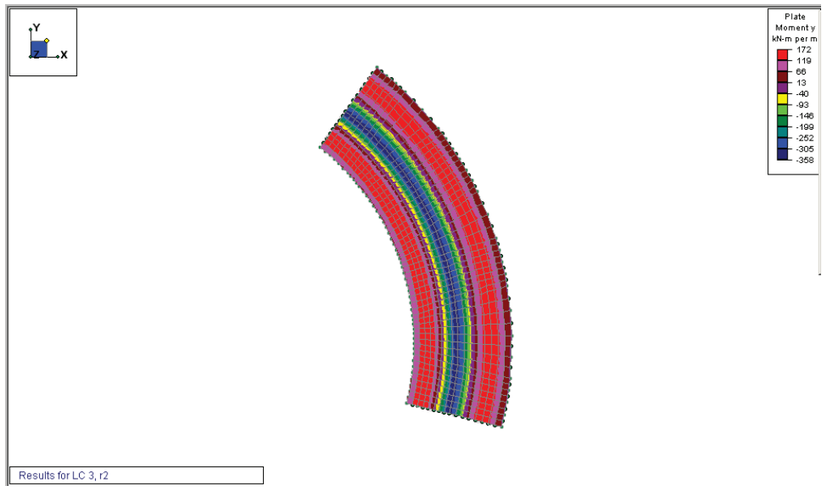
max positivo +263kNm/m y +181kNm/m
max negativo en laterales: -244kNm/m
max negativo central: -426kNm/m

Momentos flectores secundarios:

max positivo: 47kNm/m

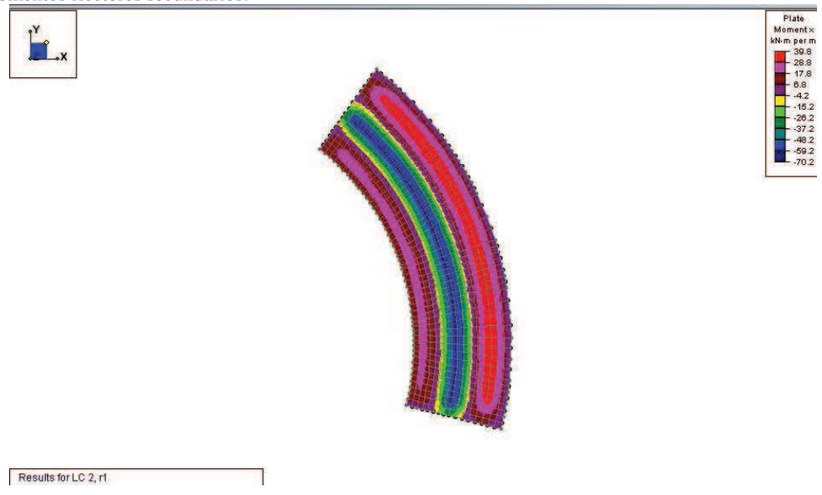
Zona curva 2:

Momentos flectores principales:



max positivo +262kNm/m y +172kNm/m
max negativo en laterales: -244kNm/m
max negativo central: -426kNm/m

Momentos flectores secundarios:



max positivo: 40kNm/m

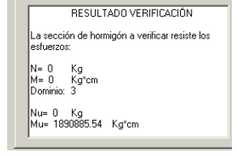
3. Dimensionamiento

ELU FLEXION

Momento positivo: 18Tm/m y 26,3Tm/m. Se emplea una armadura base del 16 cada 10cm más un refuerzo para la zona de mayor momento del 16 cada 20cm. Así para ambas zonas se tiene:
As = 30cm2/m:

(Mu = 27Tm/m)

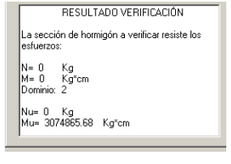
As = 20cm2/m:



(Mu = 18,9Tm/m)

Momento negativo: -24Tm/m y -42,6Tm/m. Se emplean una armadura constante base del 16 cada 10cm y en el centro se refuerza con barras del 16 cada 20cm.

Así en todas las secciones, excepto las central se tiene Mu = 30Tm/m > 24Tm/m



En la sección central se tiene Mu = 42,6Tm/m (correcto sin tener ninguna redistribución de momentos)

Atentamente quedamos a vuestra disposición para cualquier consulta adicional,

Luis Bozzo Estructuras y Proyectos, S.L.

Barcelona, 10 de Marzo del 2010

Departamento de Ingeniería de la Construcción
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA DE ESTRUCTURAS
C. Jordi Girona, 1-3
Módulo C1
08034 Barcelona - España
Tel. 93 401 65 16
Fax 93 401 10 36
Telex 97239 UPCTX E

Departamento de Ingeniería del Terreno, Cartográfica y Geofísica - E.T.S. Ingenieros de Caminos C. y P.
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
Campus Nord
Módulo D - 2
c/ Jordi Girona, 1-3
08034 Barcelona

Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, tramo Sagrera – Nudo de la trinidad
Sector Sagrera

Aprobación diseño estructural cubierta colectores zona curva

Una vez revisado el documento “Losa semi-prefabricada pretensada tramo 3- Anexo: Zonas curvas 1 y 2”, elaborado por Luis Bozzo Estructuras y Proyectos el 10 de marzo de 2010, se considera aprobado el dimensionamiento de las prelosas, y por lo tanto pueden encargarse al prefabricador. Sin embargo antes de su colocación en obra, en los planos debe aparecer las secciones trasversales donde vea claramente la armadura de la capa inferior y superior dispuesta sobre la prelosa.

Por tanto:

1. Los planos de prefabrición de la prelosa son **CONFORMES**
2. Los planos de armadura a colocar en obra **s**on **NO CONFORMES**

Fdo.: Gonzalo Ramos
Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Catedrático de Universidad
Dept. Ing. de la Construcción - UPC

amatria
ingenieria
www.amatria.com

PROYECTO: **817 AVE SAGRERA-TRINIDAD**
Memoria de cálculo de los muros de cierre en los colectores Riera d'Horta, Josep Soldevila y 11 de setembre en la zona de vías de trenes de la línea Vilanova - Mataró.

INOCSA
Una Empresa AECOM
28 FEB 2011
ENTRADA Nº: 6208 ARCHIVO: 6.3

1. ANTECEDENTES

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

3. METODO DE CÁLCULO Y DE COMPROBACIÓN

4. NORMATIVA APLICADA

5. MATERIALES

6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

7. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS CONSIDERADAS

8. RESULTADOS

9. CONCLUSIONES

1. ANTECEDENTES

Referencia: 817
Fecha: FEBRERO 2011
Nombre de la obra: MUROS DE CIERRE PARA LOS COLECTORES JOSEP SOLDEVILA, RIERA D'HORTA Y 11 DE SETEMBRE

Dentro de las obras que configuran la llegada de la alta velocidad ferroviaria a Barcelona en el tramo Sagrera - Nus de la Trinitat se realiza la reposición de los nuevos colectores Riera d'Horta, Josep Soldevila y 11 de Setembre. En la zona próxima a las vías del tren de la línea Vilanova – Mataró dichos colectores se unen conformando un colector conjunto tetracelular. En fase provisional de obra es necesario cerrar los ojos de este colector para poder ejecutar el relleno de tierras por encima del mismo.

El objeto del presente informe es el dimensionamiento del cierre de los ojos del colector en cuestión.

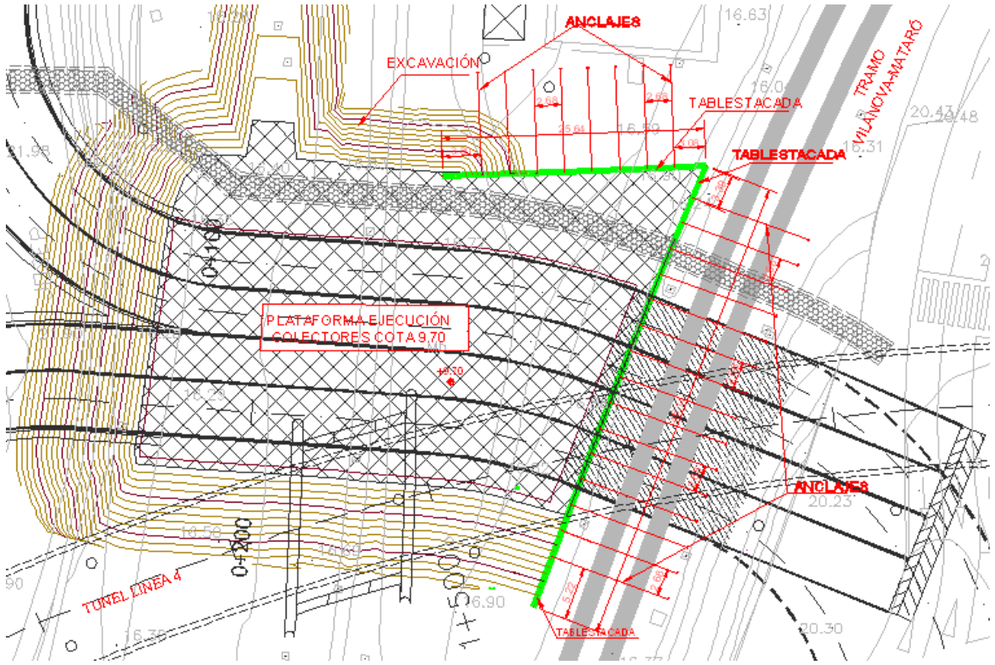


Figura 1: Planta general de los colectores a cerrar

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

El colector tetracelular dispone de 4 ojos con dos geometrías comunes: 2.5m de alto por 4m de ancho en sus vanos interiores y 2.5m de alto por 5m de ancho en sus vanos exteriores (ver imagen adjunta). Se propone cerrar los ojos con un muro de hormigón armado de 0.2m de canto anclado a la cubierta superior y a la solera inferior del colector mediante anclajes con resina epoxi.

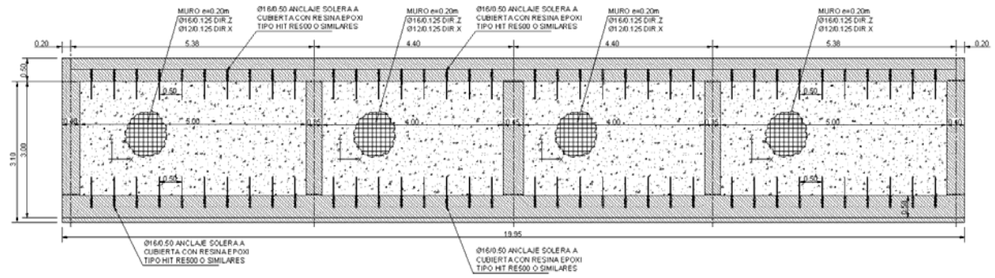


Figura 2: Sección colector con los muros de cierre de hormigón armado.

3. MÉTODO DE CÁLCULO Y DE COMPROBACIÓN

Se ha realizado un modelo con el programa de elementos finitos SAP2000 v14 para la obtención de los esfuerzos en el muro de cierre. Se ha modelizado un muro de 5m de longitud por 2.5m de altura con elementos lámina "shell" de espesor 0.2m apoyado en la parte superior e inferior mediante apoyos articulados que simulan el anclaje del muro al colector.

Se han diseñado las diferentes secciones de hormigón armado con el prontuario informático de la EHE.

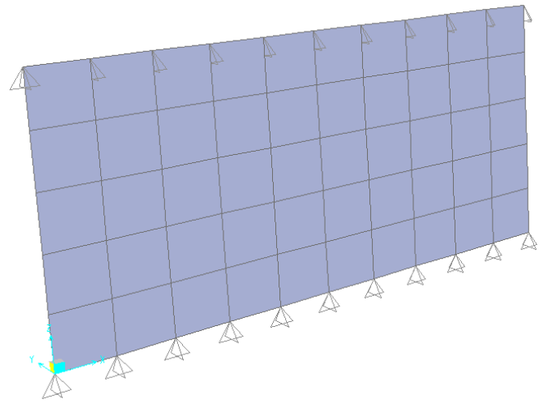


Figura 3: modelo SAP del fuste del muro.

4. NORMATIVA APLICADA

Para el cálculo y la comprobación de los diferentes elementos estructurales se ha seguido:

Estructura Hormigón	Instrucción de hormigón estructural EHE-98.
	Guía de cimentaciones en obras de carretera GCOC
Hipótesis de Carga y Combinaciones	Instrucción de hormigón estructural EHE-98
	Eurocódigos.
	Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril IAPF

5. MATERIALES

Hormigón:

Hormigón en pantallas.....HA-25 (fck = 25 N/mm²)

.

Acero corrugado:

Acero en las pantallas.....B 500 S (fyk = 500 N/mm²)

No se ha comprobado la fisuración al tratarse de una actuación de carácter provisional.

6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Hormigón armado:

Coeficiente de seguridad del hormigón.....γc = 1.50
Coeficiente de seguridad del acero.....γs = 1.15

Coeficientes de seguridad para acciones

Coeficiente de seguridad para acciones variables…….....1.50
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes…….....1.35
Coeficiente de seguridad para acciones en situación provisional…….....1.35
Coeficiente de seguridad para acciones accidentales…….....1

7. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS CONSIDERADAS

- **pp peso propio:** Se considera un peso específico del hormigón de γh=25kN/m^3
- **qth:** empuje lateral del relleno de tierras calculado según la expresión:

  qth = γt· Ko · z donde Ko =0.5 coeficiente de empuje en reposo
  γt = 20kN/m³ peso unitario del terreno
  z = 6.5m altura de tierras

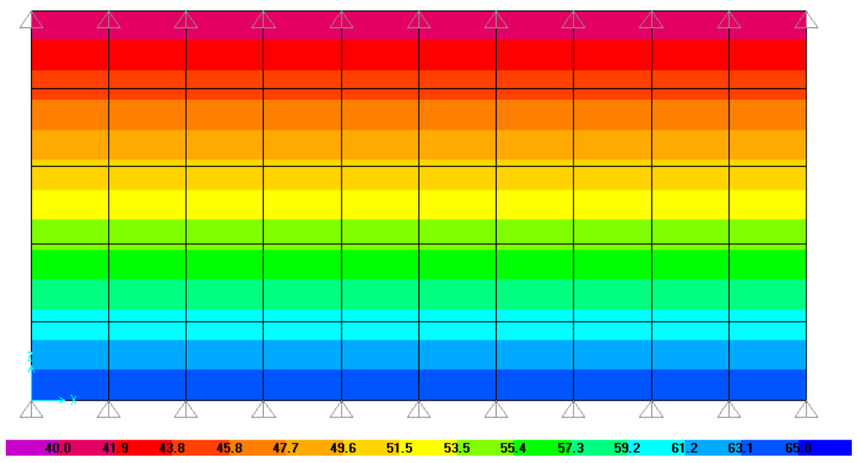


Figura 4: aplicación del empuje lateral de tierras en el muro de cierre de los colectores

- **qh_tren:** empuje lateral de la circulación de trenes calculado según la expresión:

  qh_tren = Ko · qv_tren donde Ko =0.5 coeficiente de empuje en reposo
  qv_veh = 30kN/m^2

8. RESULTADOS

A continuación se presentan unos diagramas con los esfuerzos obtenidos en el fuste del muro.

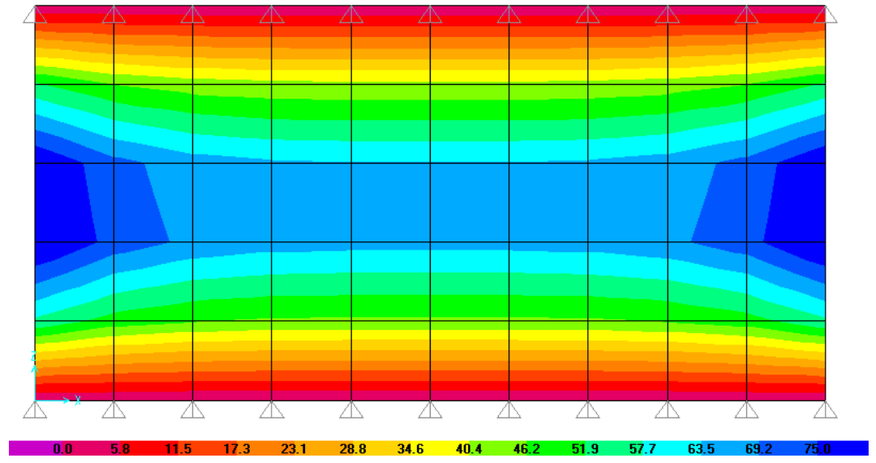


Figura 5: Diagrama de momentos flectores mayorados M22 en kNm en el muro SAP2000 en situación accidental con impacto de tren

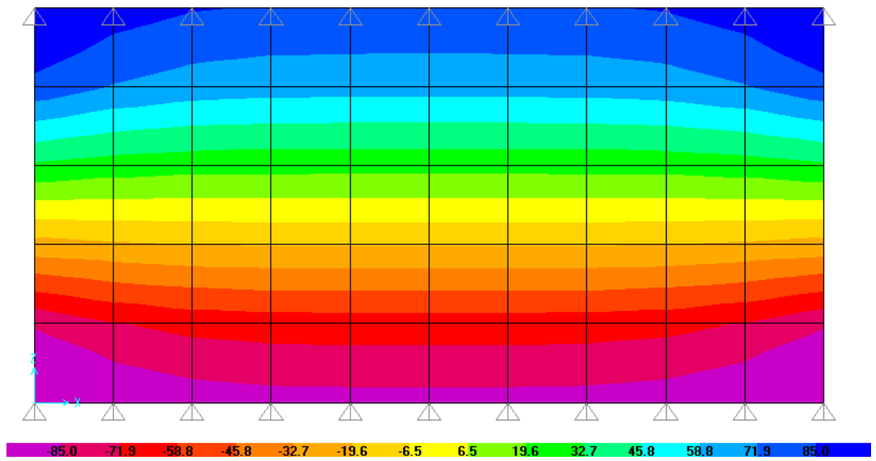


Figura 6: Diagrama de esfuerzos cortantes mayorados V23 en kN en el muro SAP2000 en situación accidental con impacto de tren

A continuación se presentan unas tablas con el resumen de los esfuerzos de dimensionamiento obtenidos y los armados dispuestos en los muros de cierre.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Sección	**Armado Nº barras**	**Md (kN·m)**	**Mu kN·m)**
Dirección Z	8d16/m	75	83.3
Dirección X	8d12/m	0	51.4

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd* (kN)**	**Vu (kN)**
Dirección Z	Sin arm a cortante	100	111.3

Tabla con las reacciones en los nodos de apoyo para el dimensionamiento de la armadura de anclaje de los muros de cierre a los colectores.

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
3	cpq1	0.4	33.9	2.2
4	cpq1	-0.4	33.9	2.2
13	cpq1	0.2	63.3	4.1
15	cpq1	0.1	59.7	4.2
17	cpq1	0.0	58.4	4.2
19	cpq1	0.0	58.1	4.2
21	cpq1	0.0	58.0	4.2
23	cpq1	0.0	58.1	4.2
25	cpq1	0.0	58.4	4.2
27	cpq1	-0.1	59.7	4.2
29	cpq1	-0.2	63.3	4.1
	Total		604.7	
	Longitud		5m	
	Rmd/m		**120.9**	
	Rmu/m 2Φ16/m		**144.4**	

Es necesario disponer de 2Φ16/m para anclar los muros de cierre a los colectores.

10. CONCLUSIONES

El presente informe justifica la viabilidad estructural de los muros de cierre para los colectores 11 de setembre, Riera d'Horta y Josep Soldevila.

Jose Mª Velasco

Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Febrero de 2011

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V. MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

MEMORIA DE CÁLCULO DE LOS MUROS DE CIERRE EN LOS COLECTORES RIERA D'HORTA, JOSEP SOLDEVILA Y 11 DE SETEMBRE EN LA ZONA DE VÍAS DE TRENES DE LA LÍNEA VILANOVA - MATARÓ

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica de los documentos relativos a la "Memoria de cálculo de los muros de cierre en los colectores Riera de Horta, Josep Soldevila y 11 de Setembre en la zona de vías de trenes de la línea Vilanova-Mataró" recibidos durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación con la propuesta de muros de cierre de los colectores para poder ejecutar el relleno junto a la plataforma Vilanova-Mataró, en las obras del Sector Sagrera; a saber:

- DOCUMENTO: "Memoria de cálculo de los muros de cierre en los colectores Riera de Horta, Josep Soldevila y 11 de Setembre en la zona de vías de trenes de la línea Vilanova-Mataró"; del que se asume como vigente la generalidad de la Memoria de Cálculo.

- Plano adjunto de "DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Y ARMADO" (Hoja 1 de 1), que se asume como definición gráfica vigente de la propuesta mediante.

La documentación citada es emitida por la empresa AMATRIA Ingeniería S.L. como responsables de los cálculos estructurales de los elementos en estudio.

INOCSA
Una Empresa AECOM

En el presente informe se realiza un análisis crítico del desarrollo de los cálculos presentados, de los criterios de diseño y bases de cálculo con los que se abordan las comprobaciones con las que se justifica la viabilidad estructural de los elementos en estudio y los planos con los que se pretende su definición para proceder a su ejecución.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Memoria

En la Memoria de Cálculo recibida se describe la solución estructural propuesta y se presentan las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se aborda el análisis y dimensionamiento de la propuesta de muros de cierre de los cuatro ojos de los colectores que permita ejecutar el relleno de tierras por encima de los mismos. En la Memoria se incluye, además, un resumen de los datos de entrada y resultados de salida de los modelos de cálculo empleado.

Las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se desarrollan los cálculos estructurales se pueden considerar, de forma general, adecuados para las condiciones de contorno y acordes con la normativa vigente.

Asimismo, las acciones consideradas en el cálculo estructural pueden considerarse adecuadas y acordes a las condiciones de contorno. Sin embargo, se hace notar que en la evaluación de la sobrecarga ferroviaria en coronación de terraplén no se aplica el coeficiente de clasificación correspondiente α=1.21) según normativa vigente (art 2.3.5 de la IAPF-07). En el transcurso de esta supervisión se comprueba, sin embargo, que la aplicación de dicho coeficiente según normativa no supondría cambios significativos en los dimensionamientos y esquemas de armado propuestos en planos.

El análisis de los muros de cierre se realiza mediante un modelo de elementos finitos con el empleo del programa comercial SAP2000, que se considera suficientemente conocido y adecuado para la obtención de los esfuerzos resultantes. Para el dimensionamiento de las secciones resistentes se han empleado programas comerciales suficientemente conocidos (Prontuario Informático del Hormigón Estructural) o programas de elaboración propia que arrojan resultados en el orden de lo esperado.

En el desarrollo de los cálculos se presentan las comprobaciones de los Estados Límite Últimos (Flexión, Cortante y Rasante) determinante para los muros de cierre y el anclaje de los mismos al colector existente.

Tanto las hipótesis empleadas como el desarrollo de los cálculos pueden considerarse en principio admisibles, por cuanto se atienen en general a las normativas vigentes e incluyen los diferentes efectos habituales. De forma general, las comprobaciones presentadas son coherentes con los resultados esperados y con los esquemas de armado propuestos en planos.

Planos

Se presenta, como complemento a la Memoria, un plano (con título “MUROS DE CIERRE, DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Y ARMADO”) con la definición completa de la geometría de los elementos que conforman los muros y con el esquema de armado correspondiente, ubicando además los muros en los colectores respecto a las tablestacas y vías de Vilanova- Mataró en servicio.

De forma general, en el plano se definen disposiciones, dimensiones, esquemas de armado, así como un cuadro de materiales coherentes con los cálculos justificativos.

4. CONCLUSIONES

Como conclusión, y tal y como se desprende de los apartados anteriores, se puede decir que, una vez analizada la documentación recibida, la validez estructural de la propuesta de muros de cierre en los colectores se considera suficientemente justificada.

En consecuencia, no encontramos impedimento para abordar la ejecución de la propuesta según la información recibida.

Barcelona, 04 de marzo de 2011

INOCSA, Una Empresa AECOM

PROYECTO: 817 AVE SAGRERA-TRINIDAD

MEMORIA

Memoria de cálculo del cuenco disipador en la zona del colector 11 de Septiembre

1. ANTECEDENTES

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

4. METODO DE CÁLCULO Y DE COMPROBACIÓN

5. NORMATIVA APLICADA

6. MATERIALES

7. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

8. CUENCO DISIPADOR

9. RESULTADOS

10. CONCLUSIONES

1. ANTECEDENTES

Referencia: 817
Fecha: JULIO 2011 rev1
Nombre de la obra: 11 DE SEPTIEMBRE

El objeto del presente informe es exponer la metodología de cálculo del cuenco disipador en la zona del colector 11 de Septiembre. El cuenco disipador se distingue principalmente por, la zona con pendiente del cuenco disipador y la zona final del cuenco disipador (zona inferior), que conecta con el cuenco ya ejecutado conectado mediante una junta según la información aportada por la empresa constructora, entre el colector y la parte superior inclinada se continuara el colector posteriormente con la armadura longitudinal mediante esperas.

Se realiza el recálculo de los hastiales y losa inferior del cuenco disipador debido al nuevo proceso contructivo de la losa superior que se realizará mediante prelosas pretensadas de 0.15m y 1,05 m de hormigón armado in-situ.

Los hastiales se reducen de 1m de canto a 0,6m, ya que interfiere en la trayectoria de la pantalla contigua al colector (pantalla 27G).

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

El presente anejo de cálculo pretende justificar el cálculo estructural del cuenco disipador en el nuevo colector de la zona de 11 de Septiembre.

El cuento disipador se realizará in-situ, tanto losa inferior como hastiales, la cubierta del colector se compone de una prelosa pretensada de 0.15m de espesor y se verterá hormigón armado hasta alcanzar una losa de 1,2 metros. El espesor de la losa inferior (solera) será de 1,2 metros y de 0.6metros para los hastiales.

La solución de la cubierta consiste en un forjado uni-direccional formado por prelosas pretensadas de 15cm completadas "in-situ" con una capa superior de hormigón de 105cm. La tipología, por tanto corresponde a un forjado semi-prefabricado-pretensado.

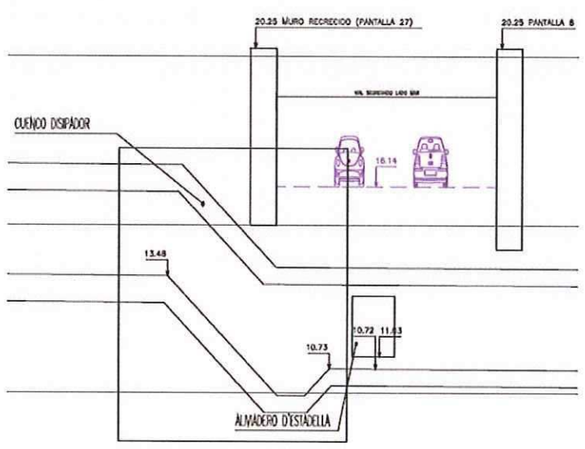


***Figura** 1: Croquis en alzado del cuenco disipador.*

3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Siguiendo lo indicado en el informe *"Nota acerca de los criterios a utilizar en el dimensionamiento de pantallas del Sector Sagrera del tramo Sagrera-Nus de la Trinidad"* los parámetros geotécnicos considerados son los de proyecto original que se resumen a continuación:

Litol.	γap (t/m³)	C' (°) (Kg/cm²)	ϕ' (°)	E (Kg/cm²)	ν'	Kh (t/m³)
SUSTRATO						
GR	2,10	0,10	38,0	500	0,30	15000
P	2,05	0,35	25,5	400	0,30	6000
Pa	2,05	0,10	35,0	400	0,30	12000
DEPÓSITOS CUATERNARIOS						
PQ	2,20	0,10	38,0	250	0,35	7500
Qa arcilloso	2,15	0,30	29,0	150	0,35	2250
Qa	2,15	0,15	33,0	150	0,35	4500
Qc	2,15	0,05	32,5	170	0,35	3800
Qr2	2,10	0,05	32,5	80	0,35	1800
Qr3	2,20	0,00	35,0	180	0,35	5400
RECUBRIMIENTOS						
RA	2,00	0,00	28,0	50	0,35	1500

La litología considerada en el cálculo de las pantallas es la proporcionada por el sondeo SCC-18 y 19 realizado recientemente por la Dirección de Obra.

En nuestro caso estamos situado entre la profundidad de 9-13.2m en el cual hay situado un terreno con la litología conocida como Qr2.

0 -7,2 m		RU	Relleno antropico
7,2 - 9 m			Limo arcilloso con abundante grava del orden de cm. Color marron
9 - 13,2 m			Arena con mucha grava, carbonato, materia organica. Color marron con tonalidades rojizas.
13,2 - 16,3 m			Limo arenoso, con pasadas de gravas del orden de cm. Materia organica dispersa, carbonatacion, y micas.
16,3 - 27,6 m			Grava arenosa con matriz mimo arcillosa. Tonalidades rojizas. Gravas de 2 a 5 Cm con gravas dispersas de hasta 8 cm. A partir de 23,4 m aumenta el tamaño y contenido de gravas. Naturaleza de clastos de pizarra en su mayoria. Tambien cuarzo. Nivel Freatico a 18 m
27,6 - 29,5 m		P	Arcillas limosas verdes, arenosas con gravas
29,5 -33			Arcillas limosas grises azuladas, arenosas con gravas

Para el empuje lateral de los hastiales del colector se ha considerado un terreno con los siguientes parámetros:

- φ =30º ko=0.5 coeficiente de empuje en reposo

Para el terreno de apoyo se ha considerado, según el proyecto original, un terreno tipo granular con los siguientes parámetros:

- k'=k30·((b+0.30)/2·b)²=8000kN/m³ donde:
  k30=30000kN/m³ modulo de balasto para placa cuadrada l=0.30m
  b=ancho losa

- k=(2/3)*K'*(1+(b/2l)=7522.9kN/m³ donde:
  l=11m
  b=9m

4. METODO DE CÁLCULO Y DE COMPROBACIÓN

Se ha utilizado el programa SAP para el estudio del cuenco disipador.

Se han comprobado con el prontuario de EHE las estructuras de hormigón.

5. NORMATIVA APLICADA

Para el cálculo y la comprobación de los diferentes elementos estructurales se ha seguido:

Estructura Hormigón	EHE-98. CTE.
Hipótesis de Carga y Combinaciones	EHE-98 y Eurocódigos. CTE.

6. MATERIALES

Hormigón:

Hormigón en cuenco disipador (hastiales, losa inferior).....HA-30 (fck = 30 N/mm²)

Acero corrugado:

Acero en las pantallas.....B 500 S (fyk = 500 N/mm²)

Para la comprobación de la fisuración se ha considerado un ambiente tipo IIa+Qb.
La abertura máxima considerada para las fisuras en el interior del colector ha sido de 0.10mm. y en el exterior del colector ha sido de 0.30mm.

7. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Hormigón armado:

Coeficiente de seguridad del hormigón.....γc = 1.50
Coeficiente de seguridad del acero.....γs = 1.15

Coeficientes de seguridad para acciones

Coeficiente de seguridad para acciones variables.....1.50
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes.....1.35
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes de valor no constante.....1.50
Coeficiente de seguridad para acciones accidentales.....1.00
Coeficiente de seguridad para acciones simultaneas.....0.6

8. CUENCO DISIPADOR

El cuenco disipador se ha modelizado con el programa de elementos finitos SAP200 como elementos Shell. En su modelización se ha estudiado la fase final del cuenco disipador.

- Fase final, comportamiento del colector en fase definitiva, teniendo en cuenta el relleno sobre el colector hasta la cota +23m.

En la siguiente imagen vemos la modelización del cuenco disipador con la continuidad posterior del tramo de conexión con el colector.

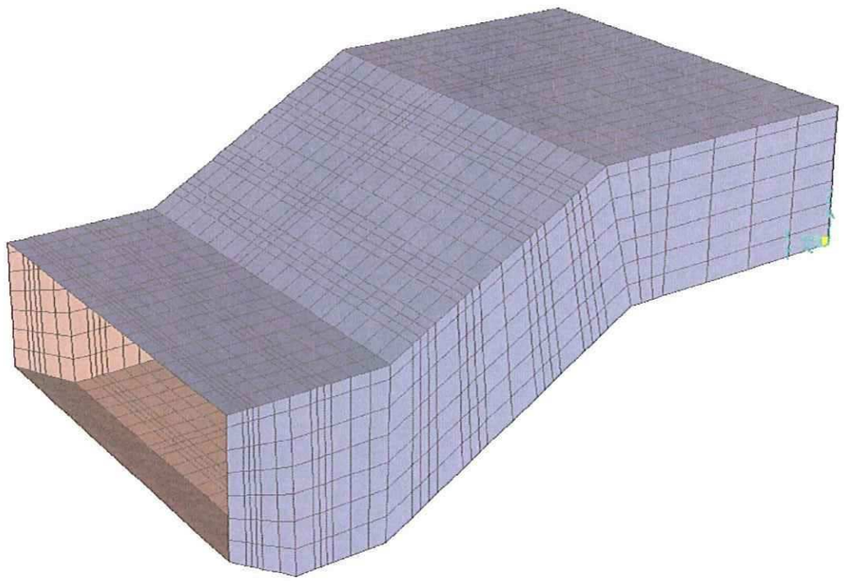


Figura 2: Fase final, comportamiento definitivo de la estructura.

8.1 Descripción de la modelización

En este apartado describiremos la modelización del modelo estudiado.

El colector está realizado con hormigón armado y la cubierta con prelosa pretensada de 15cm, con secciones de anchos de losa superior y losa inferior de 1,2m y hastiales de 0.6metros total.

Tipo	Espesor
Losa inferior (solera)	1.20m
Losa superior(cubierta)	1.20m
Hastiales	0.60m

A continuación haremos una descripción de cada elemento proyectado

La solera se ha modelizado mediante Shell de espesor 1.2metros, en la solera se ha simulado el terreno mediante área Spring, considerando un coeficiente de balasto de 7522.9kN/m3, el calculo se ha realizado mediante los valores obtenidos del sondeo SCC-18 y 19, y la formulación del anejo Nº6 – Geotecnia , apartado 5.1.2. Cimentaciones superficiales, en la solera se ha considerado la carga de agua (considerando la altura máxima de agua posible).

Los Hastiales se han modelizado mediante Shell de espesor 0.6 metros, en este caso se han tenido en cuenta varias acciones, se ha tenido en cuenta la acción del empuje del terreno sobre los Hastiales, dependiendo de la zona los empujes varían debido a las diferentes alturas del cuenco disipador y la presencia del vial, también hemos introducido la carga debida al tráfico y en el interior, la correspondiente al empuje de aguas.

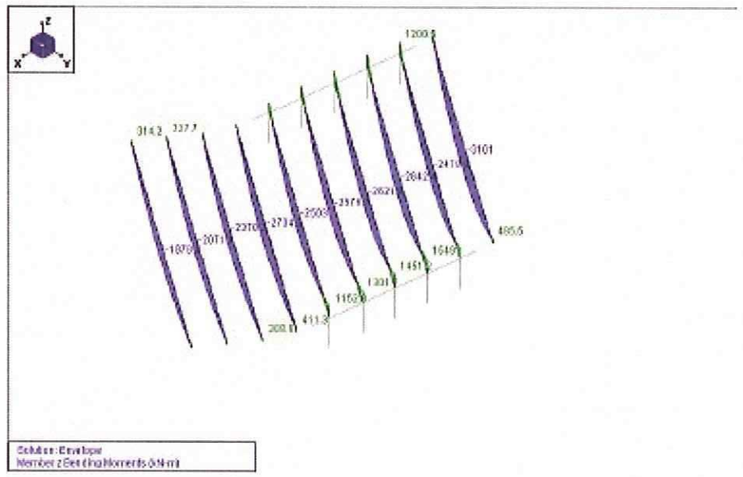
Por último la cubierta la hemos modelizado mediante Shell de espesor 1,2metros, de este modo simulamos el conjunto de la losa con la prelosa pretensadas, ya que trabajan de forma conjunta, en la cubierta hemos introducido las cargas del terreno dependiendo de la altura de tierras y las cargas del tráfico, debido que la cubierta esta compuesta por prelosa pretensadas, en este caso no hay transmisión de momentos en dirección Y (M22), hemos multiplicado el M22 por un factor reductor y así no se transmitirán los momentos de una prelosa a las prelosas contiguas.

Respecto a la continuidad del cuenco disipador en el colector, hemos simulado en el SAP2000 la continuidad en el tramo superior del colector simulando continuidad, en la zona del cuento disipador inferior se ha considerado sin continuidad debido que se introducirá una junta entre los colectores.

Respecto al recálculo de los hastiales para el redimensionado de geometría y armado, se ha modelizado con las cargas correspondiente al siguiente punto (8.2 Descripción cargas) y las restricciones de geometría correspondientes al cálculo de la prelosa pretensada y losa para la cubrición del cuenco disipador considerando hastiales de 0.6m.
Obteniendo los esfuerzos referentes a los hastiales y losa inferior que se exponen en el apartado (9.Resultados), se ha observado una notable diferencia respecto al momento negativo de la losa de cubrición del cálculo de la prelosa pretensada, que se obtiene un momento de negativo de 1450kN.m, y que se redistribuye según EHE un 15% de negativos y la solicitación máxima resultante es de 1200kN.m y en momento positivo de 2860 kN.m, mientras que en la modelización realizada para el cálculo de los hastiales y losa inferior se obtienen valores de momentos negativos de 850kN.m y momentos positivos de 2600kN.m.

En la siguiente imagen se expone los esfuerzos obtenidos por la empresa Luis Bozzo Estructuras y Proyectos S.L.

Momentos flectores principales:

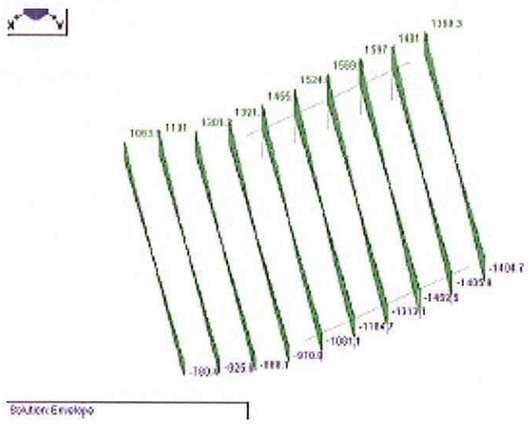


max positivo +2640kNm/m
max negativo -1450kNm/m

se redistribuye según EHE un 15% de negativos y la solicitación máxima resultante es:

max positivo +2860kNm/m
max negativo -1200kNm/m

Cortante en extremos luz de cálculo:



V* = 1600 kN/m

Por lo tanto para el cálculo de los hastiales de los momentos negativos se considerá los esfuerzos del cálculo de los prelosas pretensada de 1200kN.m debido que estamos del lado de la seguridad.

8.2 Descripción cargas

Se ha considerado el peso propio de los elementos, la carga de uso, el empuje lateral del terreno y la carga de agua en el colector:

t1:.....γt·ht	Donde γt=21kN/m^3. En la losa superior se considera una altura de tierras de 7.5m, 8.5m o 3m, dependiendo sobre que zona estemos de la losa superior.
Sc:.....30kN/m²	carga vertical sobre el colector causada por la circulación de vehículos (carro considerado a 45º y sobrecarga de tráfico), valor del lado de la seguridad. .
tder y tizq.....= Ko·(γt·z) donde :	empuje lateral tierra debido al peso propio tierra Ko=0.50 coeficiente de empuje a reposo γt= 20kN/m³ peso unitario tierra z= profundidad
Sch_veh:.....= Ko·(Sch_veh) donde :	empuje lateral tierra debido al trafico de vehículos Ko=0.50 coeficiente de empuje a reposo qc=10kN/m²
fw:.....= γw·z γw·hw donde :	presión agua para empuje en las paredes del colector presión para la losa inferior γw =10kN/m² peso unitario agua hw=3.25m altura máxima agua

Así pues, se han estudiado las siguientes combinaciones:

Combinaciones:

ELU

CPQT = 1.35 (pp + t1) + 1.5·(sc + tder+tizq + Sch_veh + fw)

CPQL= 1.35 (pp + t1) + 1.0· (tder+tizq) + 1.5·sc

CPQH= 1.0 (pp+ t1) +1.5·(tder+tizq + Sch_veh)

ACC = 1.0·(pp+ t1 + tder+tizq) + 0.20·(Sch_veh + fw) + ΔPd

ELE

combinación casipermanente

DPQT = 1.0·(pp + t1) + 1· (tder+tizq) + 0.20·sc + 0.20· Sch_veh + 0.20·fw

DPQL=1.0·(pp + t1) + 1.0·(tder+tizq) + 0.20·sc

DPQH=1.0·(pp+ t1) +1.0(tder+tizq)+ 0.20· Sch_veh

En las siguientes imágenes exponemos las cargas consideradas para el cuento disipador.

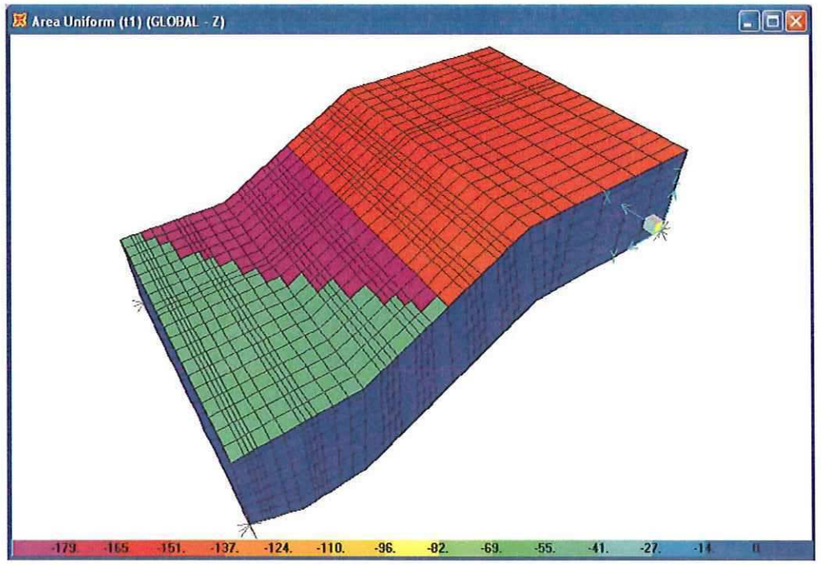


Figura 3: Acción debido a la carga del terreno.

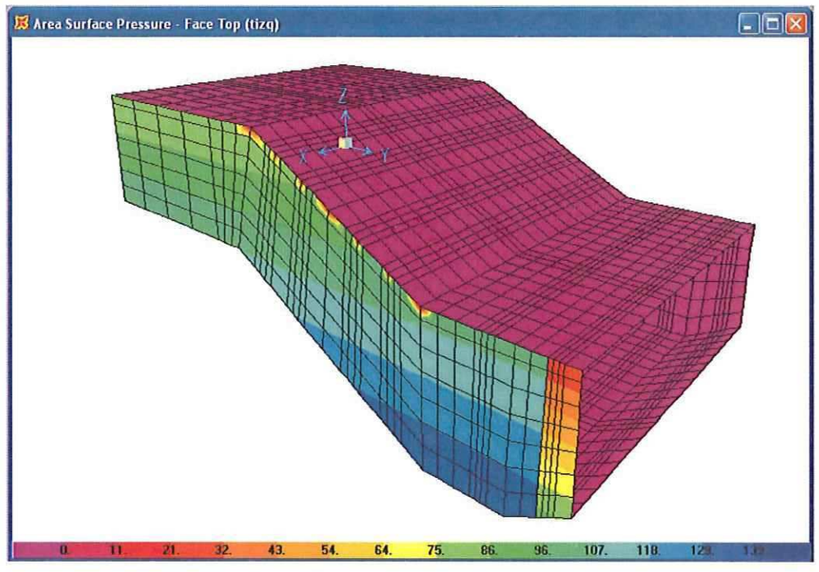


Figura 4: Empuje lateral de las tierras.

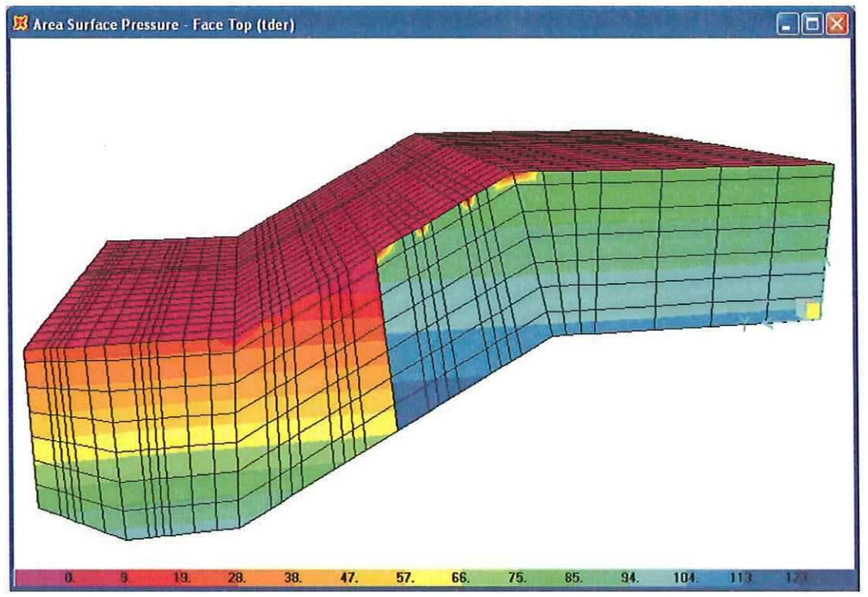


Figura 5: Empuje lateral de las tierras.

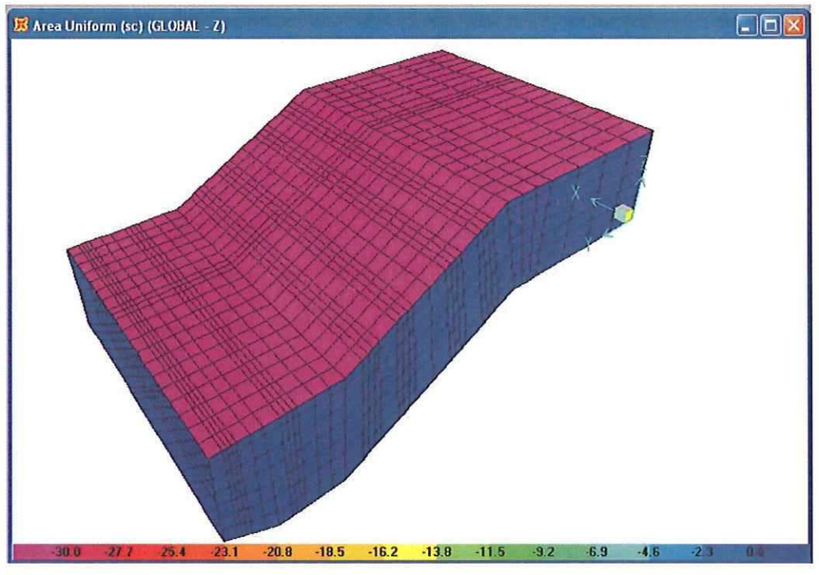


Figura 6: Carga vertical sobre el colector causado por la circulación de vehículos.

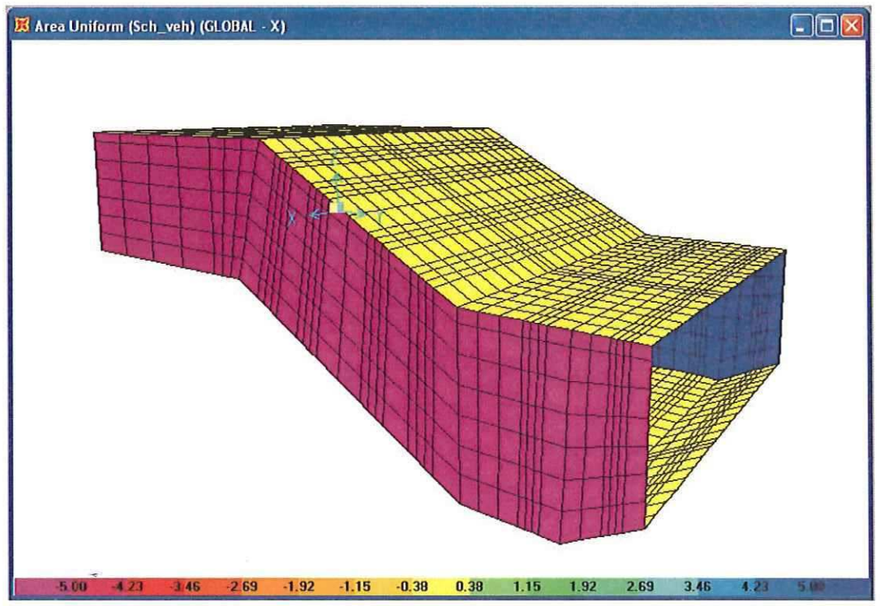


Figura 7: Empuje lateral tierras debido al tráfico de vehículos.

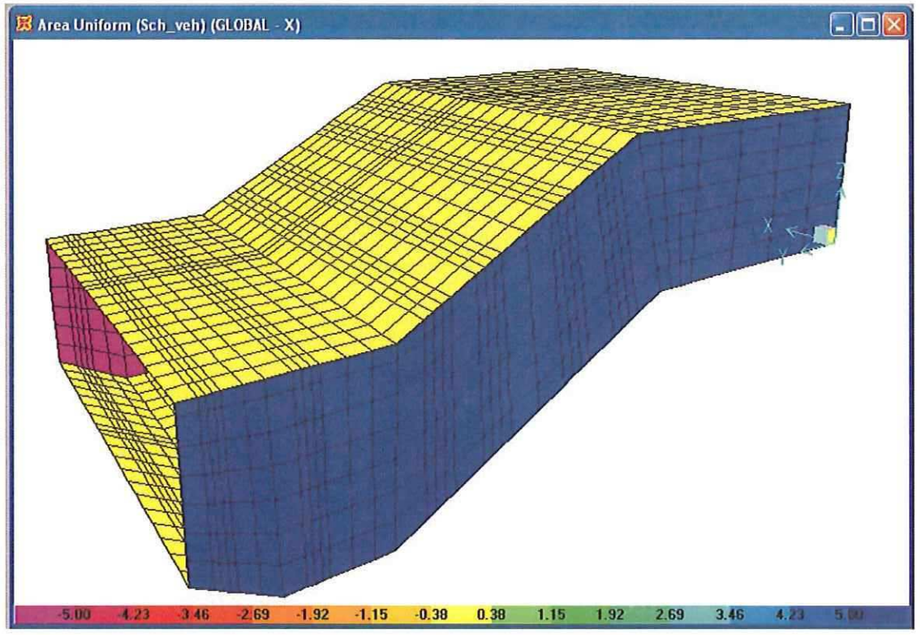


Figura 8: Empuje lateral tierras debido al tráfico de vehículos.

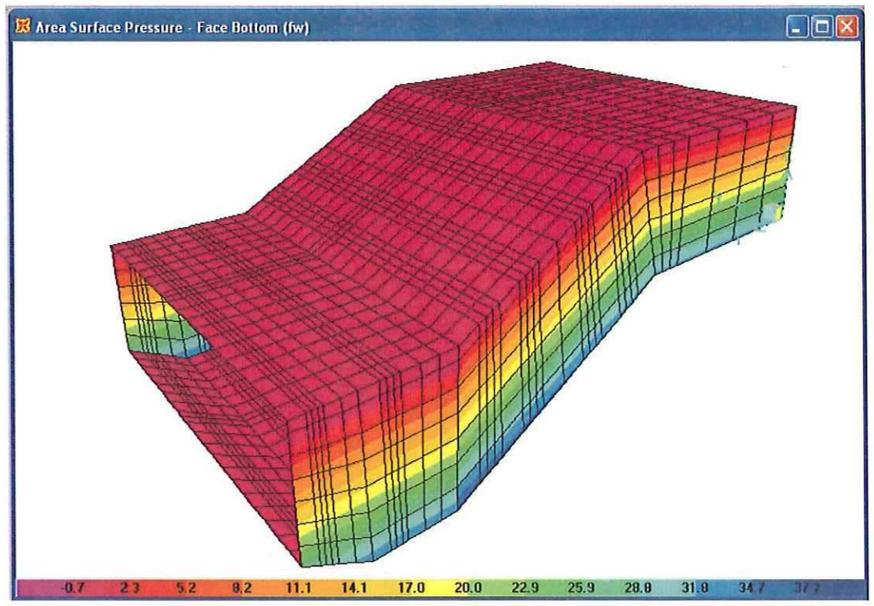


Figura 9: Empuje del agua en las paredes del colector.

9. RESULTADOS

A continuación se exponen una serie de diagramas representativos de los esfuerzos de las envolventes máximas y mínimas de todas las fases y deformación máxima:

Los resultados del cuenco colector obtenidos del SAP2000 son los siguientes:

Hastiales (espesor 0.6m zona ,inclinada):

Md11+ = 0 kN·m (mayorado)
Md11- = -1200kN·m (mayorado)
Md22+ = 0kN·m (mayorado)
Md22- = -370 kN·m (mayorado)
F11= 400kN (compresión)
Vd = 544 kN (mayorado)

Mk11+ = 0kN·m (sin mayorar)
Mk11- = -857.14kN·m (sin mayorar)
Mk22+ = 0kN·m (sin mayorar)
Mk22- = -184 kN·m (sin mayorar)

Hastiales (espesor 0.6m zona ,inferior):

Md11+ = 0 kN·m (mayorado)
Md11- = -1200kN·m (mayorado)
Md22+ = 0kN·m (mayorado)
Md22- = -242.24 kN·m (mayorado)
F11= 400kN (compresión)
Vd = 501.87 kN (mayorado)

Mk11+ = 0 kN·m (sin mayorar)
Mk11- = -857.14 kN·m (sin mayorar)
Mk22+ = 0kN·m (sin mayorar)
Mk22- = -104.64 kN·m (sin mayorar)

Losa inferior (solera) (espesor 1.2m, zona inclinada)

Md11+ = 1421.3 kN·m (mayorado)
Md11- = -675.09kN·m (mayorado)
Md22+ = 592.49 kN·m (mayorado)
Md22- = -471.5 kN·m (mayorado)
Vd = 974.19 kN (mayorado)

Mk11+ = 910.35 kN·m (sin mayorar)
Mk11- = -382.16kN·m (sin mayorar)
Mk22+ = 438.3kN·m (sin mayorar)
Mk22- = -315.1 kN·m (sin mayorar)

Losa inferior (solera) (espesor 1.2m,zona inferior)

Md11+ =835.0 kN·m (mayorado)
Md11- = -1043.61kN·m (mayorado)
Md22+ = 192.6kN·m (mayorado)
Md22- = -557.0 kN·m (mayorado)
Vd = 664.85 kN (mayorado)

Mk11+ = 504.0 kN·m (sin mayorar)
Mk11- = -603.77 kN·m (sin mayorar)
Mk22+ = 123.99kN·m (sin mayorar)
Mk22- = -326.51 kN·m (sin mayorar)

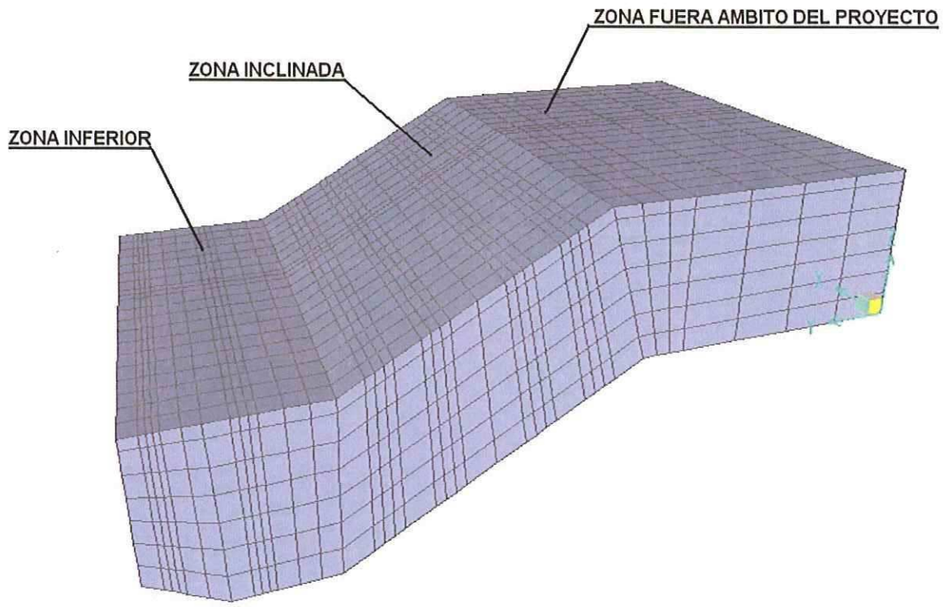


Figura 10: Modelo con las diferentes partes del colector (aclaración para armadura y esfuerzos)

Diagrama de esfuerzos y deformadas.

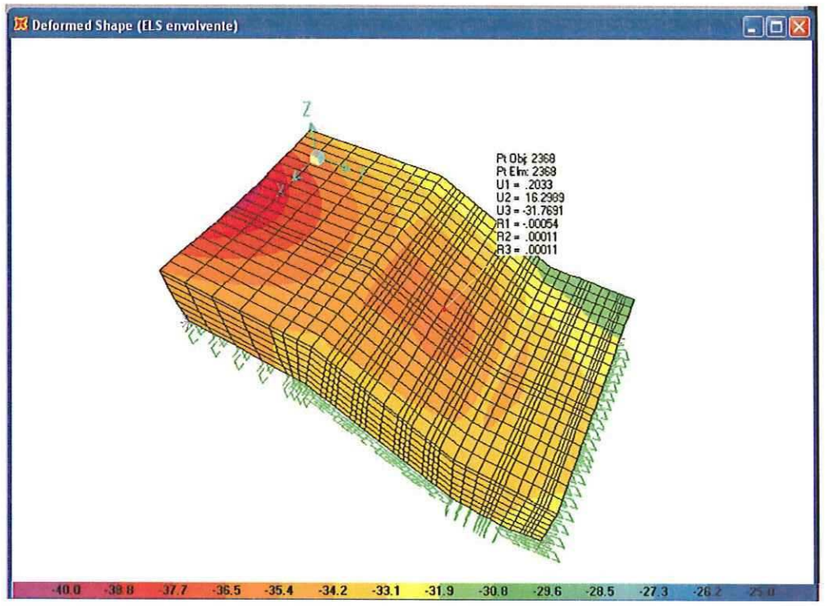


Figura 11: Fase definitiva, deformada en mm.

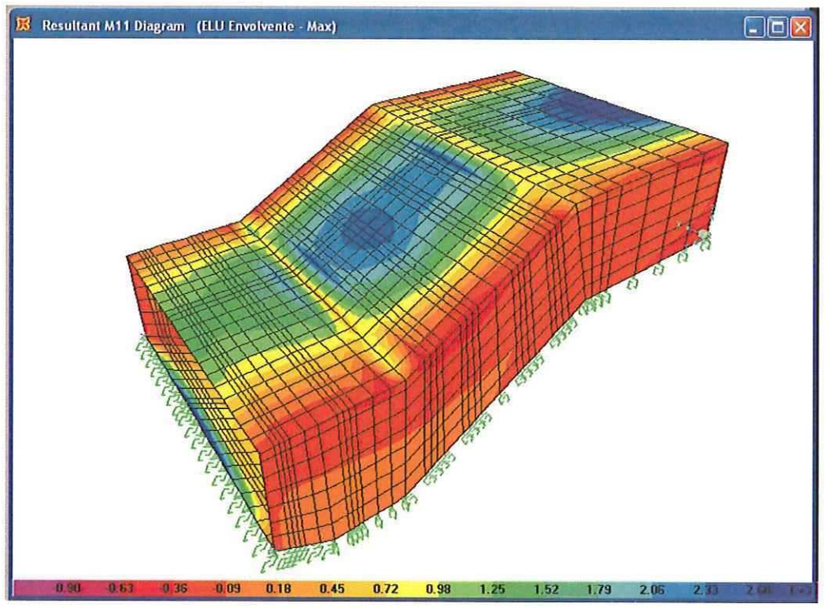


Figura 12: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELU envolvente max) perspectiva 1.

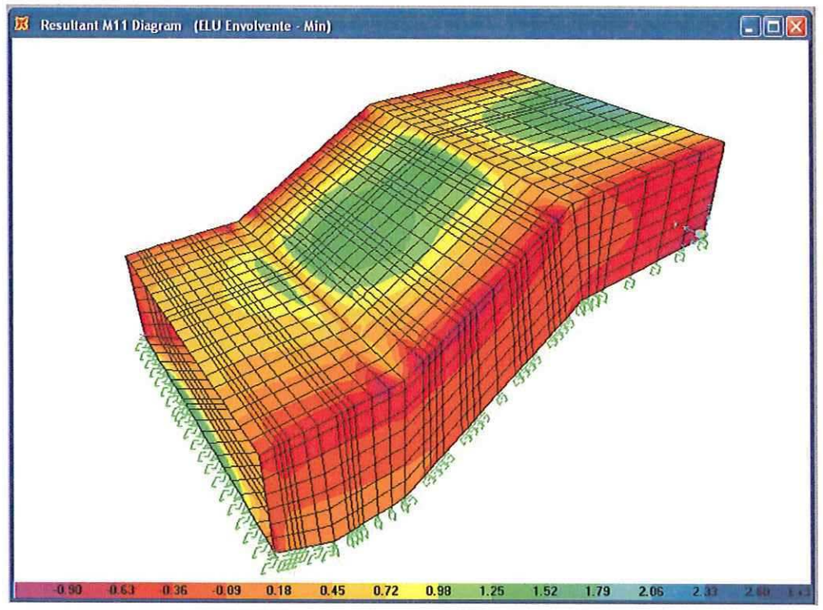


Figura 13: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELU envolvente min) perspectiva 1.

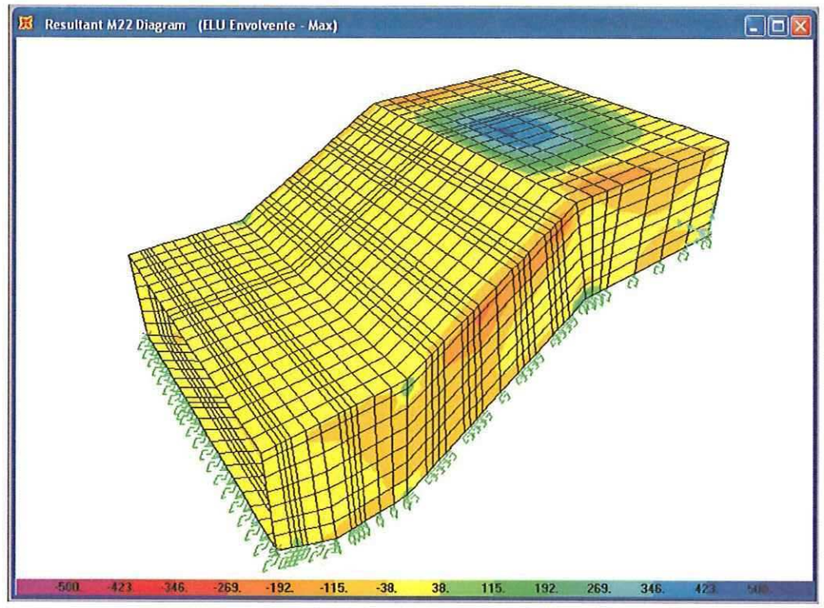


Figura 14: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m (ELU envolvente max) perspectiva 1.

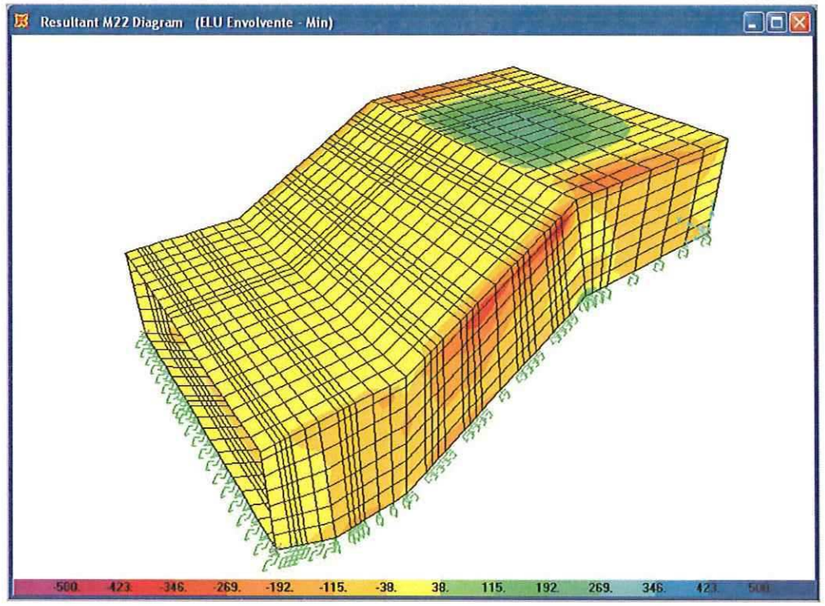


Figura 15: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m(ELU envolvente min) perspectiva 1.

Figura 16: Fase definitiva, Cortante V13 en kN (ELU envolvente max) perspectiva 1.

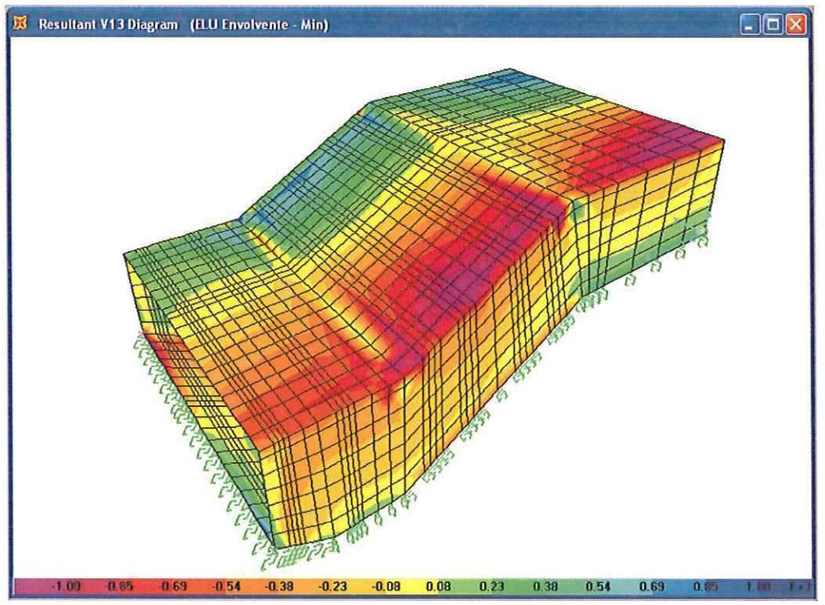


Figura 17: Fase definitiva, Cortante V13 en kN (ELU envolvente min) perspectiva 1.

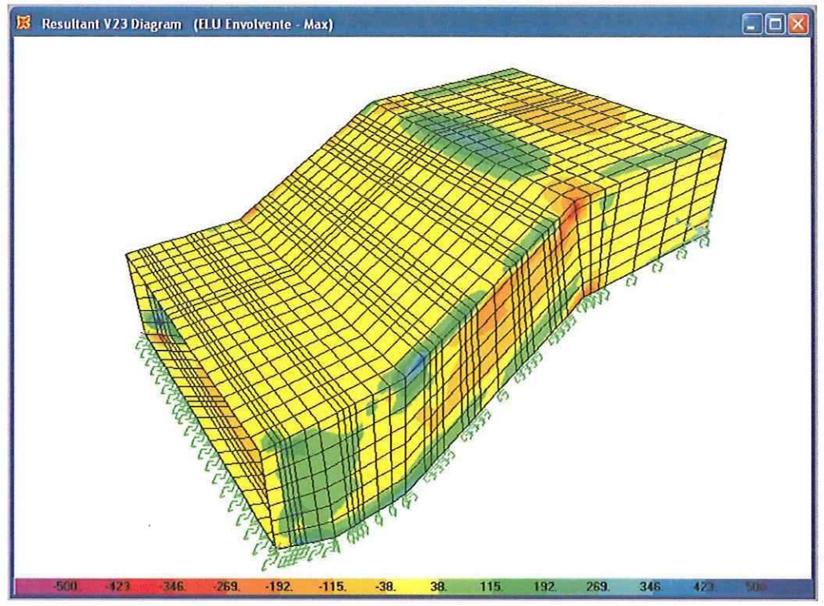


Figura 18: Fase definitiva, Cortante V23 en kN (ELU envolvente max) perspectiva 1.

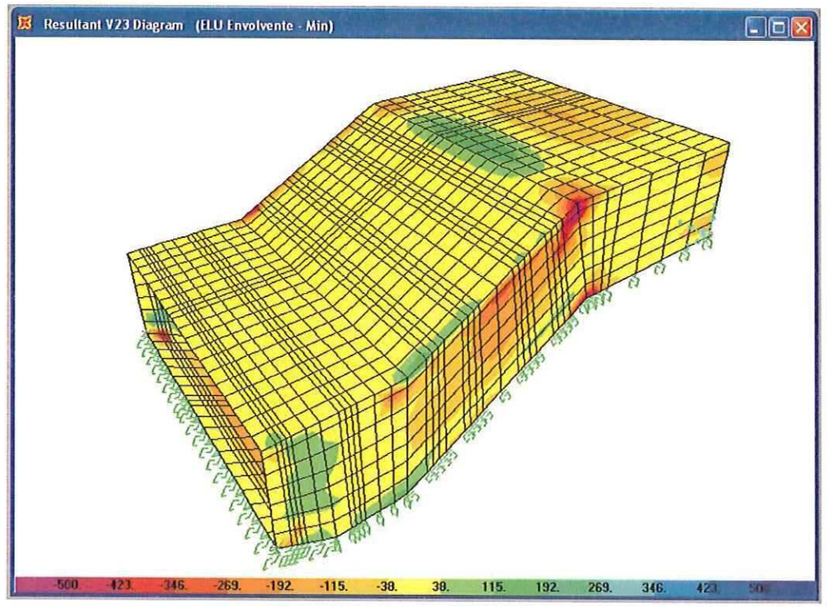


Figura 19: Fase definitiva, Cortante V23 en kN (ELU envolvente min) perspectiva 1.

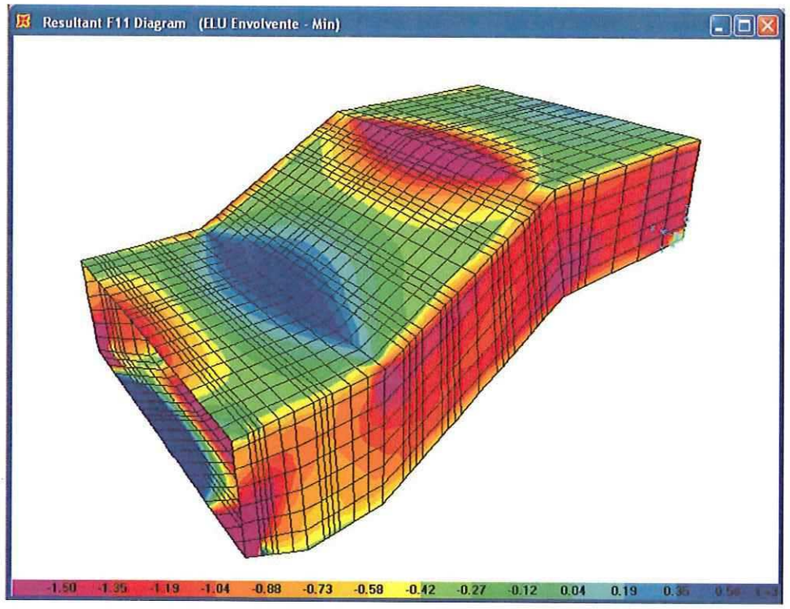


Figura 20: Fase definitiva, axil F11 en kN compresión en los hastiales (ELU envolvente min) .

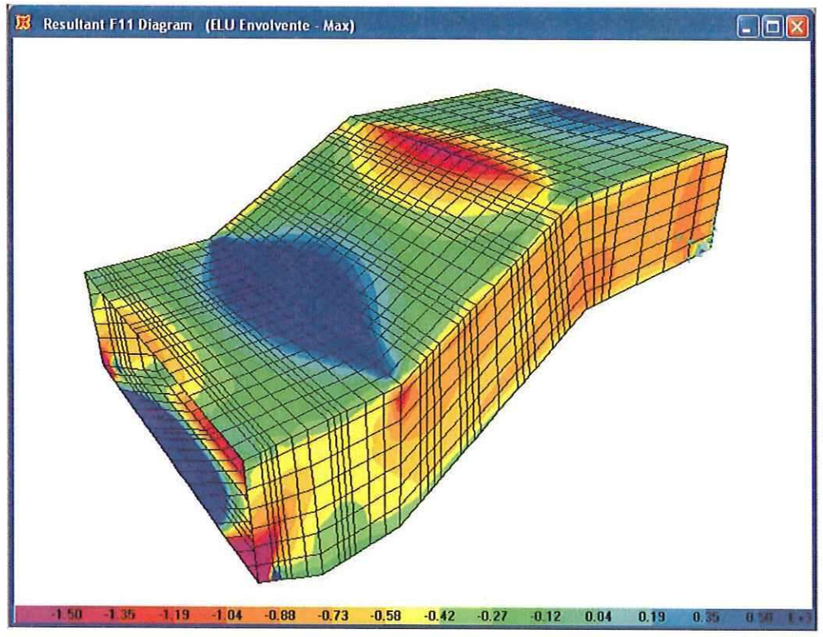


Figura 21: Fase definitiva, axil F11 en kN compresión en los hastiales (ELU envolvente) perspectiva 1.

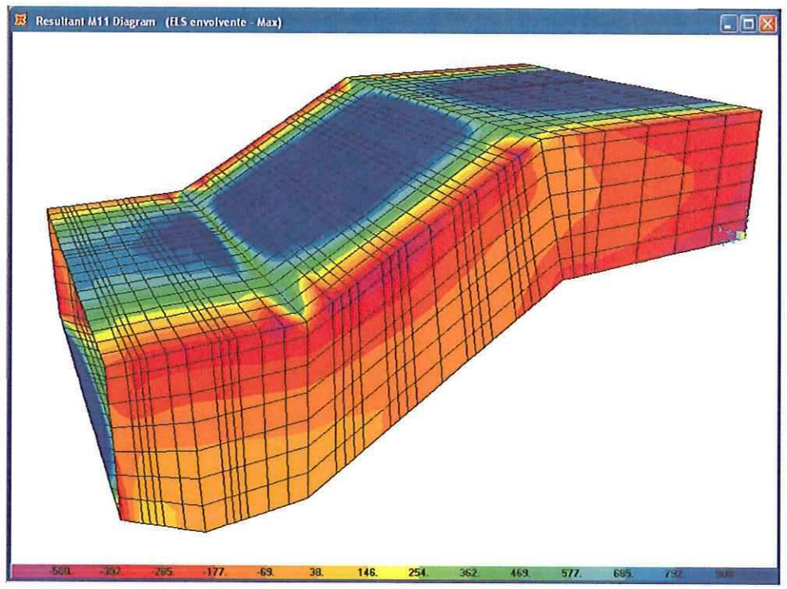


Figura 22: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELS envolvente max) perspectiva 1.

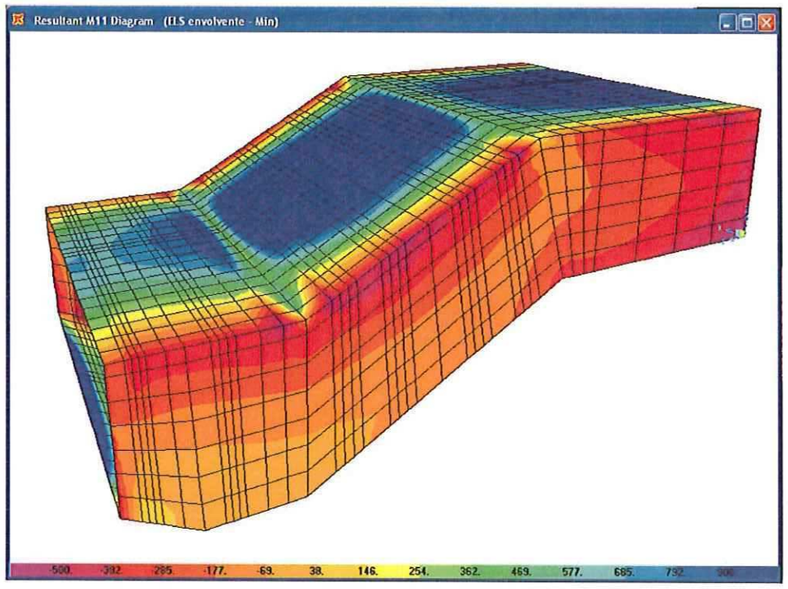


Figura 23: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELS envolvente min) perspectiva 1.

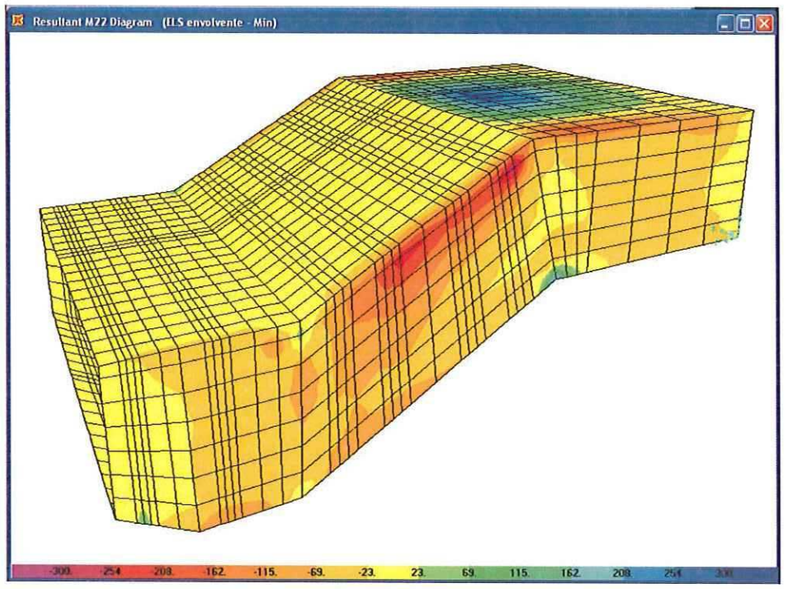


Figura 25: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m(ELS envolvente min) perspectiva 1.

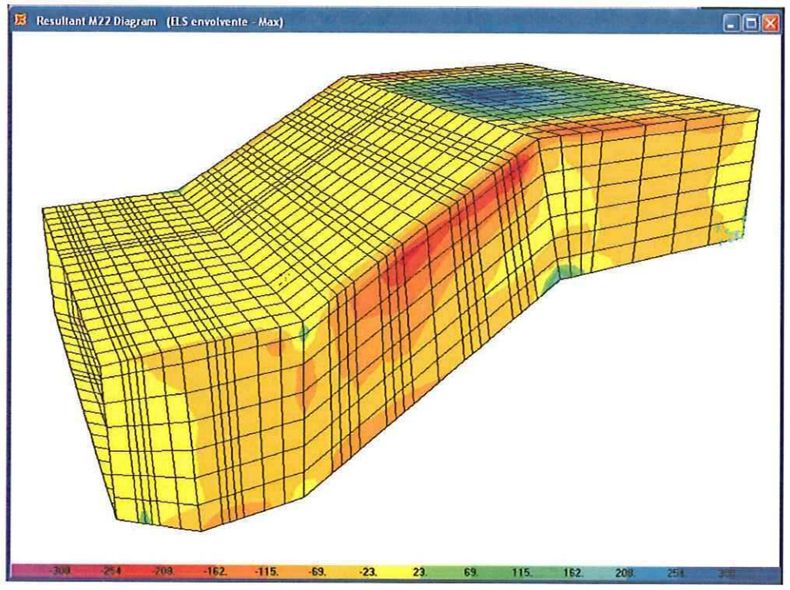


Figura 24: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m (ELS envolvente max) perspectiva 1.

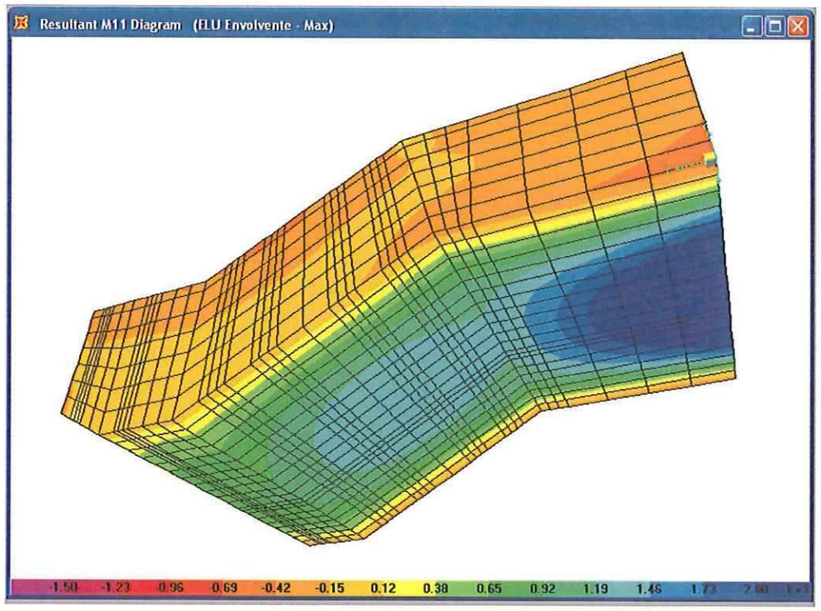


Figura 26: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELU envolvente max) perspectiva 2.

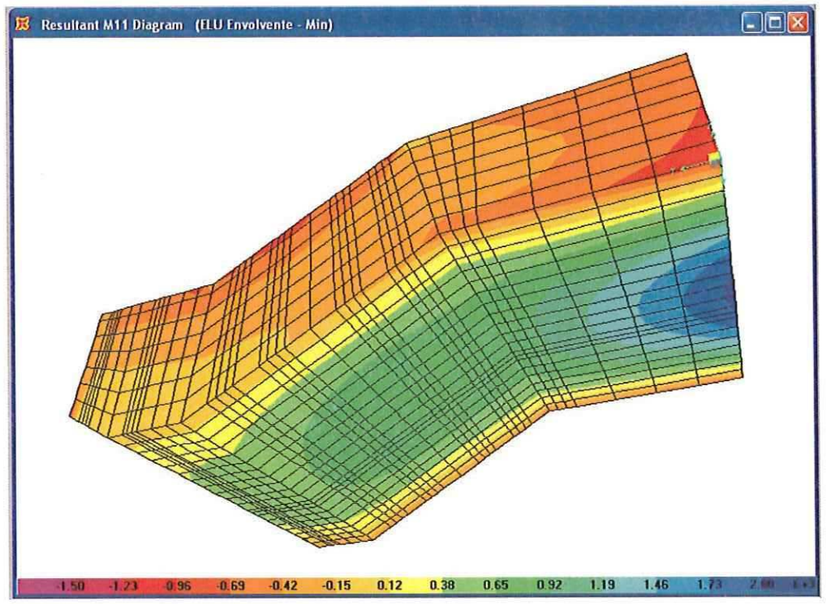


Figura 27: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELU envolvente min) perspectiva 2.

Figura 28: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m (ELU envolvente max) perspectiva 2.

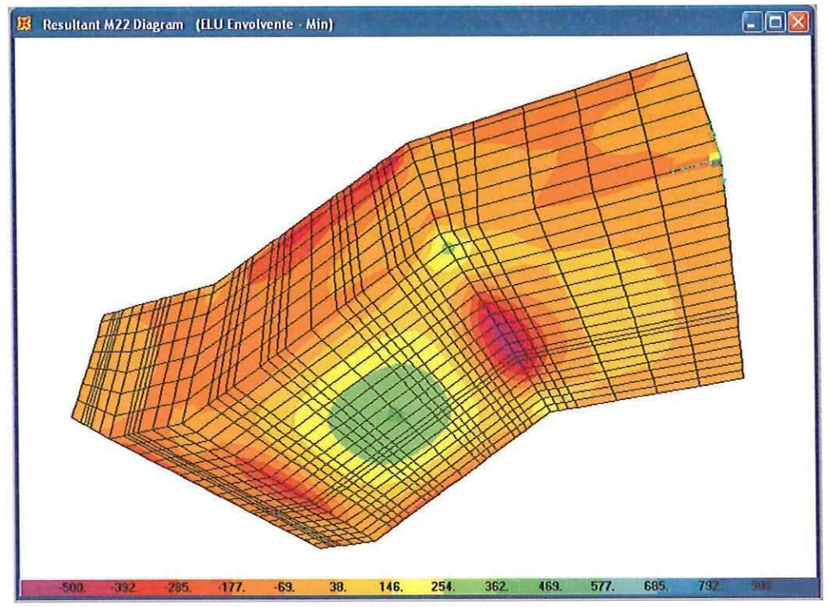


Figura 29: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m(ELU envolvente min) perspectiva 2.

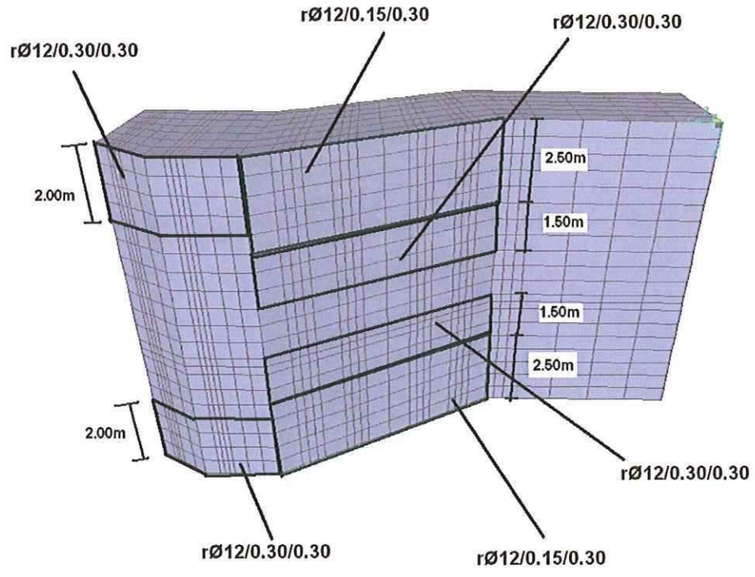


Figura 30: Esquema de armadura a cortante para comprobación de los esfuerzos a cortante. .

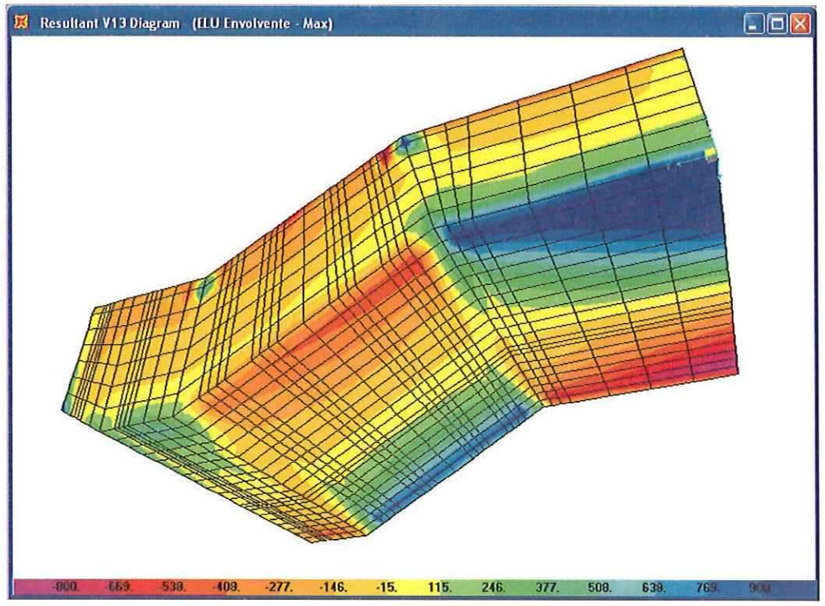


Figura 31: Fase definitiva, Cortante V13 en kN (ELU envolvente max) perspectiva 2.

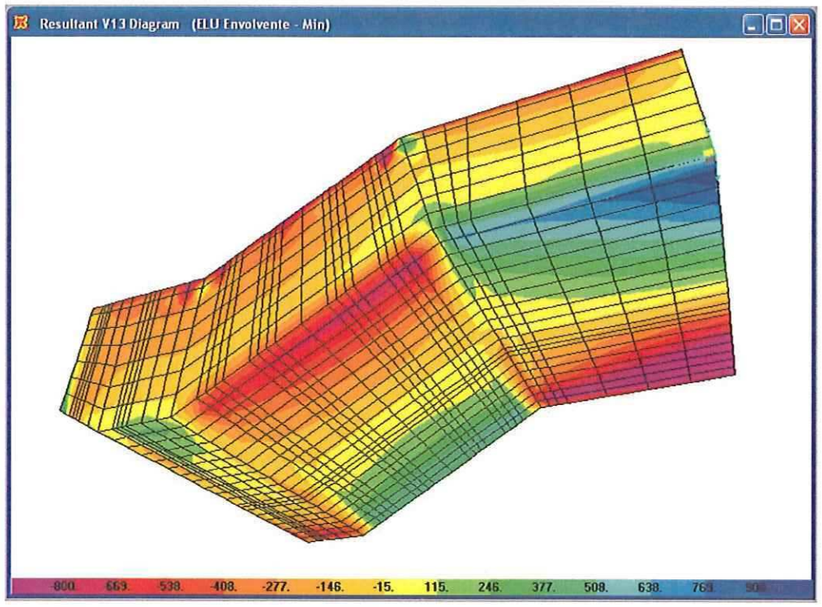


Figura 32: Fase definitiva, Cortante V13 en kN (ELU envolvente min) perspectiva 2.

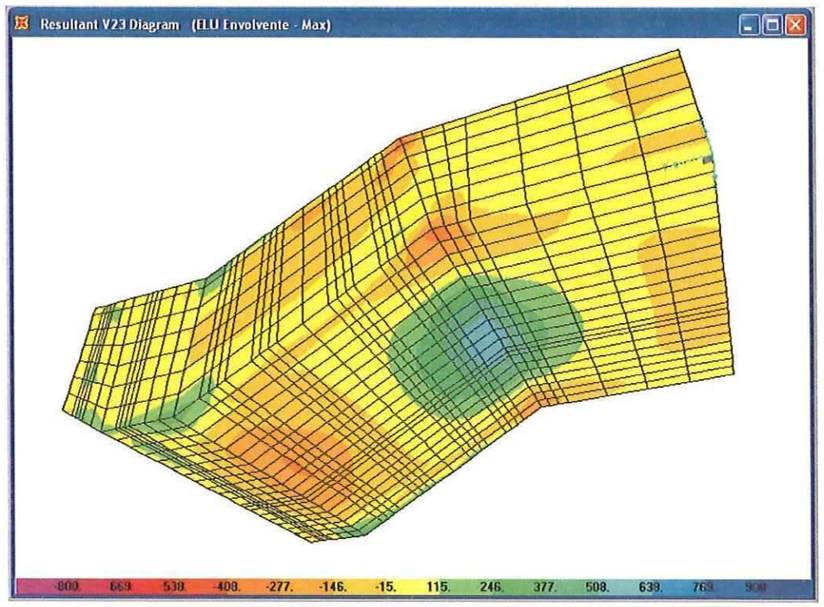


Figura 33: Fase definitiva, Cortante V23 en kN (ELU envolvente max) perspectiva 2.

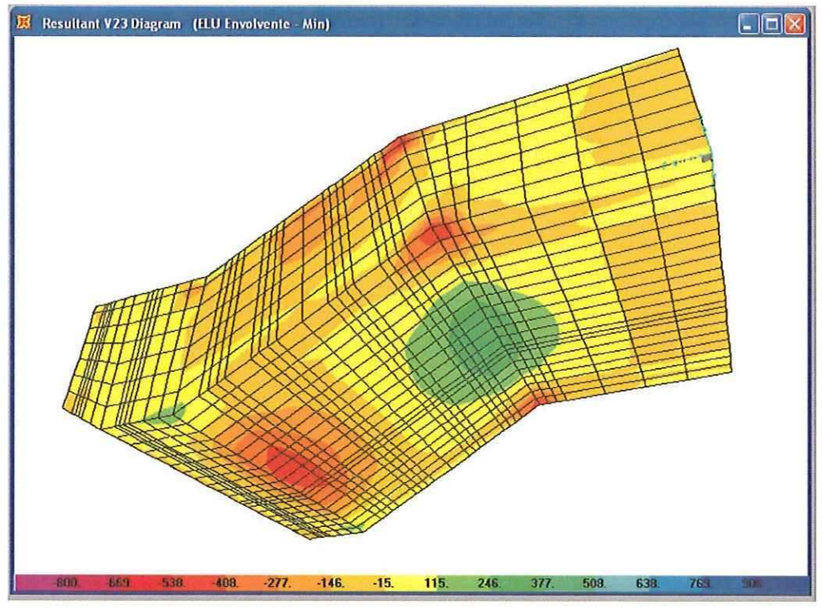


Figura 34: Fase definitiva, Cortante V23 en kN (ELU envolvente min) perspectiva 2.

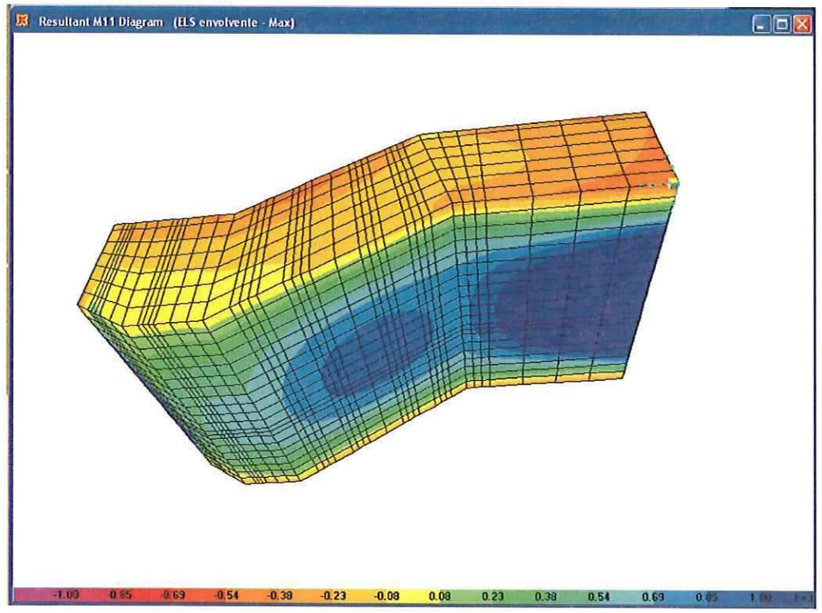


Figura 35: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELS envolvente max) perspectiva 2.

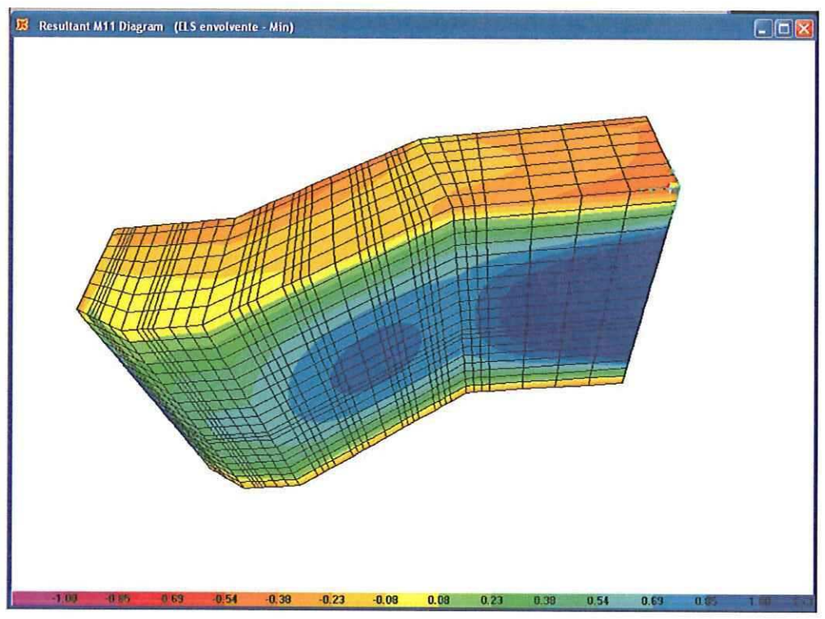


Figura 36: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELS envolvente min) perspectiva 2.

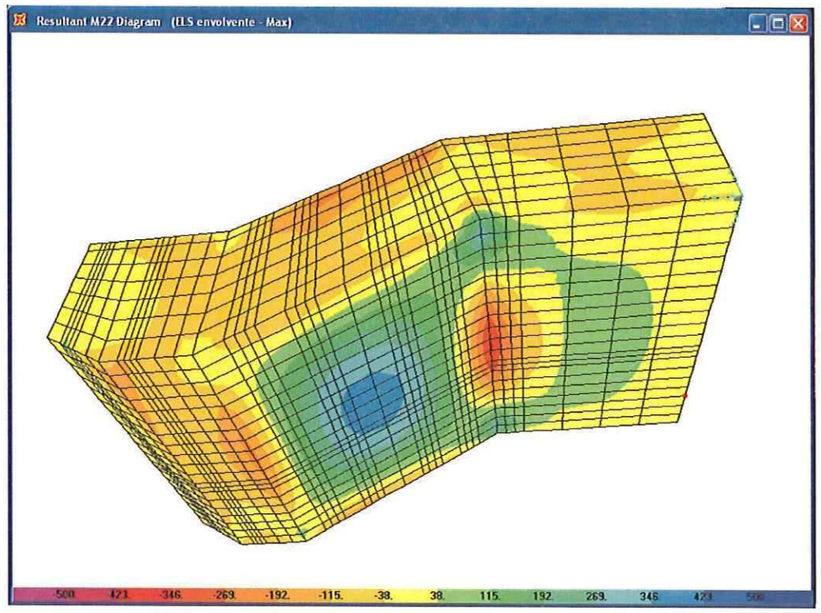


Figura 37: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m (ELS envolvente max) perspectiva 2.

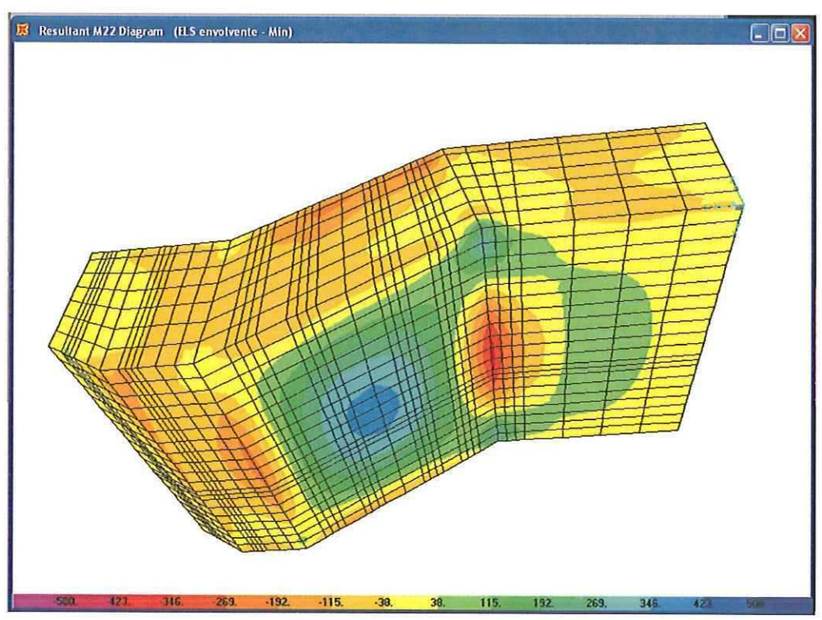


Figura 38: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m(ELS envolvente min) perspectiva 2.

10. CONCLUSIONES

En el presente informe se analiza las estructuras del cuenco disipador 11 de Septiembre con las nuevas hipótesis propuestas por la empresa constructora, es decir, la reducción del canto de los hastiales a 0.6m y el cambio de losa superior de proyecto por una losa compuesta por una prelosa prefabricada pretensaza de 15cm y una capa de compresión de 105cm.

Se realizan dichas modificaciones en el modelo original para el cálculo de los nuevos esfuerzos actuantes en la nueva estructura y se integran los resultados obtenidos con los valores de esfuerzos presentados por el calculista de la prelosa prefabricada pretensada. La menor dimensión de los hastiales produce un aumento de armadura en ellos y en la losa inferior. Así que en los planos se reflejan la nueva armadura colocada y resultante de los nuevos cálculos.

Jose Mª Velasco

Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Julio de 2011

ANEJOS EHE

LOSA INFERIOR (SOLERA)

PARTE INCLINADA DE LOSA INFERIOR (SOLERA)

ARMADURA SUPERIOR DIRECCIÓN TRANSVERSAL

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:47:21

Comprobación de secciones a flexión simple

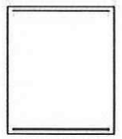
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

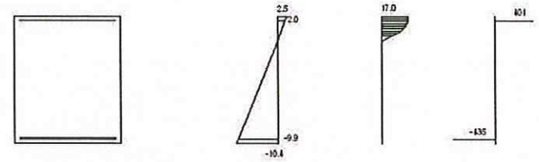
Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045



2 Comprobación

At [cm²] = 93.3
Ac [cm²] = 29.5

Mu [kN-m] = 4370.8



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.231
1/r [1/m]·1.E-3 = 10.8
εs ·1.E-3 = 2.5
εi ·1.E-3 = -10.4

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	29.5	2.0	-401.1
1.155	93.3	-9.9	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:48:52

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

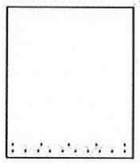
Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25



capa	nº barras	Separación [mm]
1	10	57.5
2	5	50

As [cm²] = 73.6
Ac,ef [cm²] = 2617.0

2 Resultados

Mk [kN·m] = 910.35

Separación media entre fisuras sm [mm] = 155.0
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.38
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 106.3
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 122.6
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.10

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Descompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

ARMADURA INFERIOR DIRECCIÓN TRANSVERSAL

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:46:39

Comprobación de secciones a flexión simple

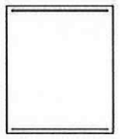
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

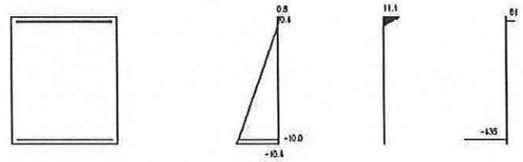
Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045



2 Comprobación

At [cm²] = 29.5
Ac [cm²] = 93.3

Mu [kN·m] = 1429.1



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.088
1/r [1/m]·1.E-3 = 9.4
εs ·1.E-3 = 0.8
εi ·1.E-3 = -10.4

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	93.3	0.4	-80.5
1.155	29.5	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:52:54

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25

capa	nº barras	Separación [mm]
1	6	57.5

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 382.16

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras ecm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Descompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 25/07/2011
Hora: 10:22:27

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

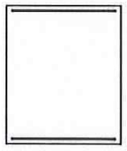
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : LOSA1.2INF
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 1.20
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 2
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 358.0
```


PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 25/07/2011
Hora: 10:22:54

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : LOSA1.2INF
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 1.20
```

2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.225
ϕ [mm]            = 12
nº ramas:           4
Area [cm²/m]      = 20.1
ρ [·1.E-3]        = 2

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]    = 0.0
σyd [MPa]  = 0.0
```

```
Vu1 [kN]    = 6960.0
Vu2 [kN]    = 1134.7
Vcu [kN]    = 298.3
Vsu [kN]    = 836.4
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]     = 1134.7
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 25/07/2011
Hora: 10:23:09

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

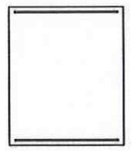
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : LOSA1.2INF
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 1.20
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.225
ϕ [mm]            = 12
nº ramas:           2
Area [cm²/m]      = 10.1
ρ [·1.E-3]        = 2

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]    = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
```

Vu1 [kN] = 6960.0
Vu2 [kN] = 716.5
Vcu [kN] = 298.3
Vsu [kN] = 418.2

- Resistencia a cortante:

Vu [kN] = 716.5

PARTE INFERIOR DE LOSA INFERIOR (SOLERA)

ARMADURA SUPERIOR DIRECCIÓN TRANSVERSAL

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:55:41

Comprobación de secciones a flexión simple

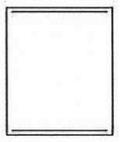
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

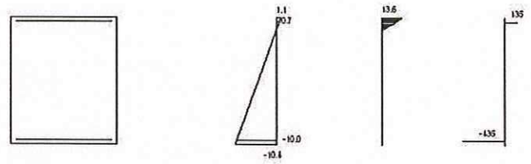
Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045



2 Comprobación

At [cm²] = 29.5
Ac [cm²] = 29.5

Mu [kN-m] = 1425.2



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.115
1/r [1/m] ·1.E-3 = 9.6
εs ·1.E-3 = 1.1
εi ·1.E-3 = -10.4

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	29.5	0.7	-135.1
1.155	29.5	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:54:15

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25

capa	nº barras	Separación [mm]
1	6	57.5

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 504

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Descompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

ARMADURA INFERIOR DIRECCIÓN TRANSVERSAL

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:46:39

Comprobación de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

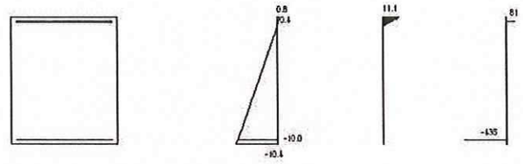
- Sección

Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045

2 Comprobación

At [cm²] = 29.5
Ac [cm²] = 93.3

Mu [kN·m] = 1429.1



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.088
1/r [1/m]·1.E-3 = 9.4
εs ·1.E-3 = 0.8
εi ·1.E-3 = -10.4

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	93.3	0.4	-80.5
1.155	29.5	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:53:43

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25

capa	nº barras	Separación [mm]
1	6	57.5

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 603.77

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Descompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 25/07/2011
Hora: 10:22:27

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

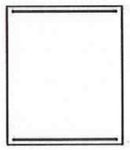
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : LOSA1.2INF
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 1.20
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 2
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 358.0
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 25/07/2011
Hora: 10:23:09

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

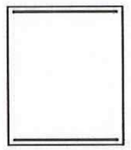
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : LOSA1.2INF
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 1.20
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.225
ϕ [mm]            = 12
nº ramas:           2
Area [cm²/m]      = 10.1
ρ [·1.E-3]        = 2

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]    = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
```

Vu1 [kN] = 6960.0
Vu2 [kN] = 716.5
Vcu [kN] = 298.3
Vsu [kN] = 418.2

- Resistencia a cortante:

Vu [kN] = 716.5

HASTIALES

PARTE INCLINADA DE HASTIAL

ARMADURA EXTERIOR DIRECCIÓN TRANSVERSAL

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:08:18

Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

1 Datos

- Materiales

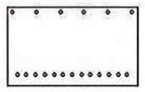
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : HASTIAL0.60M

Vértice	X [m]	Y [m]	Lado	nº barras
1	0.000	0.000	1-2	13
2	1.000	0.000	2-3	2
3	1.000	0.600	3-4	6
4	0.000	0.600	4-1	2

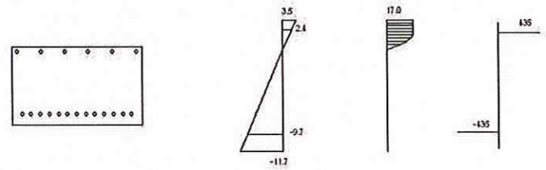
Recubrimiento exterior [m] : 0.080



2 Comprobación

ϕ [mm] = 25
Nd [kN] = 400
Mxd [kN·m] = 1200
Myd [kN·m] = 0

Nu [kN] = 400
Mxu [kN·m] = 1399.4
Myu [kN·m] = 0.0
γ = 1.17



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.14
ß [°] = 0.0
1/r [1/m]·1.E-3 = 25.4
εs ·1.E-3 = 3.5
εi ·1.E-3 = -11.7

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.05	2.4	435
0.52	-9.7	-435

Comprobación sección Hastial ELS-fisuración

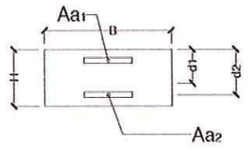
Sección Hastial 0.6m

Características de materiales

$f_{ck} := 30$ $fctm := 0.3 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$ $f_{ctm} := fctm \cdot \frac{N}{mm^2}$

$E_s := 206000 \cdot \frac{N}{mm^2}$

$E_c := 29000 \frac{N}{mm^2}$ $n := \frac{E_s}{E_c}$ $n = 7.1$



Geometría della sección

$H := 60 \cdot cm$ $B := 100 \cdot cm$

$c := 4.5 \cdot cm$ recubrimiento

$d_1 := 6 \cdot cm$

$d_2 := 51 \cdot cm$

$Aa_2 = 63.81\,cm^2$ $13\phi25$ armadura zona traccionado

cálculo de características de resistencia en fase I

$A_{id} := H \cdot B + (n - 1) \cdot \sum_i Aa_i$ $A_{id} = 6504.53\,cm^2$

$h_{id} := \frac{1}{A_{id}} \cdot \left[H \cdot B \cdot \frac{H}{2} + (n - 1) \cdot \sum_i \left(Aa_i \cdot d_i \right) \right]$ $h_{id} = 30.83\,cm$ distancia entre el baricentro della sec. ideal y el canto superior

$J_{id} := B \cdot \frac{H^3}{12} + B \cdot H \cdot \left(\frac{H}{2} - h_{id} \right)^2 + (n - 1) \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (d_i - h_{id})^2 \right]$ $J_{id} = 0.02\,m^4$

$W_{id} := \frac{J_{id}}{H - h_{id}}$ $W_{id} = 0.07\,m^3$ modulo de resistencia del la sec. ideal

Acciones de cálculo

$Nsd = -400 \cdot kN$ $Msd = 857.14 \cdot kN \cdot m$ comb I

Comprobación en fase II por la comb I :

$Mcrm = \left(f_{ctm} - \frac{Nsd}{A_{id}} \right) \cdot W_{id}$ $Mcrm = 244.82\,kN \cdot m$ momento medio de fisuración

$e1 = \frac{Msd}{Nsd}$ $e1 = -2.14\,m$ distancia entre el baricentro de la sección hormigón y el punto de aplicación de la resultante

$e_s = e1 + \frac{H}{2}$ $e_s = -1.84\,m$ distancia entre el bordo della sección de hormigón y el punto de applicación de la resultante

$Sa(x) := n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i) \right]$ $Sc(x) = \int_0^x (x - y) \cdot B\,dy$

$Ja(x) := n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i) \cdot d_i \right]$ $Jc(x) = \int_0^x (x - y) \cdot y \cdot B\,dy$

$e1 + \frac{H}{2} = Ja(x) + Jc(x)$ $x = 18.27\,cm$ distanza entre el eje neutro y el canto superior

$\sigma cmax := \frac{Nsd}{Sa(x) + Sc(x)} \cdot x$ $\sigma cmax = -20.88 \frac{N}{mm^2}$ tensión max de compressión en el hormigón

$\sigma s_i := n \cdot \sigma cmax \cdot \frac{x - d_i}{x}$ $\sigma s_1 = -99.61 \frac{N}{mm^2}$ tensión de la armadura 1

$\sigma s_2 = 265.66 \frac{N}{mm^2}$ tensión de la armadura 2

$Jn := B \cdot \frac{x^3}{3} + n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (d_i - x)^2 \right]$

$\sigma sr := n \cdot \frac{Mcrm}{Jn} \cdot (d_2 - x)$ $\sigma sr = 80.27 \frac{N}{mm^2}$ tensión en la armadura 2 debida a las acciónes que producen una tensión igual a fctm

$\varepsilon_{smin} := 0.4 \cdot \frac{\sigma s_2}{E_s}$ $\varepsilon_{smin} = 0.00052$

$k1 := 0.125$ $k2 := 0.5$ $s := 10 \cdot cm$ distancia media entre barras longitudinales

$Aceff = 0.15\ m^2$

$s_m := 2c + 0.2s + 0.4k1 \cdot \frac{\phi \cdot Aceff}{Aa_2}$ $s_m = 139.38\,mm$

$\varepsilon_{sm} := \frac{\sigma s_2}{E_s} \cdot \left[1 - k2 \cdot \left(\frac{\sigma sr}{\sigma s_2}\right)^2\right]$ $\varepsilon_{sm} = 0.00123$

$\beta := 1.7$

$w_k := \beta \cdot \varepsilon_{sm} \cdot s_m$ $w_k = 0.29\,mm$

$w_k < w_{max}$ comprueba

ARMADURA EXTERIOR DIRECCIÓN LONGITUDINAL

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:35:53

Comprobación de secciones a flexión simple

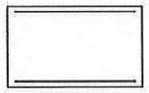
1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Sección

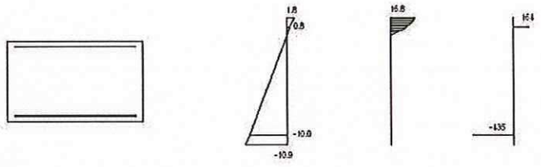
```
Sección : HAS_0.6M
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.60
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045
```



2 Comprobación

```
At [cm²]  = 25.1
Ac [cm²]  = 12.6

Mu [kN·m] = 569.8
```



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.084
1/r [1/m]·1.E-3 = 21.2
εs ·1.E-3 = 1.8
εi ·1.E-3 = -10.9

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	12.6	0.8	-164.0
0.555	25.1	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:37:40

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 20

capa	nº barras	Separación [mm]
1	8	55.0

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 184

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Descompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:11:07

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

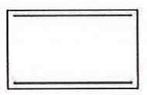
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : HAS_0.6M
b0 [m] = 1.00
h [m] = 0.60



2 Comprobación

ρl [·1.E-3] = 11
Nd [kN] = 400.0
Vu [kN] = 403.2

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 07/07/2011
Hora: 12:35:08

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

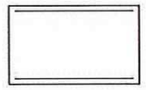
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : HAS_0.6M
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.60
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.116
ϕ [mm]            = 8
nº ramas:           4
Area [cm²/m]      = 17.3
ρ [·1.E-3]        = 6

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]    = 0.0
σyd [MPa] = 0.0

Vu1 [kN]    = 3360.0
Vu2 [kN]    = 581.1
Vcu [kN]    = 234.5
Vsu [kN]    = 346.7
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]     = 581.1
```

PARTE INFERIOR DE HASTIAL
ARMADURA EXTERIOR DIRECCIÓN TRANSVERSAL

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:08:18

Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

1 Datos

- Materiales

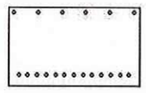
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : HASTIAL0.60N

Vértice	X [m]	Y [m]	Lado	nº barras
1	0.000	0.000	1-2	13
2	1.000	0.000	2-3	2
3	1.000	0.600	3-4	6
4	0.000	0.600	4-1	2

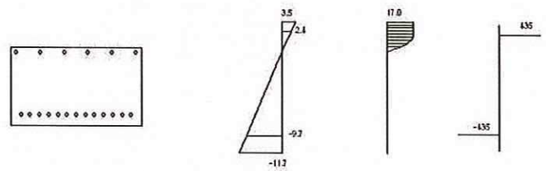
Recubrimiento exterior [m] : 0.080



2 Comprobación

ϕ [mm] = 25
Nd [kN] = 400
Mxd [kN·m] = 1200
Myd [kN·m] = 0

Nu [kN] = 400
Mxu [kN·m] = 1399.4
Myu [kN·m] = 0.0
γ = 1.17



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.14
ß [°] = 0.0
1/r [1/m]·1.E-3 = 25.4
εs ·1.E-3 = 3.5
εi ·1.E-3 = -11.7

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.05	2.4	435
0.52	-9.7	-435

Comprobación sección Hastial ELS-fisuración

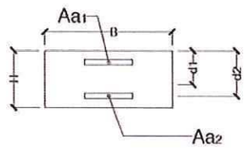
Sección Hastial 0.6m

Características de materiales

$f_{ck} := 30$ $fctm := 0.3 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$ $f_{ctm} := fctm \cdot \frac{N}{mm^2}$

$E_s := 206000 \cdot \frac{N}{mm^2}$

$E_c := 29000 \frac{N}{mm^2}$ $n := \frac{E_s}{E_c}$ $n = 7.1$



Geometría della sección

$H := 60 \cdot cm$ $B := 100 \cdot cm$

$c := 4.5 \cdot cm$ recubrimiento

$d_1 := 6 \cdot cm$

$d_2 := 51 \cdot cm$

$Aa_2 = 63.81\,cm^2$ 13ϕ25 armadura zona traccionado

cálculo de características de resistencia en fase I

$A_{id} := H \cdot B + (n - 1) \cdot \sum_i Aa_i$ $A_{id} = 6504.53\,cm^2$

$h_{id} := \frac{1}{A_{id}} \cdot \left[H \cdot B \cdot \frac{H}{2} + (n - 1) \cdot \sum_i \left(Aa_i \cdot d_i \right) \right]$ $h_{id} = 30.83\,cm$ distancia entre el baricentro della sec. ideal y el canto superior

$J_{id} := B \cdot \frac{H^3}{12} + B \cdot H \cdot \left(\frac{H}{2} - h_{id} \right)^2 + (n - 1) \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (d_i - h_{id})^2 \right]$ $J_{id} = 0.02\,m^4$

$W_{id} := \frac{J_{id}}{H - h_{id}}$ $W_{id} = 0.07\,m^3$ modulo de resistencia del la sec. ideal

Acciones de cálculo

$Nsd = -400 \cdot kN$ $Msd = 857.14 \cdot kN \cdot m$ comb I

Comprobación en fase II por la comb I :

$Mcrm = \left(f_{ctm} - \frac{Nsd}{A_{id}} \right) \cdot W_{id}$ $Mcrm = 244.82\,kN \cdot m$ momento medio de fisuración

$e1 = \frac{Msd}{Nsd}$ $e1 = -2.14\,m$ distancia entre el baricentro de la sección hormigón y el punto de aplicación de la resultante

$e_s = e1 + \frac{H}{2}$ $e_s = -1.84\,m$ distancia entre el bordo della sección de hormigón y el punto de application de la resultante

$Sa(x) := n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i) \right]$ $Sc(x) = \int_0^x (x - y) \cdot B\,dy$

$Ja(x) := n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i) \cdot d_i \right]$ $Jc(x) = \int_0^x (x - y) \cdot y \cdot B\,dy$

$e1 + \frac{H}{2} = Ja(x) + Jc(x)$ $x = 18.27\,cm$ distanza entre el eje neutro y el canto superior

$\sigma cmax := \frac{Nsd}{Sa(x) + Sc(x)} \cdot x$ $\sigma cmax = -20.88 \frac{N}{mm^2}$ tensión max de compression en el hormigón

$\sigma s_i := n \cdot \sigma cmax \cdot \frac{x - d_i}{x}$ $\sigma s_1 = -99.61 \frac{N}{mm^2}$ tensión de la armadura 1

$\sigma s_2 = 265.66 \frac{N}{mm^2}$ tensión de la armadura 2

$Jn := B \cdot \frac{x^3}{3} + n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (d_i - x)^2 \right]$

$\sigma sr := n \cdot \frac{Mcrm}{Jn} \cdot (d_2 - x)$ $\sigma sr = 80.27 \frac{N}{mm^2}$ tensión en la armadura 2 debida a las acciónes que producen una tensión igual a fctm

$\varepsilon_{smin} := 0.4 \cdot \frac{\sigma s_2}{E_s}$ $\varepsilon_{smin} = 0.00052$

$k1 := 0.125$ $k2 := 0.5$ $s := 10 \cdot cm$ distancia media entre barras longitudinales

$Aceff = 0.15\ m^2$

$$s_m := 2c + 0.2s + 0.4k1 \cdot \frac{\phi \cdot Aceff}{Aa_2} \qquad s_m = 139.38\,mm$$

$$\varepsilon_{sm} := \frac{\sigma s_2}{E_s} \cdot \left[1 - k2 \cdot \left(\frac{\sigma sr}{\sigma s_2}\right)^2\right] \qquad \varepsilon_{sm} = 0.00123$$

$\beta := 1.7$

$w_k := \beta \cdot \varepsilon_{sm} \cdot s_m \qquad w_k = 0.29\,mm$

$w_k < w_{max}$ **comprueba**

ARMADURA EXTERIOR DIRECCIÓN LONGITUDINAL

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:35:53

Comprobación de secciones a flexión simple

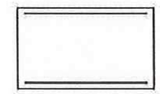
1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Sección

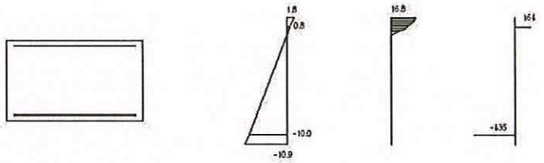
```
Sección : HAS_0.6M
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.60
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045
```



2 Comprobación

```
At [cm²]  = 25.1
Ac [cm²]  = 12.6

Mu [kN·m] = 569.8
```



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.084
1/r [1/m]·1.E-3 = 21.2
εs ·1.E-3 = 1.8
εi ·1.E-3 = -10.9

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	12.6	0.8	-164.0
0.555	25.1	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:37:40

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 20

capa	nº barras	Separación [mm]
1	8	55.0

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 184

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Descompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 08/07/2011
Hora: 9:11:07

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

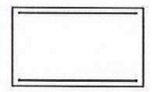
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : HAS_0.6M
b0 [m] = 1.00
h [m] = 0.60



2 Comprobación

ρl [·1.E-3] = 11
Nd [kN] = 400.0
Vu [kN] = 403.2

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 07/07/2011
Hora: 12:35:08

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

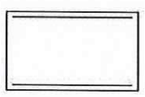
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

- Sección

Sección : HAS_0.6M
b0 [m] = 1.00
h [m] = 0.60



2 Comprobación

Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m] = 0.116
ϕ [mm] = 8
nº ramas: 4
Area [cm²/m] = 17.3
ρ [·1.E-3] = 6

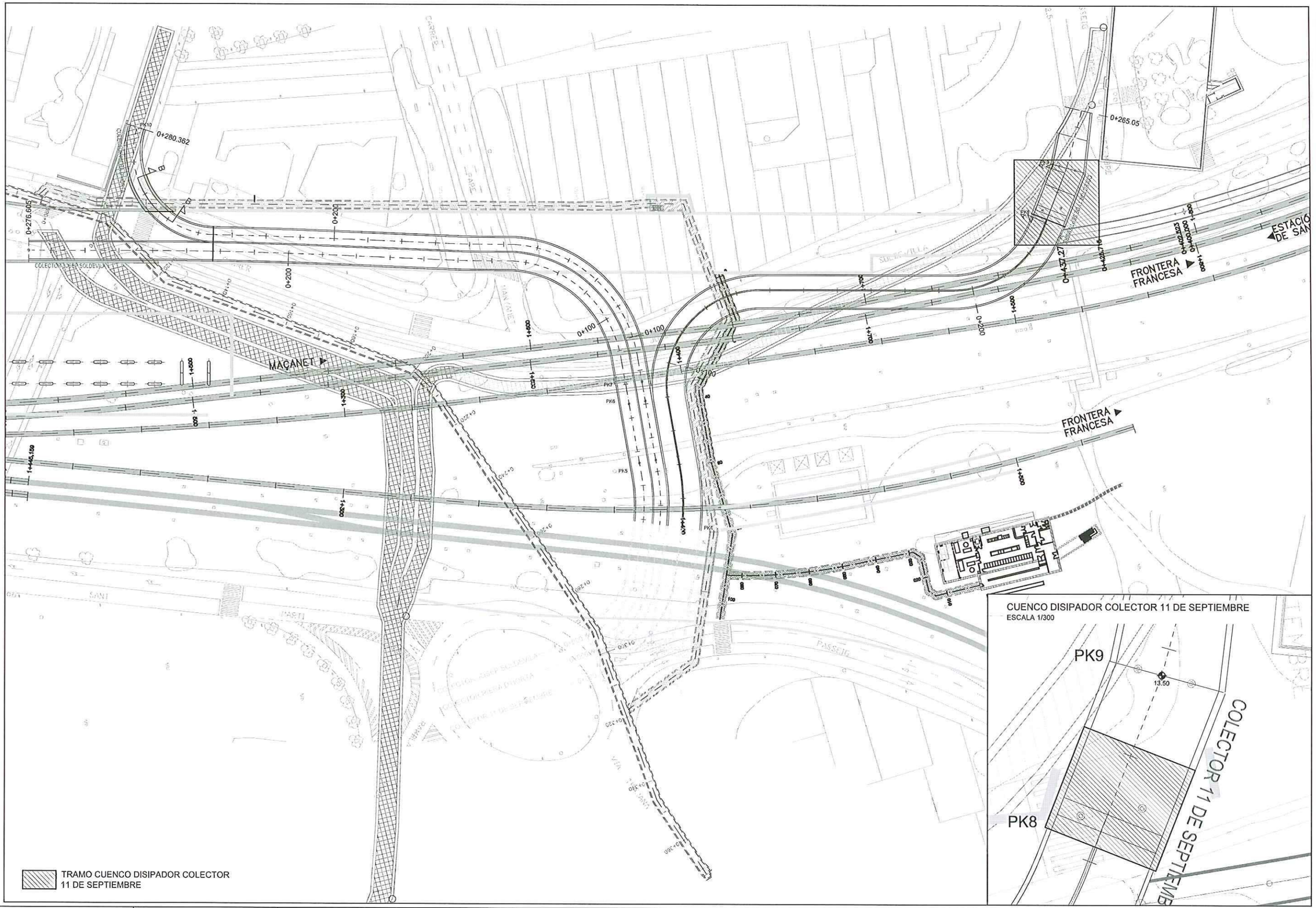
Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN] = 0.0
σyd [MPa] = 0.0

Vu1 [kN] = 3360.0
Vu2 [kN] = 581.1
Vcu [kN] = 234.5
Vsu [kN] = 346.7

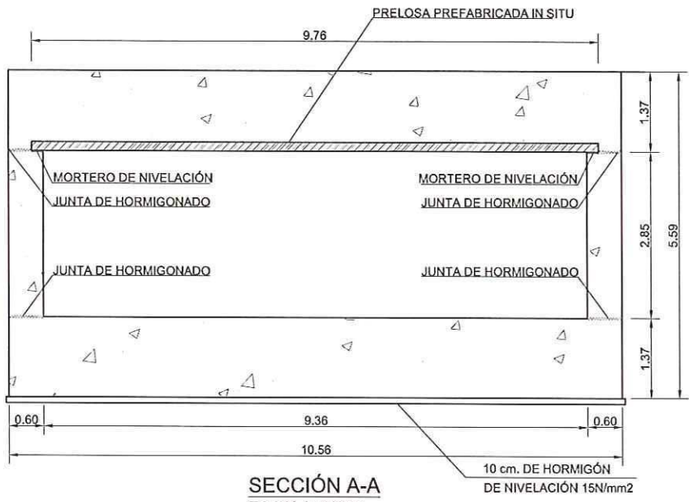
- Resistencia a cortante:

Vu [kN] = 581.1

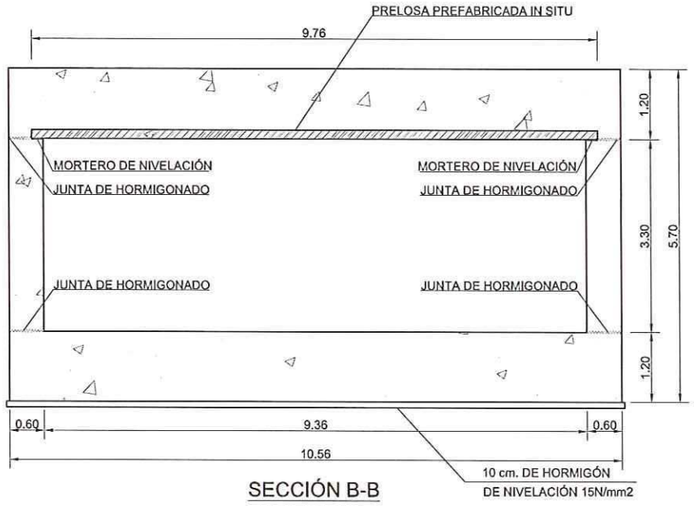
PLANOS



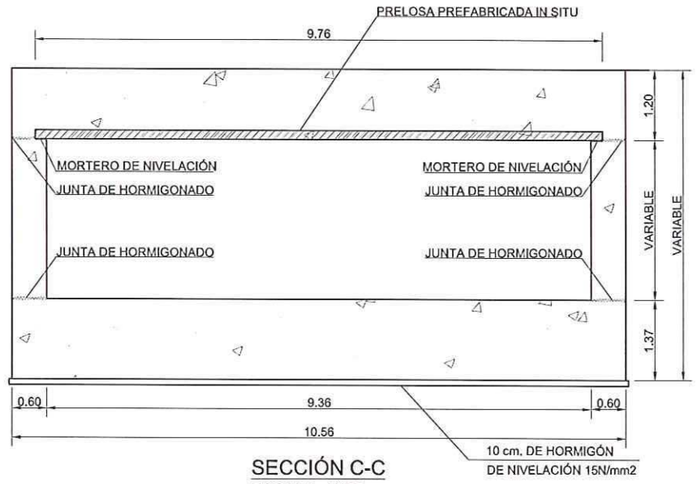
PROMOTOR: adif	COORDINACIÓN: ISOLUX CORSÁN CORSÁN-CORVIAM	AUTOR DEL PROYECTO: JOSÉ Mª VELASCO, DR. ING. DE CAMINOS	amatria ingeniería	PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA.	PLANO: SITUACIÓN CUENCO DISIPADOR COLECTOR 11 DE SEPTIEMBRE	ESCALA: A3: 1:1000	FECHA: JULIO 2011 / REVISIÓN: - / Nº PLANO: - / ARCHIVO CAD: disipador 11 sept.dwg / Nº HOJA: 1 DE 4	



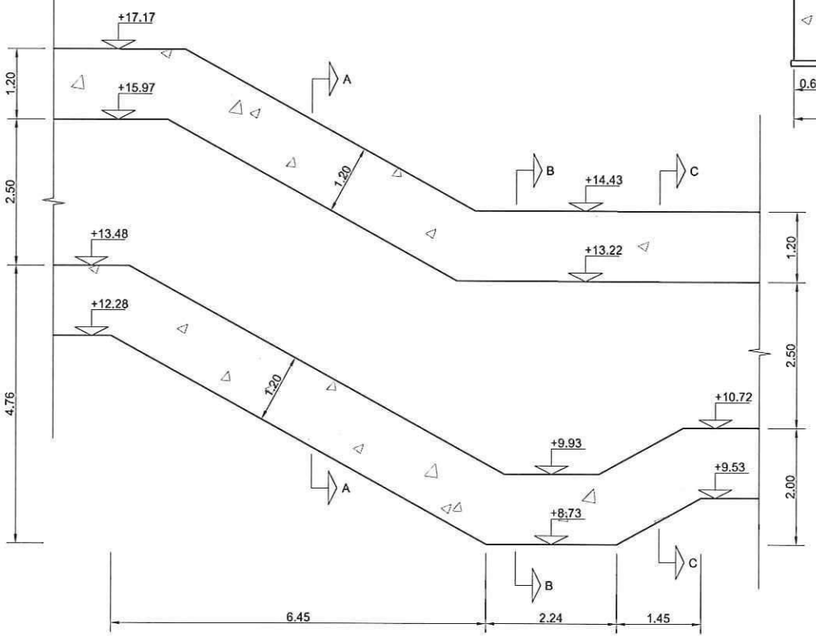
SECCIÓN A-A
ESCALA: 1/100



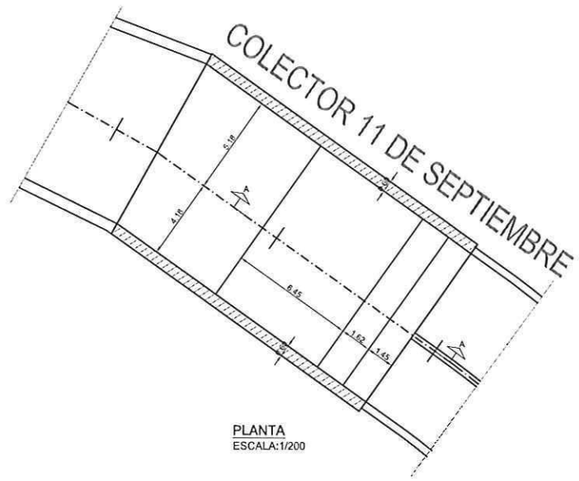
SECCIÓN B-B
ESCALA: 1/100



SECCIÓN C-C
ESCALA: 1/100



SECCIÓN LONGITUDINAL
ESCALA: 1/100



PLANTA
ESCALA:1/200

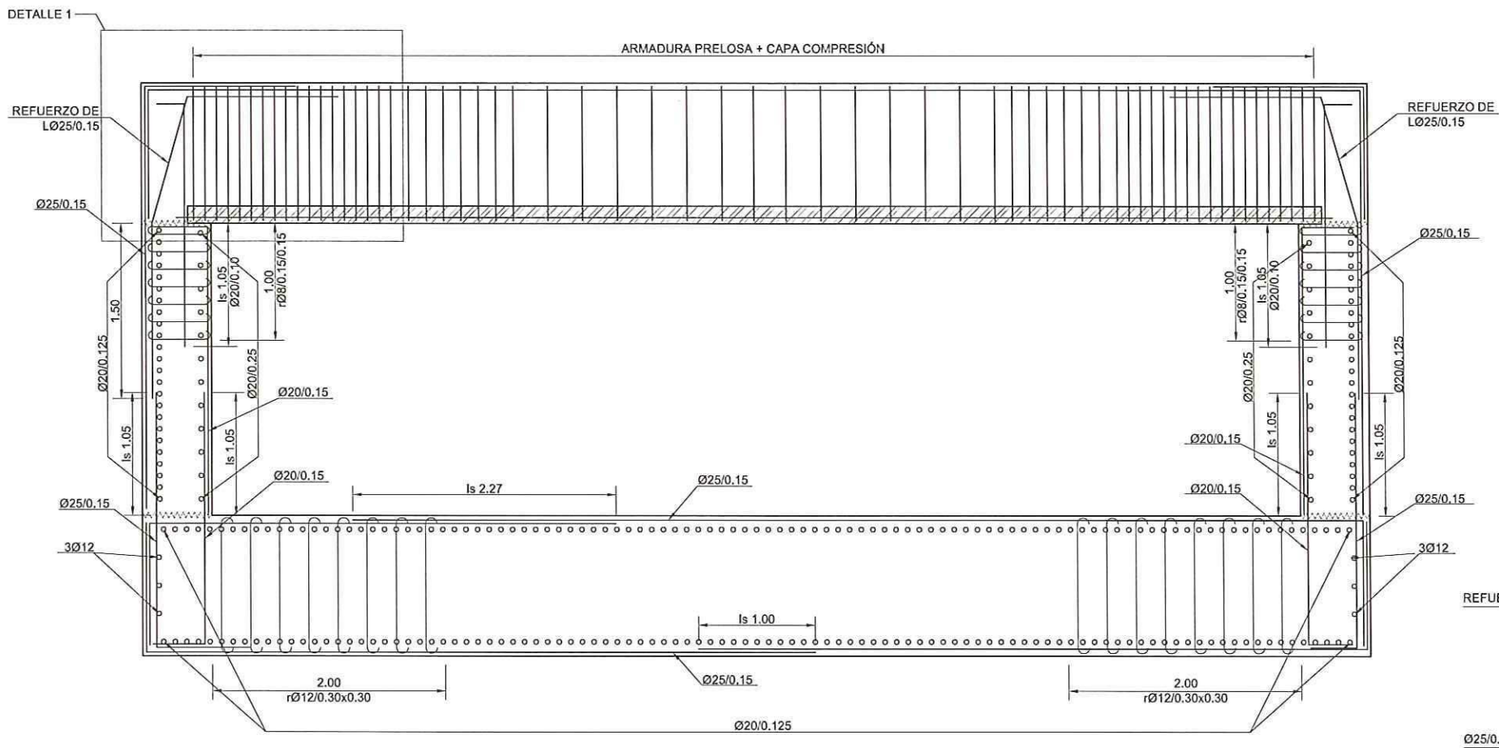
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES - COLECTORES, MUROS Y ZAPATAS

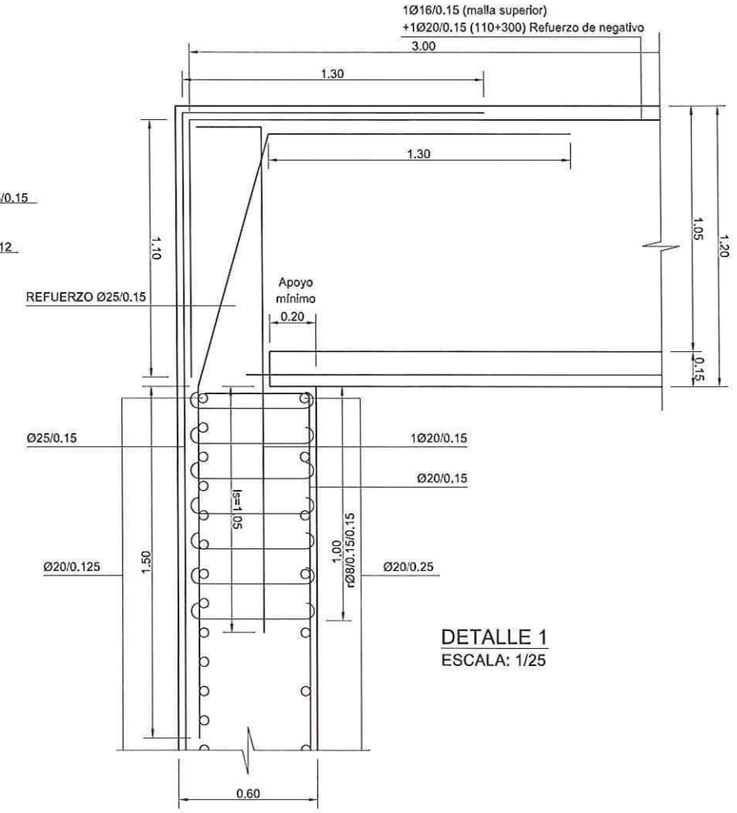
MATERIALES	HORMIGON						ACERO		
	CONTROL		CARACTERISTICAS				CONTROL		CARACT.
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo	Consistencia	Tamaño Max. Arido	Exposicion Ambiente	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo
LOSA	Intenso	$\gamma_c = 1.50$	HA-30	Plástica (3-5 cm.)	10 a 15 mm.	IIa+Qb	Normal	$\gamma_s = 1.15$	B-500S
Ejecucion(Acciones)	Intenso	$\gamma_G = 1.35$ $\gamma_Q = 1.50$	ADAPTADO A LA INSTRUCCION EHE						
Exposicion/Ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigon de limpieza			I	IIa	IIb	Qb	
Recubrimientos nominales(mm.)	45	Ver Exposicion/Ambiente			25	30	40	45	

NOTAS

-Control Estadistico en EHE, equivale a control Intenso
-Solapes segun EHE
-El acero utilizado debera estar garantizado con un distintivo reconocido, sello CIETSID, CC-EHE, ...

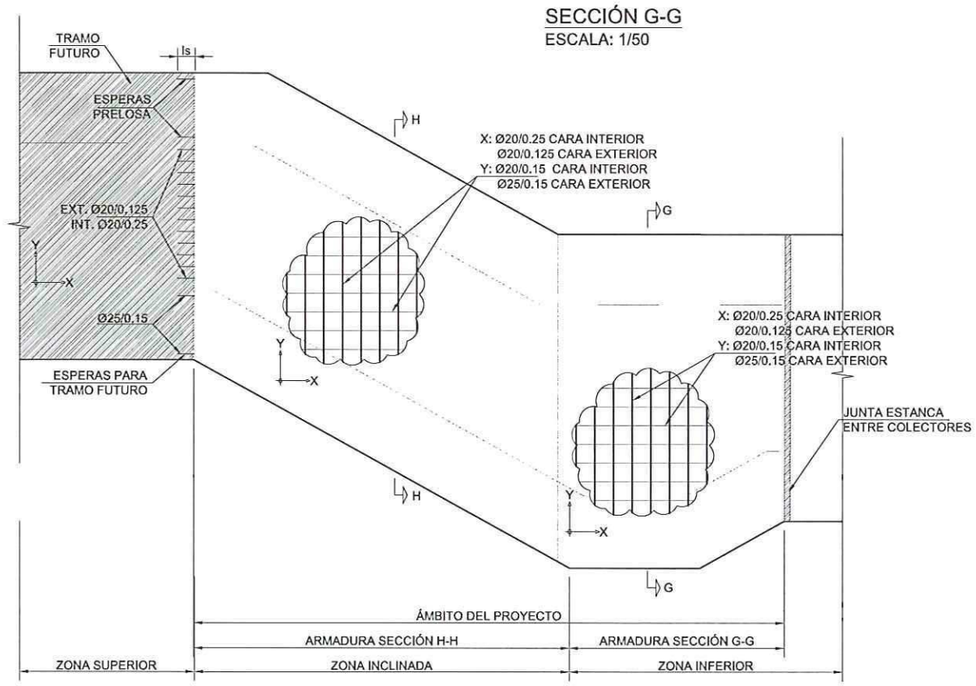
PROMOTOR: adif	COORDINACIÓN: ISOLUX CORSÁN CORSÁN-CORVIAM	AUTOR DEL PROYECTO: JOSÉ Mª VELASCO, DR. ING. DE CAMINOS	amatria ingeniería	PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA.	PLANO: GEOMETRÍA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	ESCALA: A3: 1:100 ANOTADA	FECHA: JULIO 2011 / REVISIÓN: - / Nº PLANO: -	ARCHIVO CAD: disipador 11 sept.dwg / Nº HOJA: 2 DE 4





DETALLE 1
ESCALA: 1/25

SECCIÓN G-G
ESCALA: 1/50



ARMADURA BASE HASTIAL (ver secciones para refuerzos)
ESCALA: 1/100

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES - COLECTORES, MUROS Y ZAPATAS

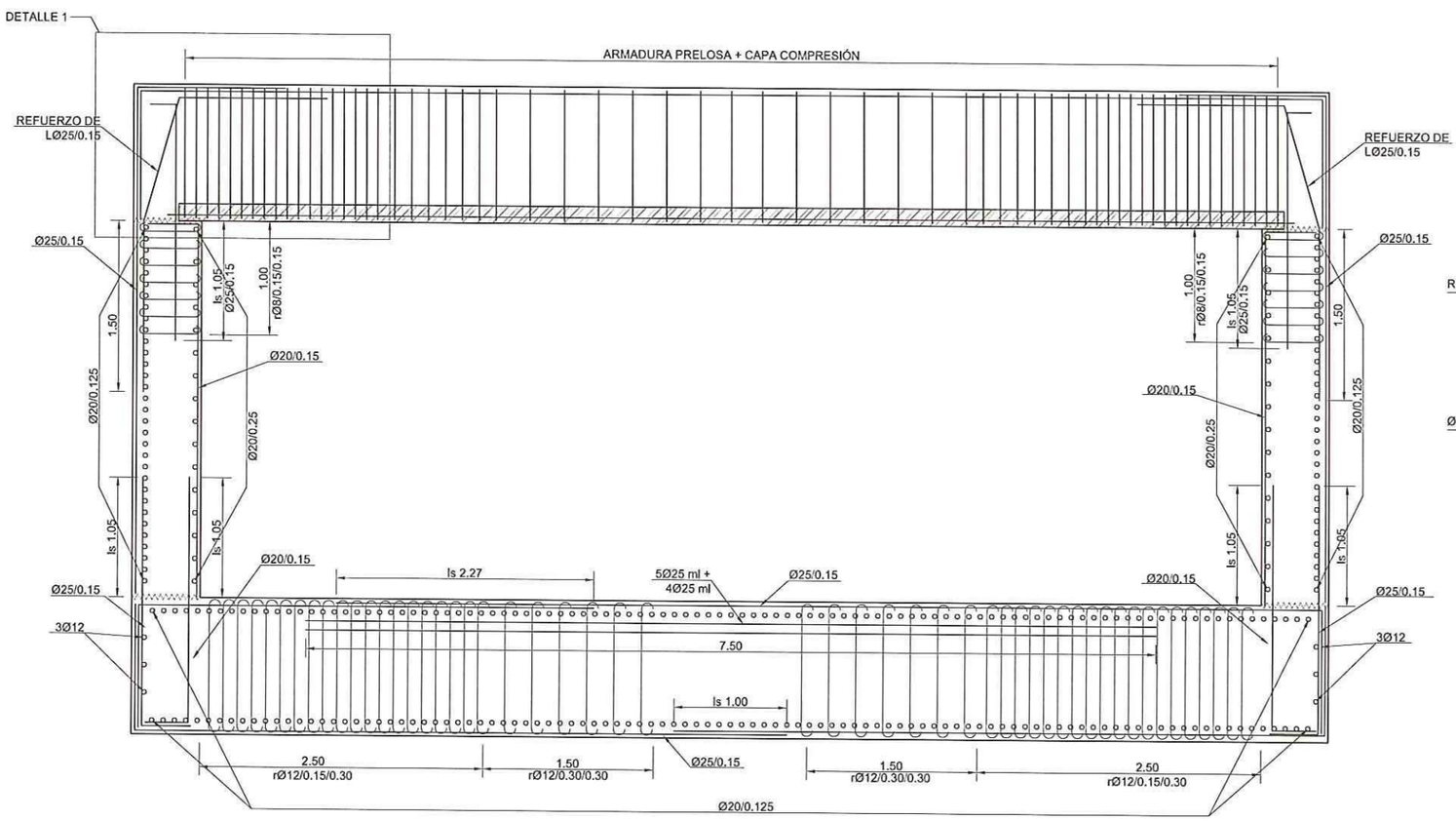
MATERIALES	HORMIGON						ACERO		
	CONTROL		CARACTERISTICAS				CONTROL		CARACT.
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo	Consistencia	Tamaño Max. Arido	Exposicion Ambiente	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo
LOSA	Intenso	γ_c = 1.50	HA-30	Plástica (3-5 cm.)	10 a 15 mm.	IIa+Qb	Normal	γ_s = 1.15	B-500S
Ejecucion(Acciones)	Intenso	γ_G = 1.35 γ_Q = 1.50	ADAPTADO A LA INSTRUCCION EHE						

Exposicion/Ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigon de limpieza	I	IIa	IIb	Qb
Recubrimientos nominales(mm.)	45	Ver Exposicion/Ambiente	25	30	40	45

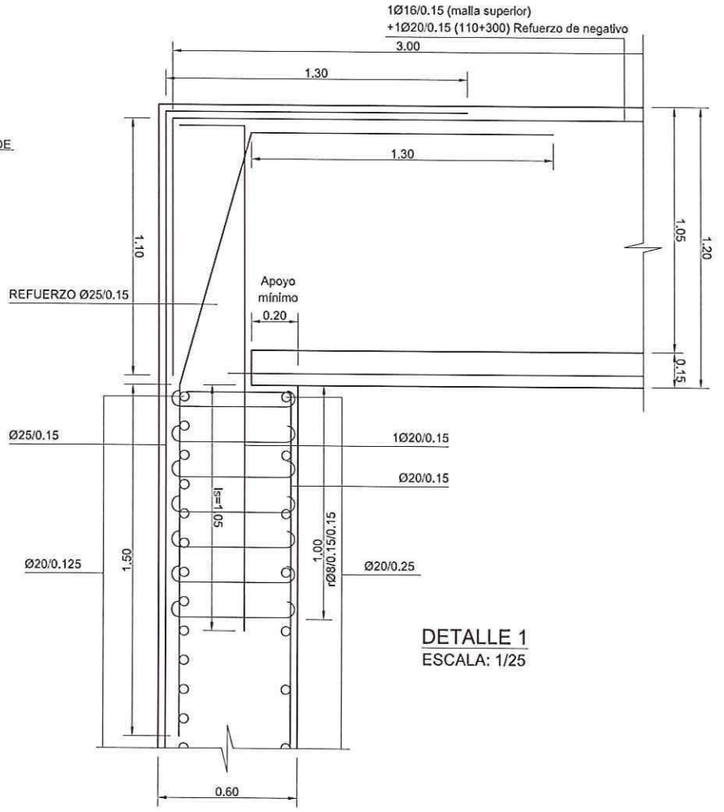
NOTAS

-Control Estadistico en EHE, equivale a control Intenso
-Solapes segun EHE
-El acero utilizado debera estar garantizado con un distintivo reconocido, sello CIETSID, CC-EHE, ...

PROMOTOR: adif	COORDINACIÓN: ISOLUX CORSÁN CORSÁN-CORVIAM	AUTOR DEL PROYECTO: JOSÉ Mª VELASCO, DR. ING. DE CAMINOS	amatria ingeniería	PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA.	PLANO: ARMADO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	ESCALA: A3: 1:100 ANOTADA	FECHA: JULIO 2011 / REVISIÓN: - / Nº PLANO: -	ARCHIVO CAD: disipador 11 sept.dwg / Nº HOJA: 3 DE 4



SECCIÓN H-H
ESCALA: 1/50



DETALLE 1
ESCALA: 1/25

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES - COLECTORES, MUROS Y ZAPATAS

MATERIALES	HORMIGON						ACERO		
	CONTROL		CARACTERISTICAS				CONTROL		CARACT.
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo	Consistencia	Tamaño Max. Arido	Exposicion Ambiente	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo
LOSA	Intenso	$\gamma_c = 1.50$	HA-30	Plástica (3-5 cm.)	10 a 15 mm.	IIa+Qb	Normal	$\gamma_s = 1.15$	B-500S
Ejecucion(Acciones)	Intenso	$\gamma_G = 1.35$ $\gamma_Q = 1.50$	ADAPTADO A LA INSTRUCCION EHE						

Exposicion/Ambiente	Terreno	Terreno protégido u hormigon de limpieza	I	IIa	IIb	Qb
Recubrimientos nominales(mm.)	45	Ver Exposicion/Ambiente	25	30	40	45

NOTAS

-Control Estadistico en EHE, equivale a control Intenso
-Solapes segun EHE
-El acero utilizado debera estar garantizado con un distintivo reconocido, sello CIETSID, CC-EHE, ...

PROMOTOR:	COORDINACIÓN:	AUTOR DEL PROYECTO		PROYECTO:	PLANO:	ESCALA:	FECHA:	REVISIÓN:	Nº PLANO:
adif	ISOLUX CORSÁN CORSÁN-CORVIAM	JOSÉ Mª VELASCO DR. ING. DE CAMINOS	amatria ingeniería	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA.	ARMADO TRANSVERSAL	A3: 1:50 ANOTADA	JULIO 2011	-	-
							ARCHIVO CAD: disipador 11 sept.dwg		Nº HOJA: 4 DE 4

INOCSA
Una Empresa AECOM
01 AGO 2011
SALIDA Nº: 6371 ARCHIVO: 6.4.2

INOCSA
Una Empresa AECOM
01 AGO 2011
SALIDA: ARCHIVO:

L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-FRONTERA FRANCESA
TRAMO: LA SAGRERA – NUDO DE LA TRINIDAD

SECTOR SAGRERA

CONTESTACIÓN A LA NOTA DE RESPUESTA AL INFORME DE SUPERVISION DEL DOCUMENTO MEMORIA DE CÁLCULO DEL CUENCO DISIPADOR EN LA ZONA DEL COLECTOR 11 DE SEPTIEMBRE

1.- OBJETO DEL INFORME

El presente informe tiene por objeto la contestación a la NOTA RESPUESTA del informe de supervisión de los documentos con cálculos estructurales sobre el "CUENCO DISIPADOR EN LA ZONA DEL COLECTOR 11 DE SEPTIEMBRE" recibidos durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad, Sector Sagrera; por parte de la empresa CORSÁN-CORVIAM CONSTRUCCIÓN S.A (Grupo Isolux–Corsán) adjudicataria de las mismas.

2.- DOCUMENTACIÓN ANALIZADA

La documentación analizada es la siguiente:

- Nota de respuesta al informe de revisión, emitida por la empresa Amatria Ingeniería como empresa responsable de los recálculos estructurales referentes a los hastiales y solera.

- DOCUMENTO "Memoria de cálculo del cuenco disipador en la zona del colector 11 de Septiembre" en su segunda versión con las modificaciones correspondientes; recibido en formato en pdf con fecha de edición 25-07-2011
- Colección de planos adjuntos al archivo pdf "Memoria de cálculo del cuenco disipador en la zona del colector 11 de Septiembre" con las modificaciones pertinentes :

  - "Situación cuenco disipador colector 11 de septiembre" (Hoja 1 de 4) Fecha julio 2011
  - "Geometría Longitudinal y transversal" (Hoja 2 de 4) Fecha julio 2011
  - "Armado Longitudinal y transversal" (Hoja 3 de 4) Fecha julio 2011
  - "Armado transversal" (Hoja 4 de 4) Fecha julio 2011

Planos emitidos por la empresa Amatria Ingeniería, que se asume como definición gráfica vigente de la solución estructural propuesta de solera y hastiales del cuenco disipador.

3.- OBSERVACIONES

A) Solera

A.1 Comentario de la revisión: "En el cálculo a cortante de la losa de solera se hace uso de un Axil concomitante Nd=400 KN que no viene recogido en la tabla resumen de esfuerzos del apartado 9 "Resultados", ni se encuentra justificación de dicho valor en el anejo de cálculo".

Respuesta de la nota: "*El uso del Axil concomitante Nd=400KN es una errata de anejo, este axil no se ha tenido en cuenta para el dimensionamiento de la armadura utilizada, se han realizado los nuevos anejos de cortante en la solera sin el uso de dicho axil*"

Se ha verificado que en el anejo de nueva confección se ha incluido el récalculo de las secciones a esfuerzo cortante sin considerar dicho axil concomitante; recálculo que arroja nuevos valores si bien el armado dispuesto sigue siendo válido para dichos valores. Por tanto se considera correcto.

A.2 Comentario de la revisión: "En el cálculo a fisuración del paramento superior de solera en la zona denominada "parte inferior" se hace uso de un Mk=504 KNm que discrepa del valor recogido en el resumen del apartado 9 "Resultados" que es Mk11=850.32KNm. Dicha discrepancia no es verificable porque en el resumen de datos presentados del programa SAP no se incluyen envolventes de esfuerzos para ELS.

En caso de que el valor de tabla resumen sea el correcto (Mk= 850KNm) se propone modificar la armadura que se recoge en la sección G-G (Armadura base Ø25 a 0.15) y disponer el mismo armado que se recoge en la sección H-H (Armadura base Ø25 a 0.15 +refuerzo de 5Ø25+4Ø25 por metro lineal)".

Respuesta de la nota:"*El Mk correcto es el Mk=504 kN.m, el Mk=850kNm es una errata proveniente del Mk debido cuando el hastial era de 1m de*

espesor, se ha modificado el valor en la tabla resumen y se procede a incluir la imagen de las envolventes de los esfuerzos para ELS"

Se verifica que se incluyen salidas del programa SAP donde se demuestra que el valor de Mk+ para ELS recogido en la tabla resumen es una errata y se verifica también que se corrigen los valores en dicha tabla resumen. Al ser Mk=504 kN.m no es necesario el refuerzo en la sección G-G. Por tanto se considera correcto.

A.3 Comentario de la revisión: "En cuanto a la zonificación de la armadura de cortante, con los datos aportados se hace difícil realizar siquiera un somera revisión de la idoneidad del armado propuesto. Se pide, aunque sea en un croquis, la ley de variación del cortante utilizada para la definición de la armadura en las dos zonas de solera".

Respuesta de la nota "*Se introduce un croquis con las dimensiones que se han tenido en cuenta para las zonificaciones de la armadura a cortante, para la verificación de las leyes de cortante en el modelo SAP"*

Se verifica que en la nueva confección del anejo se incluye este croquis de las zonas de de esfuerzos cortante y su armado correspondiente; comprobándose que los valores son acordes a la zonas de armaduras dispuestas. Por tanto se considera correcto.

B) Hastiales

B.1 Comentario de la revisión: "En el cálculo a flexión compuesta esviada de los hastiales, se hace uso de un axil concomitante al momento flector dimensionante Nu=400 KN, del que no se encuentra justificación".

Respuesta de la nota: *"El axil concomitante es referente a la compresión del Hastial en la dirección F11(es el valor a compresión menor en todo el hastial) se procede a introducir los valores y la imagen referente al axil correspondiente".*

Se verifica que efectivamente para las combinaciones de esfuerzos máximos y mínimos el mínimo esfuerzo axil en hastiales es de 400kN/m y por tanto es admisible su introducción en el cálculo de flexión esviada. Por tanto se considera correcto el cálculo.

3.1.2 Planos:

A) Comentario de la revisión: "En el plano "Geometría Longitudinal y transversal" Hoja 2 de 4. En la Sección C-C la cota vertical 5,30 debe ser sustituida por la palabra **Variable"**.

Respuesta de la nota: *"Se ha realizado el cambio de la cota correspondiente de 5,30m a cota variable".*

Se verifica que se han realizado los cambios en el plano.

B) Comentario de la revisión: "En el plano "Armado longitudinal y transversal" Hoja 3 de 4. En la sección G-G donde pone la 1.05 para el refuerzo Ø20/0.10 de armadura vertical de muro en su cota superior debe poner **ls 1.05.** En la misma sección se queda a la espera de comprobar el cálculo de fisuración en paramento superior y ver si se hace necesario el refuerzo de 5Ø25+4Ø25 por metro lineal usado en la sección H-H".

Respuesta de la nota: *"Se ha realizado el cambio de 1.05 a ls 1.05, el cambio en la sección H-H no es necesario el refuerzo que se comenta de de 5Ø25+4Ø25".*

Se verifica que se ha realizado el cambio en el plano y como se ha justificado en los cálculos la no necesidad de dicho refuerzo, se considera correcto el plano.

C) Comentario de la revisión: "En el plano "Armado transversal" Hoja 4 de 4. En la sección H-H, en la zona de armado a cortante de longitud 2.50m donde pone rØ12/0.15x0.30 debe poner **rØ12/0.15/0.30.** También sería deseable indicar que el refuerzo 5Ø25+4Ø25 es **por metro lineal**".

Respuesta de la nota: *"Se ha procedido a realizar el cambio de rØ12/0.15x0.30 por rØ12/0.15/0.30.y el refuerzo 5Ø25+4Ø25 se ha indicado 5Ø25 ml+4Ø25 ml"*

Se verifica que se han realizado los cambios en el plano. Por tanto se considera correcto el plano.

4.- CONCLUSIONES

Una vez presentadas las correcciones y las justificaciones demandadas, y siendo éstas satisfactorias; **no se ve impedimento para el comienzo de ejecución del cuenco disipador 11 de septiembre.**

- Por tanto, puede procederse a la confección de los planos constructivos con los planos adjuntos al documento "MEMORIA DE CÁLCULO CUENCO DISIPADOR EN LA ZONA DEL COLECTOR 11 DE SEPTIEMBRE", en su segunda versión con fecha de edición 25-07-2011; que son los que recogen las correcciones de erratas.

Madrid, 1 de agosto de 2011

INOCSA, Una Empresa AECOM

amatria
ingeniería
www.amatria.com

PROYECTO: **817 AVE SAGRERA-TRINIDAD**

MEMORIA

Memoria de cálculo del cuenco disipador en la zona del colector 11 de Septiembre con hastial intermedio.

REVISIÓN	FECHA	CONCEPTO MODIFICADO
0	05/09/2011	Primera edición
1		
3		
4		

1. ANTECEDENTES

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

4. METODO DE CÁLCULO Y DE COMPROBACIÓN

5. NORMATIVA APLICADA

6. MATERIALES

7. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

8. CUENCO DISIPADOR

9. RESULTADOS

10. CONCLUSIONES

1. ANTECEDENTES

Referencia: 817
Fecha: SEPTIEMBRE 2011
Nombre de la obra: 11 DE SEPTIEMBRE

Debido a los cambios en obra una porción de la losa superior del cuenco disipador 11 Septiembre se superpone a la solera del vial segregado lado montaña. Con el objetivo de reducir esta superposición de acuerdo con la empresa constructora se proponen algunos cambios estructurales en el cuenco, cambios acordados con la propiedad.

Los cambios propuestos tienen en cuenta que al momento está ejecutada la solera de base y aprovechan las prelosas pretensadas prefabricadas de proyecto original.

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Con el objetivo de reducir la superposición de la losa de cubrición del cuenco disipador 11 Septiembre con la solera del vial segregado se propone reducir el canto de la losa del cuenco en la zona del vial segregado a un espesor de 0.50m, manteniendo el canto de proyecto original de 1.20m en la zona exterior, trasdós del muro de contención de dicho vial.

Esta modificación permite reducir la interferencia a una zona muy limitada por encima del hastial como se muestra en la imagen siguiente:

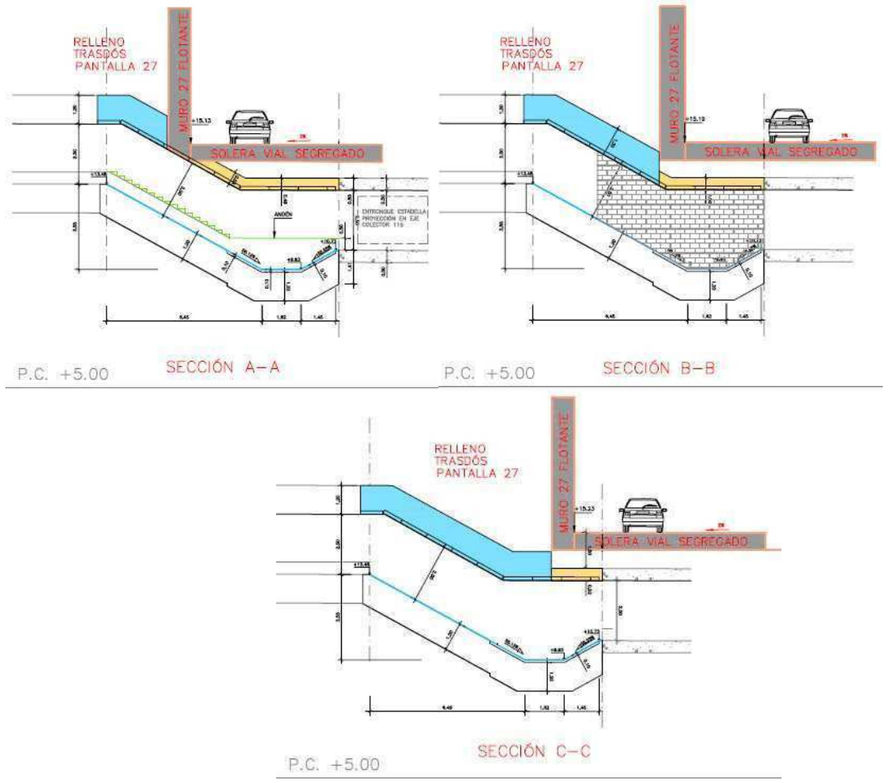


***Figura** 1: secciones del cuenco y el vial segregado lado montaña.*

Como se observa la única zona de interferencia que queda es la que corresponde a la sección A-A y que coincide con el hastial del colector. En esta zona la solera del vial se anclará en la cubrición del cuenco si necesario limitando la profundidad de las barras de anclajes a la capa de compresión de la losa superior del cuenco.

A continuación se muestra una planta del cuenco evidenciando las zonas de diferente canto y la zona de interacción indicada con las secciones realizadas:

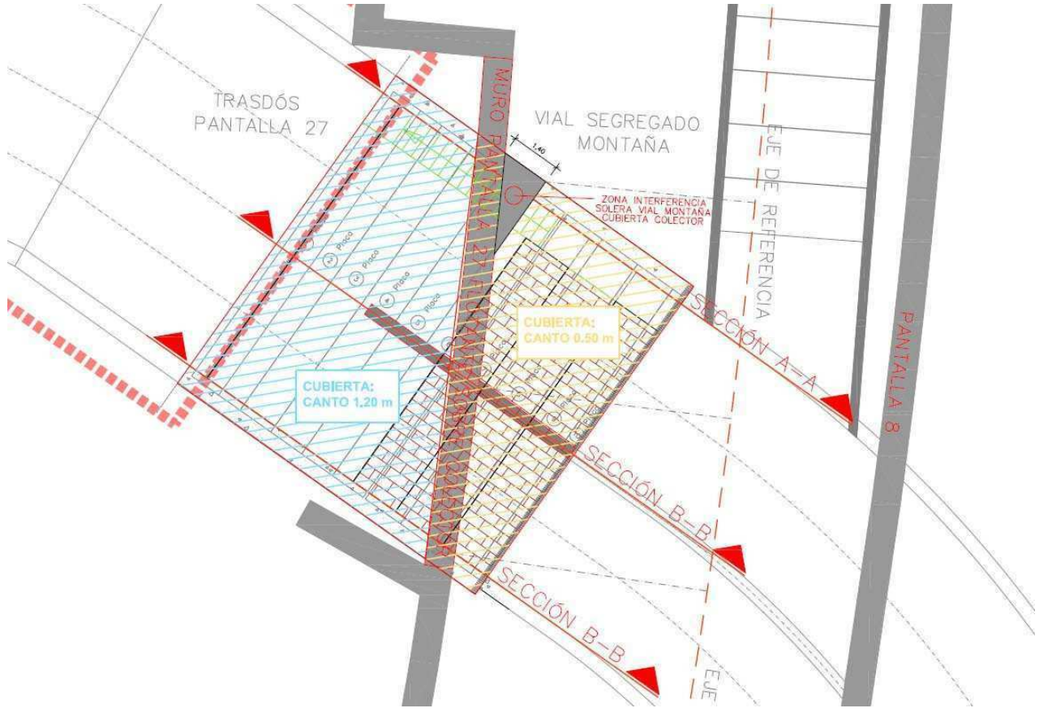


***Figura** 2: planta del cuenco disipador y el vial segregado lado montaña.*

Dada a la reducción de canto a 0.50m y consecuentemente de las características mecánicas de la losa de cubrición del cuenco y considerando que se aprovecharán las prelosas de proyecto original (dimensionadas para un canto final de 1.20m), se propone la ejecución de un muro de apoyo intermedio en el cuenco para reducir la luz de cálculo. El muro introducirá un cambio de esfuerzo en la zona de apoyo para la losa, siendo posible añadir armadura en la capa de compresión si resulta necesario.

Se recuerda que la losa de cubrición consiste en un forjado uni-direccional formado por prelosas pretensadas de 15cm completadas “in-situ” con una capa superior de hormigón. La tipología, por tanto corresponde a un forjado semi-prefabricado-pretensado. Los hastiales tienen un espesor de 0.60m, y la solera ejecutada de 1.20m.

El muro intermedio propuesto se realizará de hormigón armado de 0.35m de espesor y se anclará a la solera existente.

El presente anejo de cálculo pretende justificar la viabilidad de los cambios planteados.

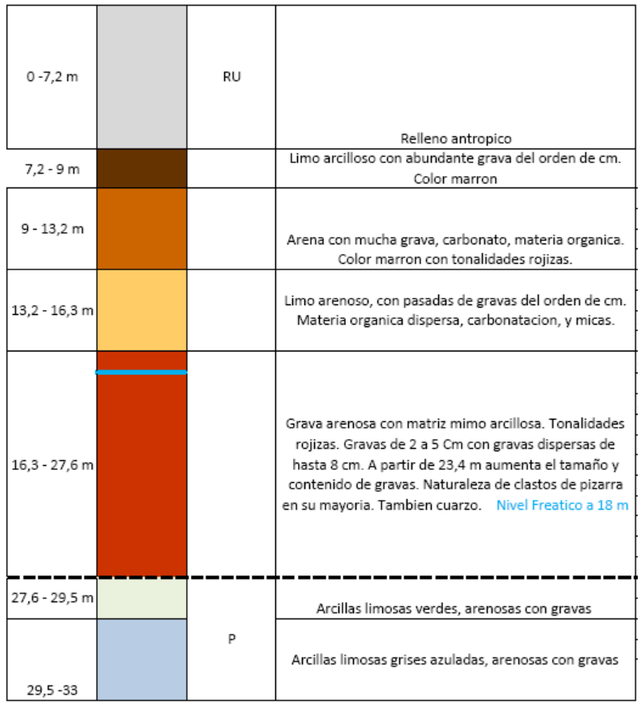
3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Siguiendo lo indicado en el informe *"Nota acerca de los criterios a utilizar en el dimensionamiento de pantallas del Sector Sagrera del tramo Sagrera-Nus de la Trinidad*" los parámetros geotécnicos considerados son los de proyecto original que se resumen a continuación:

Litol.	γap (t/m³)	C' (°) (Kg/cm²)	ϕ' (°)	E (Kg/cm²)	v'	Kh (t/m³)
SUSTRATO						
GR	2,10	0,10	38,0	500	0,30	15000
P	2,05	0,35	25,5	400	0,30	6000
Pa	2,05	0,10	35,0	400	0,30	12000
DEPÓSITOS CUATERNARIOS						
PQ	2,20	0,10	38,0	250	0,35	7500
Qa arcilloso	2,15	0,30	29,0	150	0,35	2250
Qa	2,15	0,15	33,0	150	0,35	4500
Qc	2,15	0,05	32,5	170	0,35	3800
Qr2	2,10	0,05	32,5	80	0,35	1800
Qr3	2,20	0,00	35,0	180	0,35	5400
RECUBRIMIENTOS						
RA	2,00	0,00	28,0	50	0,35	1500

La litología considerada en el cálculo de las pantallas es la proporcionada por el sondeo SCC-18 y 19 realizado recientemente por la Dirección de Obra.

En nuestro caso estamos situado entre la profundidad de 9-13.2m en el cual hay situado un terreno con la litología conocida como Qr2.



Para el empuje lateral de los hastiales del colector se ha considerado un terreno con los siguientes parámetros:

- φ =30º ko=0.5 coeficiente de empuje en reposo

Para el terreno de apoyo se ha considerado, según el proyecto original, un terreno tipo granular con los siguientes parámetros:

- k'=k30·((b+0.30)/2·b)²=8000kN/m³ donde:
  k30=30000kN/m³ modulo de balasto para placa cuadrada l=0.30m
  b=ancho losa

- k=(2/3)*K'*(1+(b/2l)=7522.9kN/m³ donde:
  l=11m
  b=9m

4. METODO DE CÁLCULO Y DE COMPROBACIÓN

Se ha utilizado el programa SAP para el estudio del cuenco disipador.

Se han comprobado con el prontuario de EHE las estructuras de hormigón.

5. NORMATIVA APLICADA

Para el cálculo y la comprobación de los diferentes elementos estructurales se ha seguido:

Estructura Hormigón	EHE-98. CTE.
Hipótesis de Carga y Combinaciones	EHE-98 y Eurocódigos. CTE.

6. MATERIALES

Hormigón:

Hormigón en cuenco disipador (hastiales, losa inferior).....HA-30 (fck = 30 N/mm²)

.

Acero corrugado:

Acero en las pantallas.....B 500 S (fyk = 500 N/mm²)

Para la comprobación de la fisuración se ha considerado un ambiente tipo IIa+Qb.
La abertura máxima considerada para las fisuras en el interior del colector ha sido de 0.10mm. y en el exterior del colector ha sido de 0.30mm.

7. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Hormigón armado:

Coeficiente de seguridad del hormigón.....γc = 1.50
Coeficiente de seguridad del acero.....γs = 1.15

Coeficientes de seguridad para acciones

Coeficiente de seguridad para acciones variables…….....1.50
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes…….....1.35
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes de valor no constante……1.50
Coeficiente de seguridad para acciones accidentales…….1.00
Coeficiente de seguridad para acciones simultaneas.....0.6

8. CUENCO DISIPADOR

El cuenco disipador se ha modelizado con el programa de elementos finitos SAP200 como elementos Shell. En su modelización se ha estudiado la fase final del cuenco disipador.

- Fase final, comportamiento del colector en fase definitiva, teniendo en cuenta el relleno sobre el colector hasta la cota +23m.

En la siguiente imagen vemos la modelización del cuenco disipador con la continuidad posterior del tramo de conexión con el colector.

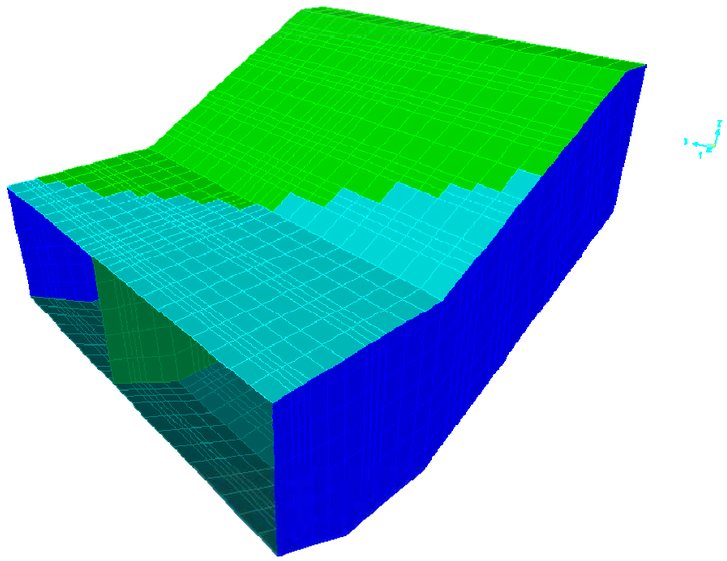


Figura 3: Modelo de estudio del cuenco disipador 11 Septiembre. SAP. En diferentes colores las secciones estructurales.

8.1 Descripción de la modelización

En este apartado describiremos la modelización del modelo estudiado.

El colector está realizado con hormigón armado ejecutado in situ en la losa inferior de 1,2m de canto, los hastiales laterales de espesor 0.6m y el hastial intermedio de 0.35m. La cubierta está ejecutada con prelosas pretensadas de 15cm de canto, con una capa de compresión de hormigón armado que le confiere dos espesores de 1.2m en el trasdós de la pantalla 27 y 0.5m en la zona vial.

Tipo	Espesor
Losa inferior (solera)	1.20m
Losa superior zona vial (cubierta)	0.5m
Losa superior zona trasdós (cubierta)	1.20m
Hastiales laterales	0.60m
Hastial intermedio	0.35m

A continuación haremos una descripción de cada elemento proyectado

La solera se ha modelizado mediante elementos lámina “Shell” de espesor 1.2metros, en la solera se ha simulado el terreno mediante área Spring, considerando un coeficiente de balasto de 7522.9kN/m3, el calculo se ha realizado mediante los valores obtenidos del sondeo SCC-18 y 19, y la formulación del anejo Nº6 – Geotecnia , apartado 5.1.2. Cimentaciones superficiales, en la solera se ha considerado la carga de agua (considerando la altura máxima de agua posible).

Los Hastiales se han modelizado mediante elementos lámina “Shell” de espesor 0.6 metros, en este caso se han tenido en cuenta varias acciones, se ha tenido en cuenta la acción del empuje del terreno sobre los Hastiales, dependiendo de la zona los empujes varían debido a las diferentes alturas del cuenco disipador y la presencia del vial, también hemos introducido la carga debida al tráfico y en el interior, la correspondiente al empuje de aguas. El hastial intermedio se han modelizado mediante elementos lámina “Shell” de espesor 0.35 metros.

La cubierta la hemos modelizado mediante elementos lámina “Shell” de diferente espesor según zona. En la zona del trasdós del muro del vial segregado lado montaña el espesor es de 1,2metros; en la zona por debajo del vial segregado el espesor es de 0.50m. De este modo simulamos el conjunto de la losa con la prelosa pretensadas, ya que trabajan de forma conjunta.

Se ha multiplicado la inercia de la losa en la dirección Y (M22) por un factor reductor para tener en cuenta que las prelosas prefabricadas reducen la transmisión de esfuerzos en el sentido transversal.

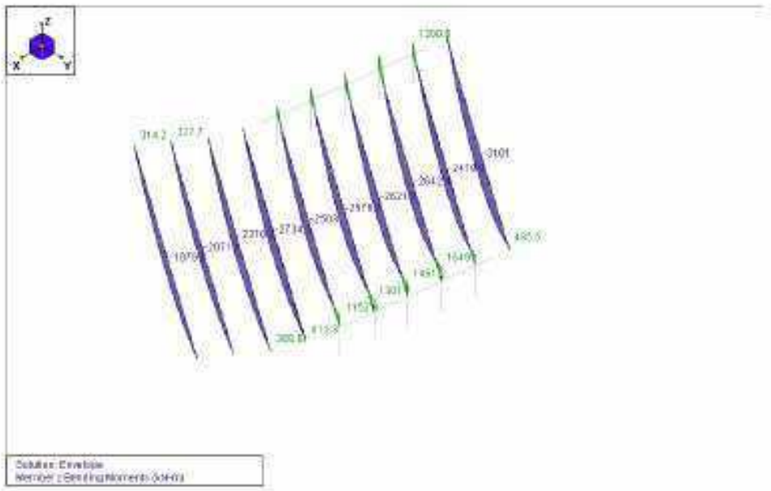
Las cargas varia según la zona, dado que en el trasdós del muro del vial segregado el relleno de tierras es superior al que se tendrá en el vial, intradós

Considerando las fases de ejecución del elemento cuenco y la singularidad de este elemento se introducen juntas entre el cuenco disipador y los elemento adyacentes, por eso en SAP se modeliza solo la parte de cuenco entre juntas.

La armadura de prelosa prefabricada con capa de compresión es la que definió en su momento la empresa encargada por el cálculo de la cubrición del cuenco disipador, empresa Luis Bozzo Estructuras y Proyectos S.L.

A continuación se exponen los esfuerzos utilizado para este dimensionamiento:

Momentos flectores principales:

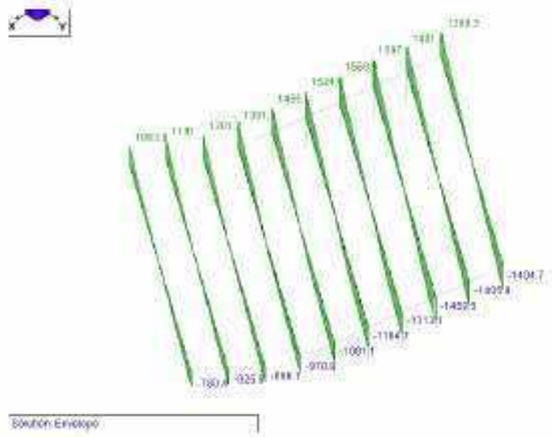


max positivo +2640kNm/m
max negativo -1450kNm/m

se redistribuye según EHE un 15% de negativos y la solicitación máxima resultante es:

max positivo +2860kNm/m
max negativo -1200kNm/m

Cortante en extremos luz de cálculo:



V* = 1600 kN/m

Se observan en el estudio de la cubrición original unos valores de momento negativo de empotramiento en los hastiales considerables, sin embargo con la introducción del muro de apoyo intermedio se reduce este momento y se obtiene un momento negativo en la zona de apoyo del muro intermedio.

En la zona donde se reduce el canto total de la losa final de proyecto a 0.50m se comprobará que el armado definido en su día para la prelosa sigua valido en la zona de momento positivo y si necesario se reforzará la armadura superior en la capa de compresión, en la zona de momento negativo de apoyo en el nuevo muro intermedio.

8.2 Descripción cargas

Las cargas consideradas coinciden con las cargas de proyecto original, siendo diferente solo el peso propio de la losa completa superior debido a su nueva geometría, como indicado.

Se ha considerado el peso propio de los elementos, la carga de uso, el empuje lateral del terreno y la carga de agua en el colector:

t1:.....γt·ht	Donde γt=21kN/m^3. En la losa superior se considera una altura de tierras de 7.5m, 8.5m o 3m, dependiendo sobre que zona estemos de la losa superior.
Sc:……30kN/m²	carga vertical sobre el colector causada por la circulación de vehículos (carro considerado a 45º y sobrecarga de tráfico), valor del lado de la seguridad. .
tder y tizq……= Ko·(γt·z) donde :	empuje lateral tierra debido al peso propio tierra Ko=0.50 coeficiente de empuje a reposo γt= 20kN/m³ peso unitario tierra z= profundidad
Sch_veh:……= Ko·(Sch_veh) donde :	empuje lateral tierra debido al trafico de vehículos Ko=0.50 coeficiente de empuje a reposo qc=10kN/m²
fw:……= γw·z γw·hw donde :	presión agua para empuje en las paredes del colector presión para la losa inferior γw =10kN/m² peso unitario agua hw=3.25m altura máxima agua

Así pues, se han estudiado las siguientes combinaciones:

Combinaciones:

A las combinaciones de proyecto original del cuenco se han añadido dos combinaciones más que resultan de considerar la carga de tráfico del vial segregado alternada en los dos vanos en los que se ha partido el cuenco al introducir el muro intermedio.

ELU

CPQT = 1.35 (pp + t1) + 1.5·(sc + tder+tizq + Sch_veh + fw)

CPQL= 1.35 (pp + t1) + 1.0· (tder+tizq) + 1.5·sc

CPQH= 1.0 (pp+ t1) +1.5·(tder+tizq + Sch_veh)

ACC = 1.0·(pp+ t1 + tder+tizq) + 0.20·(Sch_veh + fw) + ΔPd

ELE

Combinación casipermanente

DPQT = 1.0·(pp + t1) + 1· (tder+tizq) + 0.20·sc + 0.20· Sch_veh + 0.20·fw

DPQL=1.0·(pp + t1) + 1.0·(tder+tizq) + 0.20·sc

DPQH=1.0·(pp+ t1) +1.0(tder+tizq)+ 0.20· Sch_veh

En las siguientes imágenes exponemos las cargas consideradas para el cuento disipador.

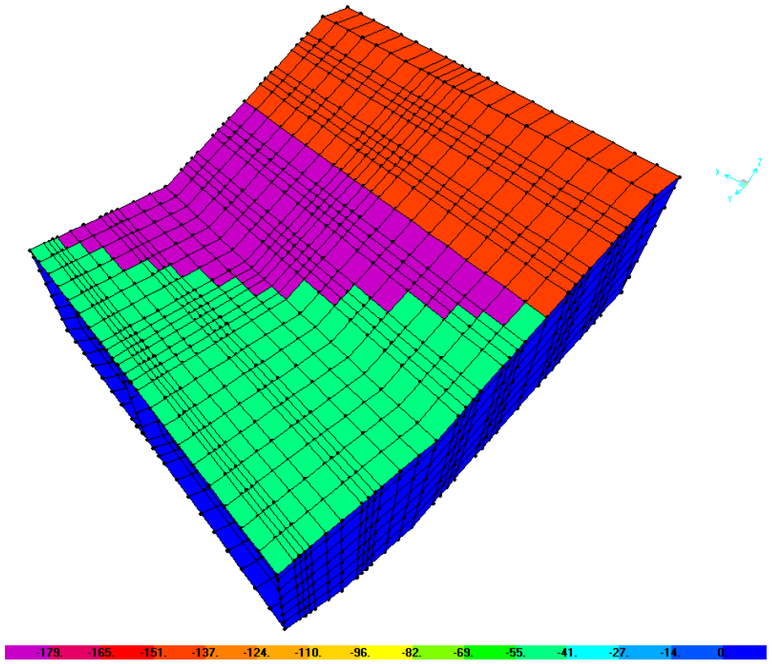


Figura 4: Acción debido a la carga del terreno.

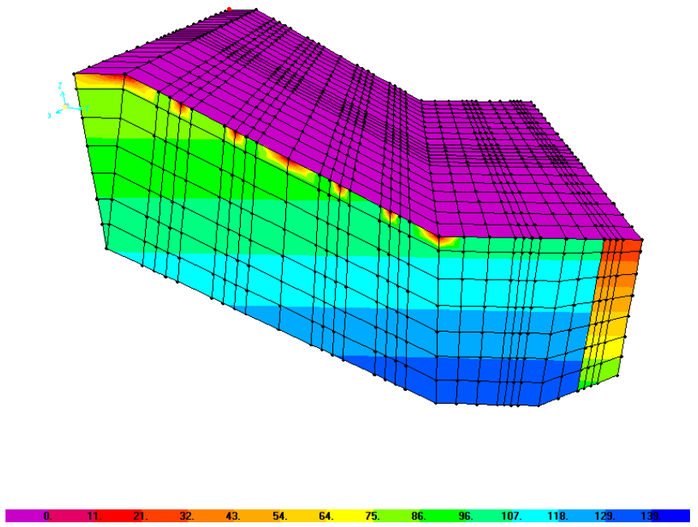


Figura 5: Empuje lateral de las tierras.

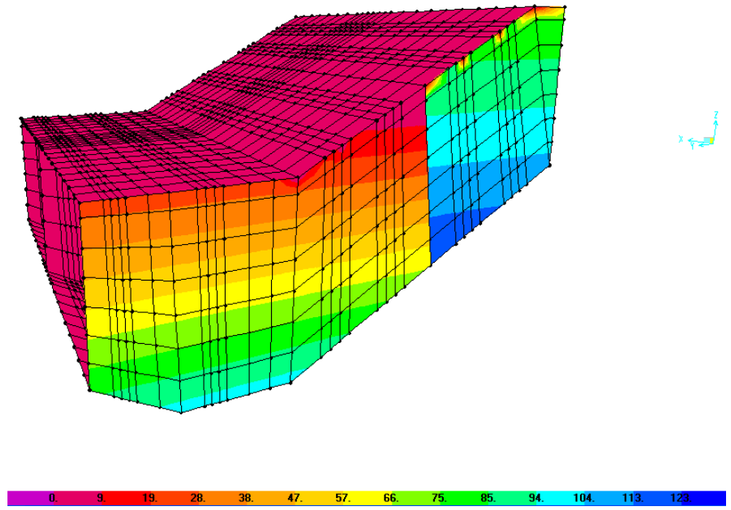


Figura 6: Empuje lateral de las tierras.

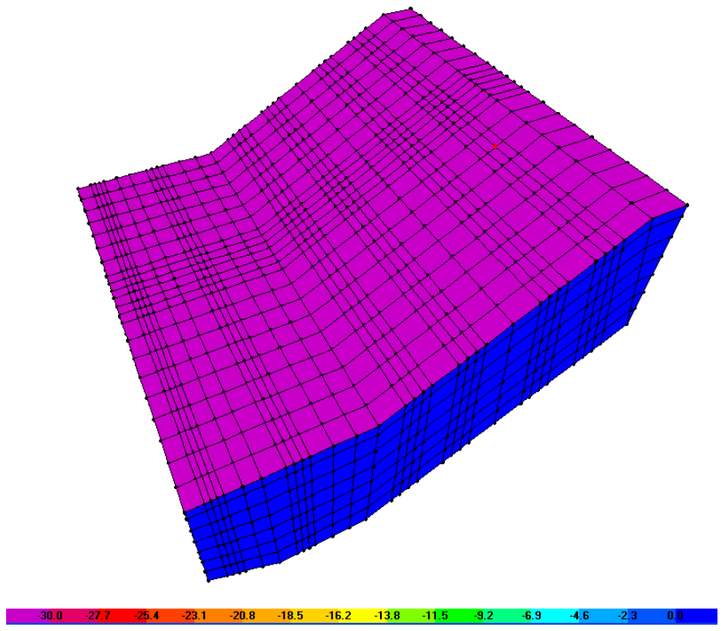


Figura 7: Carga vertical sobre el colector causado por la circulación de vehículos.

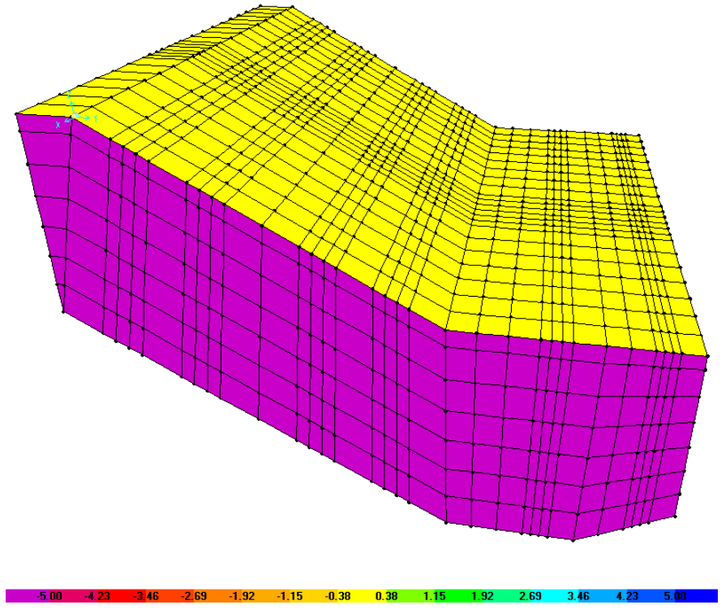


Figura 9: Empuje lateral tierras debido al tráfico de vehículos.

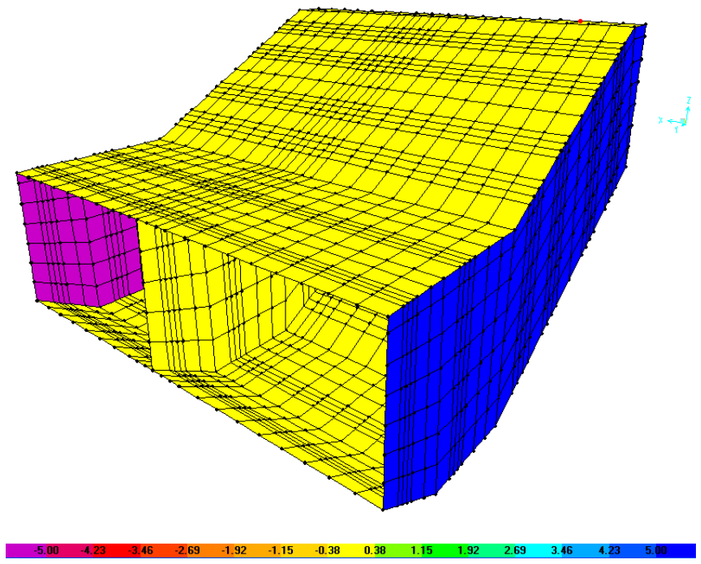


Figura 8**:** Empuje lateral tierras debido al tráfico de vehículos.

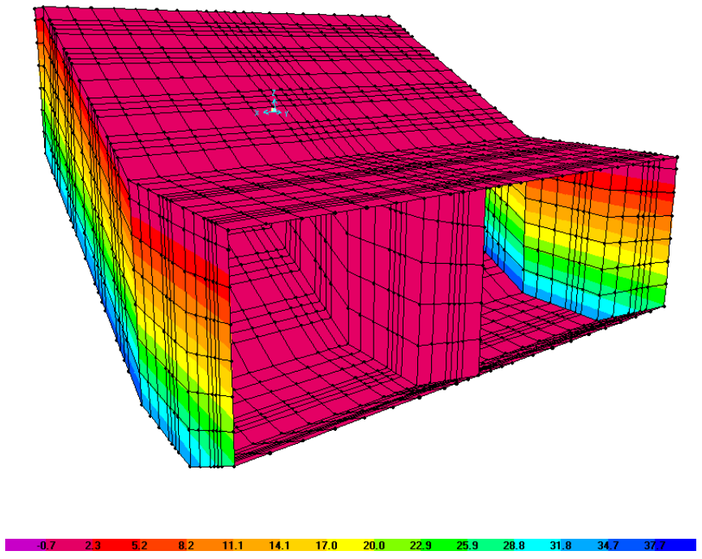


Figura 10**:** Empuje del agua en las paredes del colector.

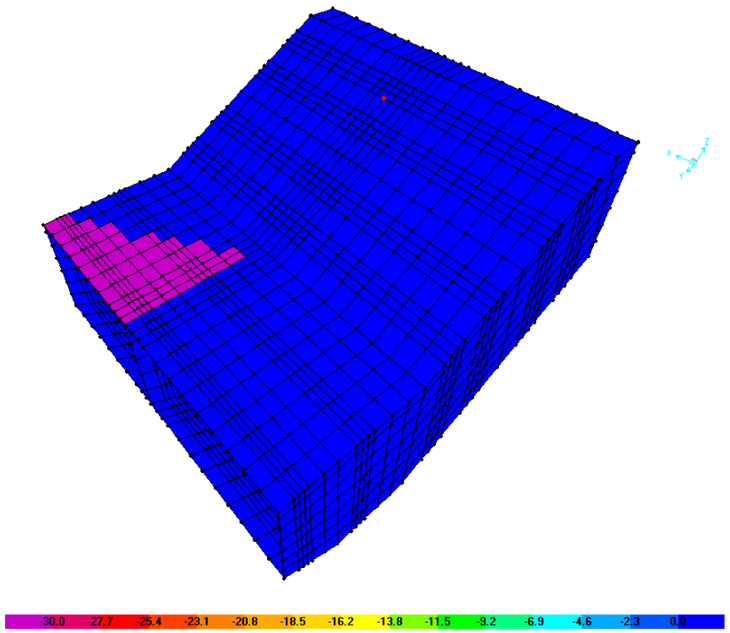


Figura 11: Acción debido a la carga del vehiculo del vial segregado en el vano izquierdo del cuenco

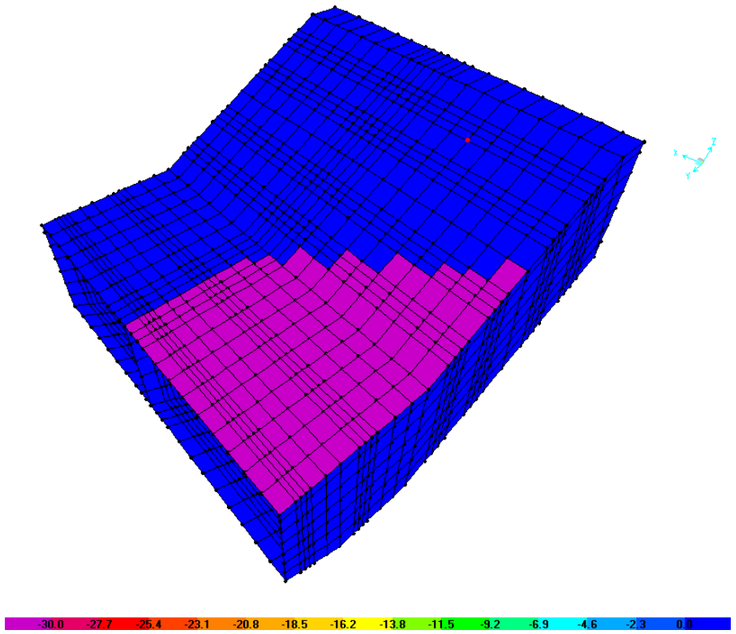


Figura 12: Acción debido a la carga del vehiculo del vial segregado en el vano derecho del cuenco

9. RESULTADOS

A continuación se exponen una serie de diagramas representativos de los esfuerzos de las envolventes máximas y mínimas de todas las fases y deformación máxima:

Los resultados del cuenco colector obtenidos del SAP2000 son los siguientes:

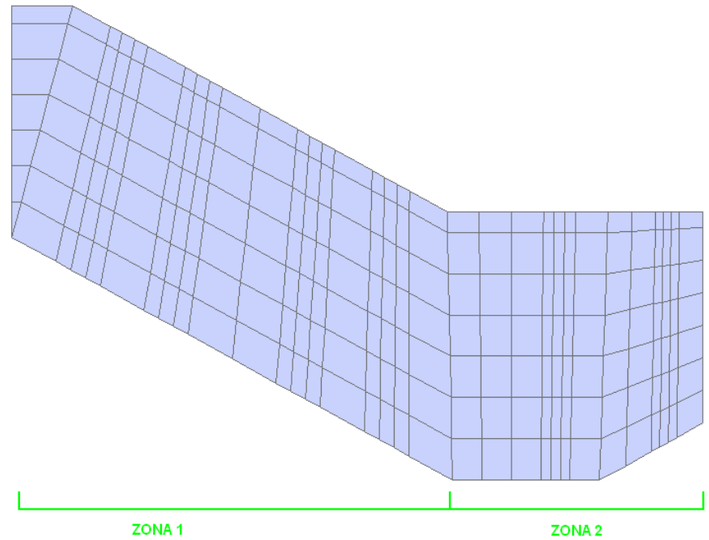


Figura 13: Modelo con las diferentes partes del colector (aclaración para armadura y esfuerzos)

El resumen de las comprobaciones se muestra a continuación

Solera de base - zona 1

Momento flector

Esfuerzos	Armado nº barras	Mk (kN·m)	Md (kN·m)	Mu (kN·m)	Wk (mm)
M11 cara superior	d25/0.15+9d25/ml	450.0	700.0	3517.4	0.0
M11 cara inferior	d25/0.15	420.0	600.0	1565.3	0.0
M22 cara superior	d20/0.15	115.0	200.0	1178.1	0.0
M22 cara inferior	d20/0.15	90.0	144.0	1178.1	0.0

Cortante

Para la dirección transversal en el nuevo modelo el cortante más desfavorable se presenta en la zona del muro intermedio en la solera inclinada. Se comprueba la resistencia a cortante de la sección a una distancia de 0.90=1.02m de la cara del muro intermedio donde se ha colocado una armadura transversal de ramas d12/0.30mx0.30m. Para la dirección longitudinal se realiza la comprobación sin armadura de cortante en la zona más desfavorable.

Sección	Armado	Vd (kN)	Vu (kN)
Vd13	r12/0.30x0.30m	680.0	814.7
Vd23	-	320.0	347.4

Solera de base - zona 2

Momento flector

Sección	Armado nº barras	Mk (kN·m)	Md (kN·m)	Mu (kN·m)	Wk (mm)
M11 cara superior	d25/0.15	220.0	390.0	1551.3	0.0
M11cara inferior	d25/0.15	250.0	445.0	1551.3	0.0
M22 cara superior	d20/0.15	10.0	30.0	1178.1	0.0
M22 cara inferior	d20/0.15	150.0	220.0	1178.1	0.0

Cortante

Para la dirección transversal en el nuevo modelo el cortante más desfavorable se presenta en la zona del muro intermedio. Se comprueba la resistencia a cortante de la sección a una distancia de 0.90=1.02m de la cara del muro intermedio sin armadura de cortante. Para la dirección longitudinal se realiza la comprobación sin armadura de cortante en la zona más desfavorable.

Esfuerzo	Armado nº ramas	Vd (kN)	Vu (kN)
Vd13	-	320.0	403.7
Vd23	-	220.0	347.4

Losa superior e=1.2m zona 1

Esfuerzo	Armado nº barras	Mk (kN·m)	Md (kN·m)	Mu (kN·m)	Wk (mm)
M11 cara superior	6Φ25/m	330	500	1395.2	0.0
M11 cara inferior	13Φ15.2/m (pretensada)	430	640	2970*	1850*
M22 cara superior	8Φ20/m	0	0	1194.2	0.0
M22 cara inferior	-	0	0	-	-

Esfuerzo	Armado nº ramas	Vd (kN)	Vu (kN)
Vd13 (apoyo central)	1r12/0.3/0.3	550	858.8
Vd23	-	0	-

*Momento ultimo y momento de descomprensión de la prelosa T-42 + 1.05 m de capa de compresión valores obtenidos del informe LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA CUBIERTA CUENCO DISIPADOR redactado por Luis Bozzo Estructuras y Proyectos S.L.

Losa superior e=0.5m zona 2

Esfuerzo	Armado nº barras	Mk (kN·m)	Md (kN·m)	Mu (kN·m)	Wk (mm)
M11 cara superior	6Φ25/m	230	350	524.8	0.2
M11 cara inferior	13Φ15.2/m (pretensada)	200	300	856.8	855.6**
M22 cara superior	5Φ16/m	0	0	188.7	0.0
M22 cara inferior	-	0	0	-	-

Esfuerzo	Armado nº ramas	Vd (kN)	Vu (kN)
Vd13 (apoyo central)	1r12/0.3/0.3	350	411.9
Vd23	-	0	-

**Momento de descompresión de la prelosa T-42 + 0.35m de capa de compresión (ver anejo adjunto)

Comprobación sección losa 0.50m- ELS-descompresión -

Características sección

$Fpi := 2200kN$ fuerza de pretensado $As := 18.2cm^2$ área cables

$\sigma si := \frac{Fpi}{As}$ $\sigma si = 1208.79 \frac{N}{mm^2}$ tensión inicial en los cables

$hp := 0.15m$ $bp := 1.0m$ $Ap := hp \cdot bp$ $Ap = 0.15\,m^2$ sección prelosa

$hl := 0.50m$ canto final losa

$Wp := \frac{bp \cdot hp^2}{6}$ $Wp = 3750\,cm^3$ módulo prelosa

Del lado de la seguridad consideramos las mismas perdidas de proyecto de la prelosa del 30%, se obtiene una tensión en los cables de:

$\sigma sf := 0.70 \cdot \sigma si$ $\sigma sf = 846.15 \frac{N}{mm^2}$ tensión en los cables despues de las perdidas

a esta tensión corresponde una fuerza de pretensado de

$Fpf := \sigma sf \cdot As$ $Fpf = 1540\,kN$

La tensión en el borde comprimido de la prelosa se obtiene de la siguiente forma:

$ep := 0.025m$ excentricidad cables pretensado en la prelosa

$Mpf := Fpf \cdot ep$ $Mpf = 38.5\,kN \cdot m$

Así la tensión en el borde comprimido de la prelosa es el siguiente:

$\sigma hf := \frac{Fpf}{Ap} + \frac{Mpf}{Wp}$ $\sigma hf = 20.53 \frac{N}{mm^2}$

Momento descompresión

El momento de descompresión que corresponde a este estado tensiónal es el siguiente:

$Wl := \frac{bp \cdot hl^2}{6}$ $Wl = 41666.67\,cm^3$ módulo resistente sección completa

$Mdesc := Wl \cdot \sigma hf$ $Mdesc = 855.56\,kN \cdot m$

Figura 14: en el anejo adjunto se observa que aplicando un momento de 855.6kNm/m se produce descompresión en la fibra inferior del la prelosa.

Hastiales exteriores e=0.6m*

Esfuerzo	Armado nº barras	Mk (kN·m)	Md (kN·m)	Mu (kN·m)	Wk (mm)
M11 cara exterior	6Φ25/m	250	445	657.4	0.2
M11 cara interior	6Φ20/m	120	180	434.9	0.0
M22 cara exterior	8Φ20/m	35	50	567.2	0.0
M22 cara interior	4Φ20/m	50	70	291	0.0

Esfuerzo	Armado nº ramas	Vd (kN)	Vu (kN)
Vd13	1r8/0.15/0.15	250	667.4
Vd13	Sin arm	230	264.8
Vd23	Sin arm	150	195

*Para la comprobación de los hastiales exteriores se desprecia el efecto favorable del axil de compresión

Hastial central - zona 1 y 2

Momento flector

Sección	Armado nº barras	Mk (kN·m)	Md (kN·m)	Mu (kN·m)	Wk (mm)
M11+	d25/0.15	10.6	18.5	845.8	0.0
M11 -	d25/0.15	180.0	240.3	845.8	0.9
M22 +	D16/0.25	57.7	77.3	102.1	0.0
M22 -	D16/0.25	-35	61.3	102.1	0.0

Cortante

Para la dirección transversal en el nuevo modelo el cortante más desfavorable se presenta en la zona del muro intermedio. Se comprueba la resistencia a cortante de la sección a una distancia de 0.90=1.02m de la cara del muro intermedio sin armadura de cortante. Para la dirección longitudinal se realiza la comprobación sin armadura de cortante en la zona más desfavorable.

Esfuerzo	Armado nº ramas	Vd (kN)	Vu (kN)
Vd13	-	118	256
Vd23	-	55	136

Diagrama de esfuerzos y deformadas.

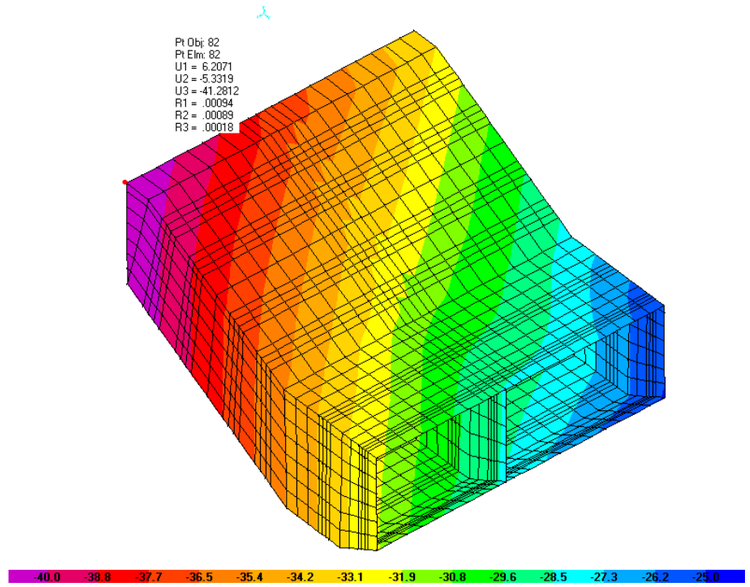


Figura 15: Fase definitiva, deformada en mm.

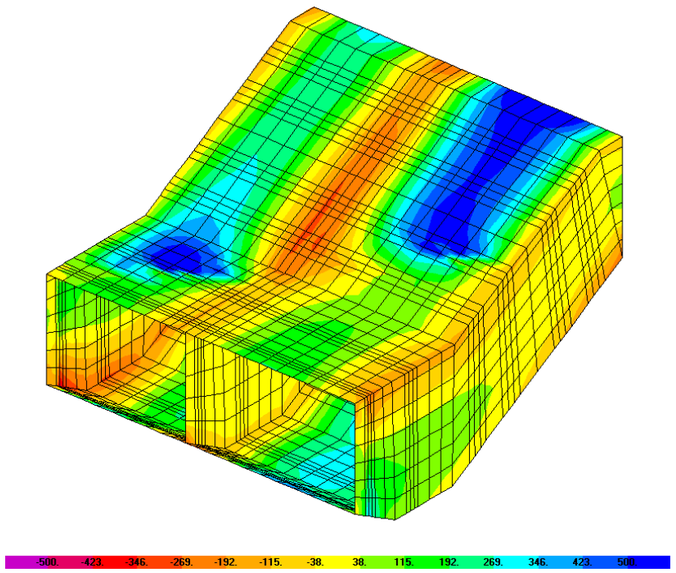


Figura 16: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELU envolvente max) perspectiva 1.

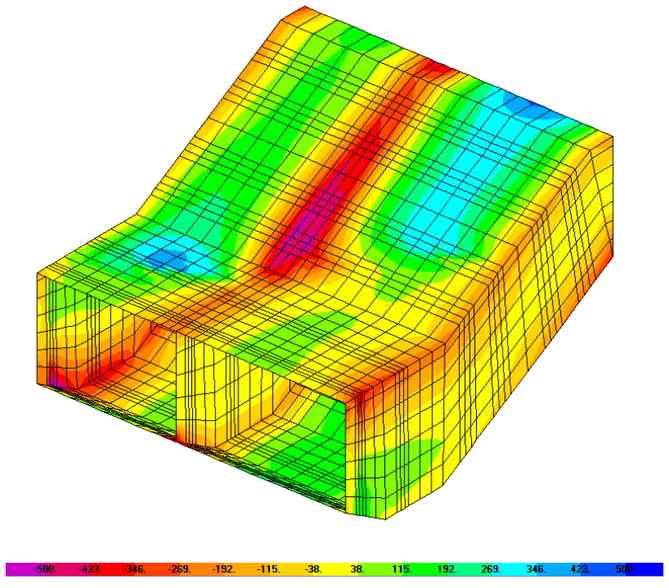


Figura 17: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELU envolvente min) perspectiva 1.

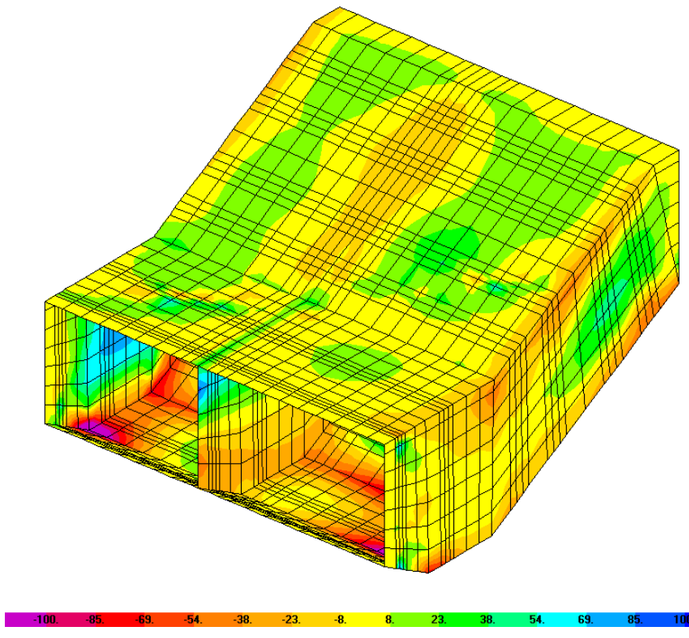


Figura 18: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m (ELU envolvente max) perspectiva 1.

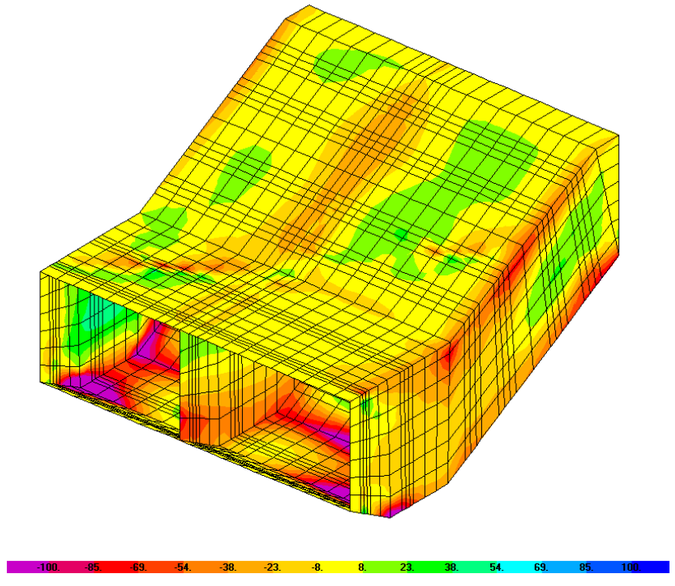


Figura 19: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m(ELU envolvente min) perspectiva 1.

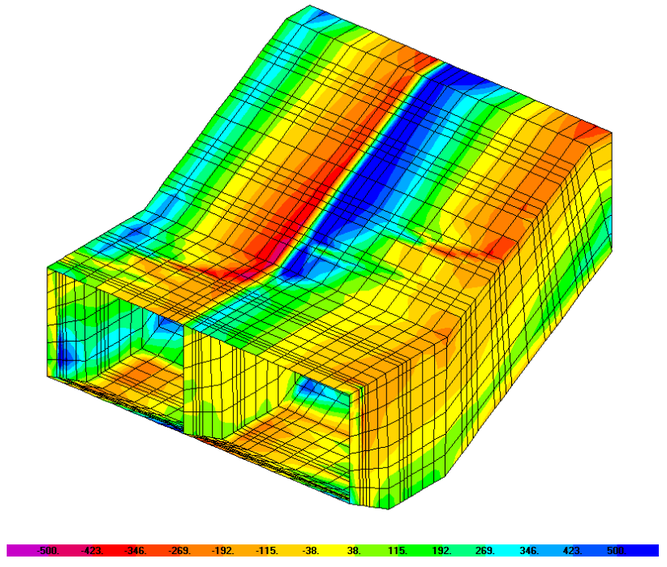


Figura 20: Fase definitiva, Cortante V13 en kN (ELU envolvente max) perspectiva 1.

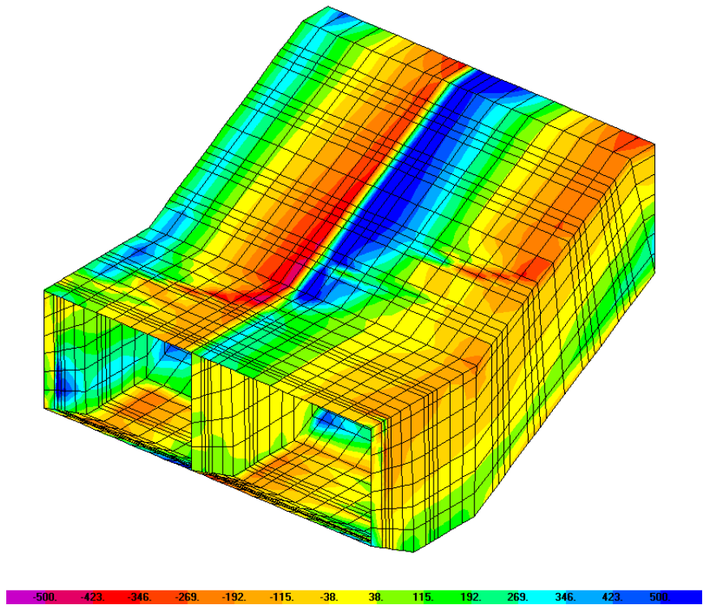


Figura 21: Fase definitiva, Cortante V13 en kN (ELU envolvente min) perspectiva 1.

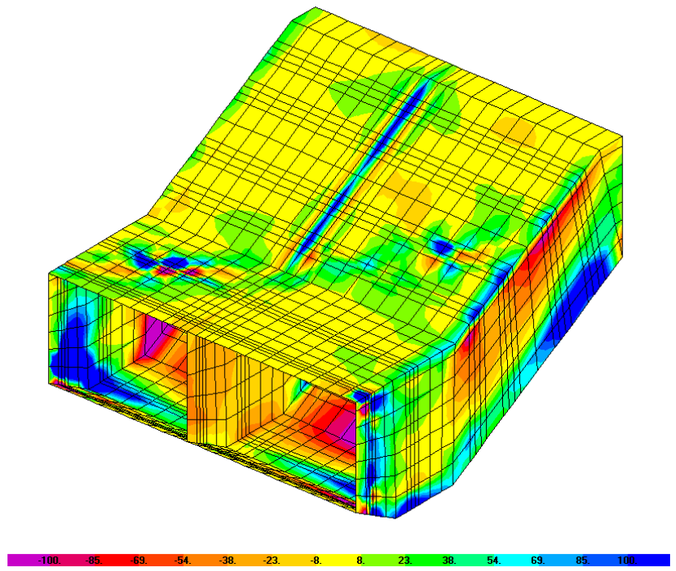


Figura 22: Fase definitiva, Cortante V23 en kN (ELU envolvente max) perspectiva 1.

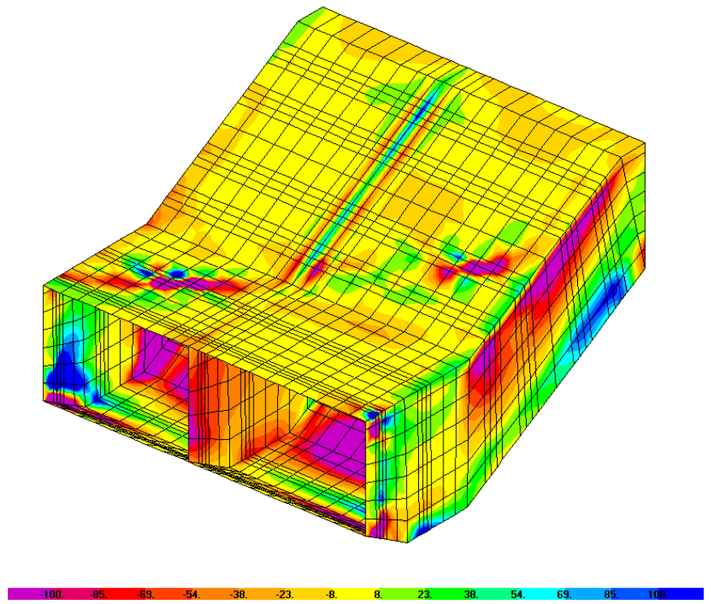


Figura 23: Fase definitiva, Cortante V23 en kN (ELU envolvente min) perspectiva 1.

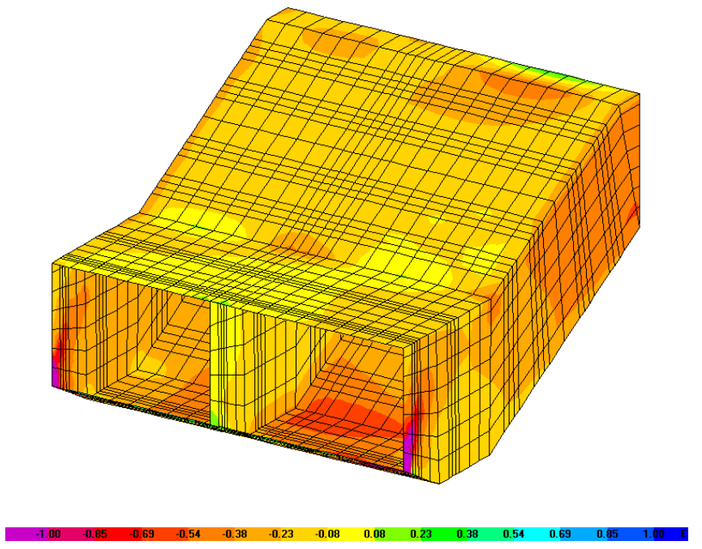


Figura 24: Fase definitiva, axil F11 en kN compresión en los hastiales (ELU envolvente min) .

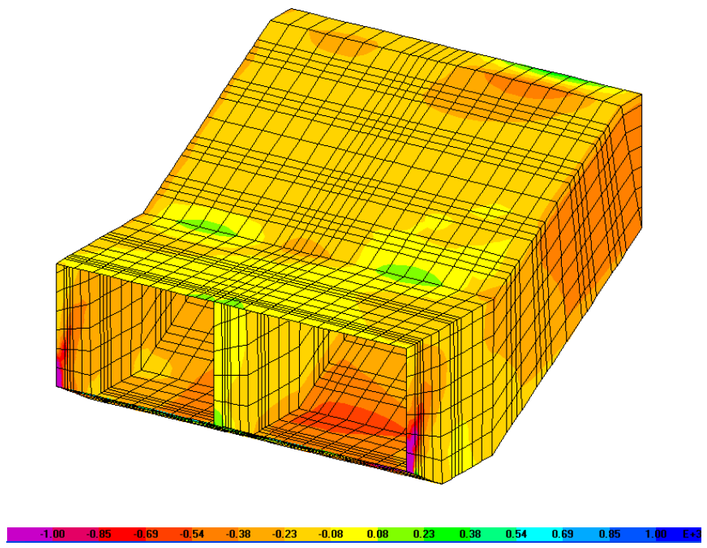


Figura 25: Fase definitiva, axil F11 en kN compresión en los hastiales (ELU envolvente max)

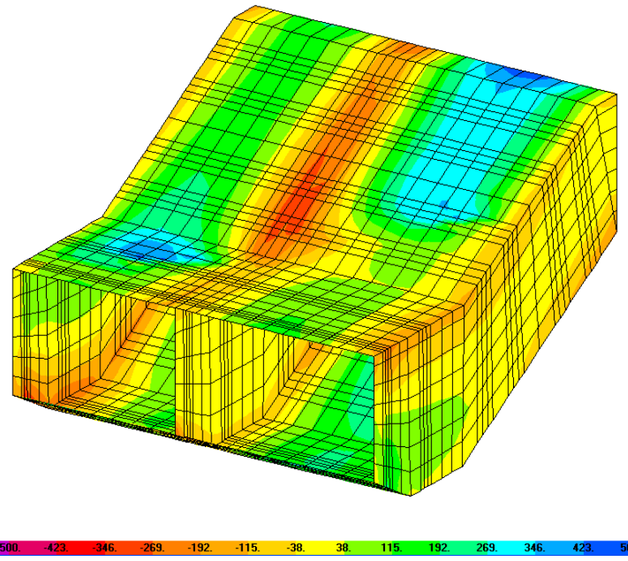


Figura 26: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELS envolvente max) perspectiva 1

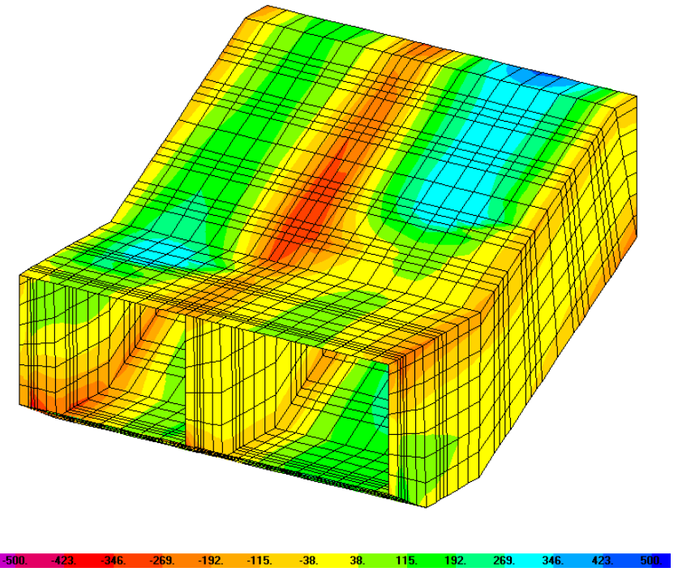


Figura 27: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELS envolvente min) perspectiva 1.

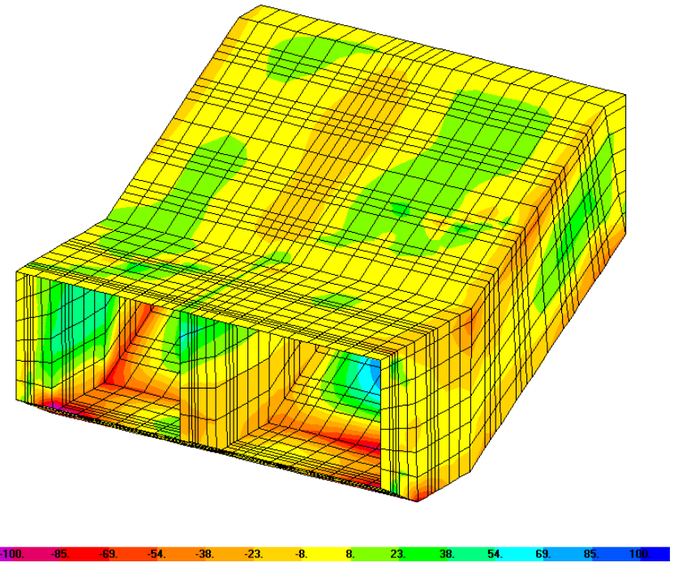


Figura 28: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m (ELS envolvente max) perspectiva 1.

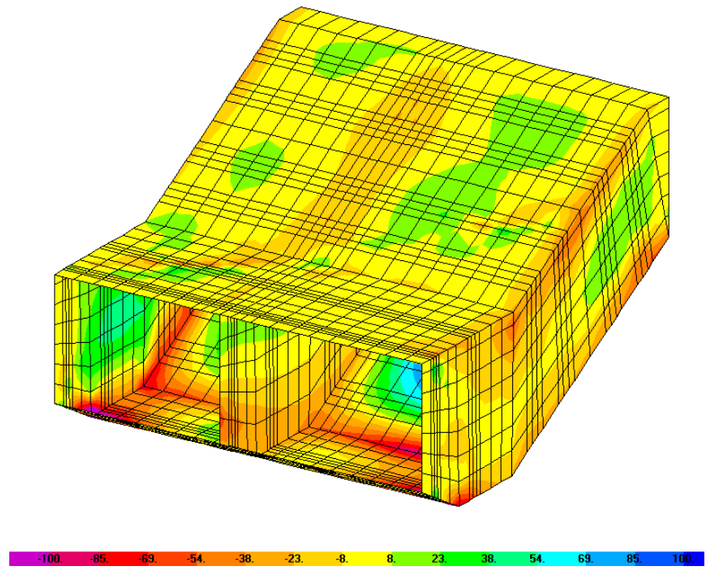


Figura 29: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m (ELS envolvente min) perspectiva 1.

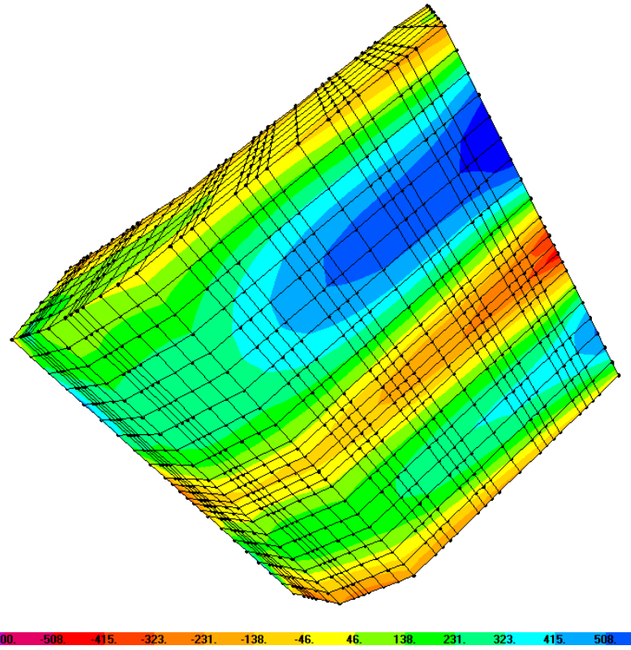


Figura 30: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELU envolvente max) perspectiva 2.

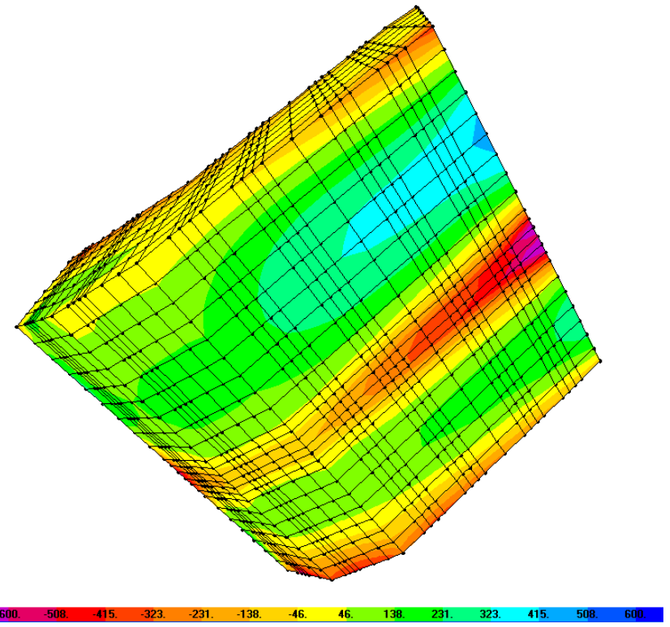


Figura 31: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELU envolvente min) perspectiva 2.

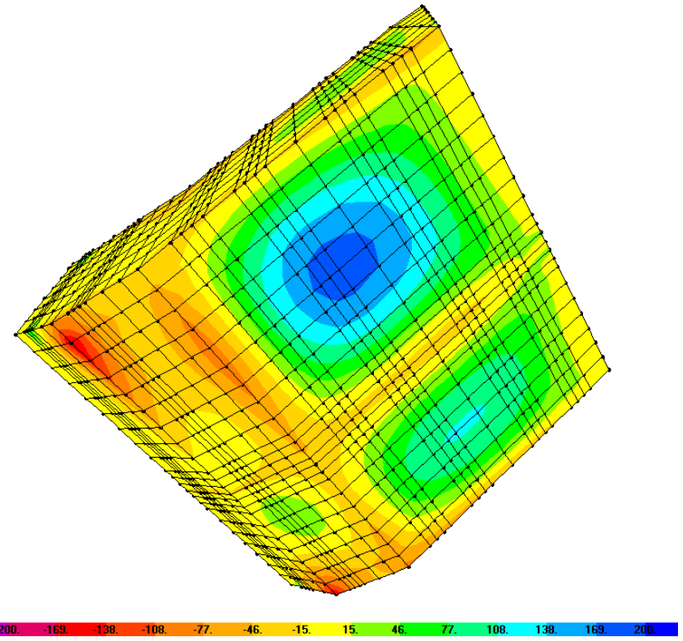


Figura 32: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m (ELU envolvente max) perspectiva 2.

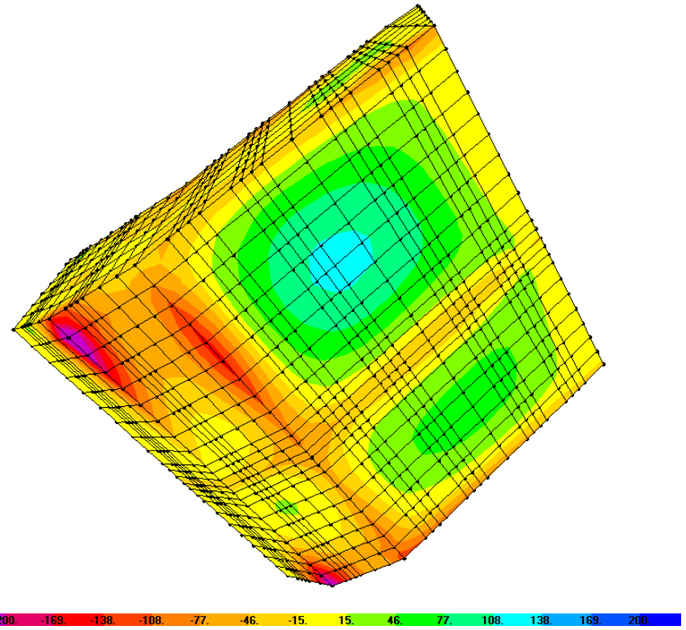


Figura 33: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m(ELU envolvente min) perspectiva 2.

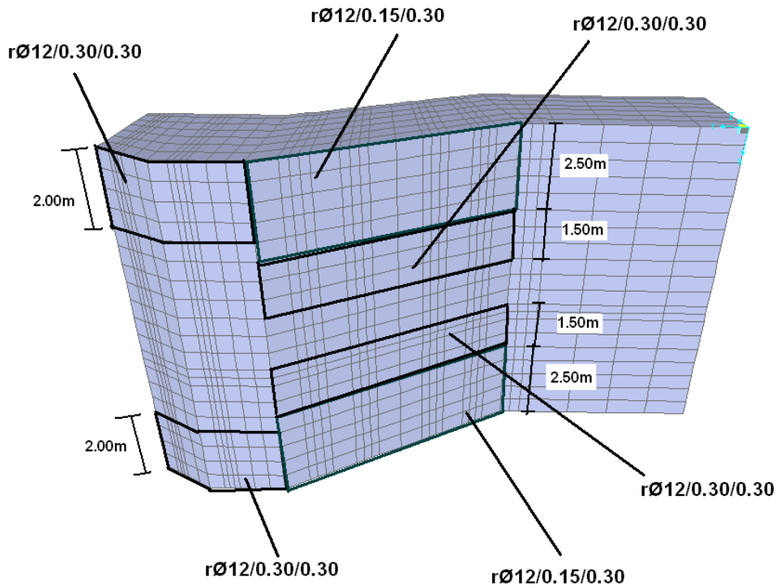


Figura 34: Esquema de armadura a cortante para comprobación de los esfuerzos a cortante.

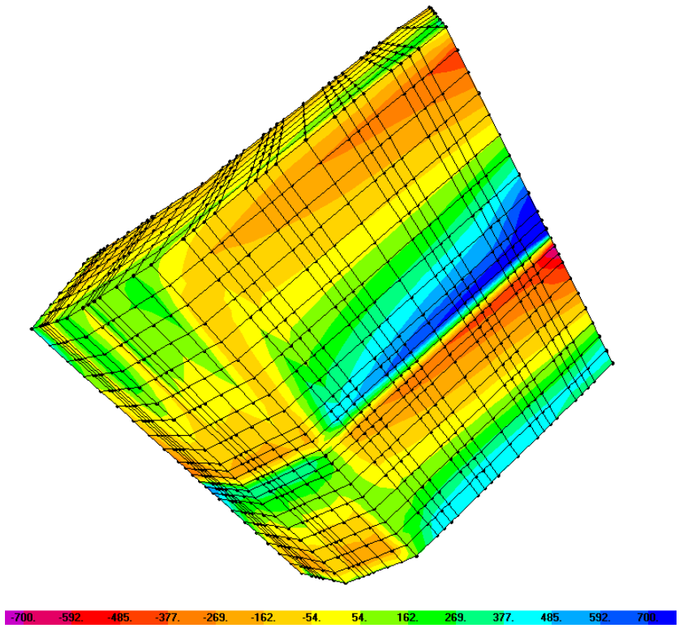


Figura 35: Fase definitiva, Cortante V13 en kN (ELU envolvente max) perspectiva 2.

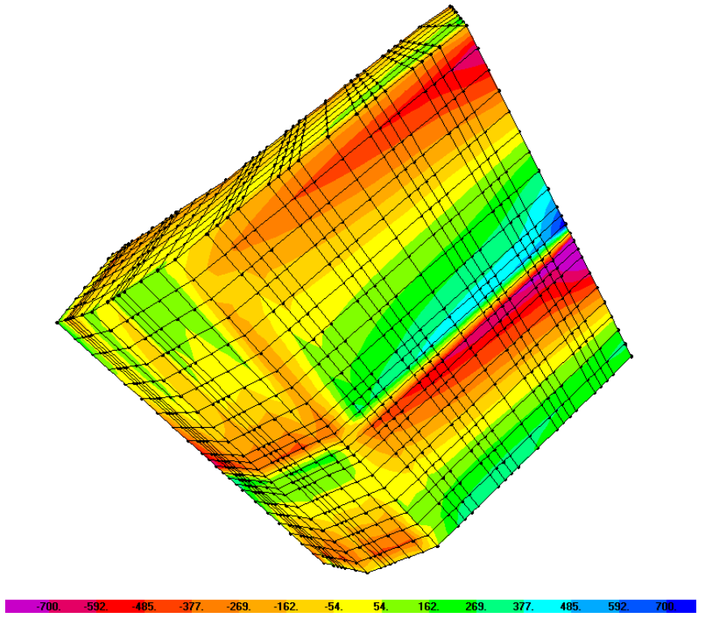


Figura 36: Fase definitiva, Cortante V13 en kN (ELU envolvente min) perspectiva 2.

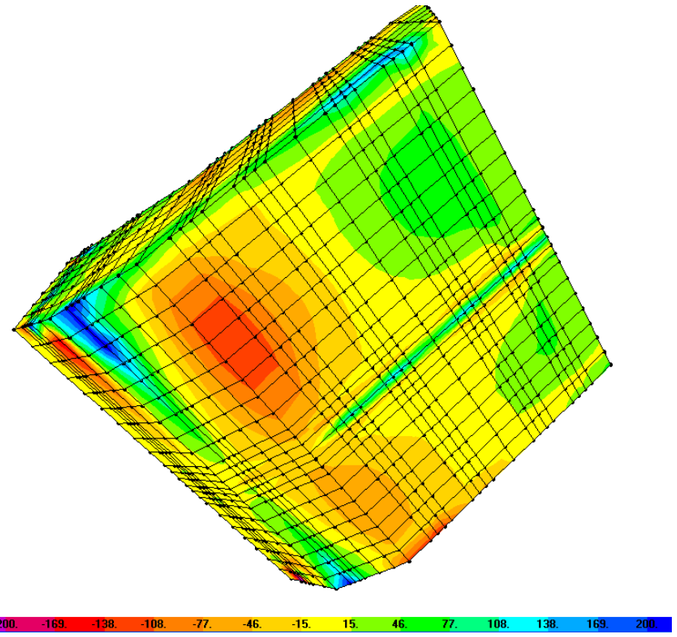


Figura 37: Fase definitiva, Cortante V23 en kN (ELU envolvente max) perspectiva 2

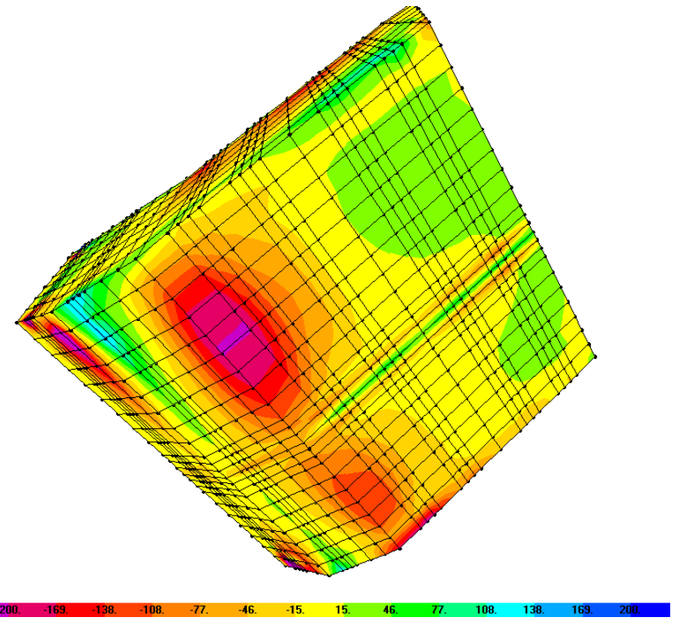


Figura 38: Fase definitiva, Cortante V23 en kN (ELU envolvente min) perspectiva 2.

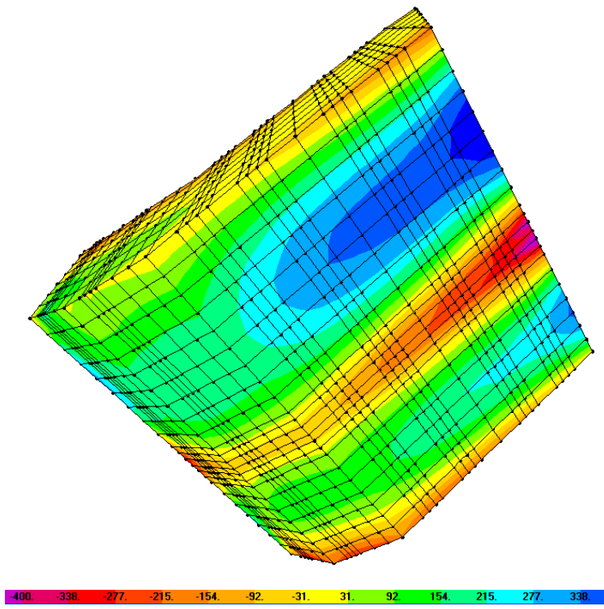


Figura 39: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELS envolvente max) perspectiva 2.

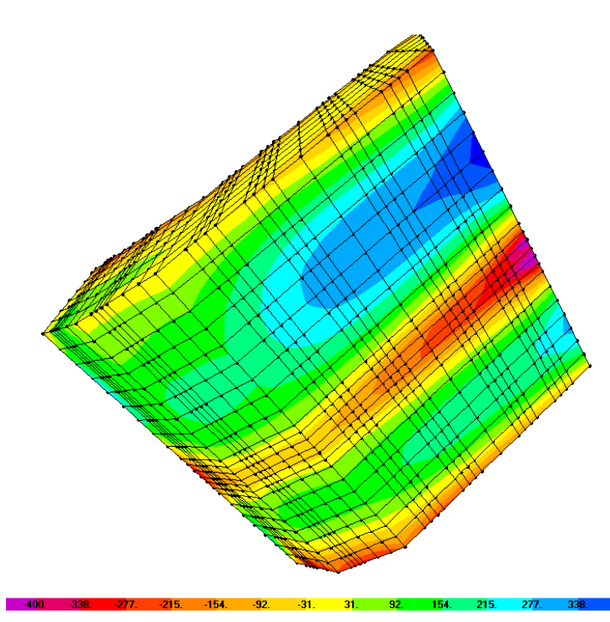


Figura 40: Fase definitiva, Momentos flectores M11 en kN.m (ELS envolvente min) perspectiva 2.

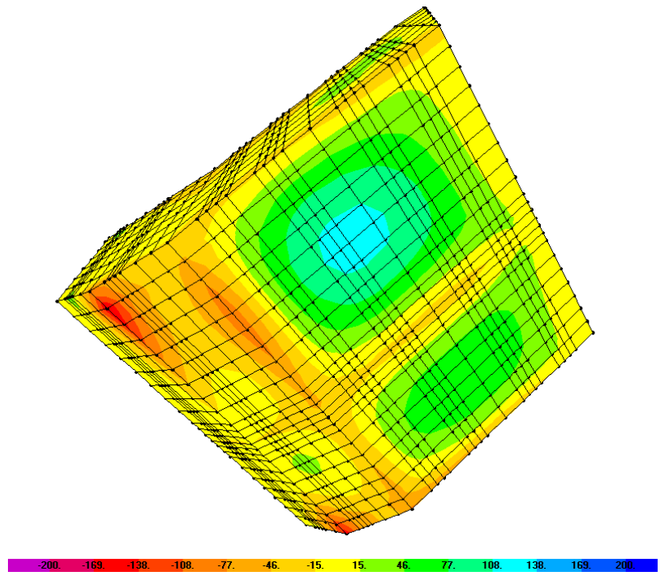


Figura 41: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m (ELS envolvente max) perspectiva 2.

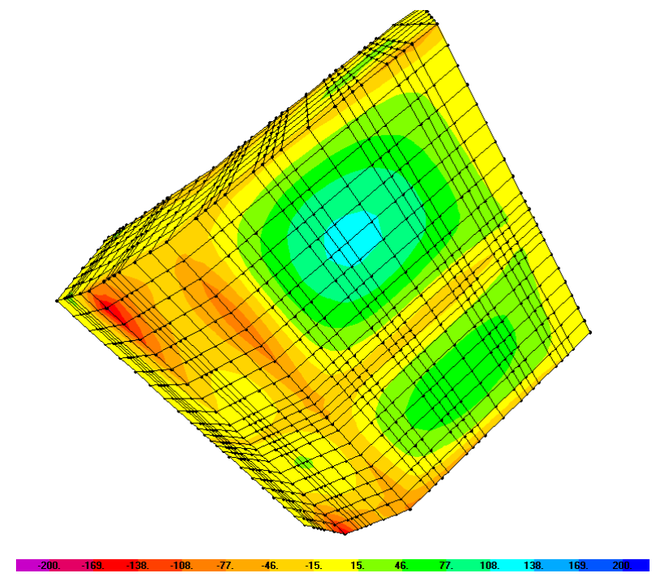


Figura 42: Fase definitiva, Momentos flectores M22 en kN.m(ELS envolvente min) perspectiva 2.

10. CONCLUSIONES

En el presente informe se analiza las estructuras del cuenco disipador 11 de Septiembre con las nuevas hipótesis propuestas por la empresa constructora, es decir, ejecución de dos cantos diferentes de losa superior con canto de 1,2m y 0,5m y con un nuevo hastial intermedio de 0,35m de espesor.

Se realizan dichas modificaciones en el modelo original para el cálculo de los nuevos esfuerzos actuantes en la nueva estructura y se integran los resultados obtenidos con los valores de esfuerzos presentados por el calculista de la prelosa prefabricada pretensada.

Al introducir el hastial intermedio se verifica el correcto dimensionamiento de los hastiales y losa inferior ya ejecutados en obra. Así que en los planos se reflejan la nueva armadura a colocar en la cara superior de la cubierta resultante de los nuevos cálculos.

Jose Mª Velasco

Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, septiembre de 2011

PLANOS

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:51:09

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

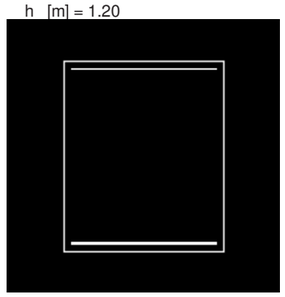
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : LOSA1.2INF
b0 [m] = 1.00
h [m] = 1.20



2 Comprobación

ρl [·1.E-3] = 3
Nd [kN] = 0.0
Vu [kN] = 403.7

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:30:52

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

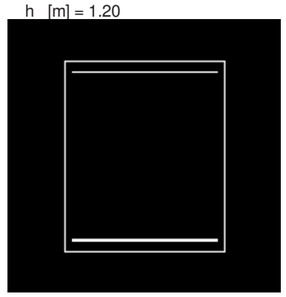
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : LOSA1.2INF2
b0 [m] = 1.00
h [m] = 1.20



2 Comprobación

ρl [·1.E-3] = 2
Nd [kN] = 0.0
Vu [kN] = 347.4

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 14:46:20

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

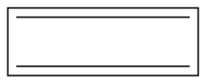
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : HC_0.35
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.35
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 3
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 136.0
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 14:45:33

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

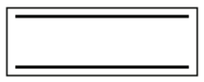
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : HC_0.35
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.35
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 20
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 256.0
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 02/09/2011
Hora: 13:22:32

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

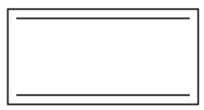
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : LOSA_0.5
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.50
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.181
ϕ [mm]            = 12
n° ramas:           2
Area [cm²/m]      = 12.5
ρ [·1.E-3]        = 7

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]   = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
```

```
Vu1 [kN]   = 2700.0
Vu2 [kN]   = 411.9
Vcu [kN]   = 206.9
Vsu [kN]   = 204.9
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]    = 411.9
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:24:10

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

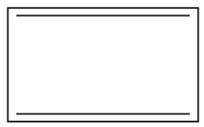
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : HAS_0.6M
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.60
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.09
ϕ [mm]            = 8
n° ramas:           4
Area [cm²/m]      = 22.3
ρ [·1.E-3]        = 5

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]   = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
```

```
Vu1 [kN]   = 3360.0
Vu2 [kN]   = 667.4
Vcu [kN]   = 220.6
Vsu [kN]   = 446.8
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]    = 667.4
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:13:58

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

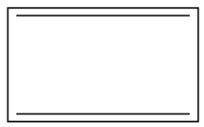
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : HAS_0.6M
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.60
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 2
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 195.1
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:37:30

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

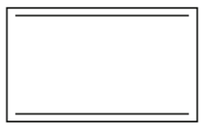
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : HAS_0.6M
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.60
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 5
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 264.8
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:20:15

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

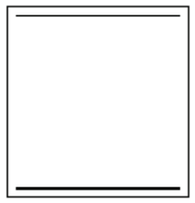
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : LOSA_1.05
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 1.05
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.181
ϕ [mm]            = 12
n° ramas:           2
Area [cm²/m]      = 12.5
ρ [·1.E-3]        = 3

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]   = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
```

```
Vu1 [kN]   = 6000.0
Vu2 [kN]   = 750.9
Vcu [kN]   = 301.0
Vsu [kN]   = 449.9
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]    = 750.9
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 01/09/2011
Hora: 18:46:42

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

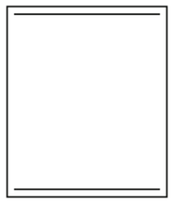
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : LOSA_1.2
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 1.20
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.181
ϕ [mm]            = 12
n° ramas:           2
Area [cm²/m]      = 12.5
ρ [·1.E-3]        = 3

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]   = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
```

```
Vu1 [kN]   = 6900.0
Vu2 [kN]   = 858.8
Vcu [kN]   = 339.0
Vsu [kN]   = 519.9
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]    = 858.8
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 01/09/2011
Hora: 18:38:35

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

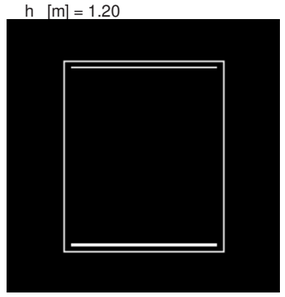
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

- Sección

Sección : LOSA1.2INF
b0 [m] = 1.00
h [m] = 1.20



2 Comprobación

Tipo de armadura: cercos a 90.0º
separación s [m] = 0.252
ϕ [mm] = 10
nº ramas: 4
Area [cm²/m] = 12.5
ρ [·1.E-3] = 2

Inclinación de las bielas θ[º] = 45
Nd [kN] = 0.0
σyd [MPa] = 0.0

Vu1 [kN] = 6900.0
Vu2 [kN] = 814.7
Vcu [kN] = 296.1
Vsu [kN] = 518.6

- Resistencia a cortante:

Vu [kN] = 814.7

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 02/09/2011
Hora: 13:21:41

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

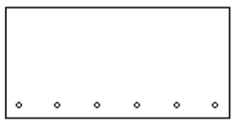
Clase general de exposición : I
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : LOSA_0.5
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25



capa	n° barras	Separación [mm]
1	6	57.5

As [cm²] = 29.5
Ac,ef [cm²] = 1250.0

2 Resultados

Mk [kN·m] = 200

Separación media entre fisuras sm [mm] = 179.0
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.65
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 112.0
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 168.2
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.20

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 14:18:02

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

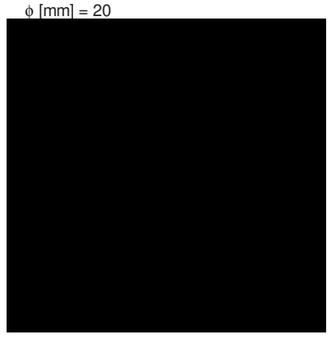
Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 20



capa	nº barras	Separación [mm]
1	8	80

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 220

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:23:31

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

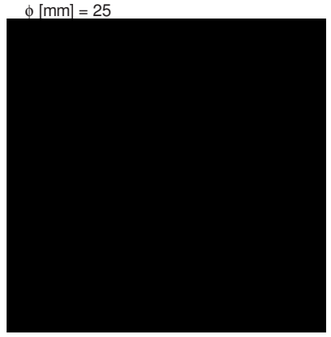
Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : LOSA1.2INFQB
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25



capa	nº barras	Separación [mm]
1	10	57.5
2	5	50

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2 Resultados

Mk [kN·m] = 450

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 14:11:39

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

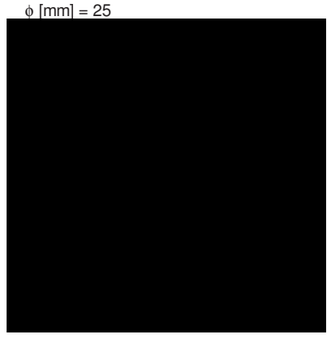
Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25



capa	nº barras	Separación [mm]
1	6	57.5

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 250

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:23:53

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

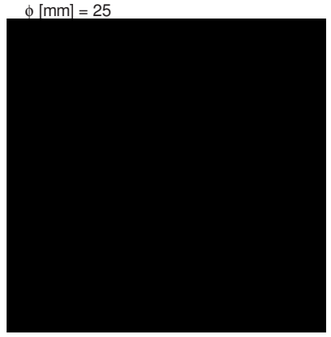
Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : LOSA1.2INFQB
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25



capa	nº barras	Separación [mm]
1	6	57.5

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2 Resultados

Mk [kN·m] = 420

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 14:48:38

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : HC_0.35
b [m] = 1.00
h [m] = 0.35

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 16

capa	nº barras	Separación [mm]
1	4	53.0

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 57.7

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:07:15

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 20

capa	n° barras	Separación [mm]
1	4	55.0

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 50

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:06:37

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 12

capa	n° barras	Separación [mm]
1	6	51.0

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 120

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:01:53

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

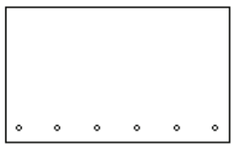
Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25



capa	n° barras	Separación [mm]
1	6	57.5

As [cm²] = 29.5
Ac,ef [cm²] = 1500.0

2 Resultados

Mk [kN·m] = 230

Separación media entre fisuras sm [mm] = 190.0
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.51
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 129.4
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 156.5
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.17

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:08:04

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 20

capa	n° barras	Separación [mm]
1	8	55.0

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 35

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 01/09/2011
Hora: 18:49:17

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : I
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : LOSA_1.2
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25

capa	n° barras	Separación [mm]
1	6	57.5

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 350

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 14:47:30

Comprobación de secciones a flexión simple

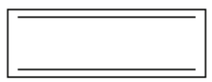
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

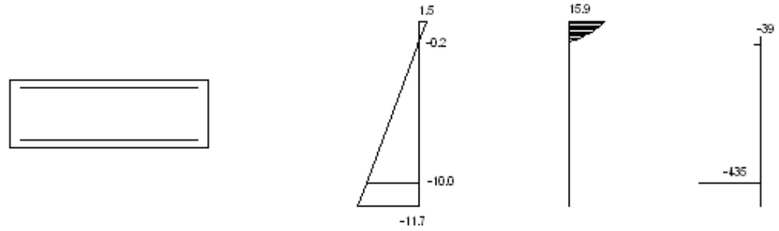
Sección : HC_0.35
b [m] = 1.00
h [m] = 0.35
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045



2 Comprobación

At [cm²] = 8.0
Ac [cm²] = 8.0

Mu [kN·m] = 102.1



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.040
1/r [1/m]·1.E-3 = 37.6
εs ·1.E-3 = 1.5
εi ·1.E-3 = -11.7

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	8.0	-0.2	39.2
0.305	8.0	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 14:34:25

Comprobación de secciones a flexión simple

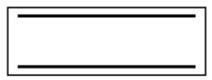
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

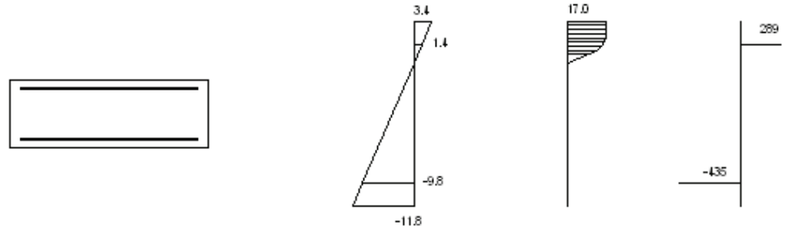
Sección : HC_0.35
b [m] = 1.00
h [m] = 0.35
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045



2 Comprobación

At [cm²] = 73.6
Ac [cm²] = 73.6

Mu [kN·m] = 845.8



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.078
1/r [1/m]·1.E-3 = 43.3
εs ·1.E-3 = 3.4
εi ·1.E-3 = -11.8

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	73.6	1.4	-289.4
0.305	73.6	-9.8	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:30:15

Comprobación de secciones a flexión simple

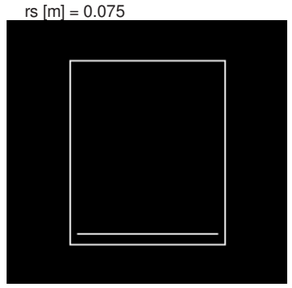
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

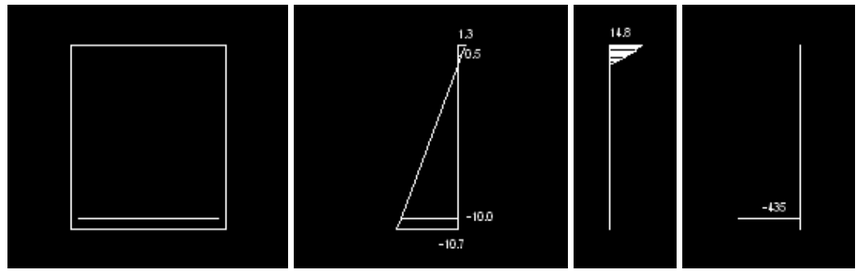
Sección : LOSA1.2INF2
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.075
rs [m] = 0.075



2 Comprobación

At [cm²] = 25.1
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 1178.1



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.128
1/r [1/m]·1.E-3 = 10.0
εs ·1.E-3 = 1.3
εi ·1.E-3 = -10.7

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.075	0.0	0.5	0.0
1.125	25.1	-10.0	434.8

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 01/09/2011
Hora: 17:24:40

Comprobación de secciones a flexión simple

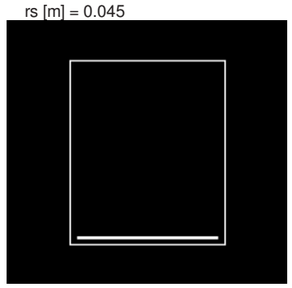
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

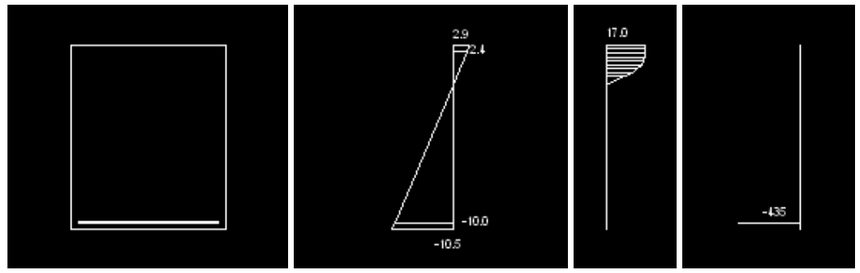
Sección : LOSA1.2INFQB
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045



2 Comprobación

At [cm²] = 76.9
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 3517.4



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.257
1/r [1/m]·1.E-3 = 11.1
εs ·1.E-3 = 2.9
εi ·1.E-3 = -10.5

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	0.0	2.4	0.0
1.155	76.9	-10.0	434.8

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:41:44

Comprobación de secciones a flexión simple

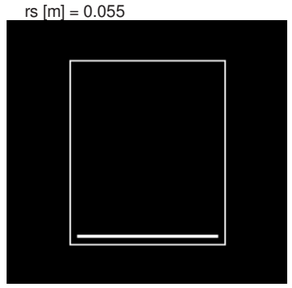
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

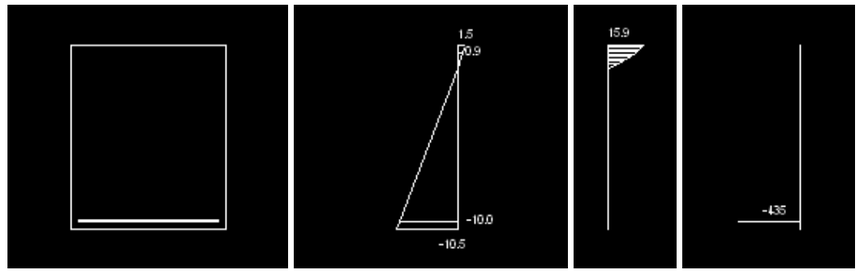
Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.055
rs [m] = 0.055



2 Comprobación

At [cm²] = 32.7
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 1551.3



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.149
1/r [1/m]·1.E-3 = 10.0
εs ·1.E-3 = 1.5
εi ·1.E-3 = -10.5

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.055	0.0	0.9	0.0
1.145	32.7	-10.0	434.8

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 01/09/2011
Hora: 17:13:38

Comprobación de secciones a flexión simple

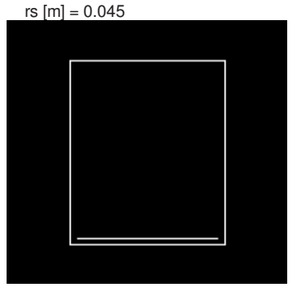
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

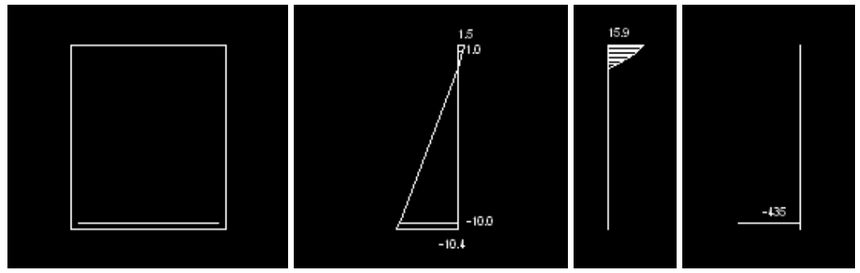
Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045



2 Comprobación

At [cm²] = 32.7
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 1565.3



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.150
1/r [1/m]·1.E-3 = 9.9
εs ·1.E-3 = 1.5
εi ·1.E-3 = -10.4

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	0.0	1.0	0.0
1.155	32.7	-10.0	434.8

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 02/09/2011
Hora: 13:09:37

Comprobación de secciones a flexión simple

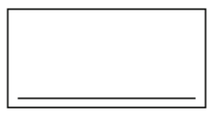
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

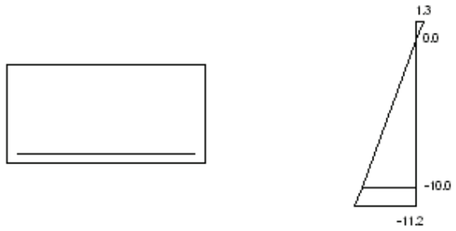
Sección : LOSA_0.5
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.050
rs [m] = 0.050



2 Comprobación

At [cm²] = 10.1
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 188.7



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.051
1/r [1/m]·1.E-3 = 25.0
εs ·1.E-3 = 1.3
εi ·1.E-3 = -11.2

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	0.0	0.0
0.450	10.1	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:55:33

Comprobación de secciones a flexión simple

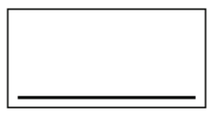
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

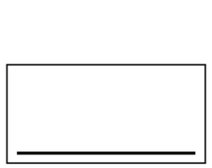
Sección : LOSA_0.5
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.050
rs [m] = 0.050

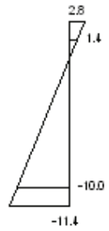


2 Comprobación

At [cm²] = 29.4
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 524.8





Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.099
1/r [1/m]·1.E-3 = 28.3
εs ·1.E-3 = 2.8
εi ·1.E-3 = -11.4

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	1.4	0.0
0.450	29.4	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 02/09/2011
Hora: 13:15:46

Comprobación de secciones a flexión simple

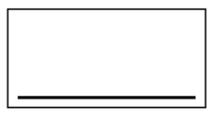
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : Y-1860
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 1674.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

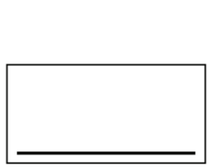
Sección : LOSA_0.5
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.050
rs [m] = 0.050

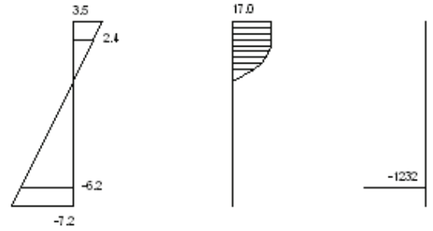


2 Comprobación

At [cm²] = 18.2
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 856.8





Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.163
1/r [1/m]·1.E-3 = 21.5
εs ·1.E-3 = 3.5
εi ·1.E-3 = -7.2

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	2.4	0.0
0.450	18.2	-6.2	1231.6

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:40:25

Comprobación de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

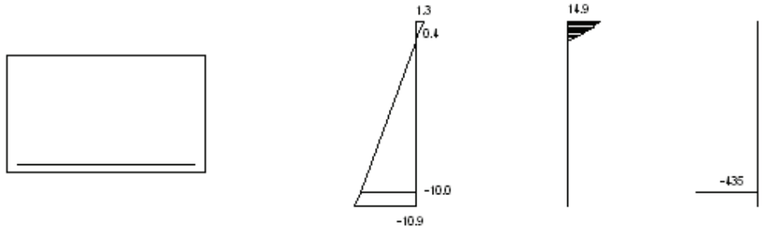
- Sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045

2 Comprobación

At [cm²] = 12.6
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 291.0



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.064
1/r [1/m]·1.E-3 = 20.3
εs ·1.E-3 = 1.3
εi ·1.E-3 = -10.9

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	0.0	0.4	0.0
0.555	12.6	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:39:09

Comprobación de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

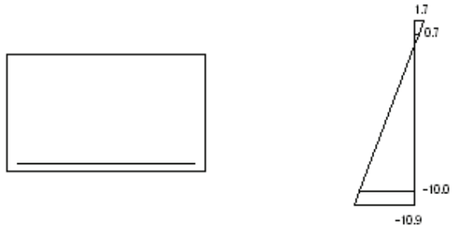
- Sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045

2 Comprobación

At [cm²] = 18.8
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 430.9



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.080
1/r [1/m]·1.E-3 = 21.0
εs ·1.E-3 = 1.7
εi ·1.E-3 = -10.9

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	0.0	0.7	0.0
0.555	18.8	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:39:09

Comprobación de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

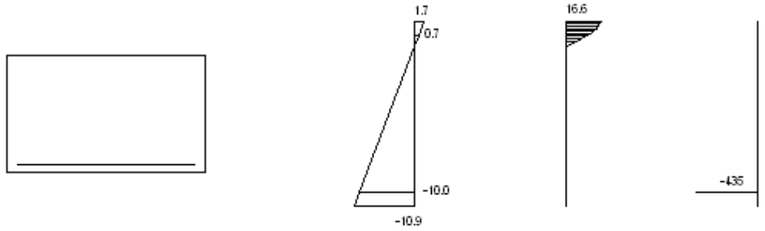
- Sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045

2 Comprobación

At [cm²] = 18.8
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 430.9



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.080
1/r [1/m]·1.E-3 = 21.0
εs ·1.E-3 = 1.7
εi ·1.E-3 = -10.9

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	0.0	0.7	0.0
0.555	18.8	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:33:53

Comprobación de secciones a flexión simple

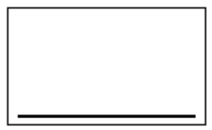
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

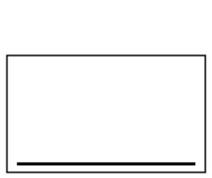
Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045

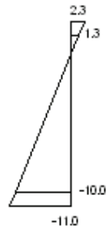


2 Comprobación

At [cm²] = 29.5
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 658.5





Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.106
1/r [1/m]·1.E-3 = 22.2
εs ·1.E-3 = 2.3
εi ·1.E-3 = -11.0

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	0.0	1.3	0.0
0.555	29.5	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:39:56

Comprobación de secciones a flexión simple

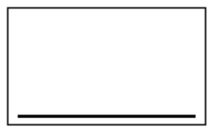
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

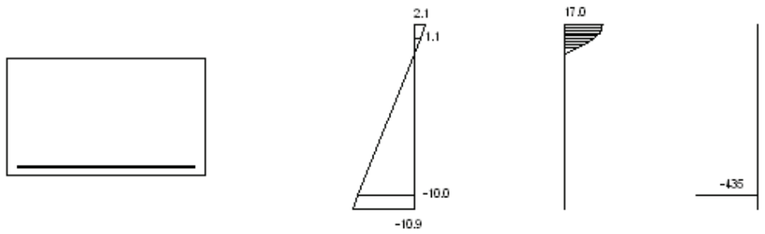
Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045



2 Comprobación

At [cm²] = 25.1
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 567.2



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.095
1/r [1/m]·1.E-3 = 21.7
εs ·1.E-3 = 2.1
εi ·1.E-3 = -10.9

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	0.0	1.1	0.0
0.555	25.1	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:17:40

Comprobación de secciones a flexión simple

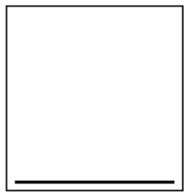
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

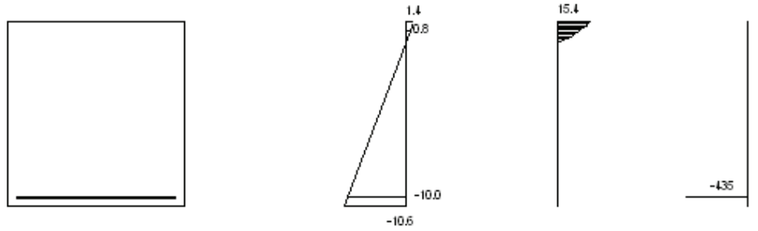
Sección : LOSA_1.05
b [m] = 1.00
h [m] = 1.05
ri [m] = 0.050
rs [m] = 0.050



2 Comprobación

At [cm²] = 25.1
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 1043.9



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.121
1/r [1/m]·1.E-3 = 11.4
εs ·1.E-3 = 1.4
εi ·1.E-3 = -10.6

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	0.8	0.0
1.000	25.1	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 01/09/2011
Hora: 17:24:32

Comprobación de secciones a flexión simple

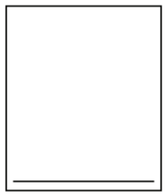
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

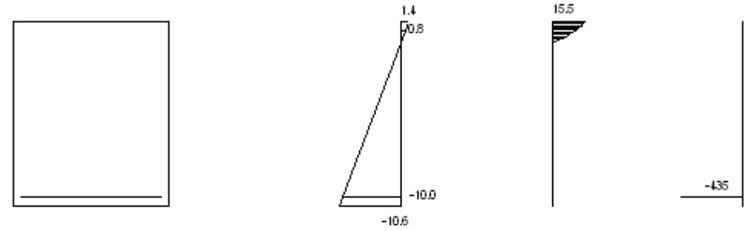
Sección : LOSA_1.2
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.060
rs [m] = 0.060



2 Comprobación

At [cm²] = 29.5
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 1395.2



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.141
1/r [1/m]·1.E-3 = 10.0
εs ·1.E-3 = 1.4
εi ·1.E-3 = -10.6

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.060	0.0	0.8	0.0
1.140	29.5	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 01/09/2011
Hora: 17:59:45

Comprobación de secciones a flexión simple

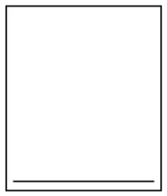
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

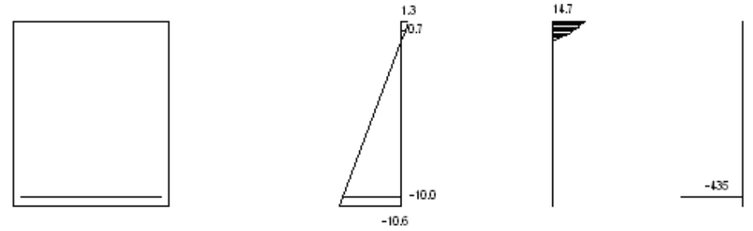
Sección : LOSA_1.2
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.060
rs [m] = 0.060



2 Comprobación

At [cm²] = 25.1
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 1194.2

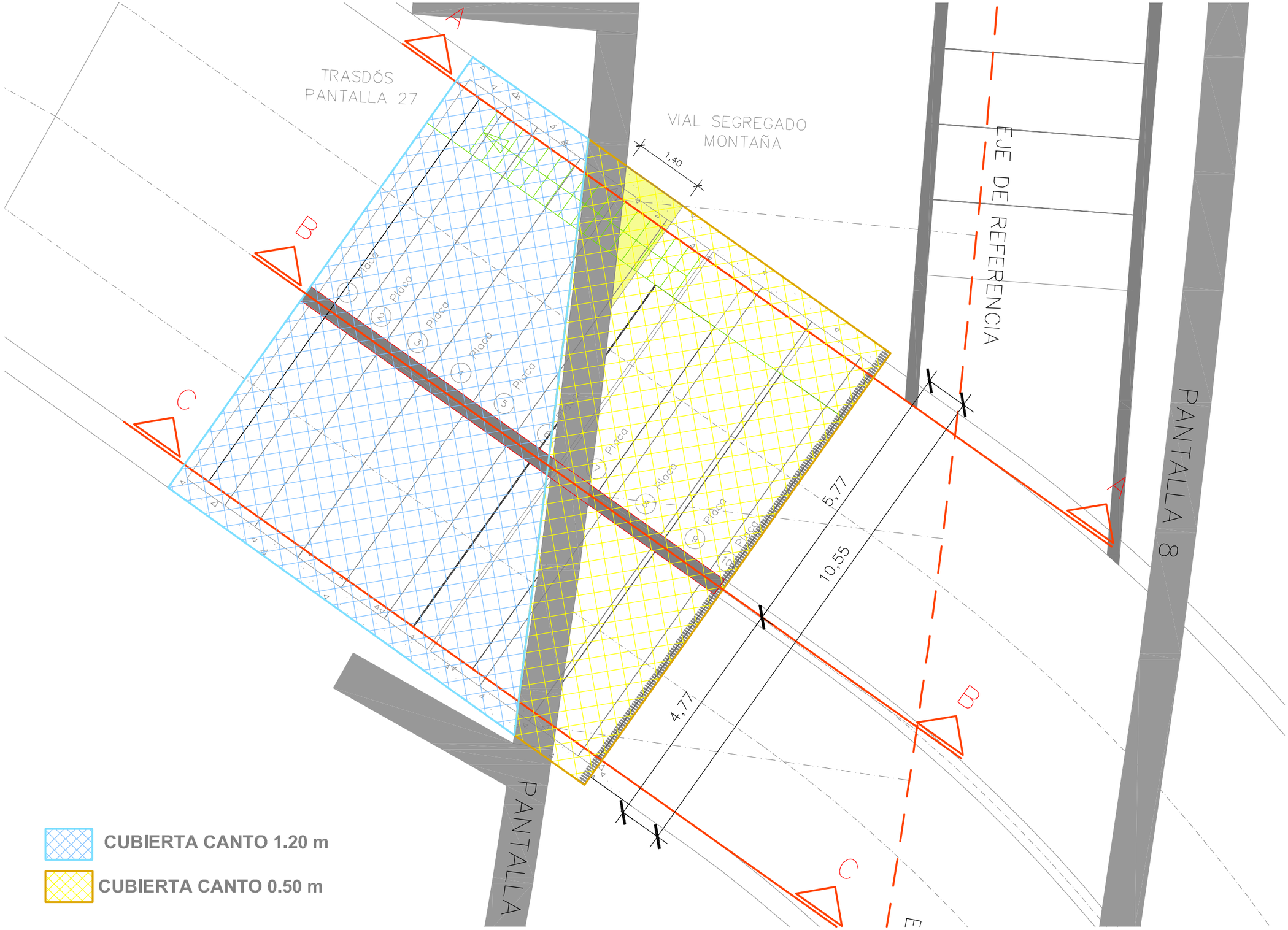


Plano de deformación de agotamiento

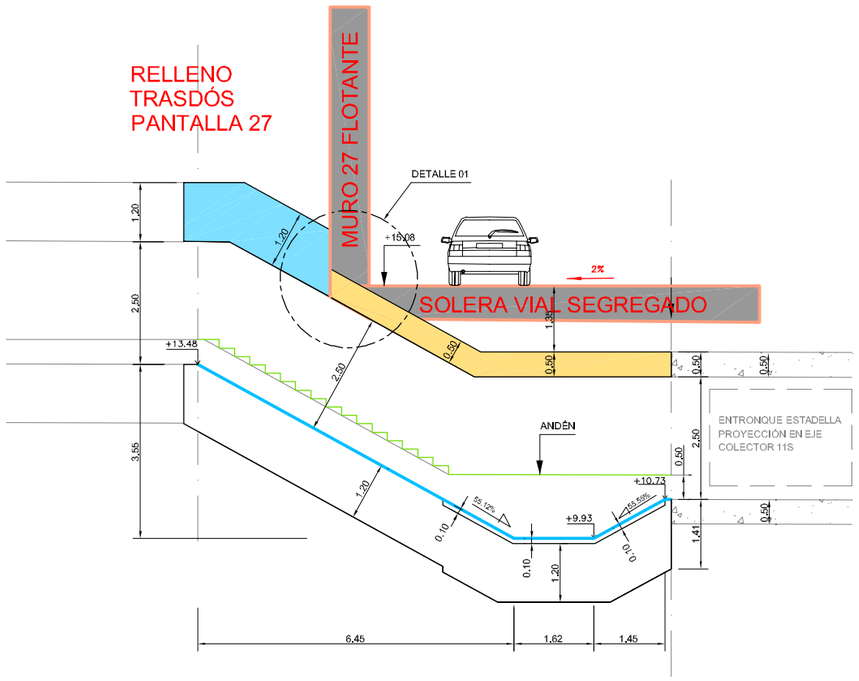
x [m] = 0.129
1/r [1/m]·1.E-3 = 9.9
εs ·1.E-3 = 1.3
εi ·1.E-3 = -10.6

Deformación y tensión de armaduras

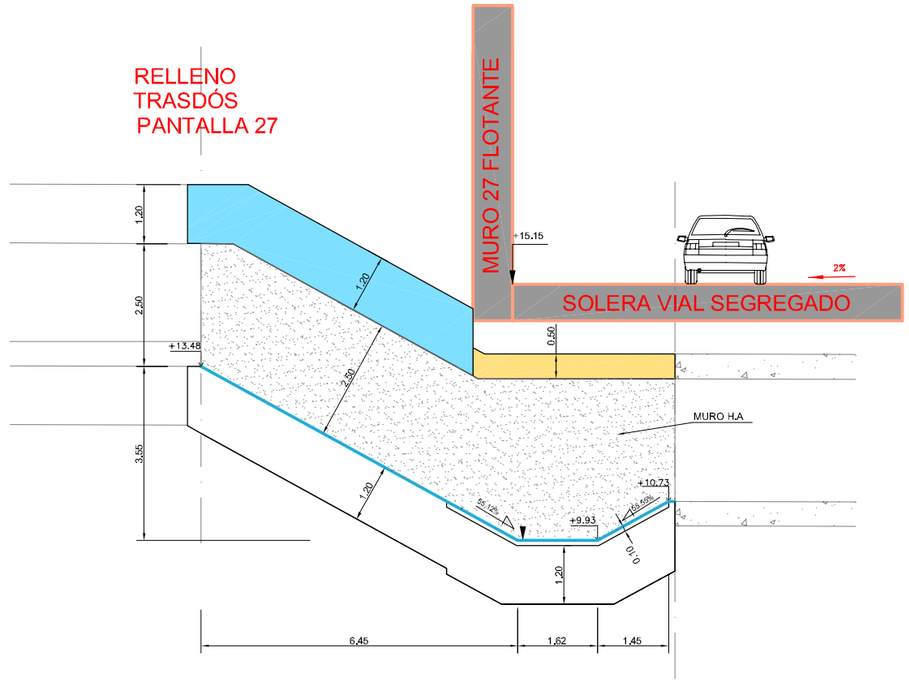
Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.060	0.0	0.7	0.0
1.140	25.1	-10.0	434.8



PROMOTOR: adif	COORDINACIÓN: ISOLUX CORSÁN CORSÁN-CORVIAM	AUTOR DEL PROYECTO	amatria ingeniería	PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA.	PLANO: SITUACIÓN PLANTA CUENCO DISIPADOR 11 DE SEPTIEMBRE	ESCALA: A3: 1:100 ANOTADA	FECHA: SEPT. 2011 / REVISIÓN: ------ / Nº PLANO: 01 / ARCHIVO CAD: Nueva Geo.D isipador 11 sept.dwg / Nº HOJA: 1 DE 5	

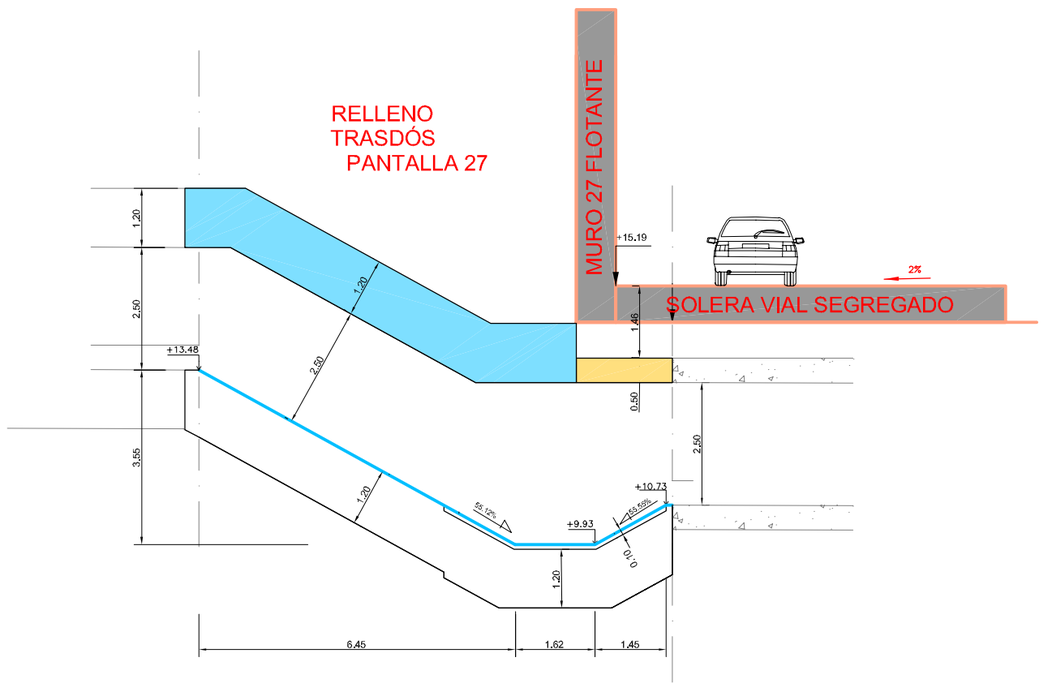


SECCIÓN A-A



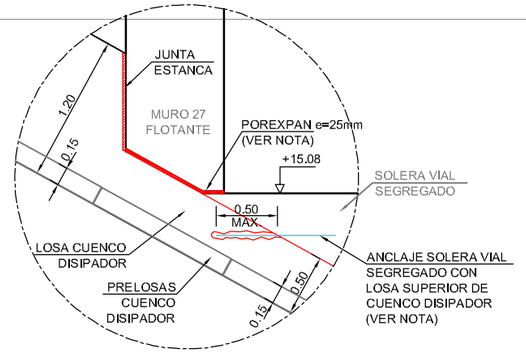
SECCIÓN B-B

P.C. +5.00



SECCIÓN C-C

P.C. +5.00



DETALLE 01
ESCALA: 1/50

NOTA:
-COLOCAR JUNTA ESTANCA MURO 27 FLOTANTE Y LOSA SUPERIOR DE CUENCO DISIPADOR e=1,20m
-COLOCAR POREXPAN e=25m ENTRE MURO 27 FLOTANTE Y LOSA SUPERIOR DE CUENCO DISIPADOR e=0,50m
-PERFORACIÓN MÁXIMA DE ANCLAJE A LOSA SUPERIO CUENCO DISIPADOR 0.50m, EVITANDO LA PERFORACIÓN DE LAS PRELOSAS PREFABRICADAS. DIAMETRO CORRESPONDIENTE SEGÚN ARMADO SOLERA VIAL SEGREGADO
- TODOS LOS ANCLAJES SE REALIZARÁN A TRAVÉS D E RESINA TIPO HILTI HIT-RE 500 O SIMILAR

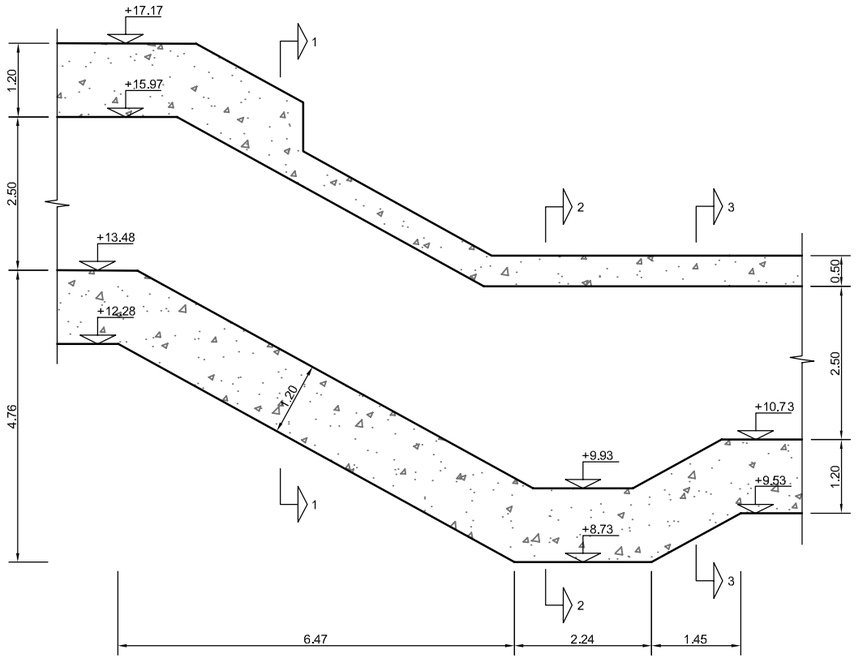
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES - COLECTORES, MUROS Y ZAPATAS

MATERIALES	HORMIGON						ACERO		
	CONTROL		CARACTERISTICAS				CONTROL		CARACT.
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo	Consistencia	Tamaño Max. Arido	Exposicion Ambiente	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo
LOSA	Intenso	γ_c = 1,50	HA-30	Plástica (3-5 cm.)	10 a 15 mm.	IIa+Qb	Normal	γ_s = 1,15	B-500S
MUROS Y HASTIALES	Intenso	γ_c = 1,50	HA-30	Plástica (3-5 cm.)	10 a 15 mm.	IIa+Qb	Normal	γ_s = 1,15	B-500S
Ejecucion(Acciones)	Intenso	γ_G = 1,35 γ_Q = 1,50	ADAPTADO A LA INSTRUCCION EHE						

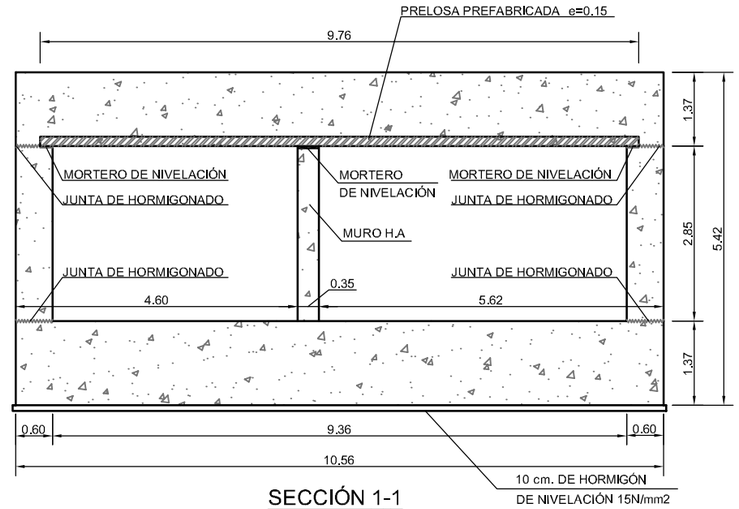
Exposicion/Ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigon de limpieza	I	IIa	IIb	Qb
Recubrimientos nominales(mm.)	45	Ver Exposicion/Ambiente	25	30	40	45

NOTAS
-Control Estadistico en EHE, equivale a control Intenso
-Solapes segun EHE
-El acero utilizado debera estar garantizado con un distintivo reconocido, sello CIETSID, CC-EHE, ...

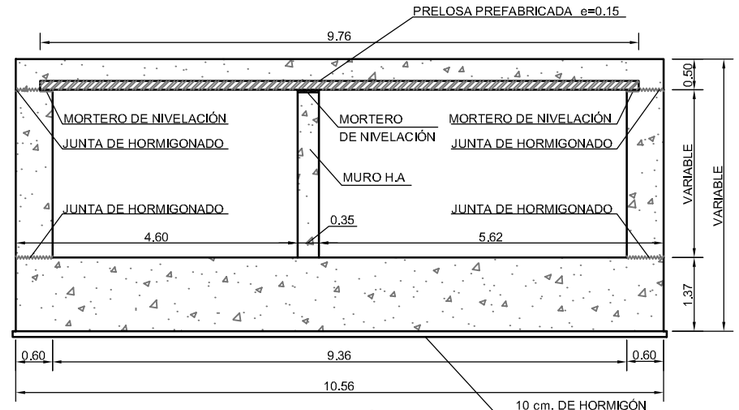
PROMOTOR: adif	COORDINACIÓN: ISOLUX CORSÁN CORSAN-CORVIAM	AUTOR DEL PROYECTO	amatria ingeniería	PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA.	PLANO: SECCIONES CUENO DISIPADOR 11 DE SEPTIEMBRE	ESCALA: A3: 1:125	FECHA: SEPT. 2011 / REVISIÓN: ------ / Nº PLANO: 01	ARCHIVO CAD: Nueva Geo.D isipador 11 sept.dwg / Nº HOJA: 2 DE 5



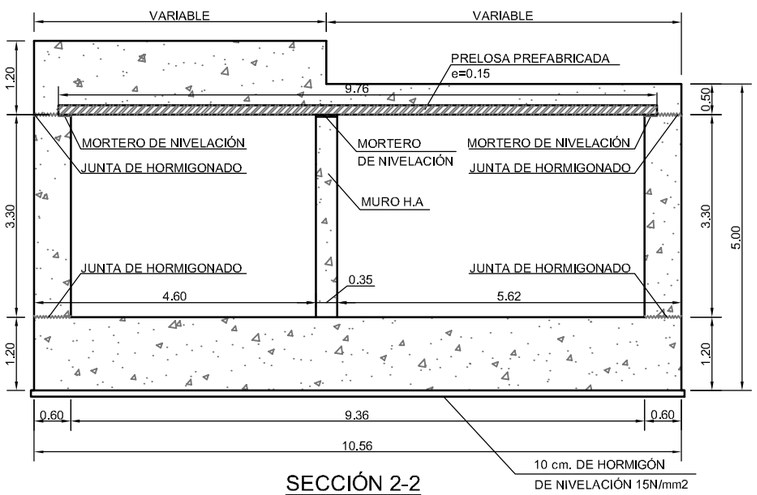
DEFINICIÓN GEOMÉTRICA
ESCALA: 1/100



SECCIÓN 1-1
ESCALA: 1/100



SECCIÓN 3-3
ESCALA: 1/100



SECCIÓN 2-2
ESCALA: 1/100

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES - COLECTORES, MUROS Y ZAPATAS

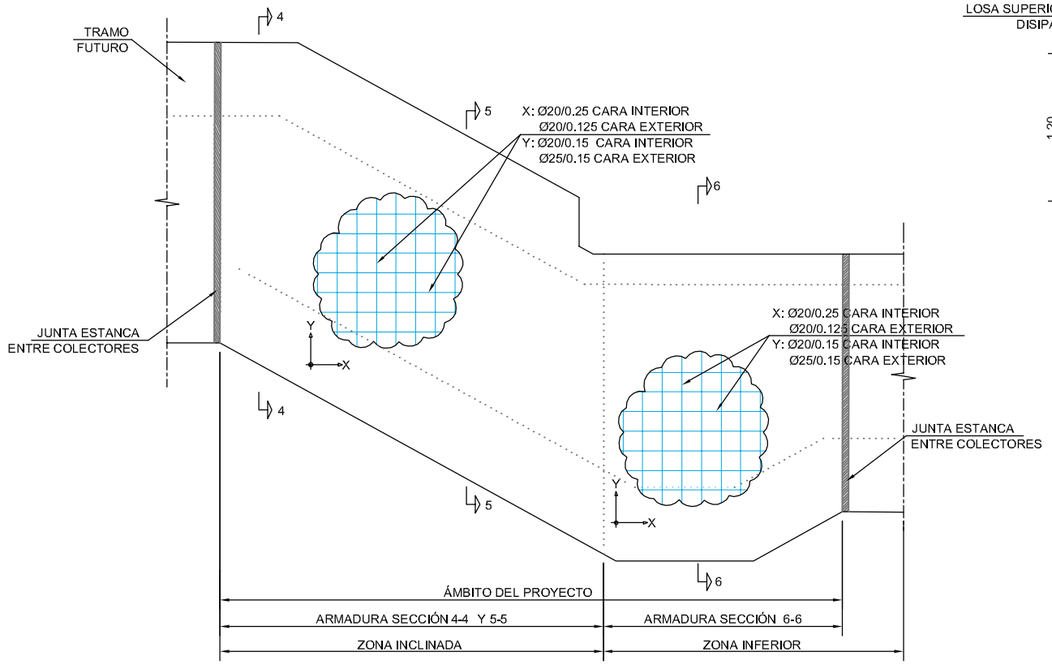
MATERIALES	HORMIGON						ACERO		
	CONTROL		CARACTERISTICAS				CONTROL		CARACT.
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo	Consistencia	Tamaño Max. Arido	Exposicion Ambiente	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo
LOSA	Intenso	γ_c = 1.50	HA-30	Plástica (3-5 cm.)	10 a 15 mm.	IIa+Qb	Normal	γ_s = 1.15	B-500S
MUROS Y HASTIALES	Intenso	γ_c = 1.50	HA-30	Plástica (3-5 cm.)	10 a 15 mm.	IIa+Qb	Normal	γ_s = 1.15	B-500S
Ejecucion(Acciones)	Intenso	γ_G = 1.35 γ_Q = 1.50	ADAPTADO A LA INSTRUCCION EHE						

Exposicion/Ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigon de limpieza	I	IIa	IIb	Qb
Recubrimientos nominales(mm.)	45	Ver Exposicion/Ambiente	25	30	40	45

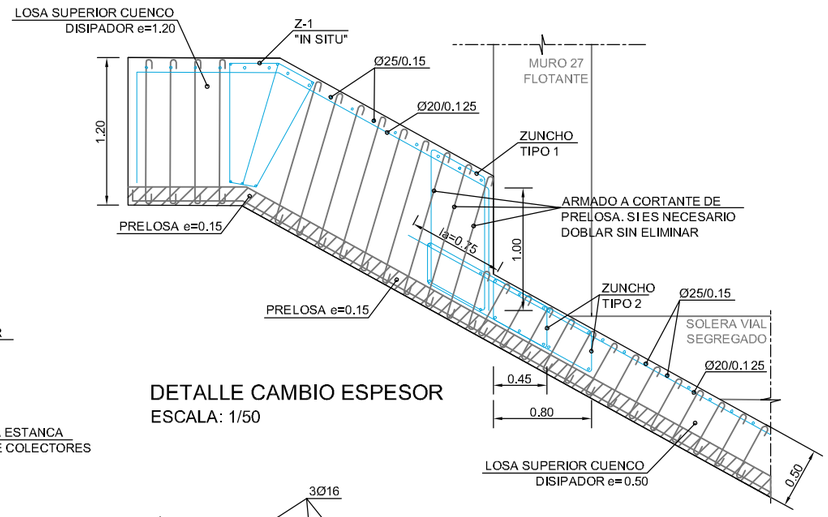
NOTAS

-Control Estadistico en EHE, equivale a control Intenso
-Solapes segun EHE
-El acero utilizado debera estar garantizado con un distintivo reconocido, sello CIETSID, CC-EHE, ...

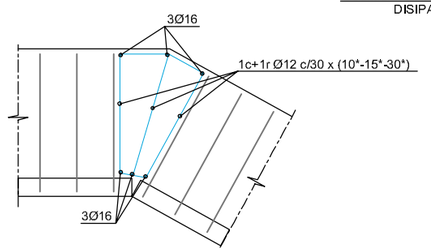
PROMOTOR: adif	COORDINACIÓN: ISOLUX CORSÁN	AUTOR DEL PROYECTO	amatria ingeniería	PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA.	PLANO: DEFINICIÓN GEOMÉTRICA SECCIONES CUENO DISIPADOR 11 DE SEPTIEMBRE	ESCALA: A3: 1:125	FECHA: SEPT. 2011 / REVISIÓN: ------ / Nº PLANO: 01 / ARCHIVO CAD: Nueva Geo.D isipador 11 sept.dwg / Nº HOJA: 4 DE 5



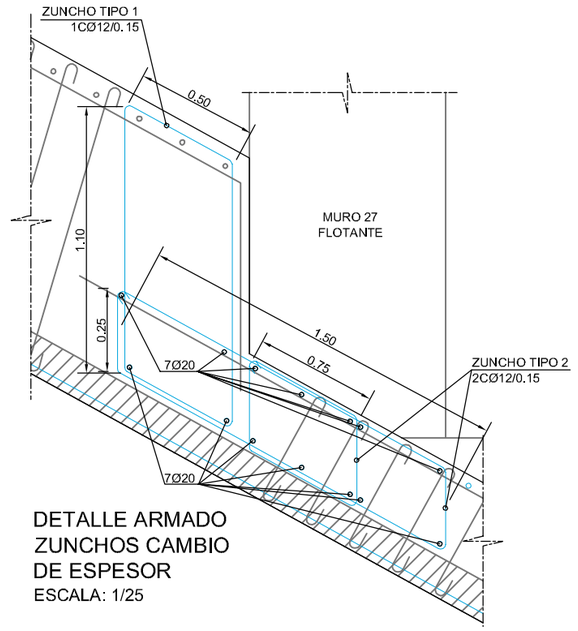
ARMADURA BASE HASTIAL (ver secciones para refuerzos)
ESCALA: 1/100



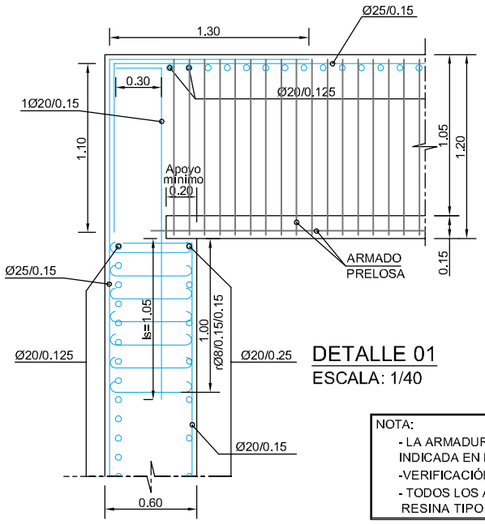
DETALLE CAMBIO ESPESOR
ESCALA: 1/50



ARMADO Z-1 "IN SITU"
ESCALA: 1/50

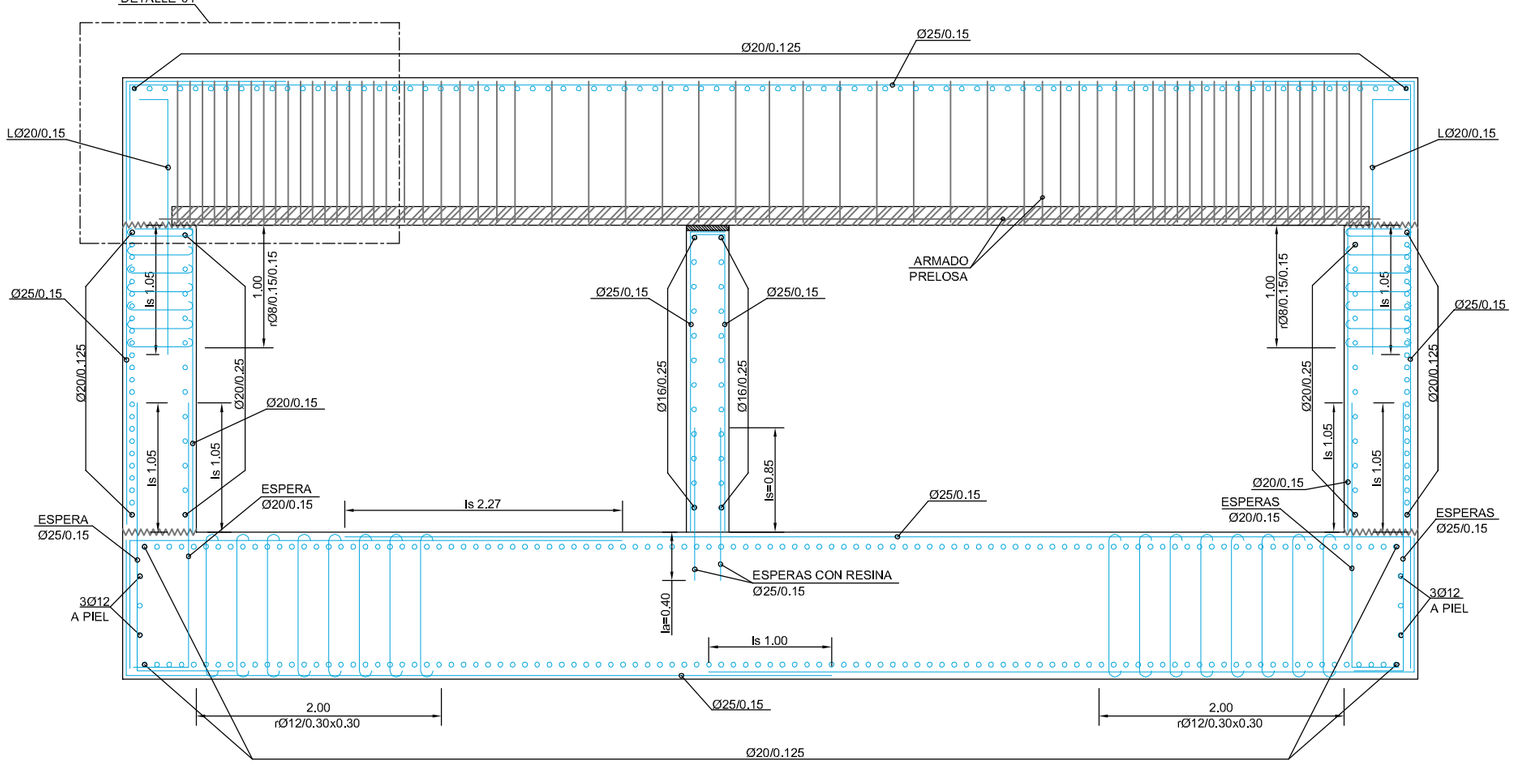


DETALLE ARMADO ZUNCHOS CAMBIO DE ESPESOR
ESCALA: 1/25



DETALLE 01
ESCALA: 1/40

NOTA:
- LA ARMADURA DE LA CAPA DE COMPRESIÓN ES L INDICADA EN ESTOS PLANOS
-VERIFICACIÓN DE GEOMETRÍA EN OBRA
- TODOS LOS ANCLAJES SE REALIZARÁN A TRAVÉS D RESINA TIPO HILTI HIT-RE 500 O SIMILAR



SECCIÓN 4-4
ESCALA: 1/50

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES - COLECTORES, MUROS Y ZAPATAS

MATERIALES	HORMIGON						ACERO		
	CONTROL			CARACTERISTICAS			CONTROL		CARACT.
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo	Consistencia	Tamaño Max. Arido	Exposicion Ambiente	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo
LOSA	Intenso	γ_c = 1,50	HA-30	Plástica (3-5 cm.)	10 a 15 mm.	IIa+Qb	Normal	γ_s = 1,15	B-500S
MUROS Y HASTIALES	Intenso	γ_c = 1,50	HA-30	Plástica (3-5 cm.)	10 a 15 mm.	IIa+Qb	Normal	γ_s = 1,15	B-500S
Ejecucion(Acciones)	Intenso	γ_G = 1,35 γ_Q = 1,50	ADAPTADO A LA INSTRUCCION EHE						

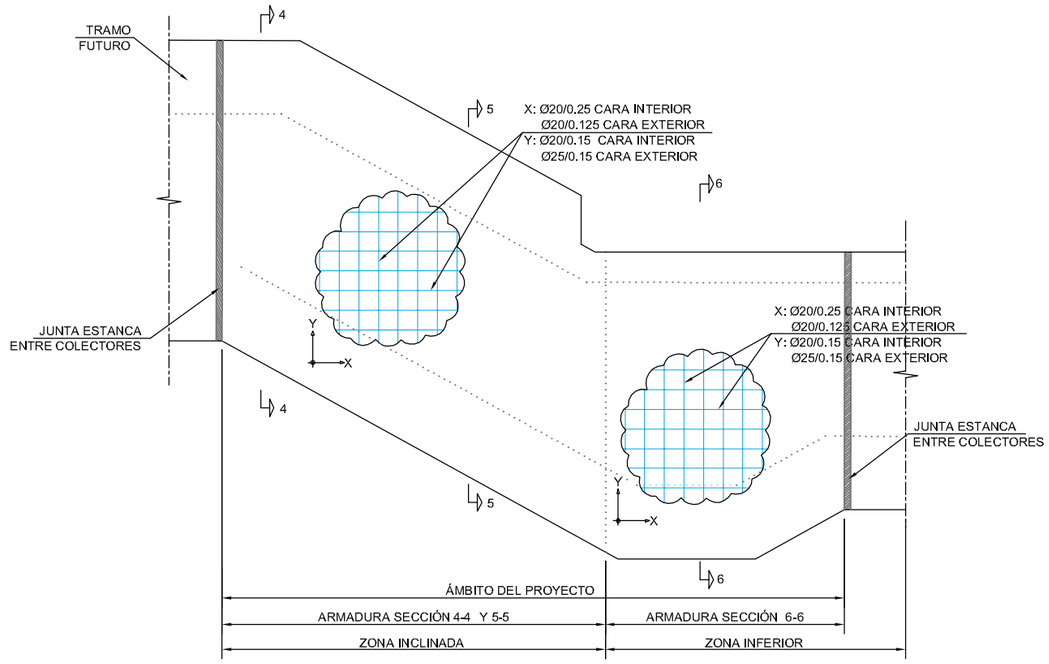
Exposicion/Ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigon de limpieza	I	IIa	IIb	Qb
Recubrimientos nominales(mm.)	45	Ver Exposicion/Ambiente	25	30	40	45

NOTAS
-Control Estadistico en EHE, equivale a control Intenso
-Solapes segun EHE
-El acero utilizado debera estar garantizado con un distintivo reconocido, sello CIETSID, CC-EHE, ...

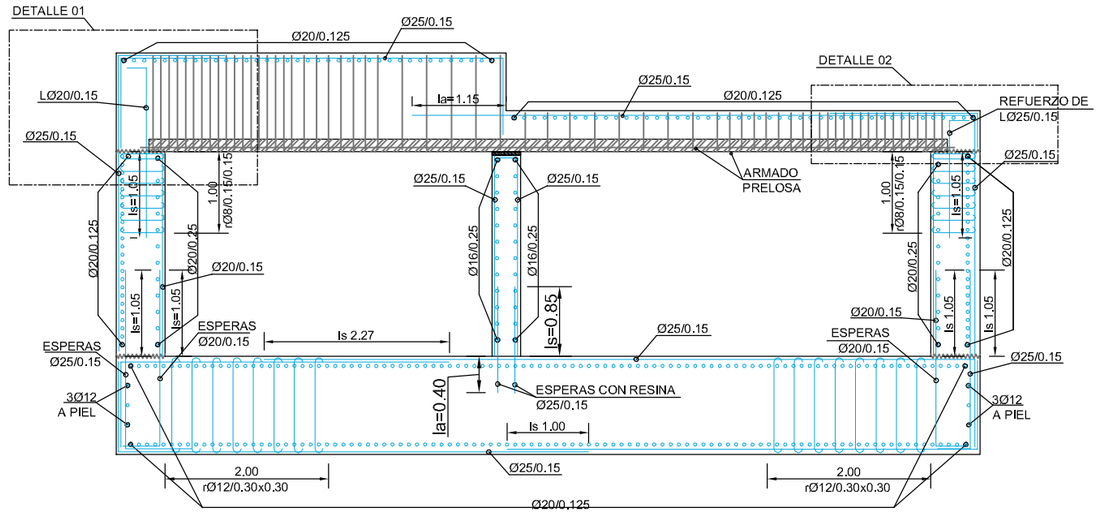
PROMOTOR: adif	COORDINACIÓN: ISOLUX CORSÁN CORSAN-CORVIAM	AUTOR DEL PROYECTO	amatria ingeniería	PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA.	PLANO: DEFINICIÓN ARMADO SECCIÓN 4-4	ESCALA: A3: ANOTADA

FECHA:	REVISIÓN:	Nº PLANO:
SEPT. 2011	------	01
ARCHIVO CAD: Nueva Geo.D isipador 11 sept.dwg		Nº HOJA: 4 DE 5

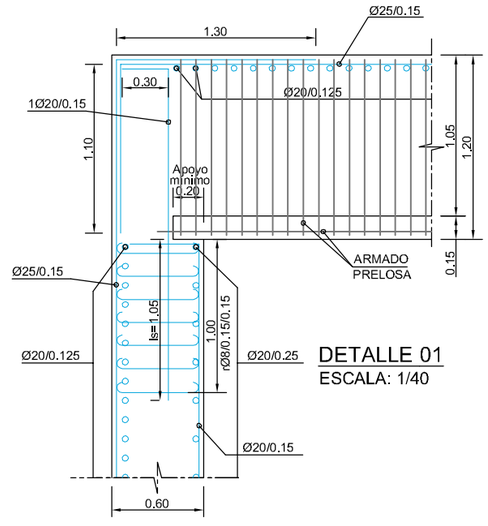
7616



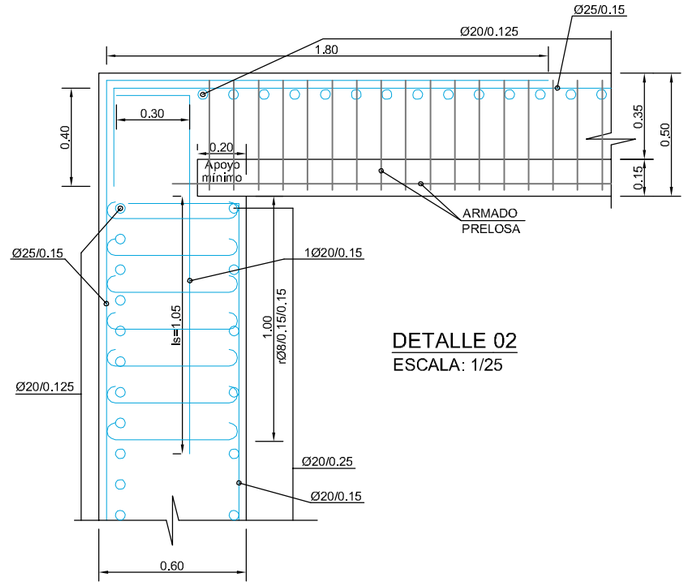
ARMADURA BASE HASTIAL (ver secciones para refuerzos)
ESCALA: 1/100



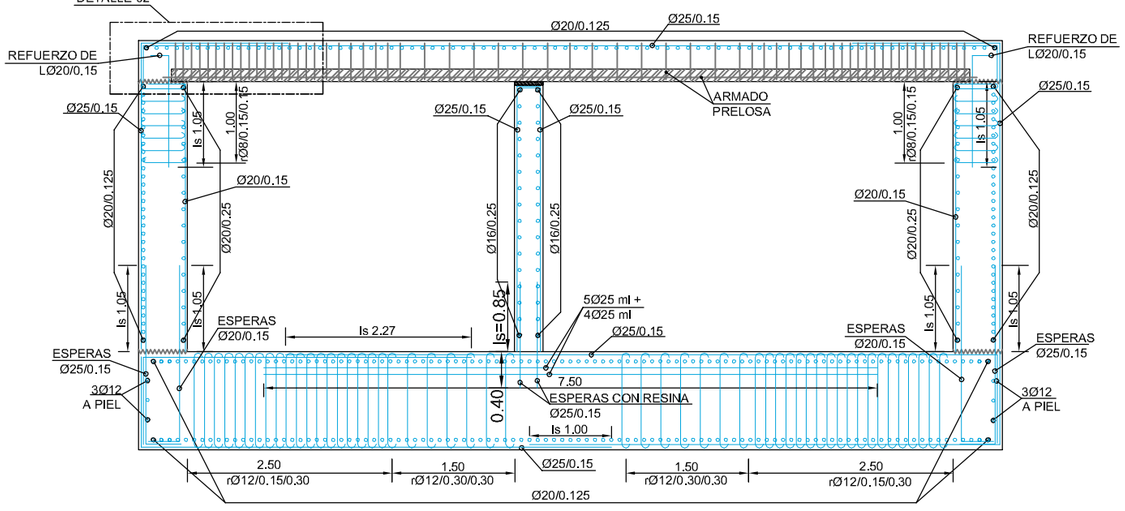
SECCIÓN 5-5
ESCALA: 1/75



DETALLE 01
ESCALA: 1/40



DETALLE 02
ESCALA: 1/25



SECCIÓN 6-6
ESCALA: 1/75

NOTA:
- LA ARMADURA DE LA CAPA DE COMPRESIÓN ES L INDICADA EN ESTOS PLANOS
-VERIFICACIÓN DE GEOMETRÍA EN OBRA
- TODOS LOS ANCLAJES SE REALIZARÁN A TRAVÉS D RESINA TIPO HILTI HIT-RE 500 O SIMILAR

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES - COLECTORES, MUROS Y ZAPATAS

MATERIALES	HORMIGON						ACERO		
	CONTROL		CARACTERISTICAS				CONTROL		CARACT.
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo	Consistencia	Tamaño Max. Arido	Exposicion Ambiente	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo
LOSA	Intenso	γ_c = 1.50	HA-30	Plástica (3-5 cm.)	10 a 15 mm.	IIa+Qb	Normal	γ_s = 1.15	B-500S
MUROS Y HASTIALES	Intenso	γ_c = 1,50	HA-30	Plástica (3-5 cm.)	10 a 15 mm.	IIa+Qb	Normal	γ_s = 1.15	B-500S
Ejecucion(Acciones)	Intenso	γ_G = 1.35 γ_Q = 1,50	ADAPTADO A LA INSTRUCCION EHE						

Exposicion/Ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigon de limpieza	I	IIa	IIb	Qb
Recubrimientos nominales(mm.)	45	Ver Exposicion/Ambiente	25	30	40	45

NOTAS
-Control Estadistico en EHE, equivale a control Intenso
-Solapes segun EHE
-El acero utilizado debera estar garantizado con un distintivo reconocido, sello CIETSID, CC-EHE, ...

PROMOTOR:	COORDINACIÓN:	AUTOR DEL PROYECTO		PROYECTO:	PLANO:	ESCALA:	FECHA:	REVISIÓN:	Nº PLANO:
adif	ISOLUX CORSÁN CORSÁN-CORVIAM		amatria ingeniería	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA.	DEFINICIÓN ARMADO SECCIÓN 5-5 Y SECCIÓN 6-6	A3: 1:125	SEPT. 2011	------	01
							ARCHIVO CAD: Nueva Geo.D isipador 11 sept.dwg		Nº HOJA: 5 DE 5

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:51:09

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

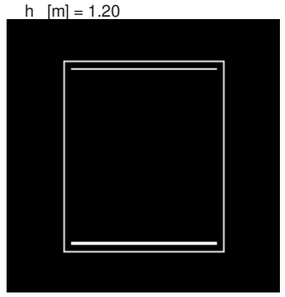
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : LOSA1.2INF
b0 [m] = 1.00
h [m] = 1.20



2 Comprobación

ρl [·1.E-3] = 3
Nd [kN] = 0.0
Vu [kN] = 403.7

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:30:52

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

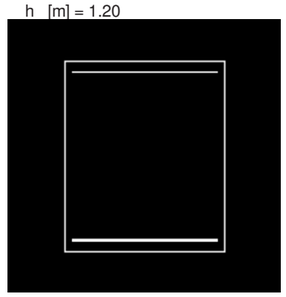
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : LOSA1.2INF2
b0 [m] = 1.00
h [m] = 1.20



2 Comprobación

ρl [·1.E-3] = 2
Nd [kN] = 0.0
Vu [kN] = 347.4

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 14:46:20

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

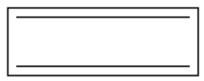
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : HC_0.35
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.35
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 3
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 136.0
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 14:45:33

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

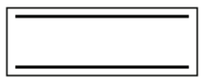
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : HC_0.35
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.35
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 20
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 256.0
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 02/09/2011
Hora: 13:22:32

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

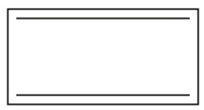
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : LOSA_0.5
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.50
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.181
ϕ [mm]            = 12
n° ramas:           2
Area [cm²/m]      = 12.5
ρ [·1.E-3]        = 7

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]   = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
```

```
Vu1 [kN]   = 2700.0
Vu2 [kN]   = 411.9
Vcu [kN]   = 206.9
Vsu [kN]   = 204.9
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]    = 411.9
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:24:10

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

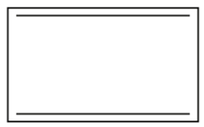
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : HAS_0.6M
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.60
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.09
ϕ [mm]            = 8
n° ramas:           4
Area [cm²/m]      = 22.3
ρ [·1.E-3]        = 5

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]   = 0.0
σyd [MPa] = 0.0

Vu1 [kN]   = 3360.0
Vu2 [kN]   = 667.4
Vcu [kN]   = 220.6
Vsu [kN]   = 446.8
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]    = 667.4
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:13:58

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

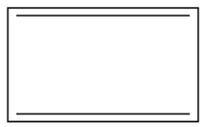
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : HAS_0.6M
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.60
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 2
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 195.1
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:37:30

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

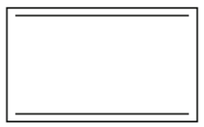
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : HAS_0.6M
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.60
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 5
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 264.8
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:20:15

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

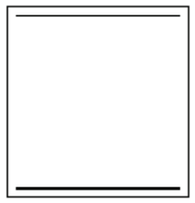
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : LOSA_1.05
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 1.05
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.181
ϕ [mm]            = 12
n° ramas:           2
Area [cm²/m]      = 12.5
ρ [·1.E-3]        = 3

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]   = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
```

```
Vu1 [kN]   = 6000.0
Vu2 [kN]   = 750.9
Vcu [kN]   = 301.0
Vsu [kN]   = 449.9
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]    = 750.9
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 01/09/2011
Hora: 18:46:42

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

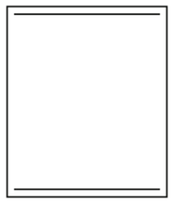
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : LOSA_1.2
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 1.20
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.181
ϕ [mm]            = 12
n° ramas:           2
Area [cm²/m]      = 12.5
ρ [·1.E-3]        = 3

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]   = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
```

```
Vu1 [kN]   = 6900.0
Vu2 [kN]   = 858.8
Vcu [kN]   = 339.0
Vsu [kN]   = 519.9
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]    = 858.8
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 01/09/2011
Hora: 18:38:35

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

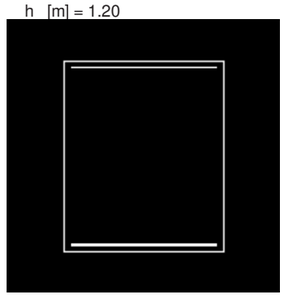
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

- Sección

Sección : LOSA1.2INF
b0 [m] = 1.00
h [m] = 1.20



2 Comprobación

Tipo de armadura: cercos a 90.0º
separación s [m] = 0.252
ϕ [mm] = 10
nº ramas: 4
Area [cm²/m] = 12.5
ρ [·1.E-3] = 2

Inclinación de las bielas θ[º] = 45
Nd [kN] = 0.0
σyd [MPa] = 0.0

Vu1 [kN] = 6900.0
Vu2 [kN] = 814.7
Vcu [kN] = 296.1
Vsu [kN] = 518.6

- Resistencia a cortante:

Vu [kN] = 814.7

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 02/09/2011
Hora: 13:21:41

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

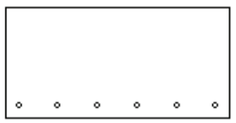
Clase general de exposición : I
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : LOSA_0.5
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25



capa	n° barras	Separación [mm]
1	6	57.5

As [cm²] = 29.5
Ac,ef [cm²] = 1250.0

2 Resultados

Mk [kN·m] = 200

Separación media entre fisuras sm [mm] = 179.0
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.65
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 112.0
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 168.2
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.20

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 14:18:02

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

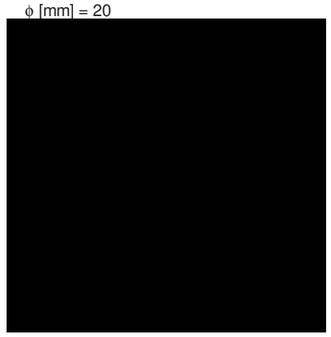
Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 20



capa	nº barras	Separación [mm]
1	8	80

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2 Resultados

Mk [kN·m] = 220

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:23:31

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

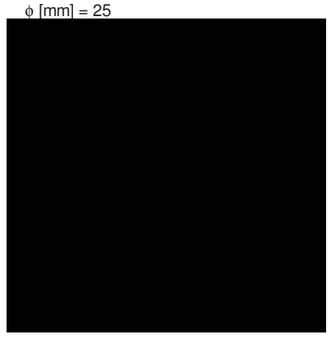
Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : LOSA1.2INFQB
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25



capa	nº barras	Separación [mm]
1	10	57.5
2	5	50

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2 Resultados

Mk [kN·m] = 450

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 14:11:39

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

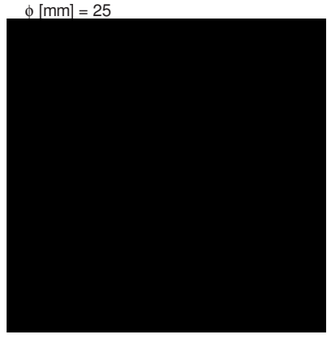
Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25



capa	nº barras	Separación [mm]
1	6	57.5

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2 Resultados

Mk [kN·m] = 250

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:23:53

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

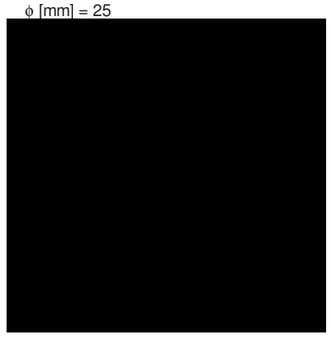
Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : LOSA1.2INFQB
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25



capa	nº barras	Separación [mm]
1	6	57.5

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2 Resultados

Mk [kN·m] = 420

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 14:48:38

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : HC_0.35
b [m] = 1.00
h [m] = 0.35

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 16

capa	nº barras	Separación [mm]
1	4	53.0

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 57.7

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:07:15

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 20

capa	n° barras	Separación [mm]
1	4	55.0

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 50

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:06:37

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 12

capa	n° barras	Separación [mm]
1	6	51.0

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 120

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:01:53

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

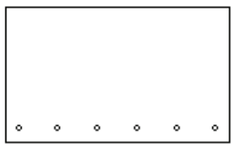
Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25



capa	n° barras	Separación [mm]
1	6	57.5

As [cm²] = 29.5
Ac,ef [cm²] = 1500.0

2 Resultados

Mk [kN·m] = 230

Separación media entre fisuras sm [mm] = 190.0
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.51
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 129.4
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 156.5
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.17

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:08:04

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 20

capa	n° barras	Separación [mm]
1	8	55.0

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 35

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 01/09/2011
Hora: 18:49:17

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : I
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : LOSA_1.2
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 25

capa	n° barras	Separación [mm]
1	6	57.5

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 350

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 14:47:30

Comprobación de secciones a flexión simple

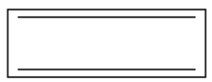
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

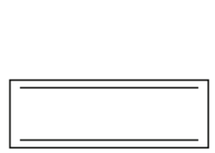
Sección : HC_0.35
b [m] = 1.00
h [m] = 0.35
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045

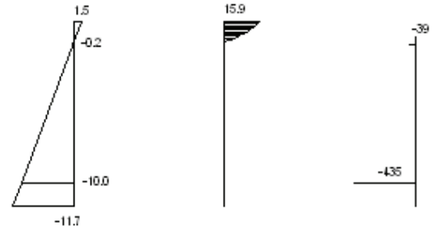


2 Comprobación

At [cm²] = 8.0
Ac [cm²] = 8.0

Mu [kN·m] = 102.1





Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.040
1/r [1/m]·1.E-3 = 37.6
εs ·1.E-3 = 1.5
εi ·1.E-3 = -11.7

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	8.0	-0.2	39.2
0.305	8.0	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 14:34:25

Comprobación de secciones a flexión simple

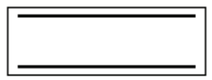
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

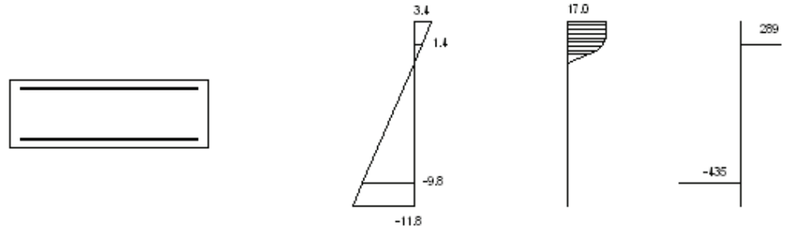
Sección : HC_0.35
b [m] = 1.00
h [m] = 0.35
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045



2 Comprobación

At [cm²] = 73.6
Ac [cm²] = 73.6

Mu [kN·m] = 845.8



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.078
1/r [1/m]·1.E-3 = 43.3
εs ·1.E-3 = 3.4
εi ·1.E-3 = -11.8

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	73.6	1.4	-289.4
0.305	73.6	-9.8	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:30:15

Comprobación de secciones a flexión simple

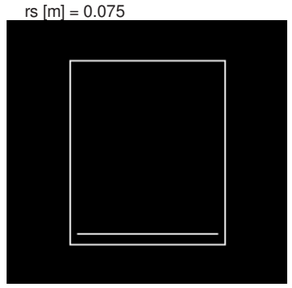
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

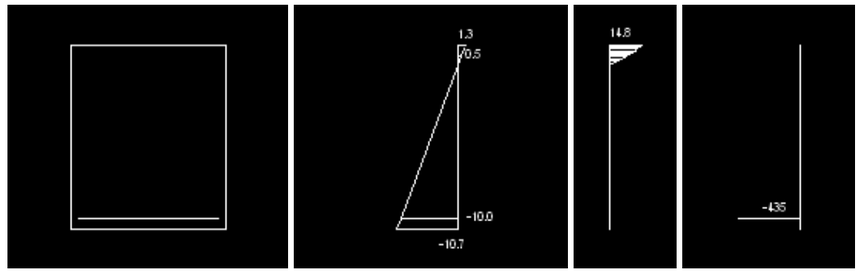
Sección : LOSA1.2INF2
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.075
rs [m] = 0.075



2 Comprobación

At [cm²] = 25.1
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 1178.1



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.128
1/r [1/m]·1.E-3 = 10.0
εs ·1.E-3 = 1.3
εi ·1.E-3 = -10.7

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.075	0.0	0.5	0.0
1.125	25.1	-10.0	434.8

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 01/09/2011
Hora: 17:24:40

Comprobación de secciones a flexión simple

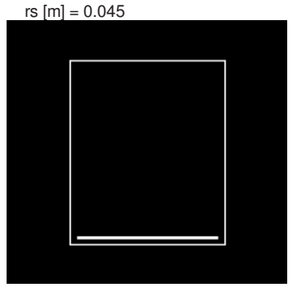
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

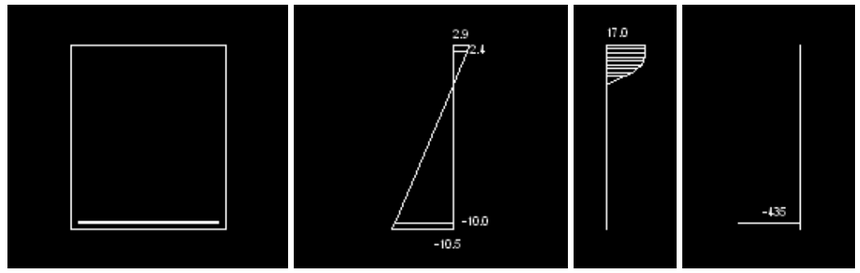
Sección : LOSA1.2INFQB
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045



2 Comprobación

At [cm²] = 76.9
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 3517.4



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.257
1/r [1/m]·1.E-3 = 11.1
εs ·1.E-3 = 2.9
εi ·1.E-3 = -10.5

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	0.0	2.4	0.0
1.155	76.9	-10.0	434.8

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:41:44

Comprobación de secciones a flexión simple

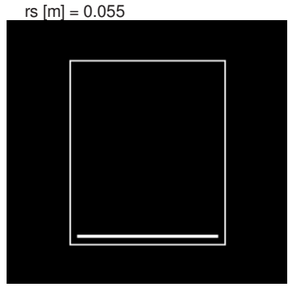
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

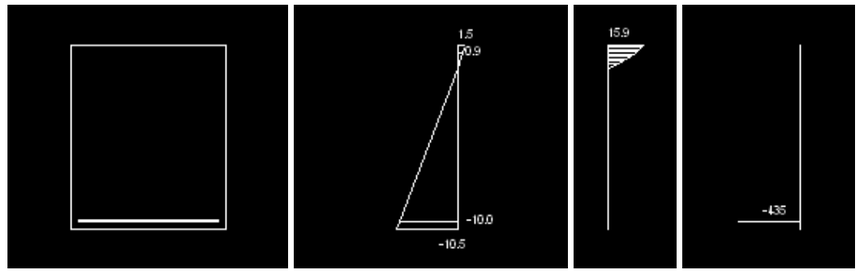
Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.055
rs [m] = 0.055



2 Comprobación

At [cm²] = 32.7
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 1551.3



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.149
1/r [1/m]·1.E-3 = 10.0
εs ·1.E-3 = 1.5
εi ·1.E-3 = -10.5

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.055	0.0	0.9	0.0
1.145	32.7	-10.0	434.8

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 01/09/2011
Hora: 17:13:38

Comprobación de secciones a flexión simple

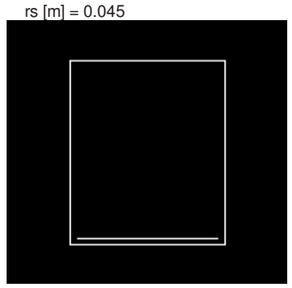
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

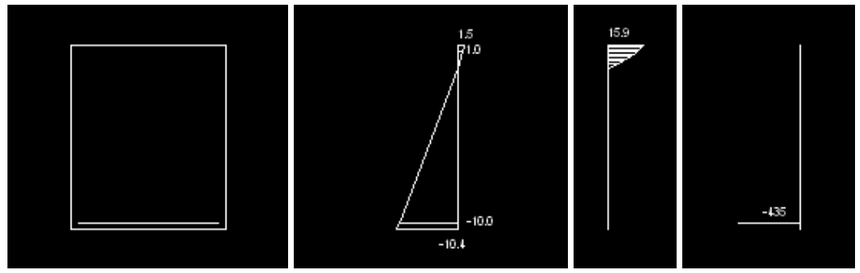
Sección : LOSA1.2INF
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045



2 Comprobación

At [cm²] = 32.7
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 1565.3



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.150
1/r [1/m]·1.E-3 = 9.9
εs ·1.E-3 = 1.5
εi ·1.E-3 = -10.4

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	0.0	1.0	0.0
1.155	32.7	-10.0	434.8

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 02/09/2011
Hora: 13:09:37

Comprobación de secciones a flexión simple

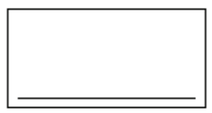
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

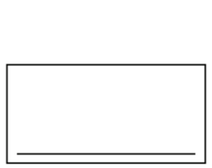
Sección : LOSA_0.5
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.050
rs [m] = 0.050

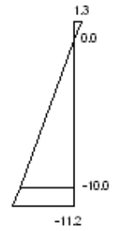


2 Comprobación

At [cm²] = 10.1
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 188.7





Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.051
1/r [1/m]·1.E-3 = 25.0
εs ·1.E-3 = 1.3
εi ·1.E-3 = -11.2

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	0.0	0.0
0.450	10.1	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:55:33

Comprobación de secciones a flexión simple

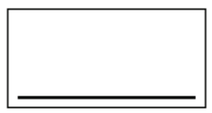
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

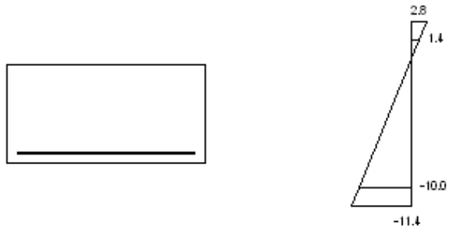
Sección : LOSA_0.5
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.050
rs [m] = 0.050



2 Comprobación

At [cm²] = 29.4
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 524.8



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.099
1/r [1/m]·1.E-3 = 28.3
εs ·1.E-3 = 2.8
εi ·1.E-3 = -11.4

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	1.4	0.0
0.450	29.4	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 02/09/2011
Hora: 13:15:46

Comprobación de secciones a flexión simple

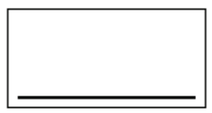
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : Y-1860
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 1674.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

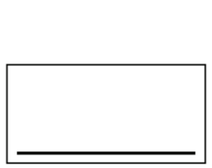
Sección : LOSA_0.5
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
ri [m] = 0.050
rs [m] = 0.050

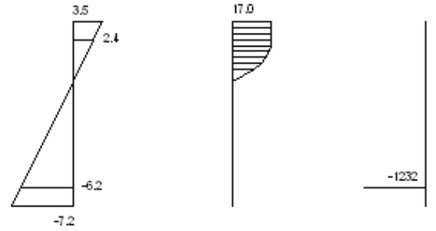


2 Comprobación

At [cm²] = 18.2
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 856.8





Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.163
1/r [1/m]·1.E-3 = 21.5
εs ·1.E-3 = 3.5
εi ·1.E-3 = -7.2

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	2.4	0.0
0.450	18.2	-6.2	1231.6

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:40:25

Comprobación de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

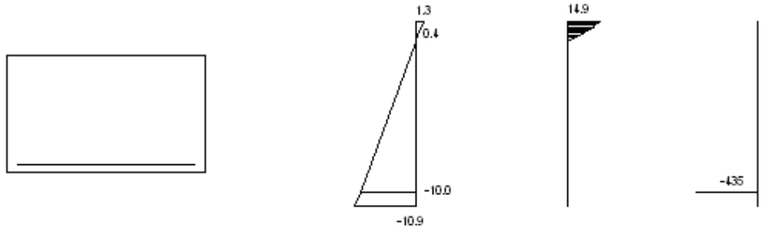
- Sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045

2 Comprobación

At [cm²] = 12.6
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 291.0



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.064
1/r [1/m]·1.E-3 = 20.3
εs ·1.E-3 = 1.3
εi ·1.E-3 = -10.9

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	0.0	0.4	0.0
0.555	12.6	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:39:09

Comprobación de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

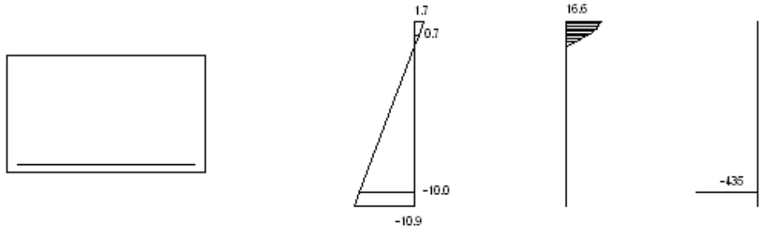
- Sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045

2 Comprobación

At [cm²] = 18.8
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 430.9



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.080
1/r [1/m]·1.E-3 = 21.0
εs ·1.E-3 = 1.7
εi ·1.E-3 = -10.9

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	0.0	0.7	0.0
0.555	18.8	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:39:09

Comprobación de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

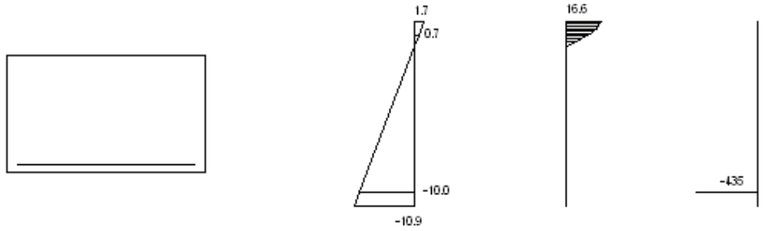
- Sección

Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045

2 Comprobación

At [cm²] = 18.8
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 430.9



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.080
1/r [1/m]·1.E-3 = 21.0
εs ·1.E-3 = 1.7
εi ·1.E-3 = -10.9

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	0.0	0.7	0.0
0.555	18.8	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:33:53

Comprobación de secciones a flexión simple

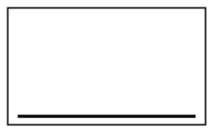
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

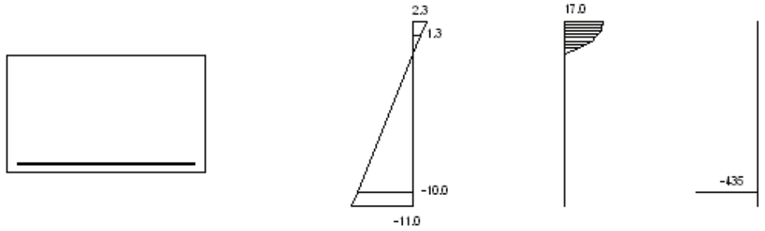
Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045



2 Comprobación

At [cm²] = 29.5
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 658.5



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.106
1/r [1/m]·1.E-3 = 22.2
εs ·1.E-3 = 2.3
εi ·1.E-3 = -11.0

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	0.0	1.3	0.0
0.555	29.5	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 02/09/2011
Hora: 16:39:56

Comprobación de secciones a flexión simple

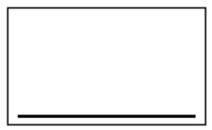
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

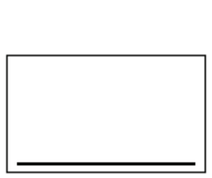
Sección : HAS_0.6M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.60
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.045

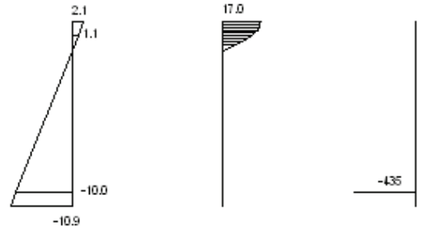


2 Comprobación

At [cm²] = 25.1
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 567.2





Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.095
1/r [1/m]·1.E-3 = 21.7
εs ·1.E-3 = 2.1
εi ·1.E-3 = -10.9

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.045	0.0	1.1	0.0
0.555	25.1	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 02/09/2011
Hora: 12:17:40

Comprobación de secciones a flexión simple

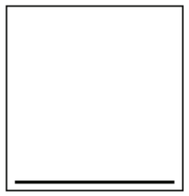
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

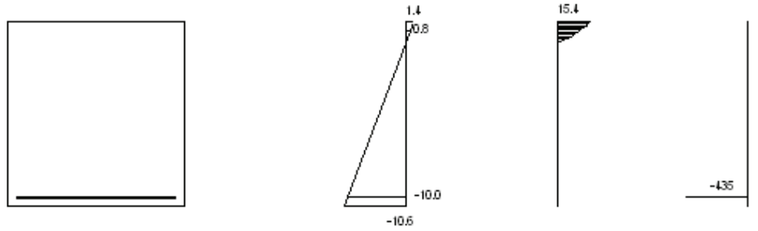
Sección : LOSA_1.05
b [m] = 1.00
h [m] = 1.05
ri [m] = 0.050
rs [m] = 0.050



2 Comprobación

At [cm²] = 25.1
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 1043.9



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.121
1/r [1/m]·1.E-3 = 11.4
εs ·1.E-3 = 1.4
εi ·1.E-3 = -10.6

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	0.8	0.0
1.000	25.1	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 01/09/2011
Hora: 17:24:32

Comprobación de secciones a flexión simple

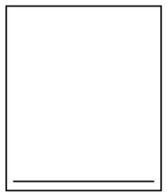
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

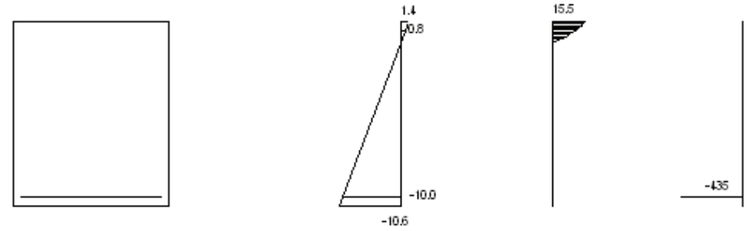
Sección : LOSA_1.2
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.060
rs [m] = 0.060



2 Comprobación

At [cm²] = 29.5
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 1395.2



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.141
1/r [1/m]·1.E-3 = 10.0
εs ·1.E-3 = 1.4
εi ·1.E-3 = -10.6

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.060	0.0	0.8	0.0
1.140	29.5	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: cuenco disipador 11 de setembre
Fecha: 01/09/2011
Hora: 17:59:45

Comprobación de secciones a flexión simple

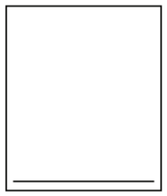
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

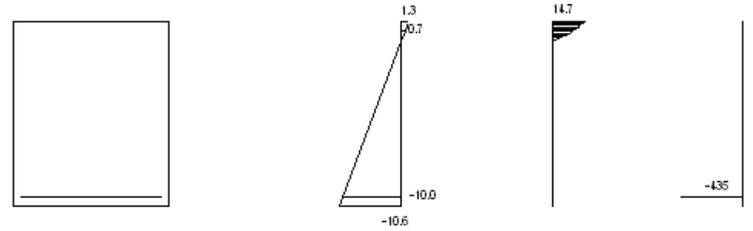
Sección : LOSA_1.2
b [m] = 1.00
h [m] = 1.20
ri [m] = 0.060
rs [m] = 0.060



2 Comprobación

At [cm²] = 25.1
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 1194.2



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.129
1/r [1/m]·1.E-3 = 9.9
εs ·1.E-3 = 1.3
εi ·1.E-3 = -10.6

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.060	0.0	0.7	0.0
1.140	25.1	-10.0	434.8

Ricart, Concepcion

De: Calvo, Juan Antonio
Enviado el: viernes, 23 de septiembre de 2011 11:53
Para: Jose Joaquin Asensio Rodriguez; Jose Vicente Peñas Bermudez; Miguel Abellan Alcaraz
CC: Calvo Perales, Isaac; Ricart, Concepcion; Sanchez Rodriguez, Gloria; Verdejo Vicente, Gemma
Asunto: CUENCO 11 SEPTIEMBRE. APROBACIÓN HASTIALES EXTERIORES

Estimados señores:

Se ha revisado la parte correspondiente a los hastiales exteriores del documento "Memoria de cálculo del cuenco disipador en la zona del colector 11 de Septiembre con hastial intermedio" y la nota aclaratoria sobre el cuenco disipador" y se acepta la justificación del armado propuesto para estos hastiales y la no necesidad de la armadura refuerzo LØ25 a 0.15 que es lo que difiere con respecto al armado original.

Por tanto no vemos inconveniente para ejecutar dichos hastiales exteriores.

En breve, daremos respuesta con respecto al hastial interior y el lunes (esperamos) daremos respuesta a la cubierta tal como nos habíamos comprometido.

Un saludo

Juan Antonio Calvo Benítez
Jefe de estructuras
Oficina Técnica ACO - Sector Sagrera- Sector Sant Andreu
L.A.V. Madrid-Barcelona-F.Francesa
Sagrera 111, Bajos - 08027 Barcelona
juanantonio.calvo@aecom.com

INOCSA – An AECOM Company
C/ Quintana, 2 - Madrid (28008) Spain
T +34 915 487 790 F +34 915 487 791
www.inocsa.es
www.aecom.com

INOCSA
Una Empresa AECOM
23 SEP 2011
SALIDA Nº 4652 ARCHIVO 431

De: Jose Joaquin Asensio Rodriguez [mailto:jjasensio@isoluxcorsan.com]
Enviado el: jueves, 22 de septiembre de 2011 19:08
Para: Calvo Perales, Isaac
CC: Jose Vicente Peñas Bermudez; Miguel Abellan Alcaraz; Calvo, Juan Antonio
Asunto: RE: Cuenco 11 Sept

Buenas tardes,

Si disponemos del armado en obra.

En el hastial lado Barcelona ya que estaban montados los refuerzos antes que se suscitara el cambio en la cubierta hemos optado por dejarlos puestos. Tan sólo los hemos eliminado en el primer 1,70m en el que la cubierta es de canto de 0,50 ya que la geometría del refuerzo (la diagonal) dificulta la colocación de las prelosas.
En el hastial lado Gerona ya que hemos tenido que montarlo entero de nuevo hemos optado por no colocarlos, ni en el canto de 1,20 ni el canto de 0,50 (ya que la aclaración que remitimos el lunes justificaba la opción sin refuerzos)
El plannnig a día de hoy (para que nos coordinemos en cuanto a revisiones y aprobaciones es el siguiente):
Viernes 23: Final de los trabajos de ferrallado del hastial central. Encofrado del hastial Gerona.
Sábado 24: Encofrado hastial central.
Lunes 26: Hormigonado de los tres hastiales.

Marte 27: Ejecución de pasillos
Miércoles 28: Ejecución de pasillos
Jueves 27: Colocación de prelosas
Viernes 28: Colocación de prelosas, adaptación de cortantes a cambios de canto de cubierta y encofrado de cubierta.

El objetivo es comenzar el ferrallado de la cubierta el Lunes 3. Teniendo en cuenta que necesitamos una semana para el suministro del hierro desde el pedido, y que lo pedimos en el mismo momento de la aprobación de la cubierta, lo ideal sería tener la aprobación de la cubierta no más tarde del próximo lunes 26. En cuanto a los hastiales si lo tenéis mañana no se retrasa el objetivo.

Gracias y un saludo

Jose Joaquín Asensio Rodríguez
Jefe de Producción
Zona VI
Corsán-Corviam Construcción
ISOLUX CORSÁN
C/ Bofarull, 9-11
08027 Barcelona
Tel. +034 93 352 97 65
Fax. +034 93 408 32 68
www.isoluxcorsan.com

De: Calvo Perales, Isaac [mailto:isaac.calvo@inocsa.es]
Enviado el: jueves, 22 de septiembre de 2011 18:46
Para: Miguel Abellan Alcaraz; Calvo, Juan Antonio
CC: Jose Vicente Peñas Bermudez; Jose Joaquin Asensio Rodriguez
Asunto: RE: Cuenco 11 Sept

Hola Miguel,

Pues en realidad pensaba que no era necesario mirar nada de los hastiales exteriores, pues nuestra respuesta decía que incluyendo los refuerzos se podía hormigonar. Me cuenta Gemma que no disponéis del armado en obra, por lo que lo revisamos para mañana con carácter de urgencia, y también de las aclaraciones al hastial intermedio, con ánimo de que se pueda hormigonar el lunes.

Saludos

Isaac Calvo Perales
Jefe de Unidad
Asistencia Técnica La Sagrera-Nudo Trinidad
Sector Sagrera - Sector San Andrés
C/ Sagrera 111 Bajos, 08027 (Barcelona)
D +34 93 352 97 52 C +608 74 59 71
isaac.calvo@inocsa.es
isaac.calvo@aecom.com

INOCSA, Una Empresa AECOM
Quintana, 2, 3ª Planta Madrid (28008), España
T +34 915 487 790 F +34 915 487 791
www.inocsa.es
www.aecom.com

Ricart, Concepcion

De: Calvo, Juan Antonio
Enviado el: viernes, 23 de septiembre de 2011 13:28
Para: Jose Joaquin Asensio Rodriguez; Jose Vicente Peñas Bermudez; Miguel Abellan Alcaraz
CC: Calvo Perales, Isaac; Ricart, Concepcion; Sanchez Rodriguez, Gloria; Verdejo Vicente, Gemma
Asunto: CUENCO 11 SEPTIEMBRE. HASTIAL INTERMEDIO

Estimados señores,

En referencia al armado del hastial intermedio del cuenco 11 Septiembre, les hacemos llegar los siguientes comentarios.

1. En cuanto a disposición de armadura y su cuantía nos parece suficientemente justificada y acorde a los valores de esfuerzos plasmados en el anejo de cálculo
2. En las tabla resumen de la página 11 se detectan presuntas erratas. Se dice que el Mu para la sección de muro de 0,35 con armadura Ø25 a 0.15 se obtiene un Mu=845,80 mKN/m lo cuál debe ser una errata. A nosotros nos da un valor de Mu=397,00 mKN/m. El cuál por ser mayor que Md hace que el armado siga valiendo
3. Igualmente en la tabla, se dice que para ese armado y un Mk=180 mKN/m se obtiene una abertura de fisura w=0,9 mm, lo cual es otra errata porque a nosotros nos da w=0,28 mm
4. En el plano de armado, nos gustaría que se justificase la longitud de solape de 0,85m entre barras Ø25 verticales ancladas con resina y las Ø25 de armado vertical. Parece algo escasa.

Conclusión: En cuanto se nos justifique la longitud de solape, daremos la aprobación a la ejecución del muro hastial intermedio.

El lunes se dará contestación a los cálculos de la cubierta del cuenco 11 de Septiembre.

Un saludo

Juan Antonio Calvo Benítez
Jefe de estructuras
Oficina Técnica ACO - Sector Sagrera- Sector Sant Andreu
L.A.V. Madrid-Barcelona-F.Francesa
Sagrera 111, Bajos - 08027 Barcelona
juanantonio.calvo@aecom.com

INOCSA – An AECOM Company
C/ Quintana, 2 - Madrid (28008) Spain
T +34 915 487 790 F +34 915 487 791
www.inocsa.es
www.aecom.com

INOCSA
Una Empresa AECOM
23 SEP 2011
SALIDA Nº: 4649 ARCHIVO: 431

amatria
ingeniería

PROYECTO: 817 AVE SAGRERA TRINIDAD

Nota aclaratoria sobre el cuenco disipador del colector 11 de septiembre.

Referencia:	817 AVE SAGRERA TRINIDAD
Fecha:	SETIEMBRE 2011
Nombre de la obra:	AVE SAGRERA CUENCO DISIPADOR COLECTOR 11 DE SETIEMBRE

1. OBJETO DE LA NOTA

La presente nota tiene por objeto dar respuesta a las aclaraciones pedidas por la Dirección d'Obra sobre el informe "Memoria de cálculo del cuenco disipador en la zona del colector 11 de Septiembre con hastial intermedio" emitido el Septiembre de 2011.

2. ACLARACIONES PEDIDAS

Seguidamente se detallan las aclaraciones pedidas:

1. *En cuanto a disposición de armadura y su cuantía nos parece suficientemente justificada y acorde a los valores de esfuerzos plasmados en el anejo de cálculo En las tabla resumen de la página 11 se detectan presuntas erratas. Se dice que el Mu para la sección de muro de 0,35 con armadura Ø25 a 0.15 se obtiene un Mu=845,80 mKN/m lo cuál debe ser una errata. A nosotros nos da un valor de Mu=397,00 mKN/m. El cuál por ser mayor que Md hace que el armado siga valiendo Igualmente en la tabla, se dice que para ese armado y un Mk=180 mKN/m se obtiene una abertura de fisura w=0,9 mm, lo cual es otra errata porque a nosotros nos da w=0,28 mm*

Referente al Mu= 845.80KN/m es una errata en la introducción de la armadura en el prontuario EHE y se procede adjuntar el anejo correspondiente.

Referente a la abertura de fisura es una errata en la transcripción en la tabla y corresponde al 0,09. Se procede adjuntar anejo correspondiente a la fisuración.

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD Cuenco disipador
Fecha: 23/09/2011
Hora: 14:11:53

Comprobación de secciones a flexión simple

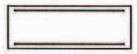
1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

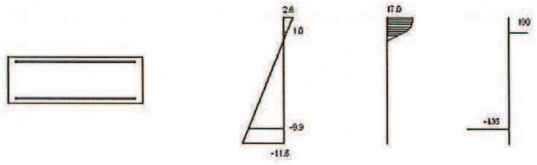
- Sección

```
Sección : HC_0.35
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.35
ri [m] = 0.040
rs [m] = 0.040
```



2 Comprobación

```
At [cm²]  = 32.7
Ac [cm²]  = 32.7
Mu [kN·m] = 395.9
```



Plano de deformación de agotamiento

```
x    [m]          = 0.064
1/r [1/m]·1.E-3 = 40.3
εs ·1.E-3         = 2.6
εi ·1.E-3         = -11.5
```

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.040	32.7	1.0	-190.4
0.310	32.7	-9.9	434.8

amatria
ingeniería
www.amatria.com

Comprobación sección Hastial ELS-fisuración

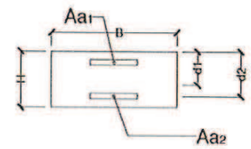
Sección Hastial central

Características de materiales

$f_{ck} := 30$ $fctm := 0.3 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$ $f_{ctm} := fctm \cdot \frac{N}{mm^2}$

$E_s := 206000 \cdot \frac{N}{mm^2}$

$E_c := 29000 \frac{N}{mm^2}$ $n := \frac{E_s}{E_c}$ $n = 7.1$



Geometría de la sección

$H := 35 \cdot cm$ $B := 100 \cdot cm$

$c := 4.5 \cdot cm$ recubrimiento

$d_1 := 10.75 \cdot cm$

$d_2 := 24.25 \cdot cm$

$Aa_2 = 32.4 cm^2$ 7ϕ25 armadura zona traccionado

cálculo de características de resistencia en fase I

$A_{id} := H \cdot B + (n - 1) \cdot \sum_i Aa_i$ $A_{id} = 3895.48 cm^2$

$h_{id} := \frac{1}{A_{id}} \cdot \left[H \cdot B \cdot \frac{H}{2} + (n - 1) \cdot \sum_i \left(Aa_i \cdot d_i \right) \right]$ $h_{id} = 17.5 cm$ distancia entre el baricentro della sec. ideal y el canto superior

$J_{id} := B \cdot \frac{H^3}{12} + B \cdot H \cdot \left(\frac{H}{2} - h_{id} \right)^2 + (n - 1) \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (d_i - h_{id})^2 \right]$ $J_{id} = 0 m^4$

$W_{id} := \frac{J_{id}}{H - h_{id}}$ $W_{id} = 0.02 m^3$ modulo de resistencia del la sec. ideal

Acciones de cálculo

Nsd = -840·kN Msd = 180·kN·m comb I

Comprobación en fase II por la comb I :

$Mcrm := \left(f_{ctm} - \frac{Nsd}{A_{id}}\right)\cdot W_{id}$ Mcrm = 108.36·kN·m momento medio de fisuración

$e1 := \frac{Msd}{Nsd}$ e1 = -0.21 m distancia entre el baricentro de la sección hormigón y el punto de aplicación de la resultante

$e_s := e1 + \frac{H}{2}$ e_s = -0.04 m distancia entre el bordo della sección de hormigón y el punto de applicación de la resultante

$Sa(x) := n\cdot\sum_i\left[Aa_i\cdot(x - d_i)\right]$ $Sc(x) = \int_0^x (x - y)\cdot B\, dy$

$Ja(x) := n\cdot\sum_i\left[Aa_i\cdot(x - d_i)\cdot d_i\right]$ $Jc(x) = \int_0^x (x - y)\cdot y\cdot B\, dy$

$e1 + \frac{H}{2} = Ja(x) + Jc(x)$ x = 12.81 cm distanza entre el eje neutro y el canto superior

$\sigma cmax := \frac{Nsd}{Sa(x) + Sc(x)}\cdot x$ $\sigma cmax = -17.8\frac{N}{mm^2}$ tensión max de compressión en el hormigón

$\sigma s_i := n\cdot\sigma cmax\cdot\frac{x - d_i}{x}$ $\sigma s_1 = -20.32\frac{N}{mm^2}$ tensión de la armadura 1

$\sigma s_2 = 112.97\frac{N}{mm^2}$ tensión de la armadura 2

$Jn := B\cdot\frac{x^3}{3} + n\cdot\sum_i\left[Aa_i\cdot(d_i - x)^2\right]$

$\sigma sr := n\cdot\frac{Mcrm}{Jn}\cdot(d_2 - x)$ $\sigma sr = 87.08\frac{N}{mm^2}$ tensión en la armadura 2 debida a las acciónes que producen una tensión igual a fctm

$\varepsilon_{smin} := 0.4\cdot\frac{\sigma s_2}{E_s}$ ε_{smin} = 0.00022

k1 := 0.125 k2 := 0.5 s := 10·cm distancia media entre barras longitudinales

Aceff = 0.09 m^2

$s_m := 2c + 0.2s + 0.4k1\cdot\frac{\phi\cdot Aceff}{Aa_2}$ s_m = 143.76 mm

$\varepsilon_{sm} := \frac{\sigma s_2}{E_s}\cdot\left[1 - k2\cdot\left(\frac{\sigma sr}{\sigma s_2}\right)^2\right]$ ε_{sm} = 0.00039

β := 1.7

$w_k := \beta\cdot\varepsilon_{sm}\cdot s_m$ w_k = 0.09 mm

$w_k < w_{max}$ comprueba

amatria
ingenieria
www.amatria.com

2. *En el plano de armado, nos gustaría que se justificase la longitud de solape de 0,85m entre barras Ø25 verticales ancladas con resina y las Ø25 de armado vertical. Parece algo escasa.*

Para obtener la longitud de solapo del hastial intermedio se tiene en cuenta el esfuerzo axil actuante. Del lado de la seguridad se ha adoptado el mismo valor de axil considerado para la fisuración, es decir sin mayorar, que corresponde a Nd= -840KN (compresión). El momento último de la sección para la combinación de axil y flector actuantes es Mu=575,4KN.m. Por lo que se obtiene un coeficiente de utilización, Md/Mu= 0.42 al que corresponde una longitud de solapo de 0.68m, inferior al 0.85m introducidos en el plano. A continuación se muestra la justificación en los anejos adjuntos.

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: DAD Cuenco disipador
Fecha: 26/09/2011
Hora: 10:16:07

Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Sección

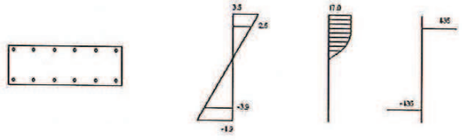
```
Sección : HASTIAL_0.35
b [m] = 1.00
h [m] = 0.35
r [m] = 0.040

n° barras horizontales = 6
n° barras verticales   = 2
```

2 Comprobación

```
ϕ [mm] = 25
Nd [kN]    = 640
Md [kN·m]  = 240.3

Nu [kN]    = 2012.0
Mu [kN·m]  = 575.4
γ          = 2.40
```



Plano de deformación de agotamiento

```
x   [m]          = 0.146
1/r [1/m]·1.E-3  = 23.9
εs ·1.E-3        = 3.5
εi ·1.E-3        = -4.9
```

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.040	2.5	-434.8
0.310	-3.9	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: DAD Cuenco disipador
Fecha: 26/09/2011
Hora: 11:39:26

Cálculo de longitudes de anclaje y solapo

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero:    B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
```

2 Tabla de longitudes de solapo de barras aisladas

```
Procedimiento de anclaje : Barra transversal soldada
As/As,real : 0.42
```

	Longitud [m]			
	Tracción		Compresión	
ϕ [mm]	Posición I	Posición II	Posición I	Posición II
6	0.30	0.30	0.15	0.15
8	0.30	0.30	0.15	0.19
10	0.30	0.30	0.17	0.24
12	0.30	0.36	0.20	0.29
14	0.30	0.42	0.23	0.33
16	0.34	0.48	0.27	0.38
20	0.44	0.61	0.35	0.49
25	0.68	0.96	0.54	0.76
32	1.11	1.57	0.89	1.24
40	1.75	2.45	1.39	1.94

```
Distancia entre empalmes menor o igual que diez diámetros
Porcentaje de barras solapadas : 100
```

2. CONCLUSIONES

Con la presente nota se da respuesta a todas las aclaraciones pedidas por la Dirección de Obra.

Jose Mª Velasco

Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Septiembre de 2011

Verdejo Vicente, Gemma

De: Calvo, Juan Antonio
Enviado el: martes, 27 de septiembre de 2011 13:00
Para: Miguel Abellan Alcaraz; Jose Vicente Peñas Bermudez; Jose Joaquin Asensio Rodriguez
CC: Calvo Perales, Isaac; Ricart, Concepcion; Sanchez Rodriguez, Gloria; Verdejo Vicente, Gemma
Asunto: CUBIERTA DEL CUENCO 11S

Estimados señores,

Con respecto a la cubierta del 11 septiembre, revisadas las modificaciones propuestas para adaptarse a la problema detectado con la solera del vial segregado, consideramos que los cálculos presentados y su correspondiente definición en planos son correctos y coherentes con la nueva geometría y cargas existentes. Los planos igualmente se consideran que son coherentes con los cálculos realizados y definen suficientemente la geometría y esquemas de armado necesarios para abordar la ejecución.

La única observación a realizar es la que ya se hizo en su día sobre fases de hormigonado. En conversación con Jose Joaquín, se nos informó que se va a realizar en dos fases. En una primera fase, se hormigonará toda la superficie de cubierta hasta un espesor de 50 cm. (35 hormigón fresco más los 15 cm de placa pretensada). Así se hormigonará por completo aquellas zonas cuyo espesor sea únicamente los 50 cm de cubierta . En aquellas zonas en los que la cubierta sea de 1,20 de espesor, se hormigonará en una segunda fase hasta completar el espesor, dejando un tiempo suficiente para que el hormigón de primera fase adquiera resistencia necesaria para resistir el peso de esta segunda fase de hormigonado.

Al respecto, como observación realizada por la ACO, comentar que aunque no se justifica con ningún cálculo, parece que las dos fases de hormigonado parecen razonables, (siempre que se deje el tiempo prudencial entre los dos hormigonados) y tal como se le advirtió de palabra a Jose Joaquín, que en aquella zona cuya cubierta es de espesor 1,20 en todo el ancho, sería aconsejable disponer un pequeño armado para controlar fisuración a esfuerzos negativos en la zona de cubierta encima del hastial intermedio. Respecto a esta observación, l se comprometió a disponer los medios oportunos para evitar esa posible fisuración durante la fase de ejecución.

Por tanto , hechas las oportunas observaciones y considerando que se realizará la ejecución de la cubierta teniéndolas en cuenta, consideramos que no hay motivo para impedir la ejecución de la cubierta del cuenco 11 de septiembre.

Un saludo.

Juan Antonio Calvo Benítez
Jefe de estructuras
Oficina Técnica ACO - Sector Sagrera- Sector Sant Andreu
L.A.V. Madrid-Barcelona-F.Francesa
Sagrera 111, Bajos - 08027 Barcelona
juanantonio.calvo@aecom.com

INOCSA – An AECOM Company
C/ Quintana, 2 - Madrid (28008) Spain
T +34 915 487 790 F +34 915 487 791
www.inocsa.es
www.aecom.com

Barcelona, 4 de Julio del 2011

LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA CUBIERTA CUENCO DISIPADOR. AVE SAGRERA

(Cuenco disipador zona inclinada con luz de cálculo de 10m)

Dr. I.C.C.P Luis M. Bozzo

INOCSA
Una Empresa AECOM
23 AGO 2011
ENTRADA Nº 7684 ARCHIVO: 63

1.0 Modelo y Cargas

Este estudio de adecuación constructiva propone una alternativa para la cubrición de la obra "Cuenco Disipador" empleando prelosas pretensadas de la empresa PRETECNIA para la empresa Isolux-Corsan. La propuesta emplea una solución semi-prefabricada pretensada y completa la memoria presentada por AMATRIA referente esta al global de la estructura.

La solución consiste en un forjado uni-direccional formado por prelosas pretensadas de 15cm completadas "in situ" con una capa superior de hormigón de 105cm. La tipología, por tanto, corresponde a un forjado semi-prefabricado-pretensado. A continuación se detallan el análisis y dimensionado realizados.

Dado que la losa en estudio está empotrada en sus extremos (lo cual es la solución de proyecto aunque por requerimientos de ejecución se reduce el espesor de los muros a sólo 60cm lo cual reduce el negativo y aumenta el positivo) esta justificación se centra en dicha losa inclinada de cubierta sin considerar los muros o su cimentación (la solución pesa lo mismo).

Hasta este punto se han realizado los cálculos con las siguientes cargas:

Hipótesis:

- Peso propio losa de 120cm 30kN/m2
- Permanentes: 50-147-178kN/m2
- S/C: 30kN/m2

Las cargas permanentes y de uso se obtuvieron por la información facilitada por la constructora (memoria AMATRIA)

Con respecto a la mayoración de acciones para este estudio se consideró un factor de 1,35 para el peso propio, 1,35 para las cargas permanentes y 1,5 para las variables.

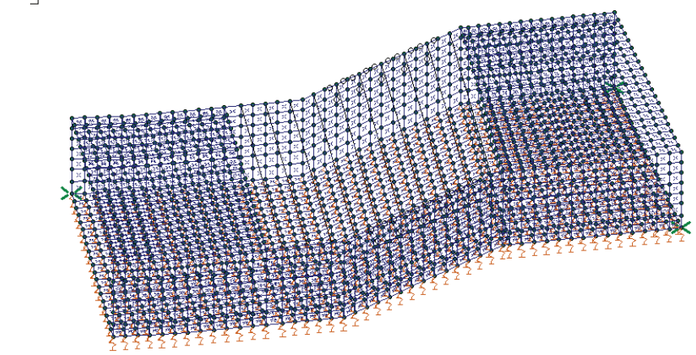
El modelo corresponde a elementos finitos según la planta entre ejes de apoyo previstos. La prelosa es de 15cm con una fuerza de pretensado máxima en planta de 2200kN/m.

A continuación se detallan los resultados para cada análisis realizado.

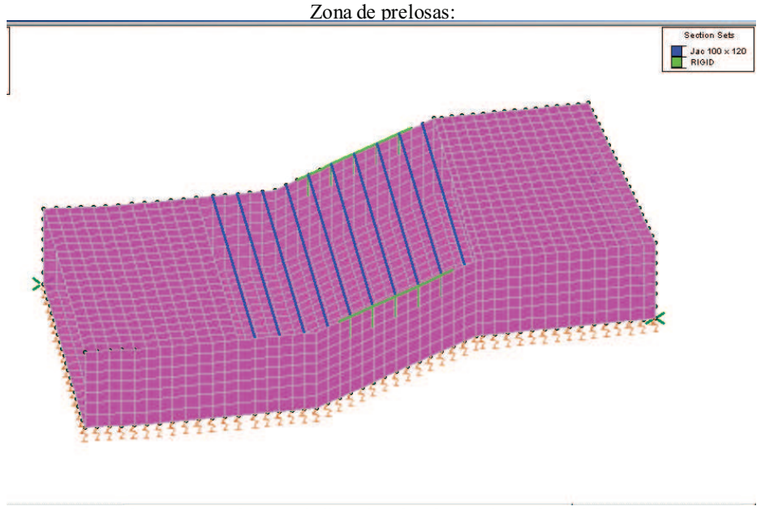
Luis Bozzo Estructuras y Proyectos S.L. wwww.luisbozzo.com | 2011

2.0 Modelo de cálculo:

En este análisis se consideró el modelo mostrado en la figura:



Zona de prelosas:

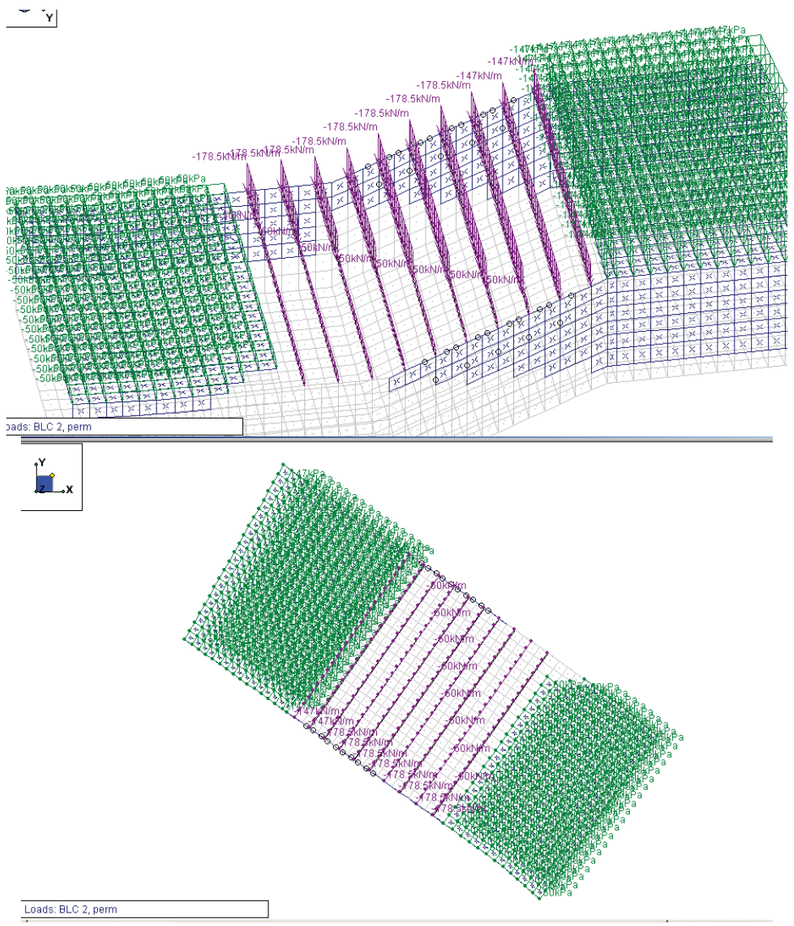


(eje azul muestra prelosas uni-direccionales de 1m de ancho y 1,2m de canto)

Las cargas básicas son las siguientes:

Peso propio (se calcula directamente por el programa) (BLC 1)

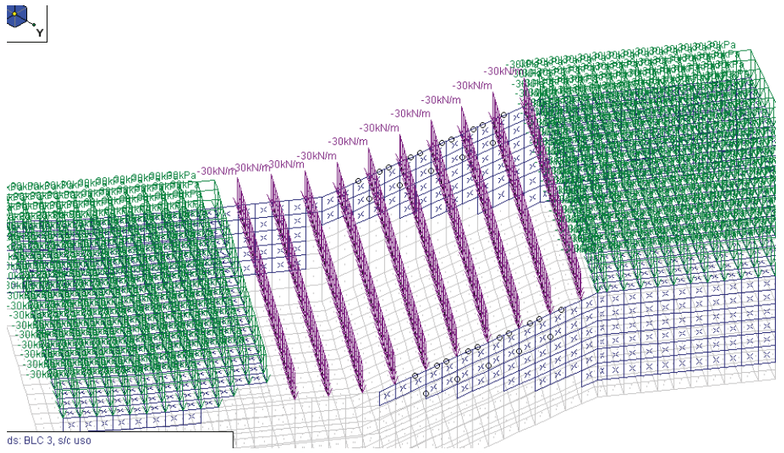
Permanentes: (BLC 2)



Uniforme entre 50-147 y 178kN/m2

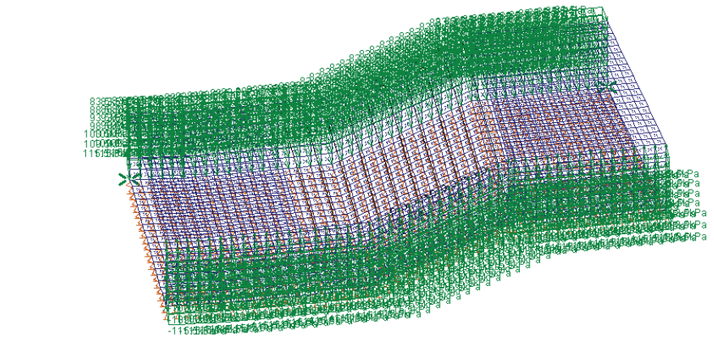
Variables sc MOPU: (BLC 3)

Luis Bozzo Estructuras y Proyectos S.L. wwww.luisbozzo.com 2011

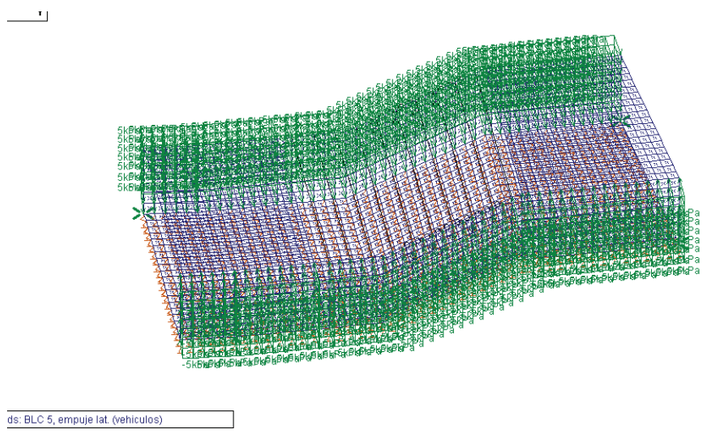


Uniforme de 30kN/m2

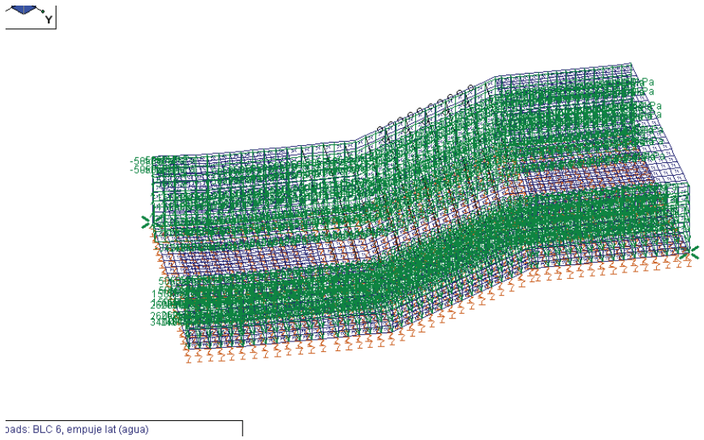
Empuje de tierras (BLC 4)



Empuje de tierras - vehículos (BLC 5)



Empuje de agua (BLC 6)



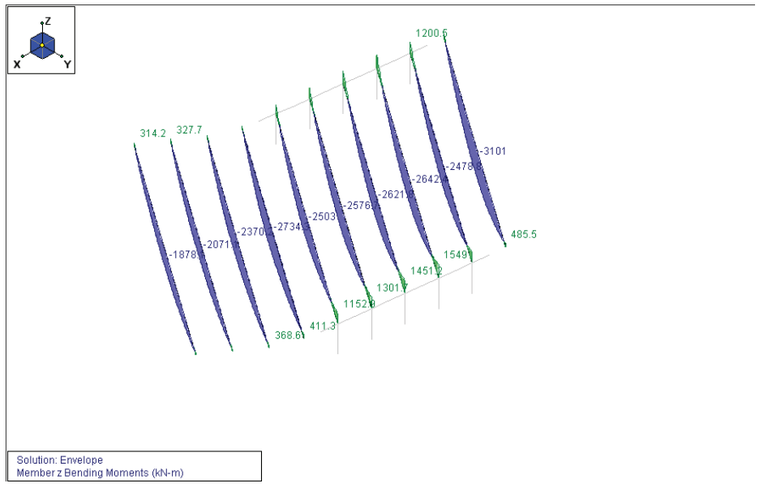
Los factores de mayoración e hipótesis se muestran a continuación:

Combinations | Design

	Description	Solve	PD...	SR...	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor
1	CPQT	☑			1	1.35	2	1.35	3	1.5	4	1.5	5	1.5	6	1.5		
2	CPQL	☑			1	1.35	2	1.35	3	1.5	4	1						
3	CPQH	☑			1	1	2	1			4	1.5	5	1.5				
4	ACC	☑			1	1	2	1			4	1	5	.2	6	.2	7	1
5	DPQT	☐			1	1	2	1	3	.2	4	1	5	.2	6	.2		
6	DPQL	☐			1	1	2	1	3	.2	4	1						
7	DPQH	☐			1	1	2	1			4	1	5	.2				

Con este modelo se obtuvieron los siguientes resultados:

Momentos flectores principales:

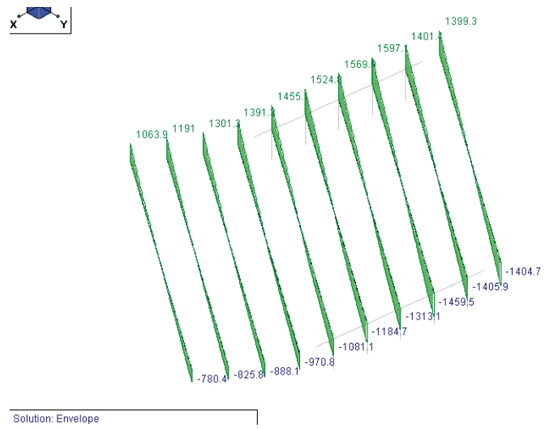


max positivo +2640kNm/m
max negativo -1450kNm/m

se redistribuye según EHE un 15% de negativos y la solicitación máxima resultante es:

max positivo +2860kNm/m
max negativo -1200kNm/m

Cortante en extremos luz de cálculo:



V* = 1600 kN/m

Flechas (en servicio):

La estructura es muy rígida y los únicos desplazamientos significativos que se obtienen se deben al propio descenso de todo el conjunto del cajón.

- **Dimensionamiento**

ELU FLEXION

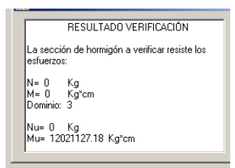
Momento positivo: 286Tm/m El área de pretensado de la prelosa es de 18,2cm2/m (13 cables de 15,2mm por metro), y esta transmite un momento último de hasta 297Tm/m, según se verifica a continuación:

(fyd = 17670kg/cm2 y H30)

Momento negativo cubierta: -120Tm/m El área de refuerzo en la cubierta inclinada es de 34,27cm2/m, y esta transmite un momento último de hasta 166Tm/m, según se verifica a continuación:

(fyd = 5000kg/cm2 y H30)

Momento negativo muro: -120Tm/m El área de refuerzo mínimo del muro debería ser de 57cm2/m, y esta transmite un momento último de hasta 120Tm/m, según se verifica a continuación:



(fyd = 5000kg/cm2 y H30)

Con relación a armaduras mínimas de la capa de compresión se dsipone de una malla del 16 cada 15cm.

La armadura mínima transversal es 0,0018x100x105 = 18,9cm2 y la dispuesta es de 21cm2/m

ELU CORTANTE:

Cortante: 160T/m a eje de apoyo.

Considerando la EHE se tendría con ramas del 12 cada 10x30cm (esta última medida es según el ancho de la placa y es constante a todo lo largo):

Vs = 156T/m
Vc_min=40T/m

Por lo que se cumple pues Vc+Vs = 196T/m > 160T/m.

En la sección pasado el cambio de refuerzo se tendrían 128T/m:

Y los estribos están cada 15cm

Vc + Vs = 104T/m + 40T/m = 144T/m > 128T/m

En la siguiente sección de cambio de refuerzo se tendrían 90T/m:

Y los estribos están cada 30cm

Vc + Vs = 52T/m + 40T/m = 92T/m > 90T/m

EL FISURACION:

El momento en servicio es de 185Tm/m el cual origina una tensión en la fibra inferior de 77kg/cm2, según se muestra a continuación:

Tensión = Mc/I = 185x10^5x6/100x120^2 = 77kg/cm2

Siendo la pre-compresión inicial en la prelosa de:

Precompresión = N/A + Me/I = 280kg/cm2 >> 77kg/cm2 por lo que no fisura incluso con pérdidas muy altas del 30%.

ELU RESISTENCIA AL FUEGO

La prelosa de 15cm con recubrimiento de 40mm cumple requisito de RF120. Según la EHE en su tabla A.7.7 el recubrimiento mínimo para REI 120 es de 35mm.

- **Manipulación en obra**

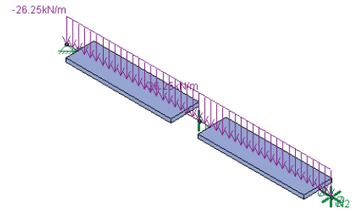
La prelosa será trasladada suspendida de 4 puntos equidistantes mediante ganchos embebidos. Dado que la longitud de las prelosas es de 10m la distancia máxima entre ganchos es aproximadamente 8m.

- **Descripción de las prelosas**

Las prelosas serán de 15cm de espesor y 120cm de ancho con hormigón H50 y refuerzo de pretensado de 18,4cm2/m. La posición de este refuerzo con respecto a la fibra inferior de la prelosa será de 5cm lo que da una excentricidad de 2,5cm. La fuerza en pretensado en planta será de 2200kN/m y la resistencia mínima del hormigón antes de la transferencia será H45. Los estribos serán de 3 ramas del 12 cada 10 cada 15 y cada 30. El pretensado se dará mediante 13 cordones (Y 1860 S7 en página 103 tabla 32.5.b de la EHE) de 15,2mm de diámetro (Ap = 1,4cm2 cada uno) por metro.

- **Prelosa NO autoportante**

Las prelosas serán de 15cm de espesor con hormigón H50 y refuerzo de pretensado de 18,4cm2/m lo cual incluso dada la excentricidad de los cables generan contraflecha en la planta pero el hormigón "in situ" es de 105cm con una carga de 26,25kN/m2 lo que generaría una flecha excesiva. De esta forma la flecha constructiva sería la originada por el hormigón in situ más la flecha del peso propio, obteniéndose un valor alto por lo que es obligatorio apuntalar en mínimo el eje central, según se muestra a continuación:



Dado que la placa mide 9,55m y se apoya 20cm en el muro la distancia entre la cara del primer apoyo y la primera torre es de 4,58m.

La flecha constructiva sería de solo 7,8mm en la zona central por lo que sería correcta:

-26.25kN/m

Member Section Deflections (By Combination)

	L...	Member Label	S...	x [mm]	y [mm]	z [mm]	x Rotat...	(n) L/y ...	(n) L/z ...
1	1	M1	1	0	0	0	0	NC	NC
2			2	0	0	6.543	0	NC	729.781
3			3	0	0	7.757	0	NC	615.585
4			4	0	0	3.639	0	NC	1312.051
5			5	0	0	0	0	NC	NC
6	1	M2	1	0	0	0	0	NC	NC
7			2	0	0	3.639	0	NC	1312.051
8			3	0	0	7.757	0	NC	615.585
9			4	0	0	6.543	0	NC	729.781
10			5	0	0	0	0	NC	NC

Igualmente se prescribe hormigonar en dos fases para reducir esta flecha constructiva en particular por su aumento debido a la fisuración en el negativo de la prelosa.

Atentamente quedamos a vuestra disposición para cualquier consulta adicional,

Luis Bozzo Estructuras y Proyectos, S.L.

Barcelona, 4 de Julio del 2011

Nota técnica.

Obra: Cuenco 11 de Septiembre y ambiente de proyecto

- La exposición indicada inicialmente en los planos de ambiente IIa era efectivamente una errata corregida en los planos enviados el dia de hoy en los cuales se indica ambiente IIa+Qb.

- El ambiente no afecta para el dimensionamiento de las placas toda vez que son prelosas pretensadas de 150mm de espesor con recubrimiento libre de 40mm y hormigón mínimo H50. En mi opinión al ser pretensadas el límite importante es asegurar que bajo cargas permanentes no se fisura en la fibra extrema del pretensado, lo cual se verificó oportunamente en la memoria. La normativa vigente EHE para ambiente Qb deja al diseñador fijar el límite apropiado y a nuestro entender con 40mm de recubrimiento con un hormigón sin fisurar de mínimo H50 se cumple correctamente para dicho ambiente.

Atentamente,

Luis Bozzo
Doctor I.C.C.P (Universidad de California en Berkeley)

Barcelona 21 de Julio del 2011.

C/Bailen 71 bis. 4to 1ra
08009 Barcelona
tel 93 2469542/ fax 93 2656643

L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-FRONTERA FRANCESA
TRAMO: LA SAGRERA – NUDO DE LA TRINIDAD

SECTOR SAGRERA

DOCUMENTO NOTA TÉCNICA CUENCO DISIPADOR 11 DE SEPTIEMBRE Y AMBIENTE DE PROYECTO

1.- OBJETO DEL INFORME

El presente documento sirve de respuesta a la Nota Técnica "Cuenco 11 de Septiembre y ambiente de proyecto" emitida por la empresa BOZZO ESTRUCTURAS Y PROYECTOS S.L; recibida el día 21 de Julio de 2011 como respuesta al informe de revisión emitido por INOCSA el 21-Julio-2011 del "Cuenco 11 de septiembre"; en la parte que le corresponde, que es la losa de cubierta semiprefabricada.

2.- ANÁLISIS DE LA NOTA TÉCNICA

En la Nota Técnica, se defiende que la posición de los torones a 50 mm de paramento inferior de las losas prefabricadas es correcta y no se hace necesario subir su posición.

Según expone la nota, el ambiente considerado en el proyecto y cálculo de la losa semiprefabricada es en realidad ambiente IIa+Qb, siendo lo que se indica en el cuadro de materiales una errata de edición (se especificaba ambiente IIa). El criterio de recubrimiento adoptado por el proyectista para ambiente IIa+Qb y hormigón HP-50 son 40 mm, asegurando el proyectista, que posicionando los torones a 50 mm se respeta ese criterio y que por tanto se asegura los requisitos de durabilidad, estados límite de servicio de Fisuración y resto de Estados Límites Últimos exigibles. Como la norma española de hormigón EHE no establece ningún valor de recubrimiento sino que estable que será el criterio del proyectista el que lo establezca, no encontramos entonces impedimento a la fabricación de dichos elementos.

Queda por tanto hacer las correcciones oportunas en los planos tal como que se señalaron en el informe:

INOCSA
Una Empresa AECOM
25 JUL 2011
SALIDA Nº 4341 ARCHIVO 6.4.2

- A) Corregir la errata en la que se especificaba en el cuadro de materiales ambiente IIa y poner el ambiente correcto con el que se ha dimensionado: **IIa+Qb**

- B) Definir explícitamente en el croquis de apeo de prelosa durante su hormigonado las fases de hormigonado, acotando sus zonas con el objeto de evitar errores de ejecución. El contratista debe ser consciente de que las placas no aguantan esfuerzos negativos en la zona central apuntalada por no estar las placas armadas para resistir los esfuerzos que se producen en esa fase y que para evitar momentos negativos excesivos es necesario hormigonar ciertas zonas. Se le debe dar al contratista los criterios suficientemente claros para evitar estos problemas en el proceso constructivo.

- C) También sería deseable, tal como lo establece la norma UNE de elementos prefabricados, especificar contraflechas esperables en recepción de las placas a pie de obra para que el contratista tenga criterio para hacer recepción de ellas o no y ferrallar coherentemente para conseguir el espesor de diseño.

Madrid, 22 de Julio de 2011

INOCSA, Una Empresa AECOM

PROYECTO: **817 AVE SAGRERA-TRINIDAD**
Memoria de cálculo del entronque del colector Estadella con el nuevo colector 11 de septiembre.

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL INFORME

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

4. NORMATIVA APLICADA

5. MATERIALES

6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

7. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS Y COMBINACIONES CONSIDERADAS

8. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

9. RESULTADOS

10. CONCLUSIONES

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL INFORME

Referencia: 817
Fecha: JUNIO 2010
Nombre de la obra: ENTRONQUE ESTADELLA - 11 DE SEPTIEMBRE

Dentro de las obras que configuran el proyecto "LÍNIA DE ALTA VELOCIDAD MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: LA SAGRERA-NUDO DE LA TRINIDAD" se realizan la reposición del colector 11 de Setembre. En la zona del cuenco disipador de dicho colector, por debajo del vial segregado lado montaña, se realiza un entronque con el aliviadero Estadella de hormigón prefabricado procedente del sector Sant Andreu. Para realizar la conexión del aliviadero con la el colector se dimensiona un marco de hormigón in situ.

La cubierta del colector entronque Estadella tiene la función adicional de recoger la cubierta del colector 11 de Setembre en la zona afectada por la conexión con el aliviadero de Estadella.

El Objeto del presente informe es presentar el diseño estructural de este marco de hormigón in situ necesario para realizar el entronque del aliviadero Estadella con el colector 11 de Setembre.

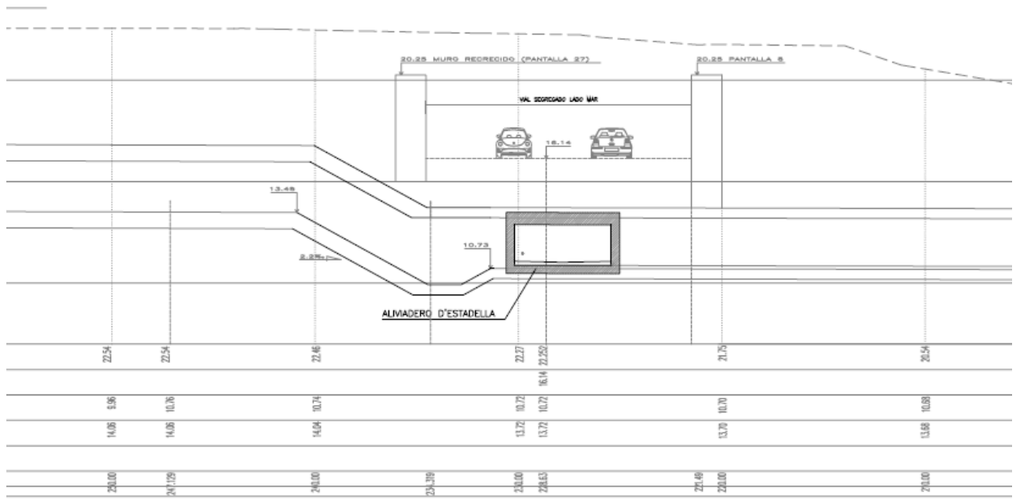


Figura 1: Sección del aliviadero Estadella con el colector 11 de Setembre por debajo del vial segregado lado mar.

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Para realizar el entronque del aliviadero Estadella con el colector 11 de Setembre se propone una sección marco de hormigón armado ejecutado in situ de 0.6m de canto en la cubierta, 0.4m de canto en la solera de cimentación y 0.3m de canto en los hastiales. El marco entronque propuesto presenta unos gálibos interiores de 4m de ancho por 2m de alto de acuerdo con la sección prefabricada (ver imagen adjunta).

Para recoger la cubierta del colector 11 de Setembre en la zona afectada por la conexión con el aliviadero de Estadella se propone una ménsula corta anclada a la cubierta del colector Estadella que ya dispone de un canto mayor (0.6m) para resistir los esfuerzos que le transmite dicha cubierta.

El colector 11 de Setembre es un cajón bicelular de hormigón armado con gálibos interiores de 5 y 4m de ancho por 2.5m de alto. El colector presenta una sección resistente de 0.5m en la solera de cimentación y de 0.4m en la cubierta y los hastiales. La cubierta es de prelosas pretensadas que hay que evitar que entren en descompresión cuando se realice en entronque con el colector Estadella.

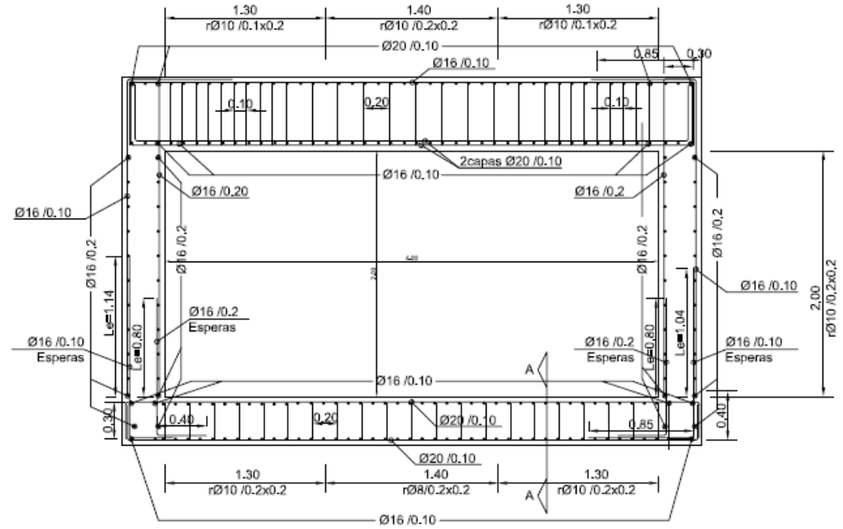


Figura 2: Sección del cajón propuesto para el entronque del aliviadero Estadella con el colector 11 de Setembre.

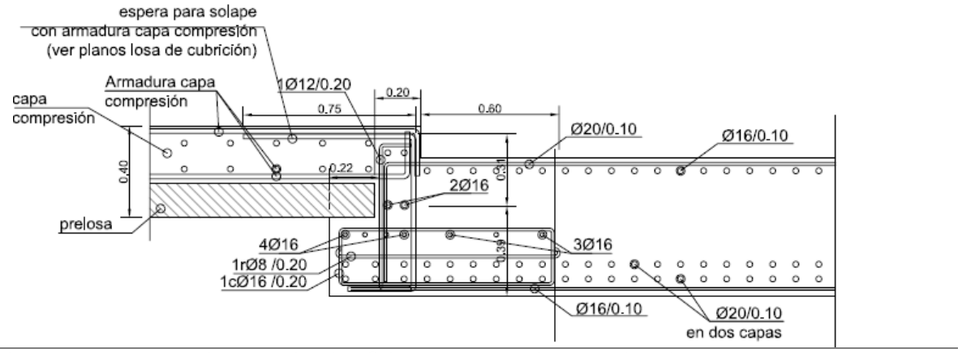


Figura 3: Detalle para apoyar la cubierta del colector 11 de Setembre en la cubierta del colector Estadella.

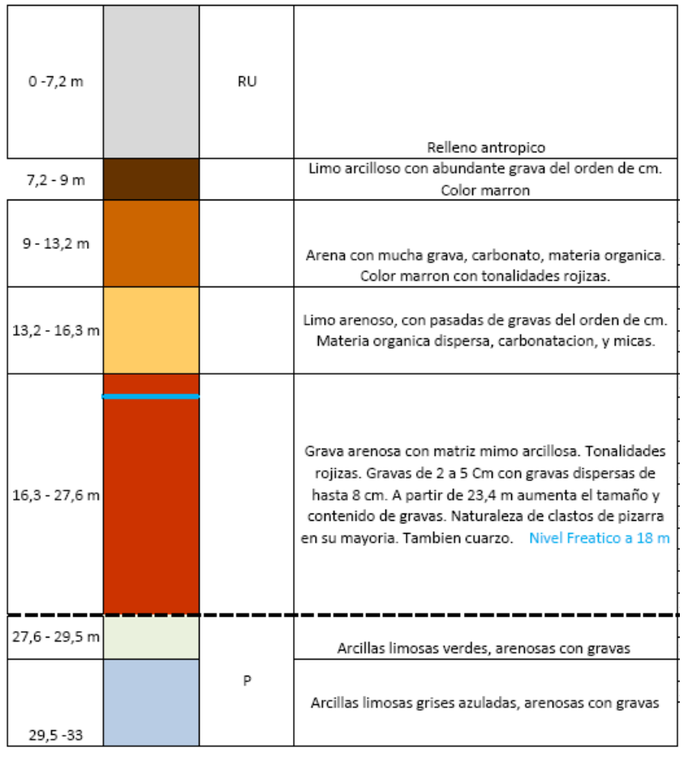
3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Siguiendo lo indicado en el informe *"Nota acerca de los criterios a utilizar en el dimensionamiento de pantallas del Sector Sagrera del tramo Sagrera-Nus de la Trinidad"* los parámetros geotécnicos considerados son los de proyecto original que se resumen a continuación:

Litología	γ_d (t/m³)	γ_{ap} (t/m³)	W_{net} (%)	Q_u (Kg/cm²)	C' (Kg/cm²)	ϕ' (º)	E (Kg/cm²)	ν	Kh (t/m³)	Kv (t/m³)
Sustrato										
GR		2.10			0.10	38.0	500	0.30	15000	10000-Gran
P	1.70	2.05	21.8	3.80	0.35	25.5	400	0.30	6000	6000 - Coh
Pa	1.78	2.05	10.7	0.60	0.10	35.0	400	0.30	12000	9000 - Gran
Depósitos Cuaternarios										
PQ	1.97	2.20	12.2	1.10	0.10	38.0	250	0.35	7500	9000 - Gran
Qa (gran)	1.83	2.15	17.2	2.80	0.30	29.0	150	0.35	2250	4000 – Coh
Qa (coh)	1.92	2.15	13.4	1.40	0.15	33.0	150	0.35	4500	4000 - Gran
Qb1	1.80	2.10	16.8	1.40	0.15	28.0	70	0.35	1050	2500 – Coh
Qb2	1.96	2.15	10.7	0.50	0.00	34.0	150	0.35	4500	3000 – Gran
Qb3	1.72	2.10	22.2	1.40	0.15	29.5	100	0.35	1500	2500 – Coh
Qb4	2.03	2.15	12.3	0.50	0.00	37.5	290	0.35	8700	7000 – Gran
Qc	1.91	2.15	11.9	1.90	0.05	32.5	170	0.35	3800	4000 – Gran
Qr2	1.77	2.10	15.7	0.60	0.05	32.5	80	0.35	1800	3000
Qr3	2.01	2.20	9.8	0.80	0.00	35.0	180	0.35	5400	6000 – Gran
Recubrimientos										
RA		2.00			0.00	28.0	50	0.35	1500	1500 – Gran

La litología considerada en el cálculo de las pantallas es la proporcionada por el sondeo SCC-18 y 19 realizado recientemente por la Dirección de Obra.

En nuestro caso estamos situado entre la profundidad de 9-13.2m en el cual hay situado un terreno con la litología conocida como Qr2.



4. NORMATIVA APLICADA

Para el cálculo y la comprobación de los diferentes elementos estructurales se ha seguido:

Estructura Hormigón	Instrucción de hormigón estructural EHE-98. Eurocódigos.
Hipótesis de Carga y Combinaciones	Instrucción de hormigón estructural EHE-98 Eurocódigos. Instrucción de acciones a considerar en puentes de carretera IAP

5. MATERIALES

Hormigón:

Hormigón en cuenco disipador.....HA-30 (fck = 30 N/mm²)

.

Acero corrugado:

Acero en las pantallas.....B 500 S (fyk = 500 N/mm²)

En la comprobación de la fisuración se ha considerado dos ambientes de exposición. Para el interior del colector se considera un ambiente de exposición tipo IIa+Qb cuya obertura máxima está limitada a 0.1mm. Para el exterior del colector en contacto con el terreno se considera un ambiente IIa cuya obertura de fisura máxima es de 0.3mm.

.

6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Hormigón armado:

Coeficiente de seguridad del hormigón.....γc = 1.50
Coeficiente de seguridad del acero.....γs = 1.15

Coeficientes de seguridad para acciones

Coeficiente de seguridad para acciones variables.....1.50
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes.....1.35
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes de valor no constante.....1.50
Coeficiente de seguridad para acciones accidentales.....1.00
Coeficiente de seguridad para acciones casipermanente.....0.2

7. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS Y COMBINACIONES CONSIDERADAS

Para el cálculo de los esfuerzos actuantes se ha considerado las siguientes cargas:

qt = $\gamma t \cdot ht$ carga de tierra en la losa superior

donde : γt = 20kN/m³ peso unitario tierra
ht = 2.5m altura de tierra en la losa superior del colector 11 de Setembre
ht = 3.0m altura de tierra en la losa superior colector entronque Estadella

qc = 30kN/m² carga de tráfico repartida en la losa superior

ql = Ko·(γt·z) empuje lateral tierra debido al peso propio tierra
donde : Ko = 0.50 coeficiente de empuje a reposo
γt = 20kN/m³ peso unitario tierra
z = profundidad

qlc = Ko·(qc) empuje lateral tierra debido al trafico
donde : Ko = 0.50 coeficiente de empuje a reposo
qc = 10kN/m²

qw = γw·z presión agua para empuje en las paredes del colector
γw·hw presión agua para la losa inferior
donde : γw =10kN/m² peso unitario agua
hw = 2.50m altura máxima agua en el colector 11 de Setembre
hw = 2.00m altura máxima agua en el colector 11 Estadella

ΔPd = α·γt·hm incremento dinámico del empuje de tierras debido al sismo
donde : α= ac/g = 0.05 (ac: aceleración de cálculo estimado a partir de los datos de proyecto original)
hm: altura marco

Así pues, se han estudiado las siguientes combinaciones:

Combinaciones:

ELU

CPQT = 1.35 · (pp + qt) + 1.5 · (qc + ql + qlc + qw)

CPQL = 1.35 · (pp + qt) + 1.0 · ql + 1.5 · qc

CPQH = 1.0 · (pp+ qt) +1.5 · (ql + qlc)

ACC = 1.0 · (pp+ qt + ql) + 0.20 · (qlc + qw) + ΔPd

ELE

combinación casipermanente

DPQT = 1.0 · (pp + qt) + 0.20 · (qc + ql + qlc + qw)

DPQL = 1.0 · (pp + qt) + 1.0 · ql + 0.20 · qc

DPQH = 1.0 · (pp+ qt) + 1.0 · ql + 0.20 · qlc

8. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

8.1 Software utilizado

Para los cálculos estructurales se han utilizado los siguientes programas:

- SAP 2000 versión 14 de la compañía CSI. Programa de modelización numérica empleado para la obtención de los esfuerzos actuantes. Al combinar las cargas, anteriormente expuestas, de la forma más desfavorable se obtienen los esfuerzos de cálculo a los que está sometida la estructura.

- PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL, para la comprobación y diseño de las secciones de hormigón armado.

8.2 Descripción del modelo de cálculo

Para el estudio del entronque de los colectores Estadella y Onze de Setembre se ha realizado un modelo de elementos finitos de elementos tipo lámina “shell” con las cargas y la geometría expuestas en los apartados anteriores. El apoyo de la galería en el terreno se ha valorado a través de un apoyo elástico superficial “area spring” cuya rigidez del muelle (coeficiente de balasto) se ha calculado según la expresión siguiente:

k’=k30·((b+0.30)/2·b)²=8000kN/m³ donde k30=30000kN/m³ modulo de balasto Qr2 para placa cuadrada l=0.30m
b=10.15m ancho colector

k=(2/3)*k’*(1+(b/2l))=9800kN/m³ donde: l=6m longitud colector
b=10.15m ancho colector

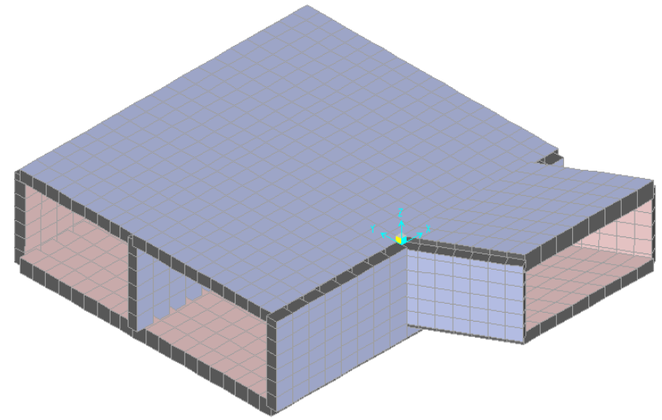


Figura 4: modelo SAP2000 del colector 11 de Setembre y el colector entronque Estadella.

9. RESULTADOS

A continuación se exponen una serie de diagramas de los esfuerzos actuantes en el marco entronque y en el colector 11 de setembre:

9.1 Marco colector Estadella in situ.

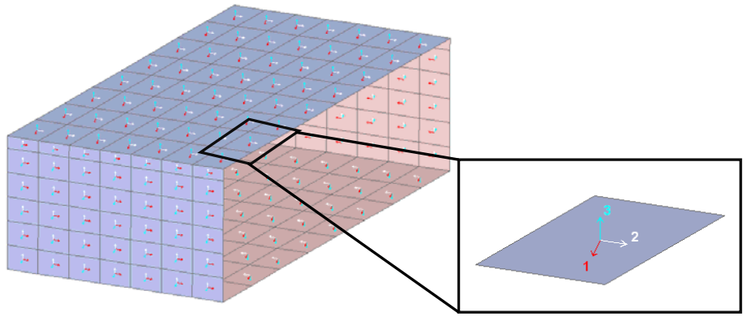


Figura 5: definición de los ejes locales en el colector entronque Estadella. SAP2000

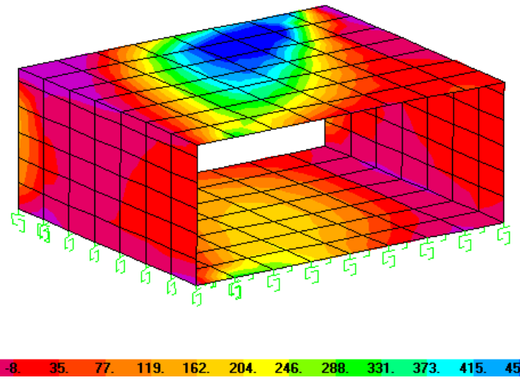


Figura 6: envolvente de momentos flectores M11 mayorados en kNm SAP2000

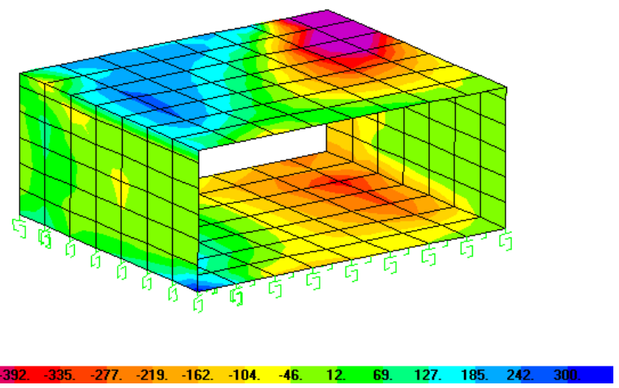


Figura 7: envolvente de esfuerzos cortantes V13 mayorados en kN SAP2000.

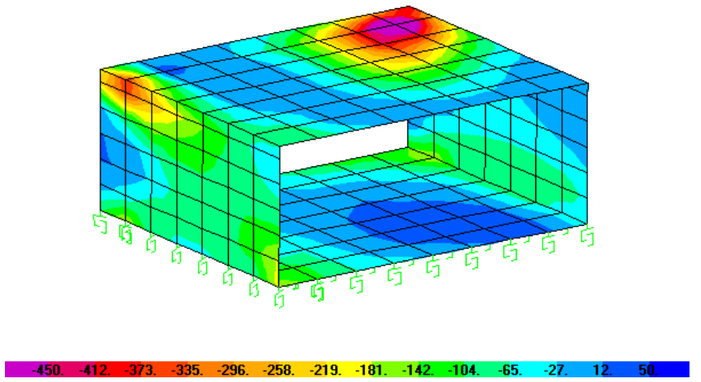


Figura 8: envolvente de momentos flectores M22 mayorados en kNm SAP2000

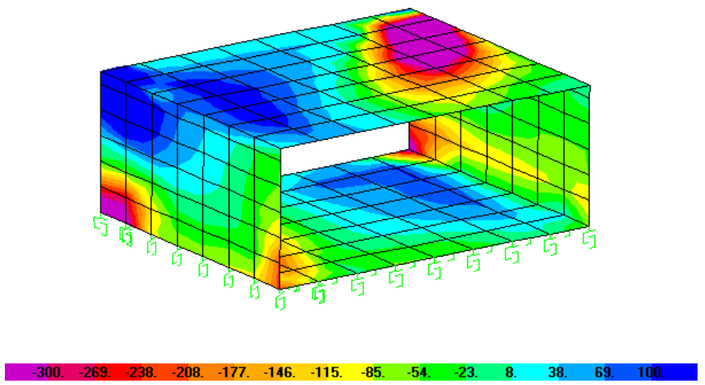


Figura 9: envolvente de esfuerzos cortantes V23 mayorados en kN SAP2000.

Solera superior e=0.6m

Resumen de los esfuerzos máximos en la solera superior del cajón y armado dispuesto.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	Armado Nº barras	Md (kN·m)	Mu kN·m)
Md11+	10d20+10d20/m	+550	1208
Md11-	10d16/m	-350	432.6
Md22+	10d16/m	+20	432.6
Md22-	10d20/m	-480	658.6

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	Armado Nº barras	Mk (kN·m)	Wk mm

Mk11+	10d20+10d20/m	+300	0.09
Mk11-	10d16/m	-200	0.16
Mk22+	10d16/m	+10	0.0
Mk22-	10d20/m	-250	0.12

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd zona 1	1rama d10/0.1x0.2m	765	934.2
Vd zona 2	1rama d10/0.2x0.2m	475	565

*cortante es la suma cuadrática del cortante en las dos direcciones

Solera inferior e=0.4m

Resumen de los esfuerzos máximos en la solera inferior del cajón y armado dispuesto.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Md (kN·m)**	**Mu kN·m)**
Md11+	10d20/m	+200	414.6
Md11-	10d16/m	-100	262
Md22+	10d16/m	+50	262
Md22-	10d16/m	-130	262

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Mk11+	10d20/m	+110	0.09
Mk11-	10d16/m	-60	0.0
Mk22+	10d16/m	+30	0.0
Mk22-	10d16/m	-70	0.0

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd zona 1	1rama d10/0.2x0.2m	360	381.6
Vd zona 2	1rama d8/0.2x0.2m	235	299.6

*cortante es la suma cuadrática del cortante en las dos direcciones

Hastiales e=0.35m

Resumen de los esfuerzos máximos en los hastiales del cajón y armado dispuesto.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Md (kN·m)**	**Mu kN·m)**
Md11+	5d16/m	+105	114.9
Md11-	5d16/m	-30	114.9
Md22+	5d16/m	+20	114.9
Md22-	10d20/m	-300	346.9

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Mk11+	5d16/m	+60	0.0
Mk11-	5d16/m	-15	0.0
Mk22+	5d16/m	+10	0.0
Mk22-	10d20/m	-170	0.22

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd zona 1	1rama d10/0.2x0.2m	485	594.4
Vd zona 2	Sin armadura	165	204.3

*cortante es la suma cuadrática del cortante en las dos direcciones

9.2 Hastial de apoyo del colector 11 de Setembre.

Resumen de los esfuerzos máximos en el hastial del colector 11 de septiembre. Este elemento de soporte se dimensiona como un pilar de dimensiones 0.9mx0.4m al no tener continuidad ya que se encuentra adyacente a la junta del cuenco disipador.

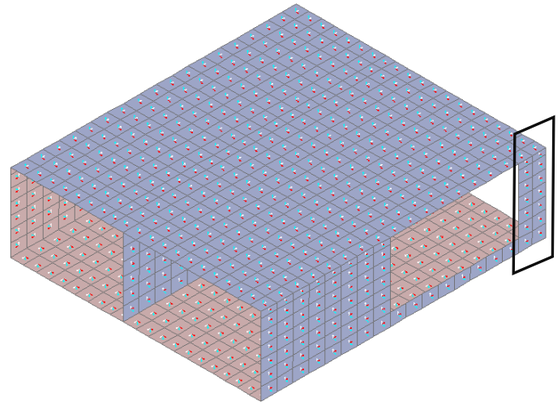


Figura 10: pilar a dimensionar SAP2000

Pilar 0.4x0.9m

Resumen de los esfuerzos máximos en el pilar y armado dispuesto.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Md (kN·m)**	**Mu (kN·m)**
Md11	5d25/m	261.7	356.3
Md22	4d25/m	438.3	596.7

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Mk11	5d25	143.8	0.24

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd1	1cerco d12/0.1m	371	781.5
Vd2	1cerco d12/0.1m	317.5	417.2

*cortante es la suma cuadrática del cortante en las dos direcciones

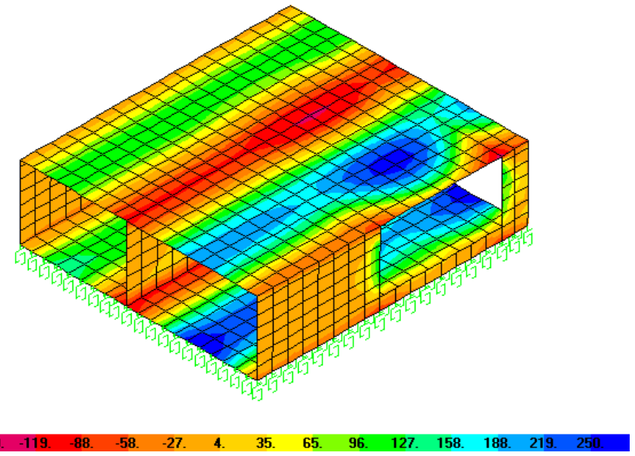


Figura 12: envolvente de momentos flectores M11 mayorados en kNm SAP2000

9.3 Marco colector 11 de Setembre.

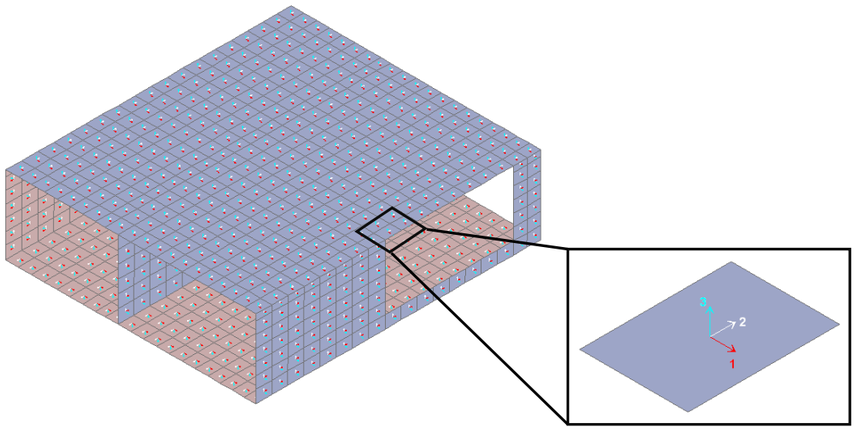


Figura 11: definición de los ejes locales en el colector 11 de setembre. SAP2000

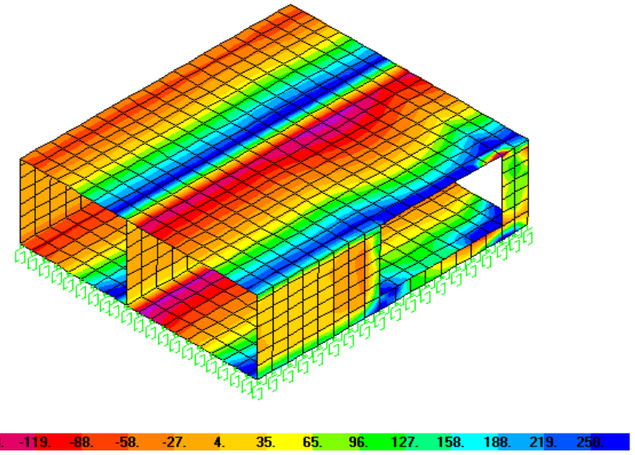


Figura 13: envolvente de esfuerzos cortantes V13 mayorados en kN SAP2000.

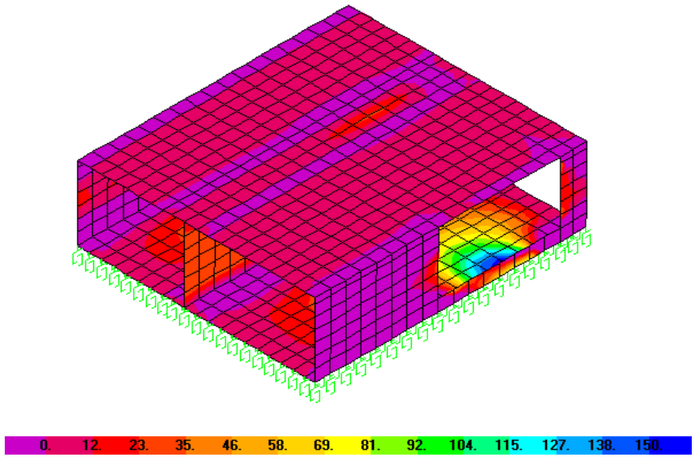


Figura 14: envolvente de momentos flectores M22 mayorados en kNm SAP2000

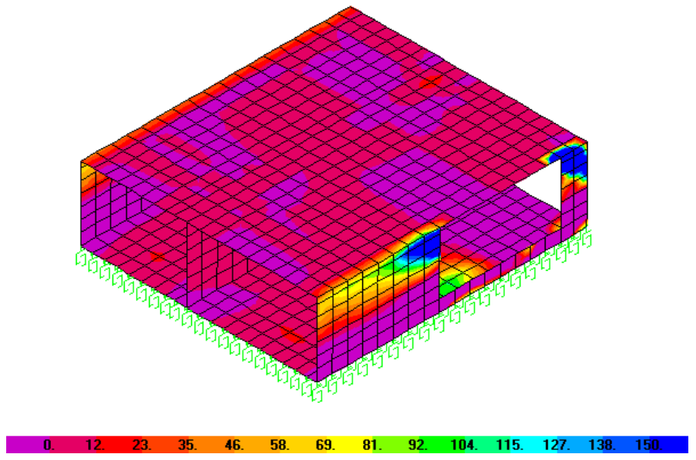


Figura 15: envolvente de esfuerzos cortantes V23 mayorados en kN SAP2000.

A continuación se comprueba la placa pretensada T-24 de la cubierta 11 de setembre que se apoya en la cubierta del colector Estadella.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Tipo de placa**	**Md (kN·m)**	**Mu* kN·m)**
Md11+	T-24	+250	317.6

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Tipo de placa**	**Mk (kN·m)**	**Mo* (kN·m)**
Mk11+	T-24	+130	138.7

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu** (kN)**
Vd zona 1	1rama d8/0.08x0.3m	300	440

*Valores obtenidos de la ficha técnica de ATEFOR.

**Valor obtenido del informe LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA TRAMO 3 redactado por Luis Bozzo Estructuras y Proyectos S.L.

FITXA DE CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES - SEGONS EHE - DEL FORJAT AMB PRELLOSA PRETENSADA MASSISSA - (ATEFOR)

Generalitat de Catalunya
Direcció General d'Arquitectura i Paisatge

FABRICANT — Signat
Nom: ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE LOS FORJADOS, S.L.
Localitat: CASTELLBISBAL - BARCELONA
Direcció : c/. Industria nº 9-11 Pol.In. Comte de Sert
Codi Postal : 08755

079022 03.05.2005
CADUCA ALS 5 ANYS
AUTORITZACIÓ ADMINISTRATIVA VISAT

TÈCNIC AUTOR DE LA MEMORIA — Signat
Nom: ENRIC XERCAVINS VALLS

FULL 51 DE 70

TIPUS DE FORJAT	CANTELL TOTAL	TIPUS DE PRELLOSA	FLEXIÓ POSITIVA (1) Moment Ultim M_u (m KN.m)	MOMENT FISSURACIÓ (m KN.m)	RIGIDESA (m2 MN.m) bruta $E \cdot I_b$	RIGIDESA (m2 MN.m) fissurada $E \cdot I_{fis}$	M. Límit de servei (3) (m KN.m) Mo	Mó	Mó,2	Rasant Ultim (KN.m)	TALLANT Ultim FORMIGÓ V_{ou} (KN.m) (2)	TALLANT Ultim 2 Ø 5 GELOSÍA V_{ou} (KN.m)
10 + 30	40	T - 22	268,48	149,86	192,25	153,80	114,86	184,85	220,63	145,23	242,06	103,00
		T - 23	293,22	161,90	192,81	156,75	126,75	197,04	232,97	145,23	242,06	103,00
		T - 24	317,58	174,01	193,36	161,13	138,71	209,30	245,38	145,23	242,06	103,00
		T - 25	341,56	186,19	193,90	164,33	150,74	221,63	257,87	145,23	242,06	103,00
		T - 26	365,15	198,44	194,45	169,09	162,84	234,04	270,42	145,23	242,06	103,00
		T - 27	388,36	210,76	195,00	171,05	175,02	246,51	283,05	145,23	242,06	103,00
		T - 28	411,19	223,16	195,54	173,04	187,26	259,06	295,75	145,23	242,06	103,00
		T - 29	433,63	235,63	196,08	175,07	199,58	271,67	308,52	145,23	242,06	103,00
		T - 30	455,69	248,16	196,62	177,14	211,97	284,36	321,36	145,23	242,06	103,00
		T - 31	477,37	260,77	197,16	179,24	224,42	297,11	334,26	145,23	242,06	103,00
		T - 32	498,66	273,44	197,70	181,37	236,95	309,94	347,24	145,23	242,06	103,00
		T - 33	519,57	286,19	198,23	183,55	249,54	322,83	360,29	145,23	242,06	103,00

NOTA : valors per m. d'amplada

(2) Valor V_{ou} segons EHE sense contribució de l'armadura de tallant.

(3) 3 Moments que corresponen a cada classe d'exposició segons EHE:
Mo moment de descompressió de la fibra inferior de la secció
Mó moment que produeix tensió nul·la en la fibra de la secció situada a la profunditat de l'armadura inferior
M0,2 moment que produeix fissures d'ample 0,2 mm

Els moments, rasants i tallants amb les càrregues majorades per els coeficients emprats (per càrregues permanents o sobrecàrregues) han de ser menors que els valors últims de la fitxa. Els moments sense majorar, han de ser menors als de servei segons l'ambient o classe.

NOTA: (1) a 28 dies. Per un altra edat es multiplicarà pel factor:

Edat	7 dies	14 dies	21 dies	28 dies	3 mesos	6 mesos	1 any	>5 anys
Rigidez	0,63	0,89	0,91	1,00	1,05	1,13	1,18	1,20
M.fissuració	0,78	0,86	0,96	1,00	1,10	1,17	1,22	1,27

Segons Classe d'exposició, obertura màxima de fissura:
W_kI=0,2 mm. W_kIIa=0,2[1] mm. W_kIIb i IV=descompressió ([1] veure art. 49.2.4 EHE)

9.5 Deformada marco colector 11 de Setembre

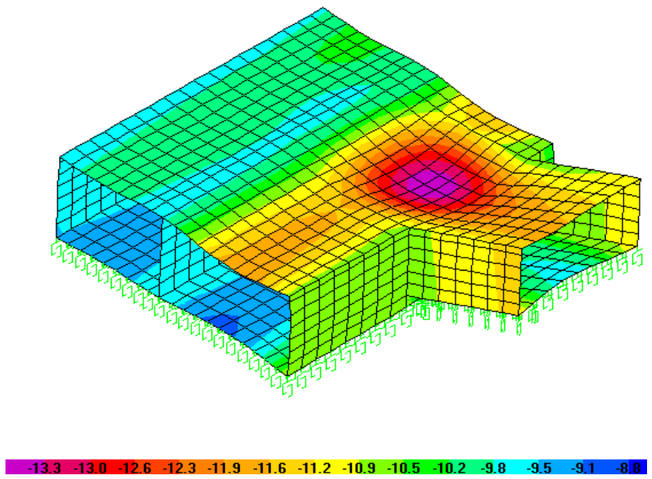


Figura 16: deformada vertical en mm SAP2000

A las deformaciones absolutas verticales obtenidas tenemos que descontar la deformación debida al asiento en el terreno para obtener la flecha propia de la flexión.

Δδ = δmax centro luz – δmax apoyo en hastial = 13.6mm - 10mm = 3.6mm

La relación δmax/luz obtenida considerando una luz de 5m es de δmax/luz = 1/3000 relación que se considera asumible para la estructura.

10. CONCLUSIONES

Los cálculos realizados justifican la viabilidad técnica del colector propuesto para el entronque del aliviadero Estadella con el colector 11 de septiembre.

En los anejos se muestran los cálculos realizados.

Jose Mª Velasco
Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Junio de 2010

Ricart, Concepcion

De: Buron Garcia, Jaime
Enviado el: lunes, 27 de junio de 2011 14:45
Para: Sanchez Rodriguez, Gloria
CC: Calvo Perales, Isaac; Ayuso Pagnacco, Facundo; Martinez Garcia, Fernando; Ricart, Concepcion
Asunto: SECTOR SAGRERA / SOLICITUD CORRECCIONES - RE: Entronque estadella 11 de septiembre

Gloria,

Revisada la "Memoria de cálculo del entronque del colector Estadella con el nuevo colector 11 de septiembre" emitida por AMATRIA Ingeniería durante las obras del Sector Sagrera, podemos decir que en ella se justifica de forma suficiente la validez estructural de la propuesta (compuesta por un marco in situ para el encuentro entre el aliviadero de Estadella procedente del Sector Sant Andreu y el marco bicelular para la reposición del colector 11 de Septiembre) a partir de datos coherentes con las condiciones de contorno de la obra y mediante la comprobación de los Estados Límite determinantes para cada elemento del nuevo marco in situ en continuación del aliviadero de Estadella y de los elementos estructurales de la reposición del colector 11 de Septiembre que resultan afectados por la conexión (nuevo diseño estructural del "hastial-pilar" extremo y comprobación de la cubierta semi-prefabricada).

Sin embargo, en la definición gráfica de la propuesta recogida en los planos adjuntos "TAPA PARA ARQUETA. DEF. GEOMÉTRICA Y ARMADO" (hojas 1 a 3 de 3) se localizan las siguientes discrepancias que deberán ser subsanadas antes de abordar la ejecución de los elementos en estudio:

- Se localiza discrepancia entre la armadura transversal inferior de la solera definida en las secciones C-C y D-D (f20 /0.10; hoja 1 de 3) y las definidas en el detalle de conexión con la solera del colector 11 Septiembre (f16/0.10 – Sección A'-A'; hoja 1 de 3) y en la planta de ARMADURA LOSA INFERIOR ESTADELLA (f16/0.10 – hoja 3 de 3); siendo esta última (f16 /0.10) la coherente con los cálculos justificativos adjuntos.
- Se localiza discrepancia entre la armadura vertical exterior del hastial "montaña" definida en la sección D-D (f20 /0.10; hoja 1 de 3) y la definida en el detalle de conexión con el "pilar-hastial" del colector 11 Septiembre (f16/0.20 – DETALLE DE ANCLAJE; hoja 2 de 3); siendo la primera (f20 /0.10) la coherente con los cálculos justificativos adjuntos.
- Se localiza errata en la acotación de armadura de cortante (r f10/0.20x0.20) del hastial de la sección C-C en la que no se define gráficamente este tipo de armadura (ya que, en correspondencia con los cálculos justificativos, la armadura de cortante en hastiales sólo es necesaria en la denominada sección D-D).

Un saludo,

Jaime Burón García
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Departamento de Estructuras
jaime.buron@inocsa.es
jaime.buron@aecom.com

INOCSA, Una Empresa AECOM.
Quintana, 2 - Madrid (28008), España
T +34 915 487 790 F +34 915 487 791
www.inocsa.es
www.aecom.com

INOCSA
Una Empresa AECOM
27 JUN 2011
ENTRADA Nº 7265 ARCHIVO 6.4.2

De: Sanchez Rodriguez, Gloria
Enviado el: viernes, 17 de junio de 2011 17:48
Para: Buron Garcia, Jaime; Ayuso Pagnacco, Facundo
CC: Calvo Perales, Isaac
Asunto: Entronque estadella 11 de septiembre

Buenas tardes Jaime:

Te envío el cálculo del entronque del aliviadero de Estadella con el colector 11 de Septiembre. Hablamos el lunes si te parece, no he tenido tiempo de revisarlo todavía.
Respecto a la nota de las gradas que esperábamos para hoy, Corsán finalmente lo entregará el lunes; cuando hablemos ya vemos la fecha de ambos.

Un saludo.

De: Miguel Abellan Alcaraz [mailto:mabellan@isoluxcorsan.com]
Enviado el: viernes, 17 de junio de 2011 17:27
Para: Sanchez Rodriguez, Gloria; Calvo Perales, Isaac
CC: Jose Vicente Peñas Bermudez; Daniel Requena Romero
Asunto: Enntronque estadella 11 de septiembre

Buenas tardes,
adjunto informe de cálculo del entronque del colector de estadella con el colector 11 de Septiembre,
quedamos a la espera de revisión y aprobación para incluirlo en planos constructivos,
en cuanto a la revisión del armado de muros y zapatas en las escaleras de calle valencia el lunes por la mañana haremos entrega de la nota técnica que los valida,
un saludo,

De: Vicenç Rodriguez [mailto:rodriguez@amatria.com]
Enviado el: jueves, 16 de junio de 2011 20:09
Para: Miguel Abellan Alcaraz; Jose Vicente Peñas Bermudez
CC: Jose Maria Velasco; 'Giorgio Ballati'
Asunto: entronque estadella 11 de septiembre

Buenas tardes

Te envío el informe del entronque, disculpas por el retraso. Respecto los muros para las graderías emitiremos una nota mañana de conformidad.

Saludos

Vicenç Rodríguez
rodriguez@amatria.com

AMATRIA INGENIERÍA, S.L. - NIF. B-63352041
Diputació, 238-244 - Àtic 2a
Telf.: 93 270.13.71 - Fax: 93 317.99.65
08007 Barcelona
www.amatria.com

Antes de imprimir este e-mail piense bien si es necesario hacerlo. El medioambiente es cosa de todos. / Abans d'imprimir aquest e-mail pensi bé si és necessari fer-lo. El medi ambient és cosa de tots. / Please consider the environment - Do you really need to print this e-mail?

AVISO LEGAL: La información contenida en este mensaje de correo electrónico es confidencial y puede revestir el carácter de reservada. Está destinada exclusivamente a su destinatario. El acceso o uso de este mensaje, por parte de cualquier otra persona que no esté autorizada, pueden ser ilegales. Si no es Ud. la persona destinataria, le rogamos que proceda a eliminar su contenido.
Conforme a la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, le comunicamos que su dirección de correo electrónico forma parte de nuestro fichero con el objetivo de poder mantener el contacto con Ud. Si desea oponerse, acceder, cancelar o rectificar sus datos, póngase en contacto con AMATRIA INGENIERÍA, S.L. E-mail: administracion@amatria.com

AVÍS LEGAL: La informació continguda en aquest missatge de correu electrònic és confidencial i pot incloure dades de caràcter reservat. Aquesta informació va dirigida únicament al seu destinatari. L'accés o el seu ús per part d'una altra persona no autoritzada pot ésser il·legal. Si no és Vostè la persona destinatària, si us plau, esborreu-ne el contingut.
D'acord amb la Llei Orgànica 15/1999, de 13 de desembre, li comuniquem que la seva adreça de correu electrònic forma part del nostre fitxer per poder mantenir el contacte amb vostè. Si vostè vol oposar-se, accedir, cancel·lar o rectificar les seves dades posi's en contacte amb AMATRIA INGENIERÍA, S.L. E-mail: administracion@amatria.com

INOCSA
Una Empresa AECOM
11 JUL 2011
ENTRADA Nº 7096 ARCHIVO 6.4.2/11.24

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V. MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

OPTIMIZACIÓN DEL REFUERZO EN CUBIERTA SOBRE LOS COLECTORES RIERA D´HORTA Y SOLDEVILLA PARA RESISTIR EL PASO DE TRÁFICO FERROVIARIO DE ANCHO UIC

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica de los documentos relativos a la "Refuerzo a ejecutar en la cubierta sobre los colectores de Riera D´Horta y Soldevilla para resistir el paso ferroviario del corredor UIC" en su edición 01 recibidos durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación con la propuesta optimizada para el refuerzo a realizar en la denominada CUBIERTA 2 ejecutada sobre los colectores Riera D'Horta y Soldevilla para que resista el paso del corredor ferroviario UIC; a saber:

- Documento: " ESTUDIO DEL REFUERZO A REALIZAR EN LA CUBIERTA SOBRE LOS COLECTORES RIERA D´HORTA Y SOLDEVILLA PARA RESISTIR EL PASO DE TRÁFICO FERROVIARIO DE ANCHO UIC"; del que se asume como vigente la generalidad de la Memoria de Cálculo.

- Plano adjunto 01 "PLANTA SITUACIÓN LOSA A REFORZAR. PROPUESTA 01 PARA REFUERZO LOSA", que se asume como definición gráfica vigente de la propuesta.

La documentación citada es emitida por la empresa AMATRIA Ingeniería S.L. como responsables de los cálculos estructurales de los elementos en estudio, y en ella se pretende dar respuesta a las observaciones realizadas en la fase previa de supervisión sobre la versión anterior del documento.

En el presente informe se realiza una revisión de las aclaraciones presentadas y, en su caso, de las correcciones que se hayan podido realizar en el desarrollo de los cálculos presentados como justificación de la validez estructural de la propuesta y de las modificaciones que haya sido recogidas en el plano con el que se pretende su definición para proceder a su ejecución.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Revisada la documentación recibida, se puede decir que en la nueva versión del documento de "ESTUDIO DEL REFUERZO A REALIZAR EN LA CUBIERTA…" se recogen las correcciones relacionadas con las observaciones realizadas en los informes de supervisión previos; así como una optimización de la solución de refuerzo acompañada de cálculos justificativos suficientes y coherentes con la nueva versión del plano de definición de las estructuras en estudio.

Por lo tanto, se puede decir que la validez estructural de la propuesta de refuerzo en la cubierta sobre los colectores Riera D´Horta y Soldevilla para resistir el paso ferroviario previsto se considera suficientemente justificada con la documentación recibida, por lo que no se encuentra impedimento para comenzar su ejecución conforme a su definición en el plano vigente.

Madrid, 03 de junio de 2011

INOCSA, Una Empresa AECOM

7679

amatria
ingeniería
www.amatria.com

INOCSA
Una Empresa AECOM
28 JUN 2011
ENTRADA Nº 7274 ARCHIVO 6.3

PROYECTO: **817 AVE TRINITAT SAGRERA**
Memoria de cálculo de una tapa para hueco en colector 11 de septiembre existente.

1. OBJETO D E LA NOTA TÉCNICA

Referencia: 817
Fecha: Junio 2011
Nombre de la obra: AVE TRINIDAD - SAGRERA

El objeto de la presente nota es el dimensionamiento de una tapa para hueco de 0.70x0.70m (planta) en el dintel del colector existente 11 de septiembre que soporte el paso de tráfico ferroviario.

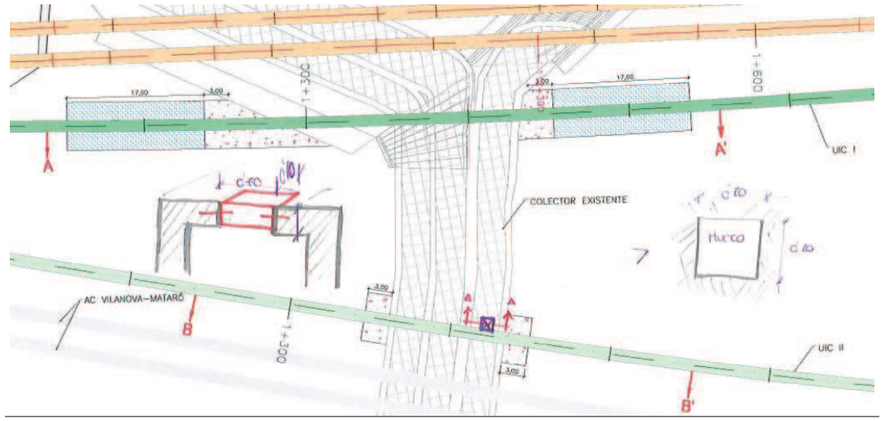


Figura 1: Planta ubicación del hueco a tapar en el colector 11 de septiembre.

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

La tapa para el hueco propuesta es de hormigón armado con las mismas dimensiones que el hueco de 0.70x0.70m y 0.5m de canto. El armado en la cara inferior y superior es de 1Φ16/0.15 en las dos direcciones. La tapa está unida al dintel del colector 11 de septiembre existente mediante anclajes 3Φ12 por cara.

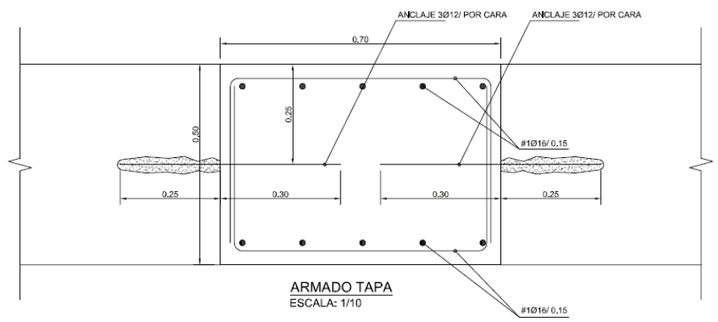


Figura 2: tapa propuesta para el hueco en colector existente.

3. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Hormigón armado HA-30:

Coeficiente de seguridad del hormigón.....γc = 1.50
Coeficiente de seguridad del acero.....γs = 1.15

En la comprobación de la fisuración se ha considerado dos ambientes de exposición. Para la cara inferior de la tapa se considera un ambiente de exposición tipo IIa+Qb cuya obertura máxima está limitada a 0.1mm. Para la cara superior de la tapa se considera un ambiente IIa cuya obertura de fisura máxima es de 0.3mm.

Coeficientes de seguridad para acciones:

Coeficiente de seguridad para acciones variables…….....1.50
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes……..…..1.35

4. NORMATIVA APLICADA

Para el cálculo y la comprobación de la solera se ha seguido:

Estructura Hormigón	Instrucción de hormigón estructural EHE-98.
Hipótesis de Carga y Combinaciones	Instrucción de hormigón estructural EHE-98 Eurocódigos. Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril IAPF

5. ACCIONES

Se ha considerado las siguientes cargas:

- **Peso propio (pp):** peso propio, se considera un peso específico del hormigón de 25kN/m^3
- **Cargas muertas (cm):** de valor 16.45kN/m^2 correspondiente al peso propio del balasto de espesor 0.78m y al peso de las traviesas y carriles:
  - Peso del balasto: 0.78m x 18kN/m^3 = 14kN/m^2
  - Peso propio de las vías y los carriles: 2.45kN/m^2
- **Sobrecarga tráfico ferroviario (qf):** se considera una carga puntual de 250kN correspondiente al carro UIC71 de la IAPF mayorada con los coeficientes de clasificación α = 1.21 y de impacto φ= 1.53. Esta carga puntual se ha repartido según los criterios de difusión de la IAPF a partir de las dimensiones de los elementos de vía previstos de acuerdo con el informe "*Recalculo de la solera tipo para vía múltiple AC según recomendaciones UPC"* emitido por INOCSA :
  - Vía sobre Balasto (espesor =0.78m).
  - Traviesas 0.30 m x 2.60 m cada 0.60 m.

amatria ingeniería
www.amatria.com

- Pendiente de reparto en balasto: 4(vertical):1(horizontal)
- Inclinación de reparto en hormigón: 1(vertical):1(horizontal)

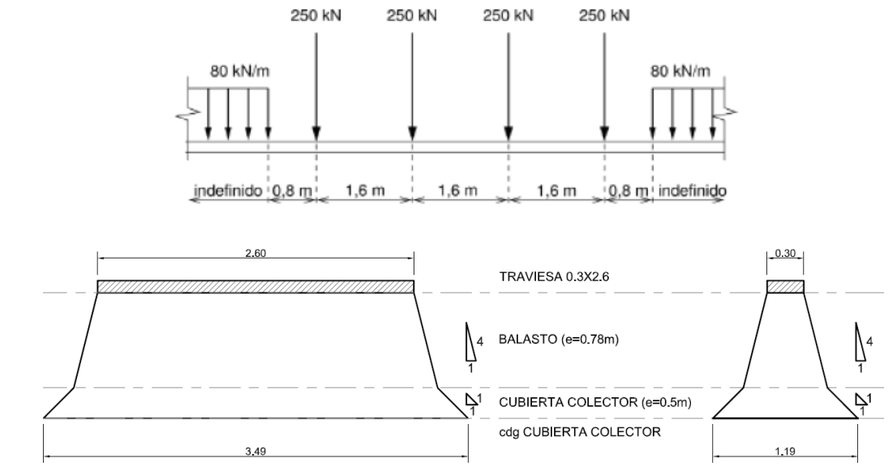


Figura 3: carro UIC71 y reparto de la carga puntual a través del balasto hasta cdg de la cubierta del colector.

Se obtiene una carga uniformemente repartida de 111.5kN/m^2 aplicada en una superficie de 4.15m^2

- **Presión de agua (qw):** El colector 11 de septiembre existente puede entrar en carga hasta una presión hidráulica equivalente a 8 m.c.a. o 80kN/m^2.

Combinaciones:

ELU:

Cpqf= 1.35 · pp + 1.35 · cm + 1.50 · qf
Cpqw= 1.00 · pp + 1.00 · cm + 1.50 · qw

ELS:

Dpqf= 1.00 · pp + 1.00 · cm + 1.00 · qf
Dpqw= 1.00 · pp + 1.00 · cm + 1.00 · qw

6. METODOLOGÍA Y PROCESO DE CÁLCULO

Mediante el prontuario informático de la EHE se hace un análisis de la tapa como una viga biapoyada de 0.7m de luz, aplicando las cargas descritas en el apartado anterior (ponderadas por un ancho contributivo de 0.7m) se obtiene los esfuerzos de dimensionamiento.

Con el prontuario informático de la EHE de dimensiona la sección resistente de hormigón armado.

7. RESULTADOS

En este apartado se muestra los esfuerzos de dimensionamiento y armados dispuestos en la tapa (ver anejo adjunto) correspondientes a la combinación con carga de tráfico ferroviario Cpqf, más desfavorable que la combinación con carga de agua Cpqw, dado que la carga de tren es superior a la carga de agua (111.5kN/m^2>80kN/m^2) y tiene el mismo sentido que las cargas de peso propio y cargas muertas de balasto y vía:

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Md (kN·m)**	**Mu kN·m)**
Md	1Φ16/0.15m	8.8	181.5

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Mk	1Φ16/0.15m	6	0.0

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd	Sin armadura	50.5	128.7

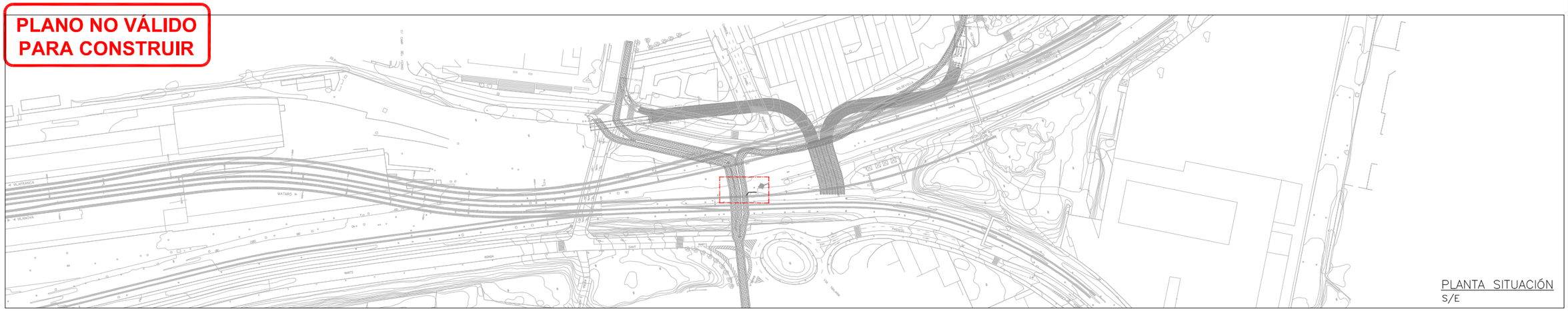
ARMADO DE ANCLAJE			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Rmu (kN)**
Rmd	3Φ12 por cara	50.5	176

9. CONCLUSIONES

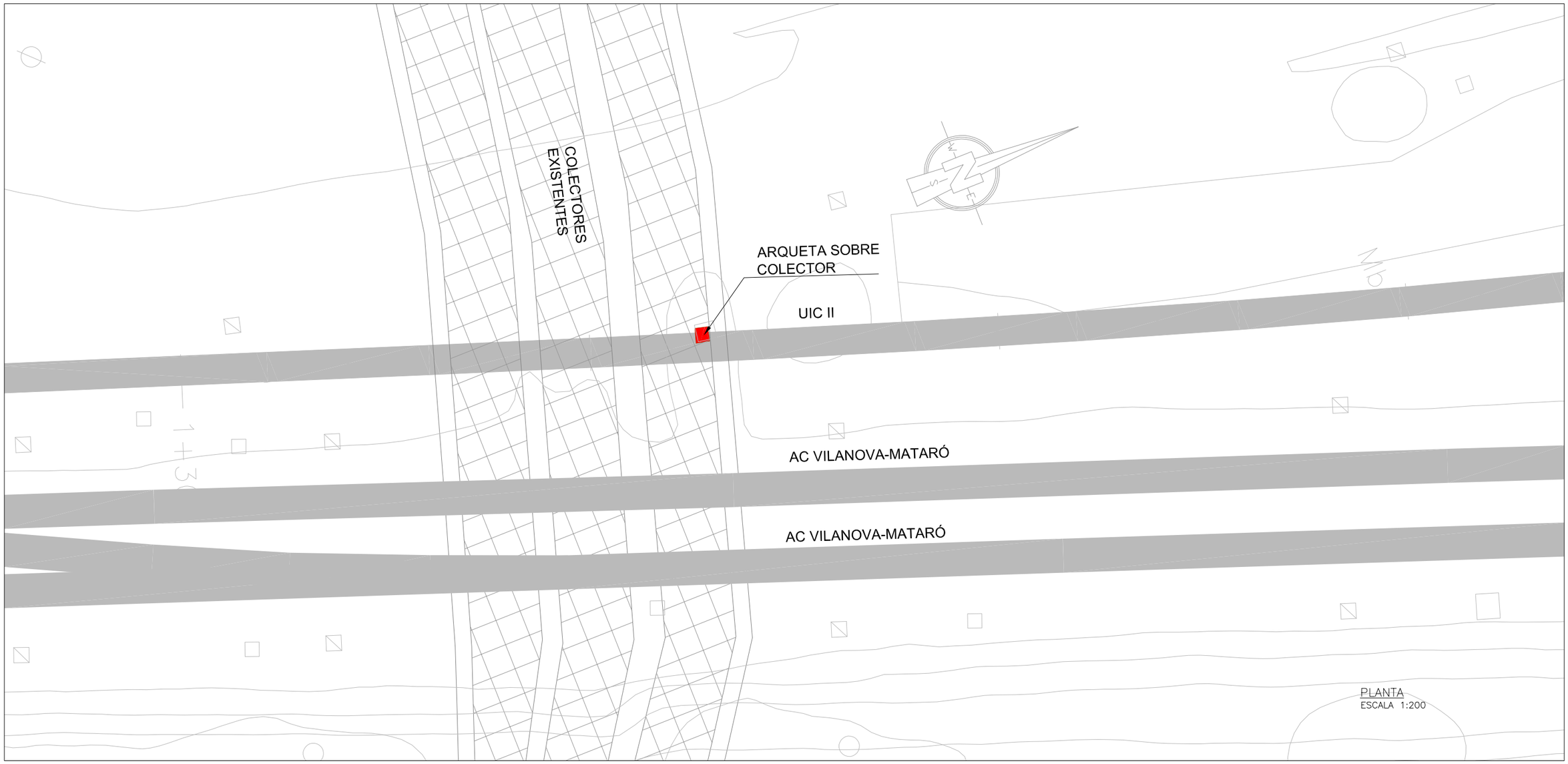
La tapa se ha dimensionado a partir de estos resultados de esfuerzos máximos, siguiendo las recomendaciones de EHE y de los Eurocódigo 2, dedicado al hormigón armado. Los cálculos realizados justifican la viabilidad técnica de la estructura cuyos armados y planos se adjuntan al informe.

Jose Mª Velasco
Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Junio de 2011

PLANO NO VÁLIDO PARA CONSTRUIR



PLANTA SITUACIÓN
S/E



PLANTA
ESCALA 1:200

REVISIÓN Nº	FECHA ELABORACIÓN	CONCEPTO MODIFICADO

SUSTITUYE AL PLANO Nº

adif ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

TÍTULO
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA
L.A.V. MADRID–ZARAGOZA–BARCELONA–FRONTERA FRANCESA
TRAMO: LA SAGRERA–NUDO DE LA TRINIDAD
SECTOR SAGRERA. SITUACIÓN PROVISIONAL

AUTOR
ISOLUX CORSÁN
CORSÁN-CORVIAM

ESCALA
1:200
Numérica
Gráfica
0 2m 4m

FECHA
JUNIO 2011

TÍTULO DEL PLANO
ESTRUCTURAS
COLECTORES
ARQUETA SOBRE COLECTOR

Nº DE PLANO
--
Hoja 1 de 1

7683

Ricart, Concepcion

De: Buron Garcia, Jaime
Enviado el: martes, 28 de junio de 2011 13:19
Para: Sanchez Rodriguez, Gloria
CC: Calvo Perales, Isaac; Ayuso Pagnacco, Facundo; Martinez Garcia, Fernando; Ricart, Concepcion
Asunto: SECTOR SAGRERA / APROBACIÓN - RE: ESTUDIO DE TAPA PARA ARQUETA EXISTENTE EN COLECTOR 11 S EN SERVICIO

INOCSA
Una Empresa AECOM
28 JUN 2011
ENTRADA Nº: 725 ARCHIVO: 6.4.2/424

Gloria,

Revisada la "Memoria de cálculo de una tapa para hueco en colector 11 de septiembre existente" recibida hace un rato, podemos decir que en ella se justifica de forma suficiente la validez estructural de la propuesta de losa horizontal de hormigón armado que cubra el hueco referido y resista el tráfico ferroviario a partir de datos coherentes con las condiciones de contorno de la obra y mediante la comprobación de los Estados Límite determinantes.

Adicionalmente, se comprueba que el plano adjunto "TAPA COLECTOR 11 DE SEPTIEMBRE EXISTENTE" (Hoja 1 de 1) recoge una definición completa de la tapa en estudio, coherente con los cálculos justificativos de la Memoria y con alcance suficiente para abordar su ejecución.

Por tanto, no encontramos impedimento para abordar la ejecución de la propuesta de tapa del colector 11 de Septiembre según su definición en el plano adjunto.

Un saludo,

Jaime Burón García
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Departamento de Estructuras
jaime.buron@inocsa.es
jaime.buron@aecom.com

INOCSA, Una Empresa AECOM.
Quintana, 2 - Madrid (28008), España
T +34 915 487 790 F +34 915 487 791
www.inocsa.es
www.aecom.com

De: Sanchez Rodriguez, Gloria
Enviado el: martes, 28 de junio de 2011 12:38
Para: Buron Garcia, Jaime; Ayuso Pagnacco, Facundo
CC: Calvo Perales, Isaac
Asunto: ESTUDIO DE TAPA PARA ARQUETA EXISTENTE EN COLECTOR 11 S EN SERVICIO

Buenos días Jaime:

Aprovechando que Juliana e Isaac me cuentan que esta semana estás descargado de San Andrés (pues los documentos previstos están por recibir, salvo uno) igual tienes un hueco para mirar esta nota de cálculo que nos enviaron anoche. La intención de Corsán es comenzar a ejecutarlo hoy. Es un detalle sencillo, de la conexión al colector existente de la tapa de una arqueta que queda anulada. Está bien explicado en la nota y además han dibujado a mano un croquis para que se vea claro.
Como te digo, quieren ejecutarlo hoy, por lo que si no lo vemos claro y en lugar de anclajes de 12 les decimos que pongan 20, pues 20.

Bueno dime, cómo lo tienes hoy para echarle un vistazo rápido e incluso si prefieres ponerte esta semana con el muro 8 o la tapa de la galería de feeders.

Un saludo.

De: Miguel Abellan Alcaraz [mailto:mabellan@isoluxcorsan.com]
Enviado el: lunes, 27 de junio de 2011 20:14
Para: Sanchez Rodriguez, Gloria; Calvo Perales, Isaac
CC: Jose Vicente Peñas Bermudez; Daniel Requena Romero
Asunto: ESTUDIO DE TAPA PARA ARQUETA EXISTENTE EN COLECTOR 11 S EN SERVICIO

Buenas tardes,
Os adjunto una nota en la que se ha dimensionado la tapadera a realzar para el hueco de la arqueta existente en el colector 11 de Septiembre (adjunto plano de situación), el hueco es de 0.70 x 0.70 en planta y se plantean taladros en las caras laterales para conectar al dintel y armado en cara superior e inferior.
Como sabéis estamos echando plataforma en esa zona, por lo que os pedimos que en cuanto podáis lo reviséis y nos deis contestación de cara a poder empezar a ejecutarlo mañana a lo largo del día si todo está correcto,

gracias,
un saludo

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD
El correo electrónico vía Internet no permite asegurar ni la confidencialidad de los mensajes transmitidos ni su integridad o correcta recepción. Si no consintiera éste, rogamos nos lo notifique de manera inmediata.
Este mensaje va dirigido únicamente a su destinatario y pudiera contener información confidencial cuya divulgación esté prohibida por ley. Si lo recibe por error, rogamos nos lo comunique de manera inmediata por esta misma vía y proceda a su eliminación, así como a la de cualquier documento adjunto al mismo. Asimismo, si no es el destinatario de este mensaje, se le informa de que su lectura, copia, distribución y utilización, así como la de cualquier documento adjunto, están prohibidas.

CONFIDENTIALITY WARNING
Internet e-mail does not allow neither the confidentiality nor the completeness nor proper receipt of the messages sent. If you do not consent to the use of Internet e-mail, please notify us immediately.
This message is intended exclusively for its addresser and it could be contained confidential information which spreading is forbidden by law. If you received this in error, please contact the sender and delete it and any attachment. If you are not the addresser indicated in this message, please be informed that any reading, copy, distribution or use of it or its attachments is forbidden.

APÉNDICE 3 – SIFÓN DE ESPRONCEDA

PROYECTO: **817 AVE SAGRERA-TRINIDAD**
Memoria de cálculo de la arqueta A1 bajo gradas en la calle Valencia.

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL INFORME

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

3. NORMATIVA APLICADA

4. MATERIALES

5. MATERIALES

6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

7. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS Y COMBINACIONES CONSIDERADAS

8. METODOLOGIA DE CALCULO

9. RESULTADOS

10. CONCLUSIONES

1. Antecedentes y objeto del informe

Referencia: 817
Fecha: Febrero de 2011
Nombre de la obra: Arqueta A1 bajo gradas

Dentro de las obras que configuran el proyecto "LÍNIA DE ALTA VELOCIDAD MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: LA SAGRERA-NUDO DE LA TRINIDAD" se precisa ejecutar una arqueta denominada A1 bajo una zona de graderías en la calle Valencia con un relleno de 4.2m de tierras por encima de la solera de cubierta. El Objeto del presente informe es el dimensionamiento de la citada arqueta.

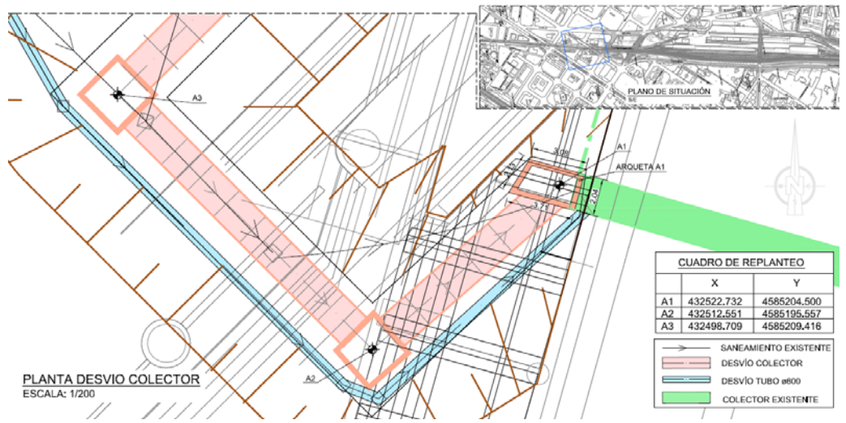


Figura 1. Planta ubicación de la arqueta A1.

2. Definición de la solución propuesta

La arqueta A1 presenta una geometría prismática con una planta trapezoidal de 3.71m de largo por 2.04m de ancho y una altura total de 5.32m. Dispone de dos huecos de dimensiones 2.30x2.40m para su entronque con el cajón de entrada de 2.30x2m de entrada sesgada y 1.44mx2.3m para la conexión con la galería de salida.

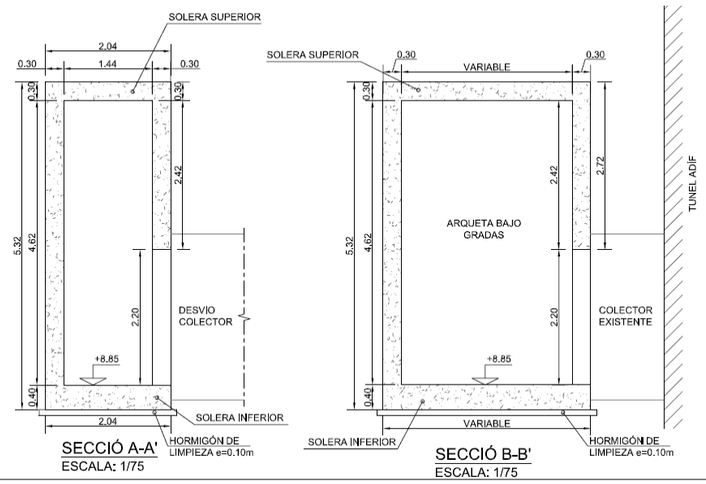


Figura 2. Sección resistente propuesta para la arqueta A1

Se propone ejecutar una arqueta de hormigón armado de 0.3m de canto en la solera superior y hastiales, mientras que para la solera inferior el canto propuesto es de 0.4m.

3. Características del terreno

Según lo indicado en el informe "Nota acerca de los criterios a utilizar en el dimensionamiento de pantallas del Sector Sagrera del tramo Sagrera-Nus de la Trinidad" los parámetros que se deberían considerar son los de proyecto original que se resumen a continuación:

Tipo de terreno	γ (t/m³)	C' (t/m²)	φ	Kv (t/m³)
Relleno	2.0	0.0	28.0º	1500
Qa-s Granular	2.15	1.5	33.0º	4000
Qa Cohesivo	2.15	3.0	29.0º	4000
Qr2	2.10	0.5	32.5º	3000
Qc	2.15	0.5	32.5º	4000

Nos encontramos en el principio del ámbito de actuación de las obras, el perfil geológico de proyecto original determina que la arqueta se apoyará en el estrato Qa-s con un coeficiente de balasto vertical de 4000t/m^3

4. Normativa aplicada

Para el cálculo y la comprobación de los diferentes elementos estructurales se ha seguido:

Estructura Hormigón	Instrucción de hormigón estructural EHE-98.
Hipótesis de Carga y Combinaciones	Instrucción de hormigón estructural EHE-98 Eurocódigos. Código técnico de la edificación CTE

5. Materiales

Hormigón:

Hormigón en pantallas.....HA-30 (fck = 30 N/mm^2)

.

Acero corrugado:

Acero en las pantallas.....B 500 S (fyk = 500 N/mm^2)

Para la comprobación del estado límite de servicio a fisuración se ha considerado un ambiente IIa para las superficies exteriores que se encuentran en contacto con el terreno. Para las superficies interiores que están expuesta a un ambiente de aguas residuales se considera un ambiente de exposición IIa+Qb.

6. Coeficientes de seguridad

Hormigón armado:

Coeficiente de seguridad del hormigón.....γc = 1.50
Coeficiente de seguridad del acero.....γs = 1.15

Coeficientes de seguridad para acciones

Coeficiente de seguridad para acciones variables…….....1.50
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes…….....1.35
Coeficiente de seguridad para acciones accidentales……..……..1.00

7. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS Y COMBINACIONES CONSIDERADAS

Las cargas consideradas son las siguientes:

- **pp:** peso propio de la galería. Para la valoración de las acciones debidas al peso propio se ha considerando un peso específico del hormigón armado de 25kN/m³
- **qtv:** peso propio de las tierras. Se considera un peso específico del relleno de tierras de 20kN/m³ y la altura por encima de la cubierta de 4.2m según secciones facilitadas por la constructora.
- **qth:** empuje lateral del relleno de tierras calculado según la expresión qth = γt· Ko · z donde :

  Ko =0.5 coeficiente de empuje en reposo
  γt = 20kN/m³ peso unitario del terreno
  z = 9.1m altura de tierras (altura arqueta + altura relleno)

- **qscuv:** sobrecarga uso se considera 4kN/m^2 correspondiente a la carga de muchedumbre según la CTE al estar por debajo de una zona de graderías.
- **qscuh:** empuje lateral de la sobrecarga uso calculado según la expresión qh_veh = Ko · qv_veh donde:

  Ko =0.5 coeficiente de empuje en reposo
  qv_veh = 4kN/m^2

- **qwater:** empuje hidrostático del agua calculado según la expresión qwater = γw · z donde:

  γw= 10kN/m³ peso unitario del agua
  z = 2m altura de agua (altura máxima de la galería de entrada)

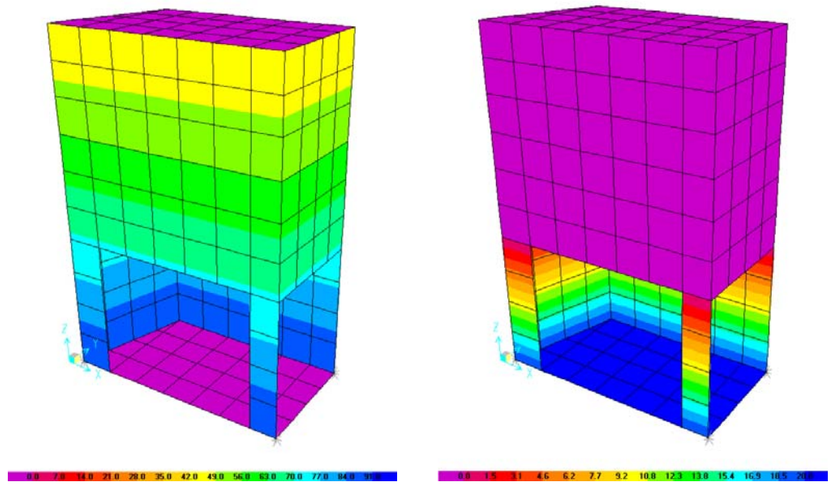


Figura 3. Empuje del terreno y hidrostático aplicado en el modelo.

En el análisis se han definido las siguientes combinaciones:

ELU: cpqtot = 1.35·pp + 1.5·qtv + 1.5·qth + 1.5·qscuv + 1.5·qscuh

Cpqtot2 = 1.35·pp + 1.5·qtv + 1.5·qth + 1.5·qscuv + 1.5·qscuh + 1.5·qwater

Cpqv1 = 1.35·pp + 1.5·qtv + 1.0·qth + 1.5·qscuv

Cpqh1 = 1.35·pp + 1.0·qtv + 1.5·qth + 1.5·qscuh
Cpqwater = 1.35·pp + 1.5·qwater

ELS: cpqtot = 1.00·pp + 1.0·qtv + 1.0·qth + 1.0·qscuv + 1.0·qscuh

Cpqtot2 = 1.00·pp + 1.0·qtv + 1.0·qth + 1.0·qscuv + 1.0·qscuh + 1.0·qwater

Cpqv1 = 1.00·pp + 1.0·qtv + 1.0·qth + 1.0·qscuv

Cpqh1 = 1.00·pp + 1.0·qtv + 1.0·qth + 1.0·qscuh

Cpqwater = 1.00·pp + 1.0·qwater

8. METODOLOGIA DE CALCULO

8.1 Software utilizado

Para los cálculos estructurales se han utilizado los siguientes programas:

- SAP 2000 versión 14 de la compañía CSI. Programa de modelización numérica empleado para la obtención de los esfuerzos actuantes. Al combinar las cargas, anteriormente expuestas, de la forma más desfavorable se obtienen los esfuerzos de cálculo a los que está sometida la estructura.

- PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL, para la comprobación y diseño de las secciones de hormigón armado.

8.2 Descripción del modelo de cálculo

Se ha realizado un modelo de elementos finitos tipo lámina (shell) de la arqueta según la geometría expuesta en el apartado 2. El apoyo de la galería en el terreno se ha valorado a través de un apoyo elástico superficial (area spring) cuya rigidez del muelle (coeficiente de balasto) es de kb=11500kN/m^3 calculado según lo indicado en proyecto original considerando un k_{30Qa}=40000kN/m^2

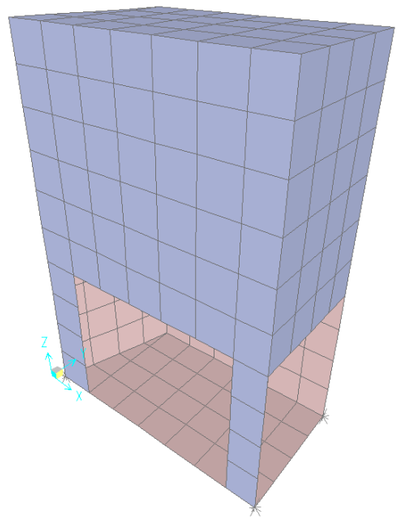


Figura 4. Perspectiva del modelo SAP2000 de la arqueta.

9. RESULTADOS

A continuación se presentan los diagramas de esfuerzos obtenidos en la arqueta.

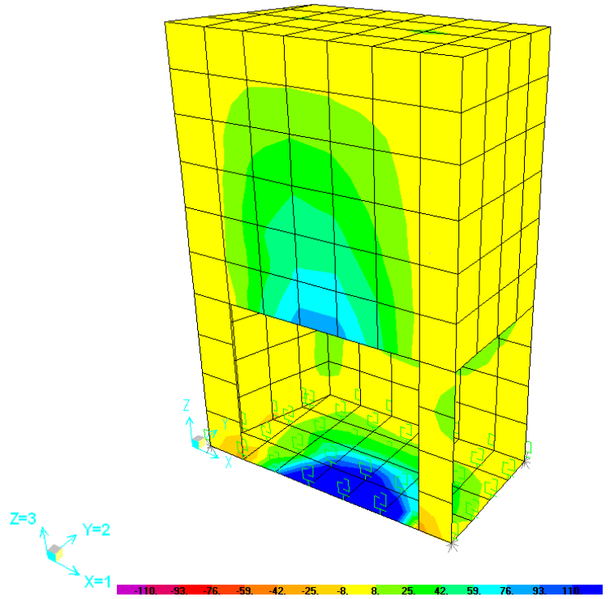


Figura 5. Diagrama de momentos flectores M11 mayorados en kNm en fase actual SAP2000

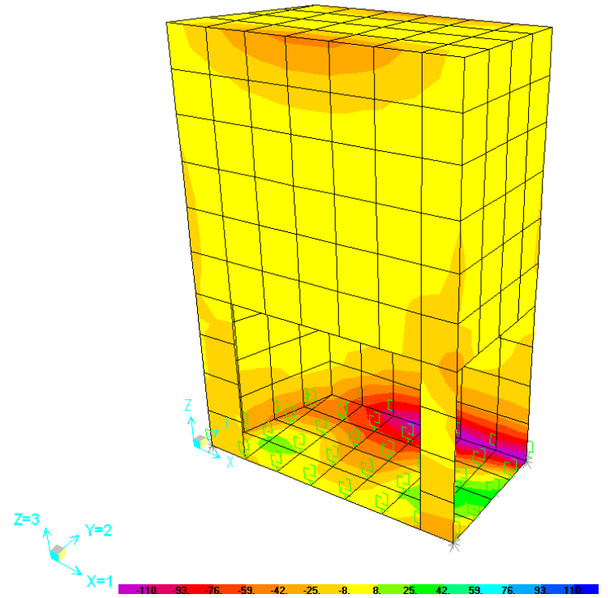


Figura 6. Diagrama de momentos flectores M22 mayorados en kNm en fase actual SAP2000.

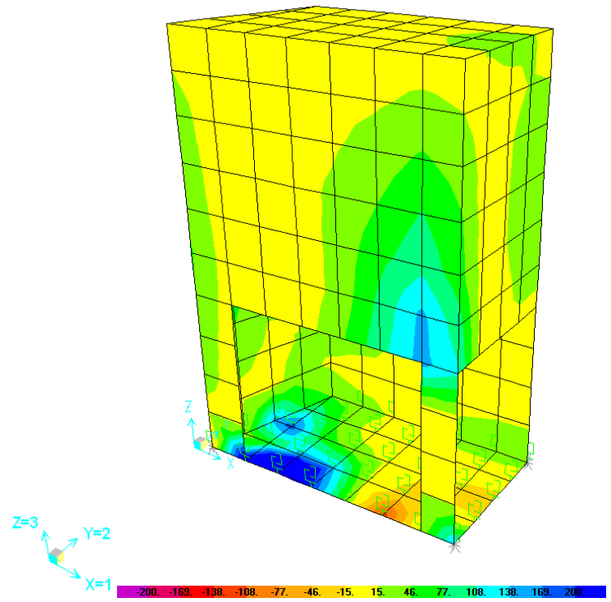


Figura 7 Diagrama de esfuerzos cortantes V13 mayorados en kN en fase actual SAP2000.

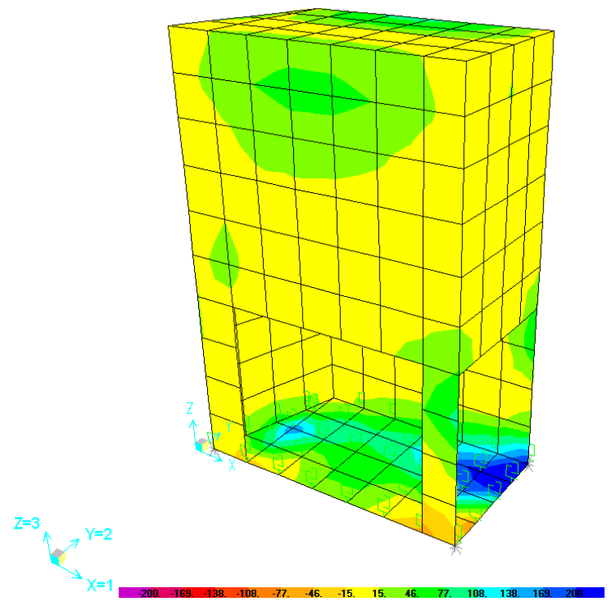


Figura 8. Diagrama de esfuerzos cortantes V23 mayorados en kN en fase actual SAP2000.

Solera superior e=0.3m

Resumen de los esfuerzos máximos en la solera inferior del cajón y armado dispuesto.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Md (kN·m)**	**Mu kN·m)**
Md11+ (cara interior)	10d12/m	+5	112.5
Md11- (cara exterior)	10d12/m	-10	112.5
Md22+ (cara interior)	10d12/m	+20	112.5
Md22- (cara exterior)	10d12/m	-40	112.5

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Mk11+ (cara interior)	10d12/m	3	0.0
Mk11- (cara exterior)	10d12/m	-5	0.0
Mk22+ (cara interior)	10d12/m	+15	0.0
Mk22- (cara exterior)	10d12/m	-25	0.0

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd*	Sin arm.	70	140.2

*es la suma cuadrática del cortante en las dos direcciones V13 y V23

Solera inferior e=0.4m

Resumen de los esfuerzos máximos en la solera superior del cajón y armado dispuesto.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Md (kN·m)**	**Mu kN·m)**
Md11+ (cara interior)	10d20/m	+160	414.6
Md11- (cara exterior)	10d12/m	-95	160.8
Md22+ (cara interior)	10d12/m	+95	160.8
Md22- (cara exterior)	10d12/m	-110	160.8

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Mk11+ (cara interior)	10d20/m	+105	0.09
Mk11- (cara exterior)	10d12/m	-60	0.0
Mk22+ (cara interior)	10d12/m	+60	0.0
Mk22- (cara exterior)	10d12/m	-70	0.0

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd*	1rd10/0.2x0.2m	365	372.8

*es la suma cuadrática del cortante en las dos direcciones V13 y V23

Hastiales e=0.3m

Resumen de los esfuerzos máximos en los hastiales del cajón y armado dispuesto.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Md (kN·m)**	**Mu kN·m)**
Md11+ (cara interior)	10d12/m	+65	112.5
Md11- (cara exterior)	10d12/m	-70	112.5
Md22+ (cara interior)	10d12/m	+30	112.5
Md22- (cara exterior)	10d12/m	-100	112.5

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Mk11+ (cara interior)	10d12/m	+40	0.0
Mk11- (cara exterior)	10d12/m	-45	0.0
Mk22+ (cara interior)	10d12/m	+20	0.0
Mk22- (cara exterior)	10d12/m	-65	0.24

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd*	Sin arm.	130	140.2

*es la suma cuadrática del cortante en las dos direcciones V13 y V23

10. CONCLUSIONES

Con el presente informe y el anejo adjunto se justifica la viabilidad técnica de la arqueta A1 bajo graderías en la calle Valencia.

Jose Mª Velasco
Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Febrero de 2011

INOCSA
Una Empresa AECOM
0 8 MAR 2011
ENTRADA Nº: 6278 ARCHIVO: 642

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V. MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

CÁLCULO DE LA ARQUETA A1 BAJO GRADAS EN LA CALLE VALENCIA

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica de los documentos relativos a la "arqueta A1 bajo gradas en la calle Valencia" recibidos durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación con la propuesta de una arqueta de hormigón armado denominada A1 y situada bajo los graderíos de la c/Valencia en el entorno de las obras del Sector Sagrera; a saber:

- DOCUMENTO: "Memoria de cálculo de la arqueta A1 bajo gradas de la calle Valencia"; del que se asume como vigente la generalidad de la Memoria de Cálculo.

- Plano adjunto "DESVÍO C. VALENCIA. ARQUETA A1. DEF. GEOMÉTRICA Y ARMADO" (Hoja 1 de 1), que se asume como definición gráfica vigente de la propuesta.

La documentación citada es emitida por la empresa AMATRIA Ingeniería S.L. como responsables de los cálculos estructurales de los elementos en estudio.

En el presente informe se realiza un análisis crítico del desarrollo de los cálculos presentados, de los criterios de diseño y bases de cálculo con los que se abordan las comprobaciones con las que se justifica la viabilidad estructural de los elementos en

estudio y los planos con los que se pretende su definición para proceder a su ejecución.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Memoria

En la Memoria de Cálculo recibida se describe la solución estructural propuesta y se presentan las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se aborda el análisis y dimensionamiento de la propuesta de arqueta de hormigón armado. En la Memoria se incluye, además, un resumen de los datos de entrada y resultados de salida de los modelos de cálculo empleado.

Las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se desarrollan los cálculos estructurales se pueden considerar, de forma general, adecuados para las condiciones de contorno y acordes con la normativa vigente.

Al respecto de las acciones de sobrecarga de uso considerada sobre los graderíos se hace notar que:

- Se toma un valor de 4 kN/m^2, propio de zonas de acceso público con asientos fijos según CTE. Al ser el graderío superior un área sin dichos obstáculos, se considera más adecuado aplicar la sobrecarga 5 kN/m^2 para "zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas" según CTE. Sin embargo, en el transcurso de esta supervisión se comprueba que la aplicación de dicho valor de sobrecarga de uso "corregido" no supondría cambios significativos en los dimensionamientos y esquemas de armado propuestos en planos.

- La sobrecarga de uso de graderíos se aplica como uniformemente repartida en el área de ocupación de la arqueta A1, sin considerar sobre la misma eventuales apoyos puntuales o lineales correspondientes a la estructura de soporte con la que se realizará la futura reposición del graderío retirado para la ejecución de estas obras.

El análisis de la estructura de hormigón armado in situ se realiza mediante un modelo de elementos finitos con el empleo del programa comercial SAP2000, que se considera suficientemente conocido y adecuado para la obtención de los esfuerzos resultantes. Para el dimensionamiento de las secciones resistentes se han empleado programas comerciales suficientemente conocidos (Prontuario Informático del

Hormigón Estructural) o programas de elaboración propia que arrojan resultados en el orden de lo esperado.

En el desarrollo de los cálculos se presentan las comprobaciones de los Estados Límite Últimos (Flexión y Cortante) y de Servicio (Fisuración) determinantes para cada uno de los elementos que componen la arqueta en estudio: dintel, hastiales y solera.

Tanto las hipótesis empleadas como el desarrollo de los cálculos pueden considerarse en principio admisibles, por cuanto se atienen en general a las normativas vigentes e incluyen los diferentes efectos habituales. De forma general, las comprobaciones presentadas son coherentes con los resultados esperados y con los esquemas de armado propuestos en planos.

Planos

Se presenta, como complemento a la Memoria, un plano adjunto “DESVÍO C. VALENCIA. ARQUETA A1. DEF. GEOMÉTRICA Y ARMADO” (Hoja 1 de 1) con la definición completa de la geometría y armado de los elementos que conforman la arqueta en estudio.

De forma general, los planos de alzados, secciones y detalles definen, para los elementos en estudio, dimensiones y esquemas de armado coherentes con los cálculos justificativos y con alcance suficiente para abordar su ejecución.

4. CONCLUSIONES

Como conclusión, y tal y como se desarrolla en los apartados anteriores, se puede decir que la validez estructural de la propuesta de arqueta de hormigón armado in situ para la denominada ARQUETA A1 BAJO GRADAS C/VALENCIA se considera suficientemente justificada con la documentación recibida, por lo que no se encuentra impedimento para comenzar su ejecución conforme a su definición en los planos vigentes.

Adicionalmente, se recuerda la necesidad de considerar las cargas con las que se ha justificado la validez estructural de esta arqueta en el futuro diseño de la estructura soporte para la reposición de los graderíos, evitando apoyos concentrados sobre la planta de arqueta A1 ahora definida.

Madrid, 08 de marzo de 2011
INOCSA, Una Empresa AECOM

bortubo sa

Ctra. Murcia-Fortuna, km 12
E-30620 FORTUNA (Murcia)
Tel. 00 34 968 68 62 62

http:\\www.bortubo.com
email: bortubo@bortubo.com
Fax:00 34 968 68 53 46

AENOR ER Empresa Registrada ER-0830/1999
CERTIFIED IQNet QUALITY SYSTEM

MEMORIA DE CÁLCULO

MARCO 1500 X 2250 X 2000 – 200/200

Hr = 3,50 m. + Tp 60 Tn

INOCSA
Una Empresa AECOM
17 MAR 2011
ENTRADA Nº 6371 ARCHIVO 6.3

EMPRESA

CORSAN CORVIAM CONSTRUCCIÓN, S.A.

OBRA

LAV MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRANCIA.
TRAMO: LA SAGRERA-NUDO DE LA TRINIDAD
SECTOR SAGRERA (BARCELONA)

INDICE

1.- INTRODUCCION
1.1 Descripción de la estructura
1.2 Identificación de la Obra
1.3 Características de la Obra
1.4 Características físicas del marco
1.5 Características de los materiales
1.6 Normas utilizadas
2.- ACCIONES
2.1 Peso propio
2.2 Cargas verticales
2.2.1 Peso de las tierras
2.2.2 Acciones variables
2.2.2.1 Sobrecarga uniforme de uso
2.2.2.2 Sobrecarga de tráfico.
2.2.2.3 Sobrecarga uniforme zonas independientes de plataforma
2.3 Carga horizontal
2.4 Cargas sísmicas, freáticas y térmicas
3.- CALCULO DE LA ESTRUCTURA
3.1 Programa utilizado
3.2 Hipótesis combinadas para el ELU
3.2.1 Estudio Dintel y Solera
3.2.2 Estudio Esquinas
3.2.3 Estudio Hastiales
3.2.4 Hipótesis Combinada para el ELS
3.3 Armado
3.4 Estado Límite de Fisuración
3.5 Detalle de disposición de armaduras
3.6 Cálculo y comprobación apertura de fisura
4.- ANEJOS DE CALCULO
5.- SELLADO DE UNIONES EN MARCOS PREFABRICADOS
6.- DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD DE LOS MARCOS

1.- INTRODUCCION

1.1 Descripción de la estructura.-

La presente memoria de cálculo se refiere al proyecto de la estructura para los marcos de drenaje que hay que realizar a lo largo de todo el tramo proyectado.

La tipología adoptada es la de un marco cerrado o cajón, con gálibos interiores de 1,50 metros en horizontal y altura de hastíales igual a 2,25.

1.2 Identificación de la Obra

La presente memoria de cálculo corresponde a las obras que la empresa CORSAN CORVIAM CONSTRUCCIÓN, S.A., lleva a cabo con el nombre de ***"LAV MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRANCIA.TRAMO: LA SAGRERA-NUDO DE LA TRINIDADSECTOR SAGRERA (BARCELONA)"***

1.3 Características de la obra

Las obras de drenaje transversal tienen por objeto varias funciones:

- Permeabilizar la plataforma mitigando el efecto presa de la obra y por lo tanto de permitir el drenaje transversal a lo largo de la misma, destacando especialmente las zonas sensibles a inundaciones.
- Permitir el paso de servicios y fundamentalmente de acequias.
- Permitir el paso de fauna

Se estudian y dimensionan los marcos para un relleno de tierras por encima del dintel de 3.50 metros, considerando la carga móvil debida al tráfico carretero (Tanque Instrucción de Carreteras).

La condición del terreno de apoyo sobre el suelo en las hipótesis de cálculo, considera un medio elástico con coeficiente de balasto de 4000 t/m^3 .La colocación se hará en terraplén, sobre cama de hormigón de limpieza o cama granular compactada, que no tenga la rigidez suficiente como para alterar el estado tensional del apoyo.

Para el establecimiento del recubrimiento de hormigón de las armaduras, según la EHE, para una resistencia característica del hormigón comprendida entre 250 y 400 kp / m2, para elementos prefabricados con una **exposición IIa+Qb**, el recubrimiento indicado es de 40 mm, ya que el "margen de recubrimiento" es cero, en función de que los elementos prefabricados se realizan con un control intenso de ejecución.

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

BORTUBO, S.A *Memoria*

El relleno del terraplén se hará con material granular, que se supone en el cálculo de densidad 2,0 t/m^3 y **33° de ángulo de rozamiento interno**. En los laterales del marco, este relleno estará compactado para conseguir el 95% del Proctor Modificado.

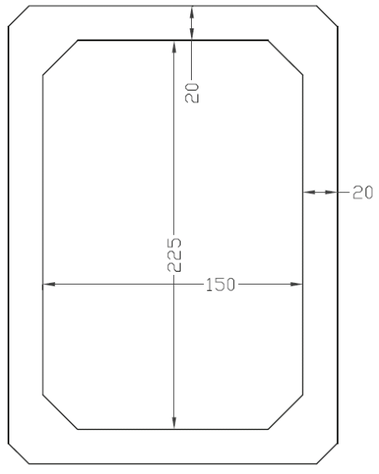
Para dicho relleno, ***debe compensarse la zanja hasta la altura de la parte superior del marco, rellenando alternativamente sobre los dos lados, utilizando los materiales granulados seleccionados, compactados con la ayuda de un compactador ligero o a mano, en capas que no excedan de 200 mm y respetando un desnivel a cada lado del marco que no exceda 500 mm. Asimismo, se debería realizar el relleno inicial por encima del marco en capas de material de 200 mm. de espesor.*** **(Anexo C.2 Norma UNE EN 14844)**

Como coeficiente de empuje, se ha tomado el coeficiente de **empuje al reposo, cuyo valor es de 0,50**, siendo el empuje que se produce cuando no existe movimiento entre la estructura y el terreno que la rodea. En el caso de que la estructura ceda, el empuje decrece hasta llegar un momento (si la estructura se sigue moviendo) en que el terreno acaba por romperse y entramos en el régimen plástico con lo que hemos de considerar el empuje activo.

El empuje activo siempre es inferior al empuje al reposo

1.4 Características físicas del marco.-

El marco tiene unas dimensiones interiores de 1,50 metros en horizontal por 2,25 metros en vertical, con una longitud útil de 2,00 metros, con unión entre ellos por el sistema de machihembrado, con espesor de 20 cm. en dintel, hastíales y solera.



MEDIDAS (cm)	
Ancho Interior	150
Alto Interior	225
Longitud Útil	200
Espesor Dintel	20
Espesor Solera	20
Espesor Hastiales	20
Longitud Máxima	208

MATERIALES	
Hormigón	HA-35
Acero Barras	B-500-S
Acero Malla	B-500-T

DATOS PARA CARGA	
Peso de la unidad (kg)	8,212
Peso metro lineal (kg)	4.106
Carga ml/camión	6,0

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

1.5 Características de los materiales.-

El control de calidad atenderá a lo especificado en la Instrucción EHE asignándose para la realización y fabricación de los marcos "**Control intenso**".

Los materiales principalmente empleados en la fabricación son:

Hormigón	HA-35/S/20/SR
Acero	B500 SD
Coeficiente de minoración del hormigón	$\gamma_c = 1,5$
Coeficiente de minoración del acero	$\gamma_s = 1,15$

Para los coeficientes parciales de seguridad γ_r, se adoptan los valores recogidos en la Instrucción EHE

Estados Límites Ultimos (ELU)		
Tipo de acción	Efecto	
	Favorable	Desfavorable
Permanente	1,00	1,35
Permanente valor no cte	1,00	1,50
Variable	0,00	1,50

Estados Límites de Servicio (ELS)		
Tipo de acción	Efecto	
	Favorable	Desfavorable
Permanente	1,00	1,00
Permanente valor no cte	1,00	1,00
Variable	0,00	1,00

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

1.6 Normas utilizadas.-

Para la elaboración de la presente Memoria de Cálculo, se emplean las normas y recomendaciones enumeradas a continuación:

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE, Real Decreto 1247 / 2008 de 18 de julio.
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera, de la Secretaría de Estado de Infraestructura del Transporte, dependiente del Ministerio de Fomento.
- Norma UNE EN 14844:2006 de Productos prefabricados de hormigón. Marcos

2.- ACCIONES

2.1 Peso propio.

El peso propio del marco prefabricado, con una densidad del hormigón de 2,5 t/m³.

2.2 Carga vertical.

2.2.1 Peso de las tierras.

Carga vertical debida al peso de las tierras del relleno. La presión vertical para una altura en metros y considerando una densidad de 2,0 t / m³

2.2.2 Acciones variables.-

Las acciones indicadas en este apartado serán de aplicación en puentes cuya anchura de plataforma del tablero sea inferior a veinticuatro metros. En los casos en que la plataforma del tablero sea igual o superior a veinticuatro metros, el proyectista deberá justificar y someter a la aprobación de la Dirección General de Carreteras los valores de las sobrecargas de uso que proponga.

Las componentes verticales del tren de cargas corresponderán a las tres acciones siguientes actuando simultáneamente:

Para las alturas de tierras objeto de este anejo de cálculo, en todos los valores de las cargas definidas como acciones variables, está ya incluido el correspondiente coeficiente de impacto, que tiene en cuenta el carácter dinámico de las cargas que, en la Instrucción, se suponen aplicadas estáticamente.

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

2.2.2.1 Sobrecarga uniforme.-

Una sobrecarga uniforme de cuatro kilonewtons por metro cuadrado (0,4 t / m²), extendida en toda la plataforma del tablero o en parte de ella, según sea más desfavorable para el caso estudiado.

2.2.2.2 Sobrecarga de tráfico.-

Uno o dos vehículos de seiscientos kilonewtons (60 t), cuyo eje longitudinal se considerará paralelo al de la calzada, y formado cada uno por seis cargas de cien kilonewtons (10 t), dispuestas de acuerdo con la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carreteras".

La separación entre cargas en sentido longitudinal será de un metro y cincuenta centímetros (1,50 m), y en sentido transversal de dos metros (2,00 m).

La superficie de apoyo sobre la que actuará cada carga será de veinte centímetros (0,20 m), paralelamente al eje del vehículo, por sesenta centímetros (0,60 m) de ancho.

2.2.2.3 Sobrecarga uniforme zonas separadas plataforma del tablero.-

Una sobrecarga uniforme de cuatro kilonewtons por metro cuadrado (0,40 t / m²) extendida en toda la superficie, o en parte de ella según sea más desfavorable para el elemento en estudio, de aceras, pistas para ciclistas o ciclomotores, zonas reservadas a paso de animales y medianas que estén físicamente separadas de la plataforma del tablero.

2.3 Carga horizontal.

Se considera que las tensiones verticales actuando sobre un plano horizontal ejercen una presión horizontal sobre los hastíales.

2.4 Cargas sísmicas, freáticas y térmicas.

No se consideran cargas freáticas ni térmicas.

No se han tenido en cuenta las acciones sísmicas, ya que según la Norma Sismorresistente NCSP-07, define que *no es obligatoria su aplicación cuando se trate de construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí y la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,08g.* Dado que los marcos en cuestión se pueden considerar bien arriostrados, y la aceleración sísmica básica de la población en la que se van a colocar (Barcelona) es de 0,04g, **no es obligatorio el cálculo sísmico.**

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

3.-CALCULO DE LA ESTRUCTURA

3.1 Programa utilizado

Para el cálculo se utiliza el programa informático GALERIA, realizado por D. Julián Díaz del Valle, Dr. Ingeniero de Caminos Catedrático de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la E.T.S. I.C.C. y Puertos, y revisado en su versión número 5 (2008) para actualizarlo a la EHE en vigor.

El Programa GALERIA constituye una versión avanzada del programa ARCO, que se desarrolló para el cálculo y diseño de estructuras enterradas que se suponen formadas por arcos de sección variable y directriz arbitraria y que tenía el inconveniente el programa ARCO de que dichas estructuras tienen un eje de simetría y las acciones están dispuestas simétricamente respecto de dicho eje.

Se ha modificado substancialmente la técnica de cálculo que en el programa ARCO se basaba en los teoremas energéticos de Castigliano. Ahora, el programa GALERIA se ha desarrollado en base a las técnicas matriciales propias del método de los desplazamientos o de la matriz de rigidez.

La nueva tecnología matricial va a permitir considerar tipologías más complejas en cuento a su geometría y condiciones de apoyo, así como refinamientos de cálculo.

Su aplicación es muy útil en el caso de galerías, pasos inferiores de autopistas y ferrocarril, falsos túneles, etc. Además del peso y empuje de las tierras, considera las sobrecargas superiores, así como cualquier otro tipo de acciones.

Importante resaltar una serie de consideraciones que han condicionado el desarrollo y puesta en práctica el Programa GALERIA, como son:

a) El campo de aplicación de las estructuras enterradas es muy amplio, extendiéndose desde los colectores y galerías de servicios, hasta las obras de paso de carretera o ferrocarril.

b) El proceso constructivo puede variar sustancialmente desde la construcción en zanja propia de las galerías urbanas, hasta las obras de paso de carretera o ferrocarril que se colocan al nivel del terreno natural, construyendo después el terraplén.

c) Se recoge una tipología muy extensa de conducciones subterráneas, dependiendo el empleo de una u otras de condiciones hidráulicas, de gálibo, geotécnicas, económicas y constructivas.

d) Las acciones que se contemplan en el programa y que pueden actuar sobre una estructura enterrada son:

1) Cargas gravitatorias debido al peso propio y de las tierras, así como a los empujes laterales del terreno.

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

2) Presiones transmitidas por sobrecargas móviles, compactadores, tráfico de vehículos, paso de trenes, etc.

3) Presiones hidrostáticas internas o producidas por las aguas freáticas

4) Presiones transmitidas por cimentaciones u otras estructuras enterradas, sismo, etc.

Las acciones del tipo 1, dependen de la deformabilidad relativa de la estructura. En el caso de galerías muy rígidas, el peso efectivo de las tierras puede llegar a ser el doble del que resulta por geostasia. Por el contrario en las galerías muy flexibles se produce un "abovedamiento" o "efecto arco" que puede producir las cargas del terreno casi al 70 % de su valor en algunos casos.

En el programa se introduce la altura de tierras HT sobre la base de la galería, pues dicha base estará a la cota de la rasante o del terreno dependiendo del caso, y es fácil de determinar. Como es lógico se introducen el peso específico de las tierras y el coeficiente de empuje que corresponda.

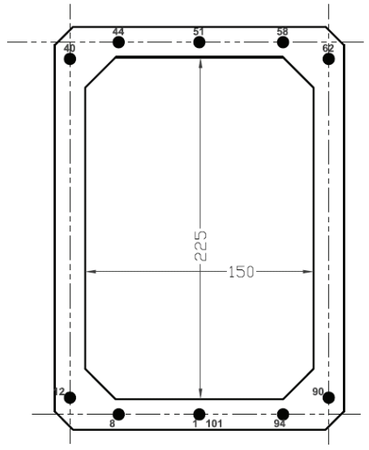
Las acciones del tipo 2, son determinantes cuando el recubrimiento de tierras es pequeño (<= 1,5 metros ó D / 2) y por el contrario se pueden considerar despreciables con coberturas del orden de 4 x D (siendo D la máxima dimensión vertical).

La carga vertical, se podrá "repartir en profundidad" cuando la cobertura de tierras sea suficiente.

En el programa y eventualmente, las cargas estáticas se mayoran con un coeficiente de impacto. Dicho coeficiente puede variar entre 1 y 2, y depende del tipo y estado del pavimento, de la cobertura de tierras y de la rigidez de la obra de paso.

Las acciones de los tipos 3 y 4, dependen de cada caso particular y el Programa ofrece de forma sencilla la forma de introducir en el cálculo estructural.

La estructura se ha esquematizado mediante elementos finitos, considerando un ancho unitario de 1 metro y dividiendo el arco completo en **cien segmentos**.



3.2 Hipótesis combinadas para el ELU

3.2.1 Estudio DINTEL Y SOLERA (Hip 1)

Peso propio (Øpp) x 1,35

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,5

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,0

Acciones de Trafico (Øtr) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 0

3.2.2 Estudio ESQUINAS (Hip 2)

Peso propio (Øpp) x 1,35

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,5

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,5

Acciones de Trafico (Øtr) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 1,5

3.2.3 Estudio HASTIALES (Hip 3)

Peso propio (Øpp) x 1,0

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,5

Acciones de Trafico (Øtr) x 0,0

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 1,0

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 1,5

3.2.4 Hipótesis combinada para el ELS (Hip 4)

Peso propio (Øpp) x 1,0

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,0

Acciones de Trafico (Øtr) x 0,20

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 0

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 0

3.3 Armado.-

Los criterios considerados en el armado cumplen las especificaciones de la Instrucción EHE, ajustándose los valores de cálculo de los materiales, los coeficientes de mayoración de las cargas, las disposiciones de las armaduras y las cuantías geométricas y mecánicas mínimas y máximas a dichas especificaciones.

3.4 Estado Límite de Fisuración.-

Teniendo en cuenta que para el paso inferior se ha considerado un ambiente IIa+Qb por ser estructura enterrada, que la resistencia del hormigón será de 35 N / mm² y el recubrimiento de 40 mm, la comprobación a satisfacer consiste en el cumplimiento de la siguiente inecuación:

$$W_k <= W_{máx} = 0{,}10 \text{ mm.}$$

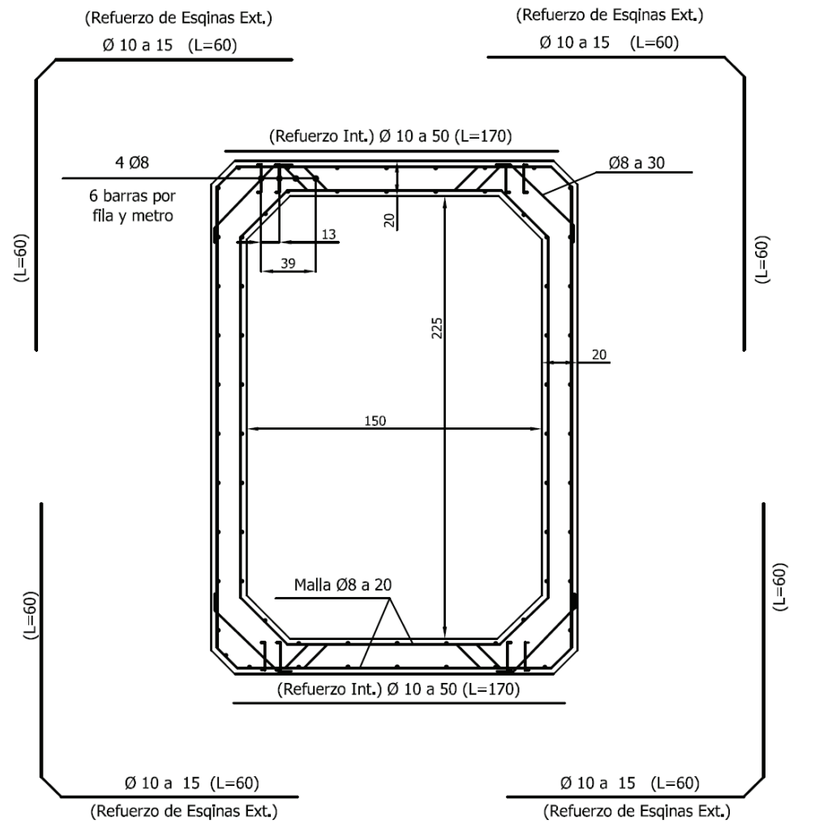
BORTUBO, S.A., somete a la aprobación de la Empresa Constructora y en su caso a la Dirección Facultativa, esta Memoria de Cálculo, sin cuyo previo consentimiento a todas las hipótesis mencionadas, coeficientes adoptados y material empleado, no se procederá a la fabricación.

Murcia, 16 de Marzo de 2011

Bortubo sa
Ctra. Murcia - Fortuna, Km. 12
Tel. 968 68 62 62 - Fax 968 68 53 46
30620 FORTUNA (MURCIA)

Raúl Velandrino Poveda
Ingeniero Técnico Industrial
Nº Colegiado: 4.418

3.5 Detalle de Disposición de Armaduras
MARCO 1500 x 2250 x 2000 - 200/200
HR: 03,50 + TP 60 Tn (IAP-98)



ACERO: B-500-SD
HORMIGON HA.-35/20/IIa+Qb/SR
RECUBRIMIENTO ARMADURAS 4 cm.
Fyk= 5.100 Kp/cm²
Fck= 350 Kp/cm²
COTAS EN (cm)
BORTUBO, S.A.
Bortubo sa

APROBADO PARA FABRICACIÓN	
Fecha:	
Firma y sello:	

3.6 CALCULO Y COMPROBACION APERTURA DE FISURA

DINTEL Hr : 3,50

DATOS por metro

As1 Nº de barras	As1 Ø mm	As2 Nº de barras	As2 Ø mm
2,0	10	5,0	8
0,0	0	0	0
5,0	8	0	0
0	0	0	0
7,0	10	5	8
As1 --------->	408	As2 ------->	251

						Simplif.	Anejo 9
				s1	142,8571 Gs	774,7308	651,1760
				s2	150 Gsr	4093,5913	3440,7418
				s (mm)	142,8571		
				Ac,eficaz mm2	50000 Ep s1	-0,0048	-0,0040
				d	160 Ep s2	0,0001	0,0001
				fct,m (Mpa)	3,2100	1,60784E-05	
				Mfis (m.kp)	2140 x	28,1981	
					Iner fis	57382094	
Recubrimiento mm	40	n	7				
Esp de pared mm	200	Sm	170				
Mk ELS ó Mk ELU/gf (m.kp)	405	Ep sm	0,0001	0,0001			
fck (Mpa)	35	wk	0,0426	0,0358			
ro1	0,0026		1+ro2/ro1	1,6154			
ro2	0,0016		1+ro2*d´/(ro1*d)	1,1538			

Fisura

0,036

Exposición IIa+Qb
0,1 mm.

SOLERA Hr : 3,50

DATOS por metro

As1 Nº de barras	As1 Ø mm	As2 Nº de barras	As2 Ø mm
2	10	5,0	8
0,0	0	0	0
5,0	8	0	0
0	0	0	0
7	10	5	8
As1 --------->	408	As2 ------->	251

						Simplif.	Anejo 9
				s1	142,8571 Gs	1073,1456	901,9994
				s2	150 Gsr	4093,5913	3440,7418
				s (mm)	142,8571		
				Ac,eficaz mm2	50000 Ep s1	-0,0032	-0,0027
				d	160 Ep s2	0,0002	0,0002
				fct,m (Mpa)	3,2100	1,60784E-05	
				Mfis (m.kp)	2140 x	28,1981	
					Iner fis	57382094	
Recubrimiento mm	40	n	7				
Esp de pared mm	200	Sm	170				
Mk ELS ó Mk ELU/gf (m.kp)	561	Ep sm	0,0002	0,0002			
fck (Mpa)	35	wk	0,0590	0,0496			
ro1	0,0026		1+ro2/ro1	1,6154			
ro2	0,0016		1+ro2*d´/(ro1*d)	1,1538			

Fisura

0,050

Exposición IIa+Qb
0,1 mm.

ESQUINA Hr : 3,50

DATOS por metro

As1 Nº de barras	As1 Ø mm	As2 Nº de barras	As2 Ø mm
0,0	0	5,0	8
6,5	10	0	0
5,0	8	0	0
0	0	0	0
11,5	10	5	8
As1 --------->	762	As2 ------->	251

						Simplif.	Anejo 9
				s1	86,9565 Gs	2185,2989	1888,6318
				s2	150 Gsr	2194,5026	1896,5860
				s (mm)	86,9565		
				Ac,eficaz mm2	50000 Ep s1	0,0005	0,0004
				d	160 Ep s2	0,0004	0,0004
				fct,m (Mpa)	3,2100	8,86266E-06	
				Mfis (m.kp)	2140 x	36,4688	
					Iner fis	97568756	
Recubrimiento mm	40	n	7				
Esp de pared mm	200	Sm	130				
Mk ELS ó Mk ELU/gf (m.kp)	2.131	Ep sm	0,0005	0,0004			
fck (Mpa)	35	wk	0,1142	0,0987			
ro1	0,0048		1+ro2/ro1	1,3299			
ro2	0,0016		1+ro2*d´/(ro1*d)	1,0825			

Fisura

0,099

Exposición IIa+Qb
0,1 mm.

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

4.- ANEJOS DE CALCULO

```
"""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
"                                                                           "
"                P R O G R A M A    G A L E R I A                           "
"               ==================================                          "
"                                                                           "
"       CALCULO DE GALERIAS ENTERRADAS Y PASOS INFERIORES                   "
"                                                                           "
"         Version no5 (EHE)           Fecha : 11/05/2008                    "
"                                                                           "
"         Copyright :  J.Diaz del Valle  .  SA-123-2007                     "
"                                                                           "
"         E.T.S. de  Ingenieros de Caminos de Santander                     "
"                                                                           "
"                                                                           "
"""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
```

```
"""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
"                                                                           "
"               DATOS DEL PROYECTO DE LA GALERIA                            "
"              ==================================                           "
"                                                                           "
"         Proyecto : 1.50 x 2.50 + TP 60Tn                                  "
"                                                                           "
"         Referencia : Hr= 3.50 m.                                          "
"                                                                           "
"         Fecha de calculo : 16/03/2011                                     "
"                                                                           "
"                                                                           "
"""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
```


Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

D A T O S G E O M E T R I C O S

DEFINICION DEL ARCO :

TIPO 14: Seccion cajon definida por .....: L,H,b,c

Altura (m) ..... H = 2.450

Longitud media horizontal del cajon ..... L = 1.700

Longitud horizontal de las cartelas (m) ..... b = 0.200

Longitud vertical de las cartelas (m) ..... c = 0.200

Espesor de las paredes verticales (m) ..... = 0.200

Espesor de las paredes horizontales (m) ..... = 0.200

Numero de segmentos en que se divide el arco ..... = 100

Salto de impresion de resultados ..... = 1

Nudos de separacion entre tramos : 1 8 12 40 44 51 58 62 90 94 101

Apoyo inferior sobre lecho elastico.(TIPO 1) :

Coeficiente de balasto del estrato elastico (t/m3) ..... K = 4000

Limite izquierdo de la zona de apoyo (m) ..... Xizq = -0.85

Limite derecho de la zona de apoyo (m) ..... Xder = 0.85

COORDENADAS DE LOS NUDOS DEL ARCO

Nudo	X	Y	Nudo	X	Y	Nudo	X	Y
1	0.000	0.000	2	-0.079	0.000	3	-0.157	0.000
4	-0.236	0.000	5	-0.314	0.000	6	-0.393	0.000
7	-0.471	0.000	8	-0.550	0.000	9	-0.625	0.025
10	-0.700	0.050	11	-0.775	0.075	12	-0.850	0.100
13	-0.850	0.180	14	-0.850	0.261	15	-0.850	0.341
16	-0.850	0.421	17	-0.850	0.502	18	-0.850	0.582
19	-0.850	0.663	20	-0.850	0.743	21	-0.850	0.823
22	-0.850	0.904	23	-0.850	0.984	24	-0.850	1.064
25	-0.850	1.145	26	-0.850	1.225	27	-0.850	1.305
28	-0.850	1.386	29	-0.850	1.466	30	-0.850	1.546
31	-0.850	1.627	32	-0.850	1.707	33	-0.850	1.788
34	-0.850	1.868	35	-0.850	1.948	36	-0.850	2.029
37	-0.850	2.109	38	-0.850	2.189	39	-0.850	2.270
40	-0.850	2.350	41	-0.775	2.375	42	-0.700	2.400
43	-0.625	2.425	44	-0.550	2.450	45	-0.471	2.450
46	-0.393	2.450	47	-0.314	2.450	48	-0.236	2.450
49	-0.157	2.450	50	-0.079	2.450	51	0.000	2.450
52	0.079	2.450	53	0.157	2.450	54	0.236	2.450
55	0.314	2.450	56	0.393	2.450	57	0.471	2.450
58	0.550	2.450	59	0.625	2.425	60	0.700	2.400
61	0.775	2.375	62	0.850	2.350	63	0.850	2.270
64	0.850	2.189	65	0.850	2.109	66	0.850	2.029
67	0.850	1.948	68	0.850	1.868	69	0.850	1.788
70	0.850	1.707	71	0.850	1.627	72	0.850	1.546
73	0.850	1.466	74	0.850	1.386	75	0.850	1.305
76	0.850	1.225	77	0.850	1.145	78	0.850	1.064
79	0.850	0.984	80	0.850	0.904	81	0.850	0.823
82	0.850	0.743	83	0.850	0.663	84	0.850	0.582
85	0.850	0.502	86	0.850	0.421	87	0.850	0.341
88	0.850	0.261	89	0.850	0.180	90	0.850	0.100
91	0.775	0.075	92	0.700	0.050	93	0.625	0.025
94	0.550	0.000	95	0.471	0.000	96	0.393	0.000
97	0.314	0.000	98	0.236	0.000	99	0.157	0.000
100	0.079	0.000	101	0.000	0.000			

MATERIALES : HORMIGON Y ARMADURAS

Resistencia caracteristica del hormigon (Kp/cm2) ..... fck = 350

Coeficiente de minoracion de fck ..... Ñc = 1.50

Limite elastico del acero (Kp/cm2) ..... fyk = 5100

Coeficiente de minoracion de fyk ..... Ñs = 1.15

Recubrimiento de las armaduras (m) ..... c =0.040

Se disponen armaduras minimas de flexocompresion.

D A T O S D E A C C I O N E S

ACCIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO DEL ARCO :

Peso especifico del hormigon (t/m3) ..... = 2.50

ACCIONES DEBIDAS AL PESO DE LAS TIERRAS :

Existe escalon de tierras a izqda y dcha (SI=1,NO=0) ..... = 0

Inclinacion de las tierras a la izquierda (Grados) ..... = 0

Inclinacion de las tierras a la derecha (Grados) ..... = 0

Altura de las tierras desde el centro de la base (m) .....= 5.95

Peso especifico de las tierras (t/m3) ..... = 2.00

ACCIONES DEBIDAS AL EMPUJE DE LAS TIERRAS :

Acciones definidas por coeficientes de empuje :

Coeficiente de empuje de tierras ..... = 0.50

El terreno reacciona en los dos sentidos (Empuje y despegue del arco)

ACCIONES DEBIDAS AL TRAFICO :

Existe trafico encima del arco (SI=1,NO=0) ..... = 1

Tipo de vehiculo : Tanque de la Instruccion de Carreteras

Actua el vehiculo repartido en profundidad (SI=1,NO=0)..... = 1

Angulo de reparto (o) ..... = 35.00

ACCIONES DEBIDAS A PRESIONES INTERNAS Y EXTERNAS :

Nivel freatico medido desde la base (m) ..... = 0.00

Nivel del agua interior medido desde la base (m) ..... = 0.00

Presion interna adicional (t/m2) ..... = 0.0

ACCIONES DEBIDAS A SOBRECARGAS REPARTIDAS :

Carga uniforme (t/m2) (+descendente, -ascendente) ..... Qy = 0.40

La carga anterior se extiende desde el nudo No 40 ,hasta el nudo No 62
y se considera por unidad de proyeccion horizontal.

ACCIONES DEBIDAS AL SISMO :

No se considera la accion sismica.

COEFICIENTES DE PONDERACION DE LAS ACCIONES :

Coeficiente de ponderacion del peso propio del arco ..... = Ñpp

Coeficiente de ponderacion del peso de las tierras ..... = Ñpt

Coeficiente de ponderacion del empuje de las tierras ..... = Ñet

Coeficiente de ponderacion de las acciones de trafico ..... = Ñtr

Coeficiente de ponderacion de presiones internas y externas .... = Ñpr

Coeficiente de ponderacion de cargas repartidas verticales ..... = Ñqv

Coeficiente de ponderacion de cargas repartidas horizontales ... = Ñqh

Coeficiente de ponderacion de cargas concentradas verticales ... = ÑPv

Coeficiente de ponderacion de cargas concentradas horizontales . = ÑPh

Coeficiente de ponderacion del sismo de izquierda a derecha .... = Ñsi

Coeficiente de ponderacion del sismo de derecha a izquierda .... = Ñsd

.

CARACTERISTICAS DEL ARCO

Nudo No	X (m)	Y (m)	Espesor (m)	Ancho (m)	Inercia (m4/m)	Area (m2/m)	Grados de libertad u	v	Ú
Hastial izquierdo :									
13	-0.850	0.180	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
14	-0.850	0.261	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
15	-0.850	0.341	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
16	-0.850	0.421	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
17	-0.850	0.502	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
18	-0.850	0.582	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
19	-0.850	0.663	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
20	-0.850	0.743	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
21	-0.850	0.823	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
22	-0.850	0.904	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
23	-0.850	0.984	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
24	-0.850	1.064	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
25	-0.850	1.145	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
26	-0.850	1.225	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
27	-0.850	1.305	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
28	-0.850	1.386	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
29	-0.850	1.466	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
30	-0.850	1.546	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
31	-0.850	1.627	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
32	-0.850	1.707	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
33	-0.850	1.788	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
34	-0.850	1.868	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
35	-0.850	1.948	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
36	-0.850	2.029	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
37	-0.850	2.109	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
38	-0.850	2.189	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
39	-0.850	2.270	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-

Dintel superior :									
40	-0.850	2.350	0.400	1.000	0.0053	0.400	-	-	-
41	-0.775	2.375	0.350	1.000	0.0036	0.350	-	-	-
42	-0.700	2.400	0.300	1.000	0.0023	0.300	-	-	-
43	-0.625	2.425	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
44	-0.550	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
45	-0.471	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
46	-0.393	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
47	-0.314	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
48	-0.236	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
49	-0.157	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
50	-0.079	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
51	0.000	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
52	0.079	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
53	0.157	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
54	0.236	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
55	0.314	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
56	0.393	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
57	0.471	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
58	0.550	2.450	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
59	0.625	2.425	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
60	0.700	2.400	0.300	1.000	0.0023	0.300	-	-	-
61	0.775	2.375	0.350	1.000	0.0036	0.350	-	-	-
62	0.850	2.350	0.400	1.000	0.0053	0.400	-	-	-
Hastial derecho :									
63	0.850	2.270	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
64	0.850	2.189	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
65	0.850	2.109	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
66	0.850	2.029	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
67	0.850	1.948	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
68	0.850	1.868	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
69	0.850	1.788	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
70	0.850	1.707	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
71	0.850	1.627	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
72	0.850	1.546	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
73	0.850	1.466	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
74	0.850	1.386	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
75	0.850	1.305	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
76	0.850	1.225	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
77	0.850	1.145	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
78	0.850	1.064	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
79	0.850	0.984	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
80	0.850	0.904	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
81	0.850	0.823	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
82	0.850	0.743	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
83	0.850	0.663	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
84	0.850	0.582	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
85	0.850	0.502	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
86	0.850	0.421	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
87	0.850	0.341	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
88	0.850	0.261	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
89	0.850	0.180	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
Solera :									
12	-0.850	0.100	0.400	1.000	0.0053	0.400	-	K= 150	-
11	-0.775	0.075	0.350	1.000	0.0036	0.350	-	K= 300	-
10	-0.700	0.050	0.300	1.000	0.0023	0.300	-	K= 300	-
9	-0.625	0.025	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 300	-
8	-0.550	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 307	-

7	-0.471	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 314	-
6	-0.393	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 314	-
5	-0.314	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 314	-
4	-0.236	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 314	-
3	-0.157	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 314	-
2	-0.079	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 314	-
1	0.000	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	0.0000	K= 314	-
100	0.079	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 314	-
99	0.157	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 314	-
98	0.236	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 314	-
97	0.314	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 314	-
96	0.393	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 314	-
95	0.471	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 314	-
94	0.550	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 307	-
93	0.625	0.025	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 300	-
92	0.700	0.050	0.300	1.000	0.0023	0.300	-	K= 300	-
91	0.775	0.075	0.350	1.000	0.0036	0.350	-	K= 300	-
90	0.850	0.100	0.400	1.000	0.0053	0.400	-	K= 150	-

.

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 1

DINTEL Y SOLERA

COEFICIENTES DE PONDERACION

Ñpp = 1.350 Ñpt = 1.500 Ñet = 1.000 Ñpr = 0.000 Ñqv = 1.500

Ñqh = 0.000 ÑPv = 0.000 ÑPh = 0.000 Ñsi = 0.000 Ñsd = 0.000

Ñtr = 1.500 : Posicion de la rueda izquierda del carro (m). X = -1.500

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = 0.000

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -25.739

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.002

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	Õsuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
12	15.534	0.000	0.583	0.000
11	15.468	0.000	1.160	0.000
10	15.398	0.000	1.155	0.000

9	15.325	0.000	1.149	0.000
8	15.246	0.000	1.171	0.000
7	15.163	0.000	1.191	0.000
6	15.083	0.000	1.185	0.000
5	15.010	0.000	1.179	0.000
4	14.948	0.000	1.175	0.000
3	14.902	0.000	1.171	0.000
2	14.874	0.000	1.169	0.000
1	14.864	0.000	1.168	0.000
100	14.873	0.000	1.169	0.000
99	14.901	0.000	1.171	0.000
98	14.946	0.000	1.174	0.000
97	15.006	0.000	1.179	0.000
96	15.078	0.000	1.185	0.000
95	15.158	0.000	1.191	0.000
94	15.241	0.000	1.170	0.000
93	15.318	0.000	1.149	0.000
92	15.391	0.000	1.154	0.000
91	15.460	0.000	1.160	0.000
90	15.526	0.000	0.582	0.000
	Suma =	0.000	25.739	0.000

.

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
13	-0.032	-3.884	0.186	12.130	5.435	-2.257
14	-0.044	-3.886	0.117	12.069	4.975	-1.839
15	-0.051	-3.887	0.061	12.015	4.521	-1.458
16	-0.054	-3.889	0.017	11.960	4.073	-1.113
17	-0.054	-3.890	-0.015	11.906	3.632	-0.803
18	-0.052	-3.891	-0.038	11.852	3.198	-0.529
19	-0.048	-3.893	-0.052	11.798	2.770	-0.289
20	-0.044	-3.894	-0.058	11.743	2.348	-0.084
21	-0.039	-3.895	-0.058	11.689	1.933	0.088
22	-0.035	-3.897	-0.052	11.635	1.524	0.227
23	-0.031	-3.898	-0.043	11.581	1.122	0.333
24	-0.028	-3.899	-0.030	11.527	0.726	0.407
25	-0.026	-3.900	-0.016	11.472	0.337	0.450
26	-0.025	-3.902	-0.000	11.418	-0.046	0.461
27	-0.026	-3.903	0.015	11.364	-0.423	0.442
28	-0.028	-3.904	0.029	11.310	-0.793	0.393
29	-0.031	-3.906	0.041	11.255	-1.156	0.315
30	-0.034	-3.907	0.050	11.201	-1.513	0.208
31	-0.039	-3.908	0.055	11.147	-1.864	0.072
32	-0.043	-3.909	0.054	11.093	-2.208	-0.092
33	-0.047	-3.911	0.048	11.038	-2.546	-0.283
34	-0.050	-3.912	0.035	10.984	-2.877	-0.501
35	-0.052	-3.913	0.014	10.930	-3.202	-0.746
36	-0.052	-3.914	-0.016	10.876	-3.520	-1.016
37	-0.050	-3.916	-0.056	10.821	-3.832	-1.311
38	-0.043	-3.917	-0.106	10.767	-4.138	-1.632
39	-0.032	-3.918	-0.167	10.706	-4.437	-1.976

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

Dintel superior :						
40	-0.018	-3.919	-0.189	9.204	1.760	-2.345
41	-0.014	-3.934	-0.199	7.622	7.624	-1.704
42	-0.009	-3.949	-0.210	7.398	6.672	-1.139
43	-0.004	-3.965	-0.221	7.180	5.738	-0.649
44	0.001	-3.983	-0.232	6.079	5.783	-0.232
45	0.000	-4.001	-0.231	5.085	5.806	0.262
46	-0.000	-4.019	-0.216	5.085	4.839	0.680
47	-0.001	-4.035	-0.187	5.085	3.871	1.023
48	-0.001	-4.048	-0.149	5.085	2.903	1.289
49	-0.002	-4.058	-0.103	5.085	1.935	1.479
50	-0.002	-4.064	-0.052	5.085	0.968	1.593
51	-0.003	-4.066	0.001	5.085	-0.000	1.631
52	-0.004	-4.064	0.055	5.085	-0.968	1.593
53	-0.004	-4.057	0.106	5.085	-1.935	1.479
54	-0.005	-4.047	0.152	5.085	-2.903	1.289
55	-0.005	-4.034	0.190	5.085	-3.871	1.023
56	-0.006	-4.018	0.218	5.085	-4.839	0.680
57	-0.006	-4.000	0.234	5.085	-5.806	0.262
58	-0.007	-3.981	0.234	6.079	-5.783	-0.232
59	-0.002	-3.964	0.224	7.180	-5.738	-0.649
60	0.003	-3.947	0.212	7.398	-6.672	-1.139
61	0.008	-3.932	0.201	7.622	-7.624	-1.704
62	0.012	-3.917	0.191	9.204	-1.760	-2.345
Hastial derecho :						
63	0.027	-3.916	0.169	10.706	4.437	-1.976
64	0.038	-3.915	0.108	10.767	4.138	-1.632
65	0.044	-3.913	0.058	10.821	3.832	-1.311
66	0.047	-3.912	0.019	10.876	3.520	-1.016
67	0.048	-3.911	-0.011	10.930	3.202	-0.746
68	0.046	-3.910	-0.032	10.984	2.877	-0.501
69	0.043	-3.909	-0.045	11.038	2.546	-0.283
70	0.039	-3.907	-0.052	11.093	2.208	-0.092
71	0.035	-3.906	-0.052	11.147	1.864	0.072
72	0.030	-3.905	-0.047	11.201	1.513	0.208
73	0.027	-3.903	-0.039	11.255	1.156	0.315
74	0.024	-3.902	-0.027	11.310	0.793	0.393
75	0.023	-3.901	-0.012	11.364	0.423	0.442
76	0.022	-3.900	0.003	11.418	0.046	0.461
77	0.023	-3.898	0.018	11.472	-0.337	0.450
78	0.025	-3.897	0.033	11.527	-0.726	0.407
79	0.029	-3.896	0.045	11.581	-1.122	0.333
80	0.033	-3.894	0.055	11.635	-1.524	0.227
81	0.037	-3.893	0.060	11.689	-1.933	0.088
82	0.042	-3.892	0.060	11.744	-2.348	-0.084
83	0.047	-3.890	0.054	11.798	-2.770	-0.289
84	0.051	-3.889	0.040	11.852	-3.198	-0.529
85	0.053	-3.888	0.018	11.906	-3.632	-0.803
86	0.053	-3.886	-0.015	11.961	-4.073	-1.113
87	0.050	-3.885	-0.058	12.015	-4.521	-1.458
88	0.043	-3.884	-0.114	12.069	-4.975	-1.839
89	0.032	-3.882	-0.184	12.130	-5.435	-2.257
Solera :						
12	-0.016	-3.884	0.211	10.761	-1.758	-2.713
11	-0.011	-3.867	0.223	9.260	-8.655	-1.987
10	-0.006	-3.850	0.236	9.061	-7.592	-1.344
9	-0.001	-3.831	0.250	8.860	-6.522	-0.786
8	0.005	-3.812	0.263	7.625	-6.659	-0.313

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

7	0.004	-3.791	0.263	6.491	-6.765	0.263
6	0.004	-3.771	0.247	6.491	-5.629	0.750
5	0.003	-3.752	0.215	6.491	-4.500	1.148
4	0.002	-3.737	0.172	6.491	-3.376	1.457
3	0.001	-3.726	0.120	6.491	-2.257	1.678
2	0.001	-3.718	0.062	6.491	-1.140	1.812
1	0.000	-3.716	0.001	6.491	-0.582	1.857
100	-0.001	-3.718	-0.060	6.491	1.701	1.814
99	-0.001	-3.725	-0.117	6.491	2.260	1.680
98	-0.002	-3.737	-0.169	6.491	3.380	1.458
97	-0.003	-3.752	-0.213	6.491	4.503	1.149
96	-0.004	-3.770	-0.244	6.491	5.632	0.751
95	-0.004	-3.790	-0.261	6.491	6.767	0.264
94	-0.005	-3.810	-0.260	7.625	6.662	-0.313
93	0.001	-3.830	-0.247	8.860	6.524	-0.786
92	0.006	-3.848	-0.234	9.061	7.593	-1.344
91	0.011	-3.865	-0.221	9.260	8.655	-1.987
90	0.016	-3.881	-0.209	10.761	1.759	-2.713

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 2

ESQUINAS

COEFICIENTES DE PONDERACION

Ñpp = 1.350 Ñpt = 1.500 Ñet = 1.500 Ñpr = 0.000 Ñqv = 1.500

Ñqh = 1.500 ÑPv = 0.000 ÑPh = 0.000 Ñsi = 0.000 Ñsd = 0.000

Ñtr = 1.500 : Posicion de la rueda izquierda del carro (m). X = -1.500

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = -0.000

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -25.739

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.002

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	Õsuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
12	15.228	0.000	0.571	0.000
11	15.230	0.000	1.142	0.000
10	15.227	0.000	1.142	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

9	15.218	0.000	1.141	0.000
8	15.200	0.000	1.167	0.000
7	15.173	0.000	1.192	0.000
6	15.140	0.000	1.190	0.000
5	15.106	0.000	1.187	0.000
4	15.075	0.000	1.184	0.000
3	15.051	0.000	1.183	0.000
2	15.035	0.000	1.181	0.000
1	15.029	0.000	1.181	0.000
100	15.034	0.000	1.181	0.000
99	15.049	0.000	1.182	0.000
98	15.073	0.000	1.184	0.000
97	15.103	0.000	1.187	0.000
96	15.136	0.000	1.189	0.000
95	15.169	0.000	1.192	0.000
94	15.195	0.000	1.167	0.000
93	15.212	0.000	1.141	0.000
92	15.220	0.000	1.142	0.000
91	15.222	0.000	1.142	0.000
90	15.219	0.000	0.571	0.000
	Suma =	0.000	25.739	0.000

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
13	0.012	-3.808	-0.048	12.130	8.077	-2.588
14	0.019	-3.809	-0.125	12.069	7.387	-1.967
15	0.031	-3.811	-0.182	12.015	6.706	-1.401
16	0.048	-3.812	-0.221	11.960	6.034	-0.889
17	0.066	-3.813	-0.243	11.906	5.373	-0.431
18	0.086	-3.815	-0.251	11.852	4.721	-0.026
19	0.106	-3.816	-0.246	11.798	4.079	0.327
20	0.126	-3.817	-0.230	11.743	3.446	0.630
21	0.143	-3.819	-0.204	11.689	2.824	0.881
22	0.158	-3.820	-0.171	11.635	2.210	1.083
23	0.170	-3.821	-0.132	11.581	1.607	1.236
24	0.179	-3.823	-0.088	11.527	1.013	1.342
25	0.184	-3.824	-0.041	11.472	0.429	1.399
26	0.186	-3.825	0.006	11.418	-0.145	1.411
27	0.183	-3.826	0.054	11.364	-0.710	1.376
28	0.177	-3.828	0.099	11.310	-1.265	1.296
29	0.168	-3.829	0.141	11.255	-1.810	1.173
30	0.155	-3.830	0.178	11.201	-2.346	1.006
31	0.139	-3.832	0.208	11.147	-2.872	0.796
32	0.122	-3.833	0.231	11.093	-3.388	0.544
33	0.102	-3.834	0.244	11.038	-3.895	0.251
34	0.083	-3.835	0.247	10.984	-4.392	-0.082
35	0.063	-3.837	0.238	10.930	-4.879	-0.455
36	0.045	-3.838	0.216	10.876	-5.356	-0.866
37	0.029	-3.839	0.179	10.821	-5.824	-1.315
38	0.016	-3.840	0.126	10.767	-6.282	-1.802
39	0.009	-3.841	0.056	10.706	-6.731	-2.325

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

Dintel superior :						
40	0.005	-3.842	0.030	10.372	0.187	-2.884
41	0.004	-3.841	0.017	9.980	6.838	-2.305
42	0.003	-3.840	0.001	9.799	5.872	-1.803
43	0.003	-3.841	-0.020	9.623	4.924	-1.376
44	0.003	-3.844	-0.048	8.620	5.372	-1.024
45	0.002	-3.849	-0.074	7.704	5.806	-0.530
46	0.001	-3.855	-0.084	7.704	4.839	-0.112
47	0.000	-3.862	-0.082	7.704	3.871	0.231
48	-0.000	-3.868	-0.070	7.704	2.903	0.497
49	-0.001	-3.873	-0.051	7.704	1.935	0.687
50	-0.002	-3.876	-0.026	7.704	0.968	0.801
51	-0.003	-3.877	0.001	7.704	-0.000	0.839
52	-0.004	-3.876	0.028	7.704	-0.968	0.801
53	-0.005	-3.872	0.053	7.704	-1.935	0.687
54	-0.006	-3.867	0.073	7.704	-2.903	0.497
55	-0.006	-3.861	0.085	7.704	-3.871	0.231
56	-0.007	-3.854	0.087	7.704	-4.839	-0.112
57	-0.008	-3.848	0.076	7.704	-5.806	-0.530
58	-0.009	-3.843	0.050	8.620	-5.372	-1.024
59	-0.009	-3.840	0.022	9.623	-4.924	-1.376
60	-0.009	-3.838	0.002	9.799	-5.872	-1.803
61	-0.010	-3.839	-0.014	9.980	-6.838	-2.305
62	-0.011	-3.840	-0.027	10.372	-0.187	-2.884
Hastial derecho :						
63	-0.015	-3.839	-0.053	10.706	6.731	-2.325
64	-0.022	-3.838	-0.123	10.767	6.282	-1.802
65	-0.034	-3.837	-0.176	10.821	5.824	-1.315
66	-0.050	-3.836	-0.213	10.876	5.356	-0.866
67	-0.068	-3.834	-0.236	10.930	4.879	-0.455
68	-0.087	-3.833	-0.245	10.984	4.392	-0.082
69	-0.107	-3.832	-0.242	11.038	3.895	0.251
70	-0.126	-3.831	-0.228	11.093	3.388	0.544
71	-0.143	-3.829	-0.206	11.147	2.872	0.796
72	-0.159	-3.828	-0.175	11.201	2.346	1.005
73	-0.171	-3.827	-0.138	11.255	1.810	1.173
74	-0.181	-3.826	-0.096	11.310	1.265	1.296
75	-0.187	-3.824	-0.051	11.364	0.710	1.376
76	-0.189	-3.823	-0.004	11.418	0.145	1.410
77	-0.187	-3.822	0.044	11.472	-0.429	1.399
78	-0.182	-3.820	0.090	11.527	-1.013	1.342
79	-0.173	-3.819	0.134	11.581	-1.607	1.236
80	-0.160	-3.818	0.173	11.635	-2.210	1.083
81	-0.145	-3.816	0.207	11.689	-2.824	0.881
82	-0.127	-3.815	0.232	11.744	-3.446	0.629
83	-0.108	-3.814	0.248	11.798	-4.079	0.327
84	-0.088	-3.812	0.254	11.852	-4.721	-0.026
85	-0.068	-3.811	0.246	11.906	-5.373	-0.431
86	-0.049	-3.810	0.223	11.961	-6.034	-0.890
87	-0.032	-3.808	0.185	12.015	-6.706	-1.401
88	-0.019	-3.807	0.127	12.069	-7.387	-1.967
89	-0.012	-3.806	0.050	12.130	-8.077	-2.588
Solera :						
12	0.009	-3.807	-0.018	12.144	0.075	-3.265
11	0.008	-3.807	-0.004	12.063	-7.742	-2.611
10	0.007	-3.807	0.015	11.939	-6.671	-2.041
9	0.007	-3.804	0.038	11.811	-5.587	-1.556
8	0.007	-3.800	0.069	10.704	-6.215	-1.158

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

7	0.006	-3.793	0.098	9.661	-6.818	-0.577
6	0.005	-3.785	0.109	9.661	-5.680	-0.086
5	0.004	-3.777	0.105	9.661	-4.545	0.315
4	0.003	-3.769	0.090	9.661	-3.412	0.628
3	0.002	-3.763	0.065	9.661	-2.282	0.851
2	0.001	-3.759	0.035	9.661	-1.153	0.986
1	0.000	-3.757	0.001	9.661	-0.589	1.032
100	-0.001	-3.759	-0.032	9.661	1.721	0.988
99	-0.002	-3.762	-0.063	9.661	2.285	0.853
98	-0.003	-3.768	-0.087	9.661	3.416	0.629
97	-0.004	-3.776	-0.103	9.661	4.548	0.316
96	-0.005	-3.784	-0.107	9.661	5.683	-0.086
95	-0.006	-3.792	-0.096	9.661	6.820	-0.577
94	-0.007	-3.799	-0.067	10.704	6.217	-1.158
93	-0.007	-3.803	-0.035	11.812	5.589	-1.556
92	-0.008	-3.805	-0.012	11.939	6.672	-2.041
91	-0.008	-3.806	0.006	12.063	7.742	-2.611
90	-0.009	-3.805	0.021	12.144	-0.075	-3.265

.

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 3

HASTIALES

COEFICIENTES DE PONDERACION

Ñpp = 1.000 Ñpt = 1.000 Ñet = 1.500 Ñpr = 0.000 Ñqv = 0.000

Ñqh = 1.500 ÑPv = 0.000 ÑPh = 0.000 Ñsi = 0.000 Ñsd = 0.000

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = -0.000

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -16.300

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.002

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	Õsuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
12	9.298	0.000	0.349	0.000
11	9.376	0.000	0.703	0.000
10	9.450	0.000	0.709	0.000
9	9.517	0.000	0.714	0.000
8	9.574	0.000	0.735	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

7	9.621	0.000	0.756	0.000
6	9.653	0.000	0.758	0.000
5	9.676	0.000	0.760	0.000
4	9.690	0.000	0.761	0.000
3	9.699	0.000	0.762	0.000
2	9.704	0.000	0.762	0.000
1	9.705	0.000	0.763	0.000
100	9.703	0.000	0.762	0.000
99	9.698	0.000	0.762	0.000
98	9.688	0.000	0.761	0.000
97	9.673	0.000	0.760	0.000
96	9.650	0.000	0.758	0.000
95	9.617	0.000	0.756	0.000
94	9.570	0.000	0.735	0.000
93	9.512	0.000	0.713	0.000
92	9.445	0.000	0.708	0.000
91	9.370	0.000	0.703	0.000
90	9.291	0.000	0.348	0.000
	Suma =	0.000	16.300	0.000

.

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
13	0.057	-2.325	-0.294	7.602	8.040	-2.003
14	0.083	-2.326	-0.351	7.557	7.349	-1.385
15	0.113	-2.327	-0.389	7.517	6.668	-0.822
16	0.145	-2.328	-0.408	7.477	5.997	-0.313
17	0.178	-2.328	-0.411	7.436	5.336	0.142
18	0.210	-2.329	-0.399	7.396	4.684	0.545
19	0.242	-2.330	-0.375	7.356	4.042	0.895
20	0.270	-2.331	-0.339	7.316	3.409	1.194
21	0.296	-2.332	-0.295	7.276	2.786	1.443
22	0.318	-2.333	-0.242	7.235	2.173	1.642
23	0.335	-2.333	-0.184	7.195	1.570	1.792
24	0.347	-2.334	-0.122	7.155	0.976	1.894
25	0.354	-2.335	-0.057	7.115	0.392	1.949
26	0.356	-2.336	0.010	7.075	-0.182	1.957
27	0.353	-2.337	0.075	7.035	-0.747	1.920
28	0.344	-2.337	0.139	6.994	-1.302	1.837
29	0.330	-2.338	0.199	6.954	-1.847	1.710
30	0.312	-2.339	0.254	6.914	-2.383	1.540
31	0.290	-2.340	0.303	6.874	-2.909	1.327
32	0.264	-2.340	0.344	6.834	-3.425	1.073
33	0.235	-2.341	0.375	6.793	-3.932	0.777
34	0.204	-2.342	0.396	6.753	-4.429	0.441
35	0.171	-2.343	0.404	6.713	-4.916	0.065
36	0.139	-2.344	0.399	6.673	-5.393	-0.349
37	0.108	-2.344	0.380	6.633	-5.861	-0.802
38	0.078	-2.345	0.344	6.593	-6.319	-1.291
39	0.053	-2.346	0.292	6.547	-6.768	-1.817
Dintel superior :						
40	0.030	-2.346	0.271	7.690	-1.711	-2.379

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

41	0.023	-2.327	0.259	8.826	3.259	-2.097
42	0.016	-2.308	0.244	8.764	2.649	-1.864
43	0.010	-2.291	0.221	8.705	2.052	-1.678
44	0.004	-2.276	0.184	8.208	2.794	-1.539
45	0.003	-2.263	0.137	7.741	3.536	-1.238
46	0.002	-2.254	0.101	7.741	2.946	-0.984
47	0.001	-2.247	0.072	7.741	2.357	-0.775
48	0.000	-2.243	0.048	7.741	1.768	-0.613
49	-0.001	-2.239	0.030	7.741	1.179	-0.497
50	-0.001	-2.238	0.015	7.741	0.589	-0.428
51	-0.002	-2.237	0.001	7.741	-0.000	-0.405
52	-0.003	-2.238	-0.013	7.741	-0.589	-0.428
53	-0.004	-2.239	-0.028	7.741	-1.179	-0.497
54	-0.005	-2.242	-0.047	7.741	-1.768	-0.613
55	-0.006	-2.247	-0.070	7.741	-2.357	-0.775
56	-0.007	-2.253	-0.099	7.741	-2.946	-0.984
57	-0.007	-2.262	-0.136	7.741	-3.536	-1.238
58	-0.008	-2.275	-0.182	8.208	-2.794	-1.539
59	-0.014	-2.290	-0.219	8.705	-2.052	-1.678
60	-0.020	-2.307	-0.242	8.764	-2.649	-1.864
61	-0.027	-2.325	-0.257	8.826	-3.259	-2.097
62	-0.034	-2.345	-0.269	7.690	1.711	-2.379
Hastial derecho :						
63	-0.057	-2.344	-0.290	6.547	6.768	-1.817
64	-0.082	-2.343	-0.343	6.593	6.319	-1.291
65	-0.111	-2.343	-0.378	6.633	5.861	-0.802
66	-0.143	-2.342	-0.398	6.673	5.393	-0.349
67	-0.175	-2.341	-0.402	6.713	4.916	0.065
68	-0.207	-2.340	-0.394	6.753	4.429	0.441
69	-0.238	-2.340	-0.373	6.794	3.932	0.777
70	-0.267	-2.339	-0.342	6.834	3.425	1.073
71	-0.293	-2.338	-0.301	6.874	2.909	1.327
72	-0.315	-2.337	-0.253	6.914	2.383	1.540
73	-0.333	-2.337	-0.197	6.954	1.847	1.710
74	-0.347	-2.336	-0.137	6.994	1.302	1.837
75	-0.355	-2.335	-0.074	7.035	0.747	1.920
76	-0.358	-2.334	-0.008	7.075	0.182	1.957
77	-0.356	-2.333	0.058	7.115	-0.392	1.949
78	-0.349	-2.333	0.124	7.155	-0.976	1.894
79	-0.336	-2.332	0.186	7.195	-1.570	1.792
80	-0.319	-2.331	0.244	7.236	-2.173	1.642
81	-0.297	-2.330	0.297	7.276	-2.786	1.443
82	-0.272	-2.329	0.341	7.316	-3.409	1.194
83	-0.243	-2.328	0.377	7.356	-4.042	0.895
84	-0.211	-2.328	0.401	7.396	-4.684	0.545
85	-0.179	-2.327	0.413	7.436	-5.336	0.142
86	-0.146	-2.326	0.410	7.477	-5.997	-0.313
87	-0.113	-2.325	0.391	7.517	-6.668	-0.822
88	-0.083	-2.324	0.353	7.557	-7.349	-1.385
89	-0.057	-2.323	0.296	7.602	-8.040	-2.003
Solera :						
12	0.034	-2.324	-0.270	9.172	2.109	-2.677
11	0.027	-2.344	-0.258	10.722	-3.835	-2.347
10	0.020	-2.362	-0.241	10.728	-3.156	-2.070
9	0.013	-2.379	-0.215	10.731	-2.463	-1.848
8	0.007	-2.393	-0.174	10.177	-3.409	-1.681
7	0.006	-2.405	-0.124	9.624	-4.346	-1.311
6	0.005	-2.413	-0.086	9.624	-3.628	-0.998

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

5	0.004	-2.419	-0.057	9.624	-2.908	-0.741
4	0.003	-2.423	-0.036	9.624	-2.187	-0.541
3	0.002	-2.425	-0.021	9.624	-1.464	-0.397
2	0.001	-2.426	-0.009	9.624	-0.741	-0.311
1	0.000	-2.426	0.001	9.624	-0.380	-0.281
100	-0.001	-2.426	0.011	9.624	1.106	-0.309
99	-0.002	-2.424	0.022	9.624	1.467	-0.396
98	-0.003	-2.422	0.038	9.624	2.189	-0.540
97	-0.004	-2.418	0.059	9.624	2.911	-0.740
96	-0.005	-2.413	0.088	9.624	3.631	-0.997
95	-0.006	-2.404	0.126	9.624	4.348	-1.311
94	-0.007	-2.392	0.176	10.178	3.410	-1.681
93	-0.013	-2.378	0.217	10.731	2.464	-1.848
92	-0.020	-2.361	0.242	10.728	3.157	-2.070
91	-0.027	-2.343	0.260	10.722	3.836	-2.347
90	-0.034	-2.323	0.272	9.172	-2.108	-2.677

.

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 4

ESTADO LIMITE DE SERVICIO

COEFICIENTES DE PONDERACION

Ñpp = 1.000 Ñpt = 1.000 Ñet = 1.000 Ñpr = 0.000 Ñqv = 0.000

Ñqh = 0.000 ÑPv = 0.000 ÑPh = 0.000 Ñsi = 0.000 Ñsd = 0.000

Ñtr = 0.200 : Posicion de la rueda izquierda del carro (m). X = -1.500

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = 0.000

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -16.422

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.002

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	Õsuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
12	9.681	0.000	0.363	0.000
11	9.691	0.000	0.727	0.000
10	9.696	0.000	0.727	0.000
9	9.698	0.000	0.727	0.000
8	9.693	0.000	0.744	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

7	9.682	0.000	0.761	0.000
6	9.667	0.000	0.760	0.000
5	9.650	0.000	0.758	0.000
4	9.633	0.000	0.757	0.000
3	9.620	0.000	0.756	0.000
2	9.611	0.000	0.755	0.000
1	9.608	0.000	0.755	0.000
100	9.611	0.000	0.755	0.000
99	9.619	0.000	0.756	0.000
98	9.631	0.000	0.757	0.000
97	9.647	0.000	0.758	0.000
96	9.664	0.000	0.759	0.000
95	9.679	0.000	0.760	0.000
94	9.689	0.000	0.744	0.000
93	9.693	0.000	0.727	0.000
92	9.691	0.000	0.727	0.000
91	9.685	0.000	0.726	0.000
90	9.675	0.000	0.363	0.000
	Suma =	0.000	16.422	0.000

.

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
13	0.012	-2.421	-0.056	7.663	5.398	-1.679
14	0.019	-2.422	-0.106	7.618	4.938	-1.264
15	0.029	-2.423	-0.143	7.578	4.484	-0.886
16	0.042	-2.424	-0.167	7.538	4.036	-0.544
17	0.056	-2.424	-0.180	7.498	3.595	-0.237
18	0.070	-2.425	-0.184	7.458	3.161	0.034
19	0.085	-2.426	-0.179	7.417	2.732	0.271
20	0.099	-2.427	-0.166	7.377	2.311	0.473
21	0.111	-2.428	-0.147	7.337	1.896	0.642
22	0.122	-2.429	-0.123	7.297	1.487	0.778
23	0.131	-2.429	-0.095	7.257	1.084	0.881
24	0.137	-2.430	-0.064	7.216	0.689	0.952
25	0.141	-2.431	-0.031	7.176	0.299	0.992
26	0.142	-2.432	0.003	7.136	-0.084	1.000
27	0.141	-2.433	0.037	7.096	-0.460	0.978
28	0.137	-2.433	0.069	7.056	-0.830	0.926
29	0.130	-2.434	0.099	7.016	-1.194	0.845
30	0.121	-2.435	0.126	6.975	-1.551	0.735
31	0.110	-2.436	0.148	6.935	-1.901	0.596
32	0.097	-2.437	0.166	6.895	-2.246	0.429
33	0.083	-2.437	0.177	6.855	-2.583	0.235
34	0.069	-2.438	0.181	6.815	-2.914	0.014
35	0.054	-2.439	0.177	6.774	-3.239	-0.234
36	0.041	-2.440	0.165	6.734	-3.558	-0.507
37	0.028	-2.440	0.142	6.694	-3.870	-0.805
38	0.018	-2.441	0.110	6.654	-4.175	-1.129
39	0.011	-2.442	0.066	6.609	-4.474	-1.476
Dintel superior :						
40	0.006	-2.442	0.049	6.562	-0.110	-1.848

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

41	0.005	-2.439	0.040	6.486	4.098	-1.500
42	0.004	-2.437	0.030	6.379	3.497	-1.200
43	0.002	-2.435	0.016	6.277	2.909	-0.947
44	0.002	-2.435	-0.004	5.674	3.243	-0.740
45	0.001	-2.436	-0.023	5.123	3.570	-0.436
46	0.001	-2.438	-0.033	5.123	2.975	-0.179
47	0.000	-2.441	-0.036	5.123	2.380	0.032
48	-0.001	-2.444	-0.032	5.123	1.785	0.195
49	-0.001	-2.446	-0.024	5.123	1.190	0.312
50	-0.002	-2.447	-0.012	5.123	0.595	0.382
51	-0.002	-2.448	0.001	5.123	-0.000	0.405
52	-0.003	-2.447	0.014	5.123	-0.595	0.382
53	-0.003	-2.446	0.025	5.123	-1.190	0.312
54	-0.004	-2.443	0.034	5.123	-1.785	0.195
55	-0.005	-2.441	0.038	5.123	-2.380	0.032
56	-0.005	-2.438	0.035	5.123	-2.975	-0.179
57	-0.006	-2.435	0.025	5.123	-3.570	-0.436
58	-0.006	-2.434	0.006	5.674	-3.243	-0.740
59	-0.007	-2.434	-0.014	6.277	-2.909	-0.947
60	-0.008	-2.435	-0.028	6.379	-3.497	-1.200
61	-0.009	-2.438	-0.038	6.486	-4.098	-1.500
62	-0.011	-2.441	-0.047	6.562	0.110	-1.848
Hastial derecho :						
63	-0.015	-2.440	-0.064	6.609	4.474	-1.476
64	-0.022	-2.440	-0.108	6.654	4.175	-1.129
65	-0.032	-2.439	-0.141	6.694	3.870	-0.805
66	-0.044	-2.438	-0.163	6.734	3.558	-0.507
67	-0.058	-2.437	-0.175	6.775	3.239	-0.234
68	-0.072	-2.437	-0.179	6.815	2.914	0.014
69	-0.087	-2.436	-0.175	6.855	2.583	0.235
70	-0.100	-2.435	-0.164	6.895	2.246	0.429
71	-0.113	-2.434	-0.146	6.935	1.901	0.596
72	-0.124	-2.433	-0.124	6.975	1.551	0.734
73	-0.132	-2.433	-0.097	7.016	1.194	0.845
74	-0.139	-2.432	-0.067	7.056	0.830	0.926
75	-0.143	-2.431	-0.035	7.096	0.460	0.978
76	-0.145	-2.430	-0.001	7.136	0.084	1.000
77	-0.143	-2.429	0.033	7.176	-0.299	0.992
78	-0.139	-2.429	0.066	7.217	-0.689	0.952
79	-0.133	-2.428	0.097	7.257	-1.084	0.881
80	-0.124	-2.427	0.125	7.297	-1.487	0.778
81	-0.113	-2.426	0.149	7.337	-1.896	0.642
82	-0.100	-2.425	0.168	7.377	-2.311	0.473
83	-0.086	-2.424	0.180	7.417	-2.732	0.271
84	-0.071	-2.424	0.186	7.458	-3.161	0.034
85	-0.057	-2.423	0.182	7.498	-3.595	-0.237
86	-0.042	-2.422	0.169	7.538	-4.036	-0.544
87	-0.030	-2.421	0.145	7.578	-4.484	-0.886
88	-0.019	-2.420	0.108	7.618	-4.938	-1.264
89	-0.013	-2.419	0.058	7.663	-5.398	-1.679
Solera :						
12	0.009	-2.420	-0.037	7.829	0.247	-2.132
11	0.007	-2.423	-0.028	7.936	-4.801	-1.726
10	0.006	-2.424	-0.016	7.866	-4.125	-1.373
9	0.005	-2.424	0.000	7.793	-3.440	-1.073
8	0.005	-2.423	0.022	7.105	-3.891	-0.829
7	0.004	-2.421	0.044	6.454	-4.326	-0.460
6	0.004	-2.417	0.054	6.454	-3.605	-0.149

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

5	0.003	-2.412	0.055	6.454	-2.886	0.106
4	0.002	-2.408	0.048	6.454	-2.167	0.305
3	0.001	-2.405	0.035	6.454	-1.450	0.447
2	0.001	-2.403	0.019	6.454	-0.734	0.532
1	0.000	-2.402	0.001	6.454	-0.376	0.562
100	-0.001	-2.403	-0.017	6.454	1.095	0.534
99	-0.001	-2.405	-0.033	6.454	1.453	0.448
98	-0.002	-2.408	-0.046	6.454	2.170	0.305
97	-0.003	-2.412	-0.053	6.454	2.888	0.107
96	-0.004	-2.416	-0.052	6.454	3.607	-0.148
95	-0.004	-2.420	-0.042	6.454	4.328	-0.460
94	-0.005	-2.422	-0.021	7.105	3.893	-0.829
93	-0.005	-2.423	0.002	7.794	3.442	-1.073
92	-0.006	-2.423	0.017	7.866	4.126	-1.373
91	-0.007	-2.421	0.029	7.936	4.801	-1.726
90	-0.009	-2.419	0.039	7.829	-0.247	-2.132

.

E N V O L V E N T E S E N E L A R C O

SEC	M(+) (txm/m)	N(+) (t/m)	M(-) (txm/m)	N(-) (t/m)	QPES (t/m)
Hastial izquierdo :					
13	0.000	0.000	-2.588	12.130	8.077
14	0.000	0.000	-1.967	12.069	7.387
15	0.000	0.000	-1.458	12.015	6.706
16	0.000	0.000	-1.113	11.960	6.034
17	0.142	7.436	-0.803	11.906	5.373
18	0.545	7.396	-0.529	11.852	4.721
19	0.895	7.356	-0.289	11.798	4.079
20	1.194	7.316	-0.084	11.743	3.446
21	1.443	7.276	0.000	0.000	2.824
22	1.642	7.235	0.000	0.000	2.210
23	1.792	7.195	0.000	0.000	1.607
24	1.894	7.155	0.000	0.000	1.013
25	1.949	7.115	0.000	0.000	0.429
26	1.957	7.075	0.000	0.000	-0.182
27	1.920	7.035	0.000	0.000	-0.747
28	1.837	6.994	0.000	0.000	-1.302
29	1.710	6.954	0.000	0.000	-1.847
30	1.540	6.914	0.000	0.000	-2.383
31	1.327	6.874	0.000	0.000	-2.909
32	1.073	6.834	-0.092	11.093	-3.425
33	0.777	6.793	-0.283	11.038	-3.932
34	0.441	6.753	-0.501	10.984	-4.429
35	0.065	6.713	-0.746	10.930	-4.916
36	0.000	0.000	-1.016	10.876	-5.393
37	0.000	0.000	-1.315	10.821	-5.861
38	0.000	0.000	-1.802	10.767	-6.319
39	0.000	0.000	-2.325	10.706	-6.768
Dintel superior :					
40	0.000	0.000	-2.884	10.372	1.760
41	0.000	0.000	-2.305	9.980	7.624
42	0.000	0.000	-1.864	8.764	6.672
43	0.000	0.000	-1.678	8.705	5.738
44	0.000	0.000	-1.539	8.208	5.783

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

45	0.262	5.085	-1.238	7.741	5.806
46	0.680	5.085	-0.984	7.741	4.839
47	1.023	5.085	-0.775	7.741	3.871
48	1.289	5.085	-0.613	7.741	2.903
49	1.479	5.085	-0.497	7.741	1.935
50	1.593	5.085	-0.428	7.741	0.968
51	1.631	5.085	-0.405	7.741	-0.000
52	1.593	5.085	-0.428	7.741	-0.968
53	1.479	5.085	-0.497	7.741	-1.935
54	1.289	5.085	-0.613	7.741	-2.903
55	1.023	5.085	-0.775	7.741	-3.871
56	0.680	5.085	-0.984	7.741	-4.839
57	0.262	5.085	-1.238	7.741	-5.806
58	0.000	0.000	-1.539	8.208	-5.783
59	0.000	0.000	-1.678	8.705	-5.738
60	0.000	0.000	-1.864	8.764	-6.672
61	0.000	0.000	-2.305	9.980	-7.624
62	0.000	0.000	-2.884	10.372	-1.760
Hastial derecho :					
63	0.000	0.000	-2.325	10.706	6.768
64	0.000	0.000	-1.802	10.767	6.319
65	0.000	0.000	-1.315	10.821	5.861
66	0.000	0.000	-1.016	10.876	5.393
67	0.065	6.713	-0.746	10.930	4.916
68	0.441	6.753	-0.501	10.984	4.429
69	0.777	6.794	-0.283	11.038	3.932
70	1.073	6.834	-0.092	11.093	3.425
71	1.327	6.874	0.000	0.000	2.909
72	1.540	6.914	0.000	0.000	2.383
73	1.710	6.954	0.000	0.000	1.847
74	1.837	6.994	0.000	0.000	1.302
75	1.920	7.035	0.000	0.000	0.747
76	1.957	7.075	0.000	0.000	0.182
77	1.949	7.115	0.000	0.000	-0.429
78	1.894	7.155	0.000	0.000	-1.013
79	1.792	7.195	0.000	0.000	-1.607
80	1.642	7.236	0.000	0.000	-2.210
81	1.443	7.276	0.000	0.000	-2.824
82	1.194	7.316	-0.084	11.744	-3.446
83	0.895	7.356	-0.289	11.798	-4.079
84	0.545	7.396	-0.529	11.852	-4.721
85	0.142	7.436	-0.803	11.906	-5.373
86	0.000	0.000	-1.113	11.961	-6.034
87	0.000	0.000	-1.458	12.015	-6.706
88	0.000	0.000	-1.967	12.069	-7.387
89	0.000	0.000	-2.588	12.130	-8.077
Solera :					
12	0.000	0.000	-3.265	12.144	2.109
11	0.000	0.000	-2.611	12.063	-8.655
10	0.000	0.000	-2.070	10.728	-7.592
9	0.000	0.000	-1.848	10.731	-6.522
8	0.000	0.000	-1.681	10.177	-6.659
7	0.263	6.491	-1.311	9.624	-6.818
6	0.750	6.491	-0.998	9.624	-5.680
5	1.148	6.491	-0.741	9.624	-4.545
4	1.457	6.491	-0.541	9.624	-3.412
3	1.678	6.491	-0.397	9.624	-2.282
2	1.812	6.491	-0.311	9.624	-1.153

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

1	1.857	6.491	-0.281	9.624	-0.589
101	1.857	6.491	-0.281	9.624	-0.589
100	1.814	6.491	-0.309	9.624	1.721
99	1.680	6.491	-0.396	9.624	2.285
98	1.458	6.491	-0.540	9.624	3.416
97	1.149	6.491	-0.740	9.624	4.548
96	0.751	6.491	-0.997	9.624	5.683
95	0.264	6.491	-1.311	9.624	6.820
94	0.000	0.000	-1.681	10.178	6.662
93	0.000	0.000	-1.848	10.731	6.524
92	0.000	0.000	-2.070	10.728	7.593
91	0.000	0.000	-2.611	12.063	8.655
90	0.000	0.000	-3.265	12.144	-2.108

.

A R M A D U R A S E N E L C A J O N

Sec. No	X (m)	Y (m)	Ainterior (cm2/m) Teorica	Ainterior (cm2/m) Real	Aexterior (cm2/m) Teorica	Aexterior (cm2/m) Real	Acortante (cm2/m)
Hastial izquierdo :							
13	-0.85	0.18	2.00	-	2.55	-	0.00
14	-0.85	0.26	2.00	-	2.00	-	0.00
15	-0.85	0.34	2.00	-	2.00	-	0.00
16	-0.85	0.42	2.00	-	2.00	-	0.00
17	-0.85	0.50	2.00	-	2.00	-	0.00
18	-0.85	0.58	2.00	-	2.00	-	0.00
19	-0.85	0.66	2.00	-	2.00	-	0.00
20	-0.85	0.74	2.00	-	2.00	-	0.00
21	-0.85	0.82	2.00	-	2.00	-	0.00
22	-0.85	0.90	2.00	-	2.00	-	0.00
23	-0.85	0.98	2.02	-	2.00	-	0.00
24	-0.85	1.06	2.18	-	2.00	-	0.00
25	-0.85	1.14	2.27	-	2.00	-	0.00
26	-0.85	1.23	2.29	-	2.00	-	0.00
27	-0.85	1.31	2.24	-	2.00	-	0.00
28	-0.85	1.39	2.12	-	2.00	-	0.00
29	-0.85	1.47	2.00	-	2.00	-	0.00
30	-0.85	1.55	2.00	-	2.00	-	0.00
31	-0.85	1.63	2.00	-	2.00	-	0.00
32	-0.85	1.71	2.00	-	2.00	-	0.00
33	-0.85	1.79	2.00	-	2.00	-	0.00
34	-0.85	1.87	2.00	-	2.00	-	0.00
35	-0.85	1.95	2.00	-	2.00	-	0.00
36	-0.85	2.03	2.00	-	2.00	-	0.00
37	-0.85	2.11	2.00	-	2.00	-	0.00
38	-0.85	2.19	2.00	-	2.00	-	0.00
39	-0.85	2.27	2.00	-	2.35	-	0.00
Dintel superior :							
40	-0.85	2.35	4.00	-	4.00	-	0.00
41	-0.77	2.38	3.50	-	3.50	-	0.00
42	-0.70	2.40	3.00	-	3.00	-	0.00
43	-0.63	2.42	2.50	-	2.50	-	0.00
44	-0.55	2.45	2.00	-	2.00	-	0.00
45	-0.47	2.45	2.00	-	2.00	-	0.00
46	-0.39	2.45	2.00	-	2.00	-	0.00

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

47	-0.31	2.45	2.00	-	2.00	-	0.00
48	-0.24	2.45	2.00	-	2.00	-	0.00
49	-0.16	2.45	2.00	-	2.00	-	0.00
50	-0.08	2.45	2.01	-	2.00	-	0.00
51	0.00	2.45	2.07	-	2.00	-	0.00
52	0.08	2.45	2.01	-	2.00	-	0.00
53	0.16	2.45	2.00	-	2.00	-	0.00
54	0.24	2.45	2.00	-	2.00	-	0.00
55	0.31	2.45	2.00	-	2.00	-	0.00
56	0.39	2.45	2.00	-	2.00	-	0.00
57	0.47	2.45	2.00	-	2.00	-	0.00
58	0.55	2.45	2.00	-	2.00	-	0.00
59	0.63	2.42	2.50	-	2.50	-	0.00
60	0.70	2.40	3.00	-	3.00	-	0.00
61	0.77	2.38	3.50	-	3.50	-	0.00
62	0.85	2.35	4.00	-	4.00	-	0.00
Hastial derecho :							
63	0.85	2.27	2.00	-	2.35	-	0.00
64	0.85	2.19	2.00	-	2.00	-	0.00
65	0.85	2.11	2.00	-	2.00	-	0.00
66	0.85	2.03	2.00	-	2.00	-	0.00
67	0.85	1.95	2.00	-	2.00	-	0.00
68	0.85	1.87	2.00	-	2.00	-	0.00
69	0.85	1.79	2.00	-	2.00	-	0.00
70	0.85	1.71	2.00	-	2.00	-	0.00
71	0.85	1.63	2.00	-	2.00	-	0.00
72	0.85	1.55	2.00	-	2.00	-	0.00
73	0.85	1.47	2.00	-	2.00	-	0.00
74	0.85	1.39	2.12	-	2.00	-	0.00
75	0.85	1.31	2.24	-	2.00	-	0.00
76	0.85	1.23	2.29	-	2.00	-	0.00
77	0.85	1.14	2.27	-	2.00	-	0.00
78	0.85	1.06	2.18	-	2.00	-	0.00
79	0.85	0.98	2.02	-	2.00	-	0.00
80	0.85	0.90	2.00	-	2.00	-	0.00
81	0.85	0.82	2.00	-	2.00	-	0.00
82	0.85	0.74	2.00	-	2.00	-	0.00
83	0.85	0.66	2.00	-	2.00	-	0.00
84	0.85	0.58	2.00	-	2.00	-	0.00
85	0.85	0.50	2.00	-	2.00	-	0.00
86	0.85	0.42	2.00	-	2.00	-	0.00
87	0.85	0.34	2.00	-	2.00	-	0.00
88	0.85	0.26	2.00	-	2.00	-	0.00
89	0.85	0.18	2.00	-	2.55	-	0.00
Solera :							
12	-0.85	0.10	4.00	-	4.00	-	0.00
11	-0.77	0.08	3.50	-	3.50	-	0.00
10	-0.70	0.05	3.00	-	3.00	-	0.00
9	-0.63	0.03	2.50	-	2.50	-	0.00
8	-0.55	0.00	2.00	-	2.00	-	0.00
7	-0.47	0.00	2.00	-	2.00	-	0.00
6	-0.39	0.00	2.00	-	2.00	-	0.00
5	-0.31	0.00	2.00	-	2.00	-	0.00
4	-0.24	0.00	2.00	-	2.00	-	0.00
3	-0.16	0.00	2.00	-	2.00	-	0.00
2	-0.08	0.00	2.15	-	2.00	-	0.00
1	0.00	0.00	2.22	-	2.00	-	0.00
101	0.00	0.00	2.22	-	2.00	-	0.00

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

100	0.08	0.00	2.15	-	2.00	-	0.00
99	0.16	0.00	2.00	-	2.00	-	0.00
98	0.24	0.00	2.00	-	2.00	-	0.00
97	0.31	0.00	2.00	-	2.00	-	0.00
96	0.39	0.00	2.00	-	2.00	-	0.00
95	0.47	0.00	2.00	-	2.00	-	0.00
94	0.55	0.00	2.00	-	2.00	-	0.00
93	0.63	0.03	2.50	-	2.50	-	0.00
92	0.70	0.05	3.00	-	3.00	-	0.00
91	0.77	0.08	3.50	-	3.50	-	0.00
90	0.85	0.10	4.00	-	4.00	-	0.00

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

5.-SELLADO DE UNIONES EN MARCOS PREFABRICADOS

Para el sellado de elementos con unión machihembrada, al no permitir habitualmente el uso de juntas de goma, se dispone de productos y soluciones especiales adaptables al tipo de instalación y al entorno de trabajo, tanto interior como exterior.

El tipo de unión puede ser rígida o elástica, según los materiales empleados en el rejuntado y sellado.

Se exponen a continuación estas soluciones con las recomendaciones de uso y referencias de productos de diversas casas comerciales

SOLUCIÓN PARA UNIÓN RÍGIDA

SOLUCIÓN

La solución consiste en:

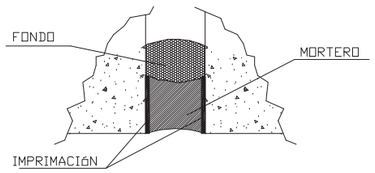
a.- Fondo de junta; b.- Imprimación ; c.- Mortero de relleno

El fondo de junta se utiliza para limitar el tamaño y evitar el uso excesivo de mortero. Normalmente se utiliza un polietileno de célula cerrada, cordón elastomérico o caucho butilo, con un grueso en torno a un 25% superior al de la junta.

La misión de la imprimación es la de unir el hormigón base y el mortero de relleno.

El mortero de relleno debe ser tixotrópico, para evitar su descuelgue pues normalmente se aplica en suelo, paredes laterales y techos.

El soporte debe estar limpio y seco.



RECOMENDACIONES DE USO

Esta solución solamente es recomendable en el caso de que se garantice la no existencia de movimientos diferenciales entre elementos.

REFERENCIAS COMERCIALES

FABRICANTE	**FONDO**	**IMPRIMACIÓN**	***MORTERO DE RELLENO***	
			NORMAL	***RESISTENTE A LOS SULFATOS***
BETEC	ROUNDEX	-	BETEC 305 E (*)	
BETTOR	ROUNDEX	LEGARAN	EMACO S-88	EMACO S-88
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOBOND ACS NITOPRIME 55	RENDEROC TS	
			RENDEROC SF	**CONVEXTRA BB80**
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKA TOP 110 EPOCEM	SIKA MONOTOP 612	

(*): No necesita imprimación

SOLUCIÓN PARA UNIÓN ELÁSTICA

SOLUCIÓN

La solución consiste en:

a.- Fondo de junta

b.- Masilla o Mástic bituminoso (presencia eventual de agua)

Masilla o Juntas hidroexpansivas (presencia permanente de agua)

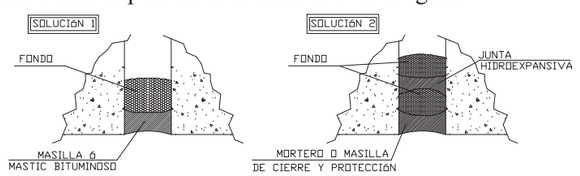
La zona a tratar se limpiará adecuadamente previo al inicio de los trabajos.

La masilla debe ser capaz de soportar las condiciones ambientales en las que va a estar inmersa.

Normalmente es suficiente el uso del poliuretano monocomponente.

Para agresividad química alta deberán usarse masillas de polisulfuro de dos componentes con alta resistencia química.

Las juntas hidroexpansivas se pueden colocar sobre un adhesivo, si la superficie está seca y lisa, o sobre masilla hidroexpansiva si la superficie esta húmeda o es irregular.



RECOMENDACIONES DE USO

La solución 1 es válida practicamente para cualquier situación.

La solución 2 solo debe aplicarse con presencia permanente de agua.

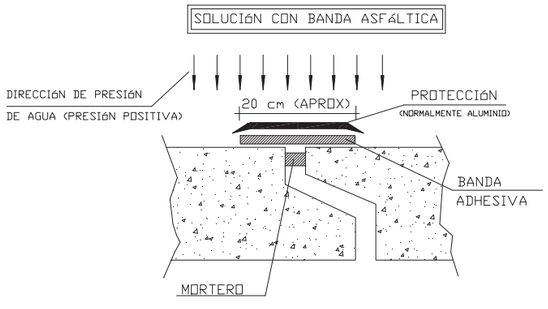
REFERENCIAS COMERCIALES

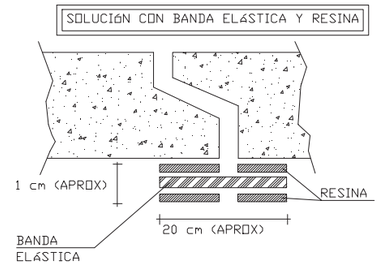
FABRICANTE	**FONDO**	**MASILLA**		**DE ALTA RESISTENCIA QUÍMICA**	**JUNTAS HIDROEXPANSIVAS**
		NORMAL	**RESISTENTE A SULFATOS**		
BETEC	***ROUNDEX***	BETOFLEX	BETOFLEX S	BETOPOX 92 AR	-
BETTOR	ROUNDEX	MASTERFLEX 474	MASTERFLEX 474	PCI-ELRIBONS	BOND-RING
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOSEAL 151	THIOFLEX 600		SUPERCAST SW SUPERCAST SWX
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKAFLEX 11-FC		SIKAFLEX PRO 3WF	SIKASWELL P SIKASWELL M

(*): No necesita imprimación

SELLADO CON BANDA

SOLUCIÓN





El soporte debe estar limpio y seco

RECOMENDACIONES DE USO

La solución con banda asfáltica solamente podrá utilizarse con presión positiva y nunca en presencia de ácidos o sulfatos.

La solución con banda elástica fijada con resina es prácticamente de validez universal, soporta cualquier ataque químico y movimientos diferenciales importantes pudiendo trabajar con presión positiva o negativa.

REFERENCIAS COMERCIALES

FABRICANTE	**SELLADO CON BANDA ASFÁLTICA**	**SELLADO CON RESINA**
BETTOR	PROTAC	MASTERFLEX 3000
FOSROC-EUCO	-	HP-DILAFLEX
SIKA	SIKA MULTISEAL	SIKA COMBIFLEX

6.- DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD DE LOS MARCOS

Certificado del Sistema de Gestión de la Calidad

AENOR

Empresa Registrada

UNE-EN ISO 9001

ER-0830/1999

AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación, certifica que la organización

BORTUBO, S.A.

dispone de un sistema de gestión de la calidad conforme con la Norma UNE-EN ISO 9001:2008

para las actividades: El diseño y la producción de prefabricados de hormigón armado: tubos, arquetas, marcos y tubos de hinca y pozos de registro.
La producción de prefabricados de hormigón en masa: tubos, pozos de registro, bordillos y adoquines.

que se realizan en: CR MURCIA A FORTUNA, KM. 12. 30620 - FORTUNA (MURCIA)

Fecha de emisión: 1999-08-05
Fecha de renovación: 2010-05-16
Fecha de expiración: 2013-05-16

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
El Director General de AENOR

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación | Génova, 6. 28004 Madrid. España Tel. 902 102 201 – www.aenor.es

Entidad acreditada por ENAC con nº 01/C-SC003

IQNet AENOR es miembro de la RED IQNet (Red Internacional de Certificación)

Entidad acreditada por ENAC con nº 01/C-SC003

IQNet AENOR es miembro de la RED IQNet (Red Internacional de Certificación)

IQNet

THE INTERNATIONAL CERTIFICATION NETWORK

CERTIFICATE

IQNet and
AENOR
hereby certify that the organization

BORTUBO, S.A.

CR MURCIA A FORTUNA, KM. 12
30620 - FORTUNA
(MURCIA)

for the following field of activities

The design and production of reinforced concrete products: tubes, drain pits, box culverts and jaking pipe.
The production of non-reinforced concrete products: tubes, manhole system, curbstones and pavers.

has implemented and maintains a

Quality Management System

which fulfills the requirements of the following standard

ISO 9001:2000

Issued on: 1999-08-05 Renewed on: 2007-02-16 Validity date: 2010-02-16

Registration Number: **ES-0830/1999**

IQNet AENOR

René Wasmer
President of IQNet

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
Ramón NAZ
General Manager of AENOR

IQNet Partners*:
AENOR *Spain* AFAQ AFNOR *France* AIB-Vincotte International *Belgium* ANCE *Mexico* APCER *Portugal* CISQ *Italy* CQC *China* CQM *China* CQS *Czech Republic* Cro Cert *Croatia* DQS *Germany* DS *Denmark* ELOT *Greece* FCAV *Brazil* FONDONORMA *Venezuela* HKQAA *China* ICONTEC *Colombia* IMNC *Mexico* IRAM *Argentina* JQA *Japan* KFQ *Korea* MSZT *Hungary* Nemko AS *Norway* NSAI *Ireland* PCBC *Poland* PSB Certification *Singapore* QMI *Canada* Quality Austria *Austria* RR *Russia* SAI Global *Australia* Inspecta Certification *Finland* SII *Israel* SIQ *Slovenia* SQS *Switzerland* SRAC *Romania* TEST St Petersburg *Russia* YUQS *Serbia and Montenegro*
IQNet is represented in the USA by: AFAQ AFNOR, AIB-Vincotte International, CISQ, DQS, NSAI, QMI and SAI Global
* The list of IQNet partners is valid at the time of issue of this certificate. Updated information is available under www.iqnet-certification.com

CE

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CE

(DIRECTIVA 89/106/CEE SOBRE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN)

D. Jose Pujante Escribano con DNI 22420141-V como representante legal de la empresa Bortubo SA. Ubicada en la Ctra. De Murcia – Fortuna, Km.-12 30620 Fortuna, Murcia, declara que conforme a las disposiciones recogidas en el **anexo ZA, Método 3b, (conforme al pedido del cliente),** de la norma **UNE-EN 14844:2007+A1** "Productos prefabricados de hormigón. Marcos" así como con el Sistema de Control de Producción en Fábrica implantado en la empresa, y de acuerdo con el **certificado** de control de producción en fabrica **nº 0099/CPD/A87/0096**, expedido por el organismo notificado AENOR, los marcos prefabricados, para **uso estructural,** fabricados en las instalaciones de Bortubo sitas en la dirección anterior, cumplen con la directiva para el marcado CE de productos de construcción. Del mismo modo, también declara que las especificaciones técnicas quedan reflejadas en el proyecto correspondiente.

En Fortuna a 28 de enero de 2010

Gerente
Fdo: José Pujante Escribano

0099/0096
2008

MARCOS VIBROCOMPRIMIDOS

HORMIGON ARMADO

FICHA TECNICA

DENOMINACION	W	H	L	b	t_w	f_{ck}	f_b	f_{yk}
	±15 m.m.	±15 m.m.	±1%m.m.	±10m.m.	±10m.m.	N/mm²	N/mm²	N/mm²
MR.H.A. 1000 X 2000 X 2250	1000	2000	2250	180	180	35	575	500
MR.H.A. 2000 X 1000 X 2250	2000	1000	2250	180	180	35	575	500
MR.H.A. 1500 X 2000 X 2400	1500	2000	2400	180	180	35	575	500
MR.H.A. 2000 X 1500 X 2400	2000	1500	2400	180	180	35	575	500
MR.H.A. 1500 X 2250 X 2000	1500	2250	2000	200	200	35	575	500
MR.H.A. 2250 X 1500 X 2000	2250	1500	2000	200	200	35	575	500
MR.H.A. 2000 X 2000 X 2000	2000	2000	2000	180	180	35	575	500
MR.H.A. 2000 X 2500 X 2350	2000	2500	2350	200	200	35	575	500
MR.H.A. 2500 X 2000 X 2350	2500	2000	2350	200	200	35	575	500
MR.H.A. 2250 X 2500 X 2400	2250	2500	2400	200	200	35	575	500
MR.H.A. 2500 X 2250 X 2400	2500	2250	2400	200	200	35	575	500
MR.H.A. 2500 X 2500 X 2300	2500	2500	2300	200	200	35	575	500
MR.H.A. 2000 X 3000 X 2000	2000	3000	2000	200	250	35	575	500
MR.H.A. 3000 X 2000 X 2000	3000	2000	2000	250	200	35	575	500
MR.H.A. 2500 X 3000 X 1700	2500	3000	1700	250	250	35	575	500
MR.H.A. 3000 X 2500 X 1700	3000	2500	1700	250	250	35	575	500
MR.H.A. 3500 X 2000 X 1500	3500	2000	1500	250	300	35	575	500
MR.H.A. 2000 X 3500 X 1500	2000	3500	1500	300	250	35	575	500
MR.H.A. 3000 X 3000 X 1500	3000	3000	1500	250	250	35	575	500
MR.H.A. 2000 X 4000 X 1400	2000	4000	1400	250	300	35	575	500
MR.H.A. 4000 X 2000 X 1400	4000	2000	1400	300	250	35	575	500
MR.H.A. 2500 X 4000 X 1250	2500	4000	1250	250	300	35	575	500
MR.H.A. 4000 X 2500 X 1250	4000	2500	1250	300	250	35	575	500
MR.H.A. 3000 X 4000 X 1350	3000	4000	1350	220	270	35	575	500
MR.H.A. 4000 X 3000 X 1350	4000	3000	1350	270	220	35	575	500

MR.H.A.= Marco Machiembreado de Hormigón Armado.
f_{ck}: Resistencia mínima a compresión del Hormigón en N/mm²
f_b: Resistencia a la última tracción del acero en N/mm², los datos especificos se encuentran el el acta de ensayos
f_{yk}: Limite elastico a tracción en N/mm², los datos especificos se encuentran en el acta de ensayos
Para datos geométricos, los detalles constructivos, la resistencia mecánica, la durabilidad y la retarcción por secado véanse las especificaciones de diseño

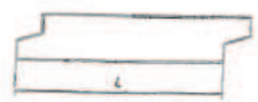


Figura 1a – Longitud de un elemento

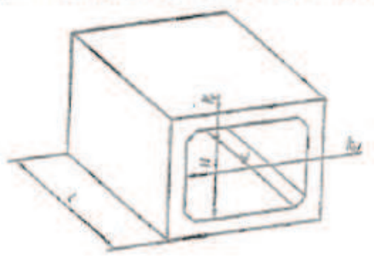


Figura 1b – Explicación de los símbolos

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CE
EC Certificate of conformity

0099/CPD/A87/0096

2009-06-02
Pg 1/2

En virtud del Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio, por el que se dictan disposiciones para la aplicación de la directiva 89/106/CEE del Consejo de las Comunidades Europeas, de 21 de diciembre de 1988, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros sobre los productos de construcción, se ha verificado que el

In application of the Royal Decree 1630/1992 of 29 December 1992, as amended by Royal Decree 1328/1995 of 28 July 1995, relative to the application of the directive 89/106/EEC of the Council of European Communities of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to the construction products (Construction Products Directive), it has been stated that the

Producto: **MARCOS**
Product ***BOX CULVERTS***

Referencias: ***ver anexo***
References *see annex*

Norma: **UNE-EN 14844:2007**
Standard

Suministrado por: **BORTUBO, S.A.**
Supplied by **CR MURCIA A FORTUNA, KM 12**
30620 FORTUNA (Murcia - ESPAÑA)

Fabricado en: **CR MURCIA A FORTUNA, KM 12**
Manufactured in **30620 FORTUNA (Murcia - ESPAÑA)**

se somete por el fabricante a un control de producción en fábrica y al ensayo posterior de las muestras tomadas en la fábrica de acuerdo con un plan de ensayo preestablecido y que el organismo notificado AENOR ha llevado a cabo la inspección inicial de la fábrica y del control de producción en fábrica y que realiza el seguimiento periódico, la evaluación y la aprobación del control de producción en fábrica. Este certificado indica que se han aplicado todas las disposiciones relativas a la evaluación de la conformidad descritas en el Anexo ZA de la norma mencionada arriba y que el producto cumple todos los requisitos mínimos. Este documento faculta al fabricante para fijar el marcado CE. Este certificado es válido salvo anulación o retirada por AENOR.

is submitted by the manufacturer to a factory production control and to the further testing of samples taken at the factory in accordance with a prescribed test plan and that the notified body AENOR has performed the initial inspection of the factory and of the factory production control and performs the periodic surveillance, assessment and approval of the factory production control. This certificate attests that all provisions concerning the attestation of conformity described in Annex ZA of the above mentioned standard were applied and that the product fulfils all the minimum prescribed requirements. This document allows the manufacturer to affix the CE marking. This Certificate remains valid unless cancelled or withdrawn by AENOR.

Fecha de concesión: **2008-06-02**
Date of first issue

Fecha de emisión: **2009-06-02**
Date of issue

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
Ramón NAZ PAJARES
El Director General/General Manager

No está autorizada la reproducción parcial de este documento. The partial reproduction of this document is not permitted.

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CE
EC Certificate of conformity

0099/CPD/A87/0096

2009-06-02
Pg 2/2

ANEXO
ANNEX

Elemento	Referencias
Element	*References*
Marco	Características según especificaciones de proyecto / MÉTODO DE MARCADO 3.

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

Este certificado anula y sustituye el certificado 0099/CPD/A87/0096, de fecha 2008-06-30. No está autorizada la reproducción parcial de este documento.
This certificate supersedes certificate 0099/CPD/A87/0096, dated 2008-06-30. The partial reproduction of this document is not permitted.

INOCSA
Una Empresa AECOM

INOCSA
Una Empresa AECOM
2 2 MAR 2011
ENTRADA Nº 6414 ARCHIVO 642

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V.
MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA.
TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

REPOSICIÓN COLECTOR CALLE VALENCIA
MARCO PREFABRICADO TIPO_REV01

---

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica de los documentos relativos al "cálculo estructural de los marcos prefabricados tipo" en su REV01 para la reposición del colector en en el entorno de la c/Valencia, recibidos durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación con la propuesta actualizada de las piezas prefabricadas tipo para la ejecución del marco con el que se propone materializar la reposición del colector en el entorno de la c/Valencia y dentro del ámbito de las obras del Sector Sagrera; a saber:

- DOCUMENTO: "Memoria de Cálculo - Marco 1500 x 2250 x 2000 – 200/200 – Hr= 3,50m + Tp 60Tn" en su revisión de 16/03/2011; del que se asume como vigente la generalidad de la Memoria de Cálculo y la definición gráfica en croquis de las soluciones estructurales propuestas.

  El citado documento está firmado por BORTUBO S.A.; empresa suministradora de las piezas prefabricadas que redacta la citada Memoria de Cálculo para CORSAN-CORVIAM, empresa adjudicataria de las obras del Sector Sagrera.

- DOCUMENTO – "Nota revisión de cálculo y diseño de las arquetas ubicadas en la calle Valencia, bajo nueva situación de estados de cargas". del que se

asume como vigente el análisis de las cargas solicitantes bajo la estructura de graderío a reponer en los extremos del trazado del colector en estudio.

El citado documento está firmado por AMATRIA Ingeniería; como responsables de los recálculos estructurales de varias de las obras del entorno adjudicadas CORSAN-CORVIAM.

En el conjunto de la documentación recibida se pretende dar respuesta a las observaciones realizadas en la fase previa de supervisión sobre la versión anterior del documento principal ("Memoria de Cálculo – Marco…") en el que se definía la propuesta de pieza prefabricada como solución estructural propuesta para la sección tipo del marco en la reposición del colector del entorno de la c/Valencia.

En el presente informe se realiza una revisión de las aclaraciones presentadas y, en su caso, de las correcciones que se hayan podido realizar en el desarrollo de los cálculos presentados como justificación de la validez estructural de la propuesta y de las modificaciones que haya sido recogidas en los croquis con los que se pretende su definición para proceder a su ejecución.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Revisada la documentación recibida, se puede decir que en la nueva versión de la "Memoria de Cálculo – Marco…" y en la "Nota revisión de cálculo y diseño…" se recogen las correcciones relacionadas con las observaciones realizadas en los informes de supervisión previos resultando de forma general satisfactorias y coherentes la nueva versión de los croquis de definición de las estructuras en estudio.

Se hace notar, sin embargo, que aunque se pretende la consideración de características del terreno soporte del marco coherentes con los cálculos de estructuras del entorno (adoptando los 4000 Tn/m^3 del K_{30} con el que se calculan las arquetas en los quiebros del colector), de acuerdo con la documentación recibida, el valor de 4000 Tn/m^3 parece aplicarse directamente como parámetro de rigidez de la vinculación elástica de la solera apoyada en el terreno; sin transformación previa para las dimensiones la solera de un marco de 1,70 m de ancho exterior. En el transcurso de esta revisión se comprueba, no obstante, que la corrección de la caracterización elástica del terreno soporte según lo indicado no supondría modificaciones significativas en la propuesta de dimensiones y esquemas de armado para los elementos estructurales en estudio.

Por tanto, tal y como se ha indicado, la validez estructural de la propuesta de pieza prefabricada para la sección tipo del marco con que materializar la reposición del

colector del entorno de la c/ Valencia se considera suficientemente justificada con la documentación recibida, por lo que no se encuentra impedimento para comenzar su ejecución conforme a su definición en los croquis vigentes.

Adicionalmente, se recuerda la necesidad de considerar las cargas con las que se ha justificado la validez estructural de estas piezas en el futuro diseño de la estructura soporte para la reposición de los graderíos en caso de que su esquema estructural definitivo modifique lo considerado en la “Nota revisión de cálculo y diseño…” para la evaluación de cargas bajo cimentación y muros de gradas.

Madrid, 22 de marzo de 2011

NOCSA, Una Empresa AECOM

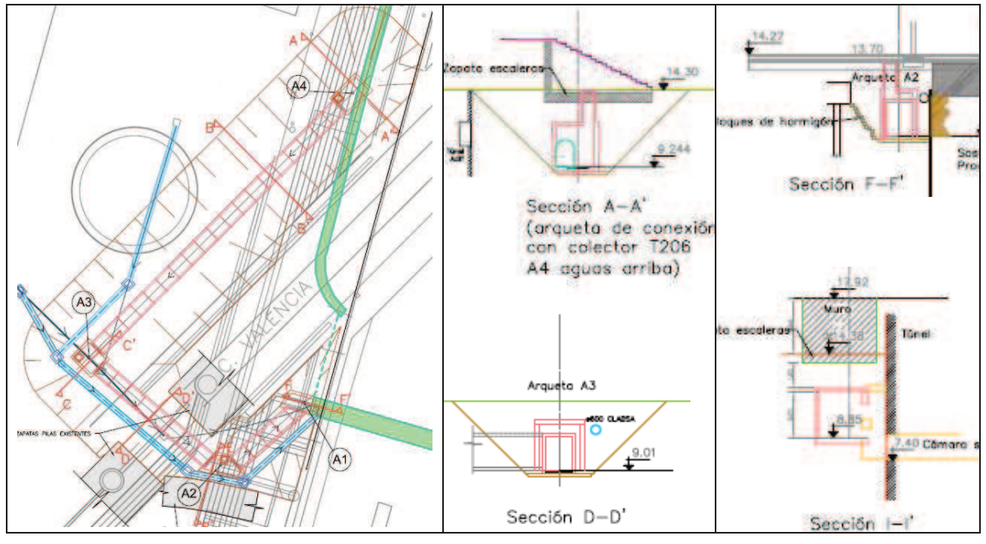
Referencia: 817 AVE SAGRERA TRINIDAD
Fecha: MARZO 2011
Nombre de la obra: AVE SAGRERA TRINIDAD – ARQUETAS COLECTOR SIFÓN CALLE VALENCIA

1. OBJETO DE LA NOTA

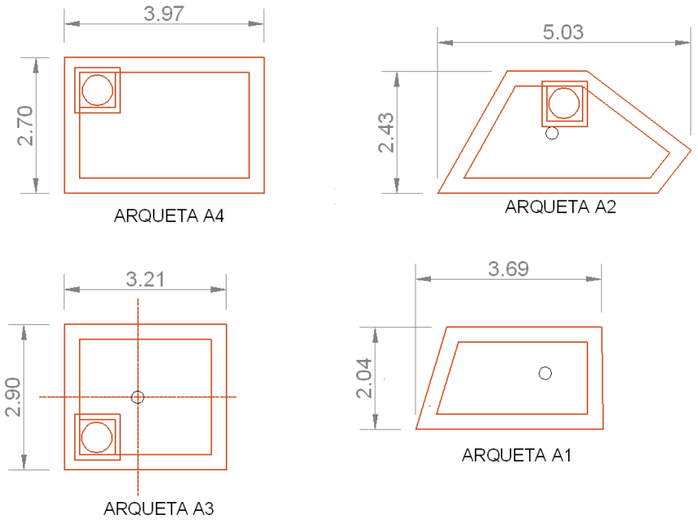
La nota tiene por objeto estudiar una nueva situación de estados de cargas para la arqueta A1 de calle Valencia y comprobar que el diseño efectuado de éste sea valido para las arquetas A1, A2, A3 y A4.

2. ANTECEDENTES

Anteriormente para la arqueta A1* se diseñó bajo condiciones de cargas que finalmente no son las que soportará, por lo que es necesario establecer si las nuevas condiciones de cargas afectan el diseño planteado anteriormente o si es necesario un recálculo. A su vez se debe comprobar que bajo las nuevas condiciones de cargas las arquetas A1, A2 y A4 cumplen con los requisitos de diseño indicadas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) con la disposición de armadura planteada para la arqueta A1* o requiere un nuevo diseño. Y por último la arqueta A3, se debe comprobar que para una carga de tierras de 2.5m sobre la cubierta y la carga de tráfico, cumple con los requisitos de de diseño indicadas en la normativa con la misma disposición de armado planteado para la arqueta A1. En la siguiente figura se muestra la ubicación de las arquetas, las secciones y las dimensiones en planta correspondiente a cada una de ellas.



* Se indica como A1* al diseño inicial de la arqueta A1 con las condiciones de cargas inicialmente previstas.



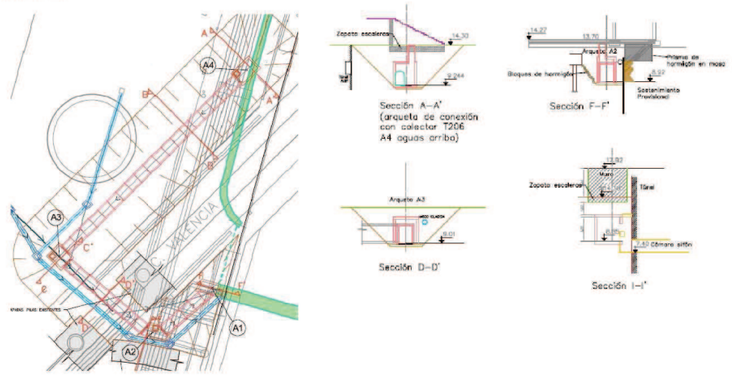
Dimensiones en planta de las 4 arquetas

amatria
ingeniería
www.amatria.com

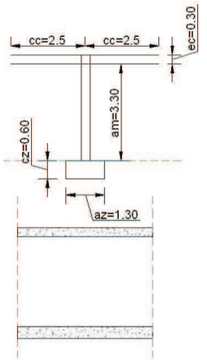
3. CÁLCULOS DE LAS ACCIONES

A continuación se muestra el estudio de cargas para comprobar el caso más desfavorable entre la geometría de cálculo inicial, caso A1* y los casos actuales A1, A2, A3, A4. Se recuerda que la arqueta A1* se calculó para una carga de tierra de 4.15m más una carga en superficie de 4kN/m², mientras en las nuevas geometrías se observa una carga de tierra de 1.65m màs la carga de un muro con zapata.

Comprobando Cálculo de las Arquetas A1, A3 y A4 bajo nueva disposición y comparando con cálculo inicial



Cálculo bajo nueva disposición de las arquetas A1, A3 y A4



$\gamma_T := 20\frac{kN}{m^3}$ Peso especifico del terreno

$\gamma_H := 25\frac{kN}{m^3}$ Peso específico del hormigón

$az := 1.30m$ Ancho de la zapata

$cz := 0.60m$ Canto de la zapata

$am := 3.30m$ Altura del muro

$ec := 0.30m$ Espesor de la cubierta

$cc := 2.5m$ Cobertura de la cubierta

$Su := 5\frac{kN}{m^2}$ Sobrecarga de uso

$Peso_{cubierta} := \gamma_H \cdot ec \cdot 2 \cdot cc$ $\quad Peso_{cubierta} = 37.5\frac{kN}{m}$

$Carga_{uso} := Su \cdot 2 \cdot cc$ $\quad Carga_{uso} = 25\frac{kN}{m}$

$A_{zap} := az \cdot cz$ $\quad A_{zap} = 0.78\,m^2$

$A_{mur} := am \cdot ec$ $\quad A_{mur} = 0.99\,m^2$

$Peso_{muro} := (A_{zap} + A_{mur}) \cdot \gamma_H$ $\quad Peso_{muro} = 44.25\frac{kN}{m}$

$Peso_{total} := Peso_{cubierta} + Carga_{uso} + Peso_{muro}$ $\quad Peso_{total} = 106.75\frac{kN}{m}$

$Carga_{repartida} := \frac{Peso_{total}}{az}$ $\quad Carga_{repartida} = 82.115\frac{kN}{m^2}$

Según la **Guia de Cimentaciones en Obras de Carretera, apartado 6.6.1** las cargas de superficies producidas por cargas uniformes o puntuales, producen sobre el plano de la cubierta una fuerza que puede calcularse mediante la teoría de la elasticidad suponiendo que el terreno es homogéneo, isótropo y elástico e ignorando la perturbación tensional que induce la presencia de la estructura enterrada.

En general, se considera suficientemente aproximado suponer los siguientes valores para representar el efecto de sobrecargas que puedan asimilarse a presiones aplicadas sobre cierta anchura

P= p * A / (A+D) donde:

P= Presion media sobre la cubierta debido a la presión p
p= presion de la superficie
A= Ancho de la zona cargada en sentido perpendicular a la sección plana en estudio
D= Profundidad del plano de la cubierta

$at := 1.65m$ Cobertura de terreno sobre la cubierta

$Carga_{tierra} := at \cdot \gamma_T$

$Carga_{tierra} = 33 \frac{kN}{m^2}$

siendo entonces:

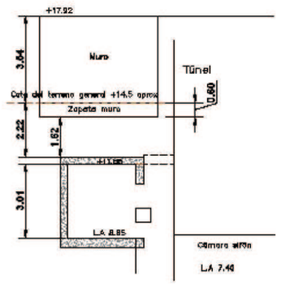
$p := Carga_{repartida}$

$P := p \cdot \frac{az}{az + at}$

$P = 36.186 \frac{kN}{m^2}$

$Carga_{cubierta} := P + Carga_{tierra}$

$Carga_{cubierta} = 69.186 \frac{kN}{m^2}$ *Sobrecarga actuante sobre la cubierta de la arqueta*

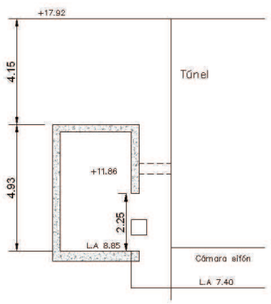


Estudio cálculo Inicial Arqueta A1

$at := 4.15m$ Cobertura de terreno sobre la cubierta

$Carga_{tierra} := at \cdot \gamma_T$

$Carga_{tierra} = 83 \frac{kN}{m^2}$ *Sobrecarga actuante sobre la cubierta de la arqueta para el cálculo inicial*



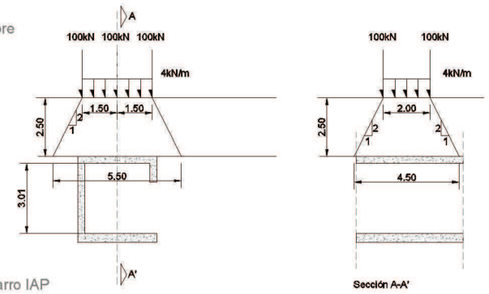
amatria
ingeniería
www.amatria.com

Estudio Arqueta A3

$at := 2.5m$ Cobertura de terreno sobre la cubierta

$Carga_{tierra} := at \cdot \gamma_T$

$Carga_{tierra} = 50 \frac{kN}{m^2}$



$Q := 600kN$ Carga puntual carro IAP

$Trafico := 4 \frac{kN}{m^2}$ Carga debido al tráfico

$a := 3m$ $b := 2m$ Aplicación de la carga del carro

$a' := 5.5m$ $b' := 4.5m$ Area proyectada del carro en la cubierta de la arqueta

$A_{proyectada} := a' \cdot b'$

$A_{proyectada} = 24.75\ m^2$

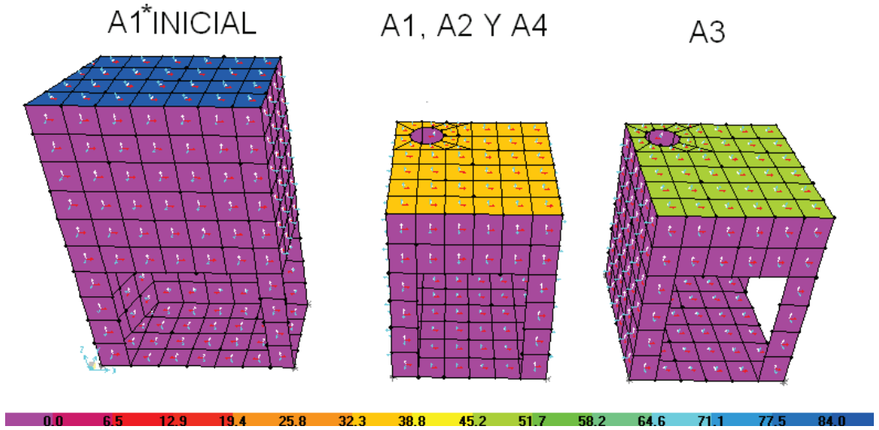
$Q_{cub} := \frac{Q}{A_{proyectada}}$ $Q_{cub} = 24.242 \frac{kN}{m^2}$

$Q_T := Trafico \cdot \frac{a}{a + at}$ $Q_T = 2.182 \frac{kN}{m^2}$

$Q_{SC} := Q_{cub} + Q_T$ $Q_{SC} = 26.424 \frac{kN}{m^2}$

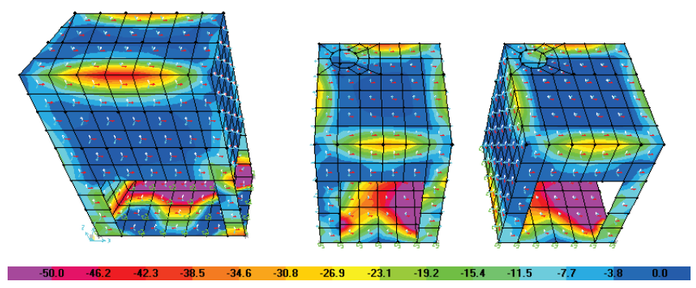
COMPARATIVA DE RESULTADOS

Se han realizado los modelos SAP de las nuevas arquetas A1, A2, A4 y A3, considerando su nueva geometría y las nuevas cargas aplicadas. A continuación se muestran los modelos de cálculo:



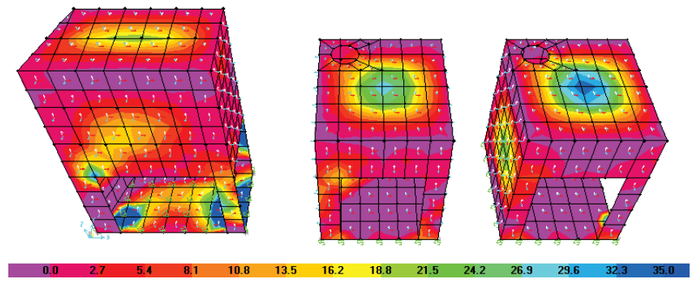
Aplicación de la carga vertical del terreno en (kN/m^2)

En la figura anterior se muestra la aplicación de la carga vertical del terreno (qtv) para las arquetas A1* y las arquetas A1, A2, A3 y A4, siendo estas las que varían para comprobar el nuevo diseño de cargas.

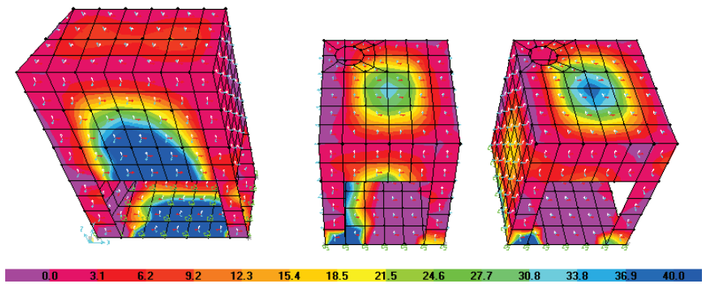


Momento Md$^-$=-50 kN en la cubierta dirección 22 en kN*m

amatria
ingeniería
www.amatria.com



Momento Md$^+$=35 kN en la cubierta dirección 22 en kN*m



Momento Md$^+$=40 kN en la cubierta dirección 11 en kN*m

A continuación se muestran las tablas con los resultados obtenidos del estudio de las arquetas. En las tablas se comparan los esfuerzos originales con los nuevos esfuerzos, los más desfavorables entre todos, y se muestra la validez del armado dimensionado para la arqueta A1* para las nuevas condiciones de geometría y carga de las arquetas A1, A2, A3, A4:

Solera superior e=0.3m

Resumen de los esfuerzos máximos en la solera inferior del cajón y armado dispuesto.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU

Esfuerzo	Armado Nº barras	Md A1* (kN·m)	Md Arquetas (kN·m)	Mu kN·m)
Md11+ (cara interior)	10d12/m	+5	+40	112.5
Md11- (cara exterior)	10d12/m	-10	-30	112.5
Md22+ (cara interior)	10d12/m	+20	+37	112.5
Md22- (cara exterior)	10d12/m	-40	-40	112.5

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Mk11+ (cara interior)	10d12/m	3	0.0
Mk11- (cara exterior)	10d12/m	-5	0.0
Mk22+ (cara interior)	10d12/m	+15	0.0
Mk22- (cara exterior)	10d12/m	-25	0.0

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd*	Sin arm.	70	140.2

*es la suma cuadrática del cortante en las dos direcciones V13 y V23

Solera inferior e=0.4m

Resumen de los esfuerzos máximos en la solera superior del cajón y armado dispuesto.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU				
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Md A1* (kN·m)**	**Md Arquetas (kN·m)**	**Mu kN·m)**
Md11+ (cara interior)	10d20/m	+160	+95	112.5
Md11- (cara exterior)	10d12/m	-95	-81	112.5
Md22+ (cara interior)	10d12/m	+95	+75	112.5
Md22- (cara exterior)	10d12/m	-110	-95	112.5

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Mk11+ (cara interior)	10d20/m	+105	0.09
Mk11- (cara exterior)	10d12/m	-60	0.0
Mk22+ (cara interior)	10d12/m	+60	0.0
Mk22- (cara exterior)	10d12/m	-70	0.0

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd*	1rd10/0.2x0.2m	365	372.8

*es la suma cuadrática del cortante en las dos direcciones V13 y V23

amatria
ingeniería
www.amatria.com

Hastiales e=0.3m

Resumen de los esfuerzos máximos en los hastiales del cajón y armado dispuesto.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU				
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Md A1* (kN·m)**	**Md Arquetas (kN·m)**	**Mu kN·m)**
Md11+ (cara interior)	10d20/m	+65	+35	112.5
Md11- (cara exterior)	10d12/m	-70	-50	112.5
Md22+ (cara interior)	10d12/m	+30	+30	112.5
Md22- (cara exterior)	10d12/m	-100	-40	112.5

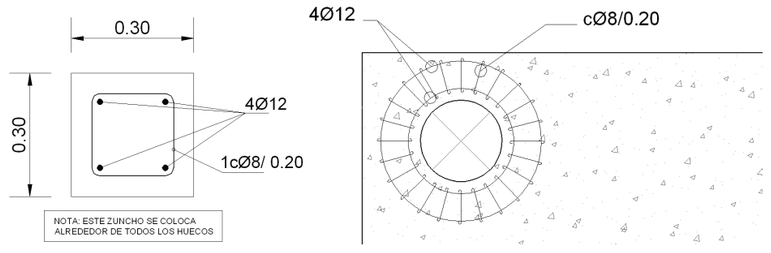
ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Mk11+ (cara interior)	10d12/m	+40	0.0
Mk11- (cara exterior)	10d12/m	-45	0.0
Mk22+ (cara interior)	10d12/m	+20	0.0
Mk22- (cara exterior)	10d12/m	-65	0.24

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd*	Sin arm.	130	140.2

*es la suma cuadrática del cortante en las dos direcciones V13 y V23

Los valores obtenidos en los cálculos presentados, demuestran que las condiciones de carga planteadas inicialmente para la arqueta A1* son las mas desfavorables en comparación con las nuevas condiciones de cargas, el diseño de las arquetas A1, A2, A3 y A4 cumple satisfactoriamente los criterios de resistencia y seguridad establecidos en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) para estas nuevas condiciones de cargas. Así que el armado dimensionado para la arqueta A1* es valido para las nuevas arquetas.

Se colocará un zuncho (ver imagen adjunta) alrededor de la entrada de registro de las arquetas que dispongan de dicha entrada.



Zuncho que se colocará alrededor de la entrada de registro de las arquetas.

3. CONCLUSIONES

- Los cálculos adjuntos en la presente nota demuestran que el armado diseñado para la arqueta original, A1*, es valido para las nuevas arquetas A1, A2, A3, A4, con las actuales geometrías e hipótesis de carga.
- Se ha verificado el armado con el cual se diseñó la arqueta A1*, cumple para la geometría de las tres arquetas indicadas A1, A2 y A4 bajo el esquema de cargas planteado. No requiere recálculo.
- Aplicando el diseño de armado de A1 para el diseño de la arqueta A3, y bajo las condiciones de cargas planteadas, cumple con los parámetros de resistencia y no requiere cálculo.
- Con la presente nota técnica se justifica la viabilidad técnica de las arquetas A2, A3 y A4 bajo el diseño inicial de la A1 en la calle Valencia.
- En el caso de una tapa de registro en la cubierta de la arqueta, se indica en el plano estructural el armado de un zuncho de borde como detalle 01.

Jose Mª Velasco

Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Marzo de 2011

Ricart, Concepcion

De: Buron Garcia, Jaime
Enviado el: jueves, 31 de marzo de 2011 19:36
Para: Sanchez Rodriguez, Gloria
CC: Calvo Perales, Isaac; Ayuso Pagnacco, Facundo; Martinez Garcia, Fernando; Ricart, Concepcion
Asunto: SECTOR SAGRERA / APROBACIÓN - RE: ARQUETAS Y CAJÓN PREFABRICADO CALLE VALENCIA

Gloria,

Revisada la "Nota revisión de cálculo y diseño de las arquetas ubicadas en la calle Valencia, bajo nueva situación de estados de cargas", podemos decir que:

- En la documentación recibida se justifica de forma suficiente, y con metodologías acordes con la normativa vigente, que las nuevas condiciones de contorno detectadas para las arquetas A1, A2, A3 y A4 del entorno de la c/Valencia conllevan situaciones de carga menos desfavorables que las aplicados al diseño inicial de la denominada Arqueta A1* c/Valencia en documentos previos.
- En la documentación recibida se justifica de forma suficiente, y con metodologías acordes con la normativa vigente, que los esquemas de armado previstos en el diseño inicial de la denominada Arqueta A1* c/Valencia se mantienen vigentes para el cumplimiento de los Estados Límite determinantes si se aplican a la geometría y las nuevas condiciones de contorno de las arquetas A1, A2, A3 y A4 del entorno de la c/Valencia.

En consecuencia, no encontramos impedimento en la adopción, para las arquetas A1, A2, A3 y A4 en estudio, de los espesores y esquemas de armado inicialmente propuestos en documentos previos para la denominada Arqueta A1* c/Valencia. Para abordar su ejecución, sin embargo, será necesario completar el desarrollo pendiente de los planos constructivos particularizados para cada arqueta.

Adicionalmente, se recuerda la necesidad de considerar las cargas con las que se ha justificado la validez estructural de estas arquetas en el futuro diseño de la estructura soporte para la reposición de los graderíos en caso de que su esquema estructural definitivo modifique lo considerado en esta "Nota revisión de cálculo y diseño..." para la evaluación de cargas bajo cimentación y muros de gradas.

Un saludo,

Jaime Burón García
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Departamento de Estructuras
jaime.buron@inocsa.es
jaime.buron@aecom.com

INOCSA, Una Empresa AECOM.
Quintana, 2 - Madrid (28008), España
T +34 915 487 790 F +34 915 487 791
www.inocsa.es
www.aecom.com

INOCSA
Una Empresa AECOM
31 MAR 2011
ENTRADA Nº 6584 ARCHIVO: 4.2.6/6.4.2

De: Sanchez Rodriguez, Gloria
Enviado el: viernes, 18 de marzo de 2011 10:15
Para: Buron Garcia, Jaime; Ayuso Pagnacco, Facundo

CC: Calvo Perales, Isaac
Asunto: RV: ARQUETAS Y CAJÓN PREFABRICADO CALLE VALENCIA

Hola Jaime:

Te reenvío dos informes de la zona del sifón; por un lado la respuesta a las aclaraciones del marco de bortubo (para el lunes) y las arquetas intermedias (jueves).

Un saludo.

De: Miguel Abellan Alcaraz [mailto:mabellan@isoluxcorsan.com]
Enviado el: jueves, 17 de marzo de 2011 20:17
Para: Sanchez Rodriguez, Gloria; Calvo Perales, Isaac
CC: Jose Vicente Peñas Bermudez; Angela Diez Ruiz; Roser Mateu Castillo
Asunto: ARQUETAS Y CAJÓN PREFABRICADO CALLE VALENCIA

Buenas tardes,
Dos temas y dos informes (calle valencia):

Primer tema:

Adjunto os envío una nota técnica en la que se muestran las cargas a las que se ven sometidas finalmente las 4 arquetas que es necesario realizar en la reposición del colector de calle Valencia: arquetas A1, A2, A3 y A4 y su comparación con el cálculo ya presentado y revisado para la arqueta A1*.

Una vez descubierta la zona de graderíos y planteadas las secciones tipo reales de cada arqueta que quedarán finalmente, tenemos la siguiente situación:

- Arquetas A1, A2 y A4 en el caso pésimo tendrán la siguiente distribución de cargas sobre cubierta (gálibo interior de las arquetas):
  a) 1.65 m de tierras.
  b) Carga de zapata, muro y cubierta del graderío
  c) Sobre carga de uso del graderío de 5 KN/m2
- Arqueta A3 en el caso pésimo tendrá la siguiente distribución de cargas sobre cubierta:
  a) 2.5 m de tierras.
  b) Carga del carro de IAP 600 kN
  c) Sobre carga de tráfico de 4KN/m2

Ambos casos de cargas son menores que la carga de cálculo presentada para el dimensionamiento y armado de la arqueta A1* inicialmente:

- Arqueta A1* cargas sobre cubierta:
  a) 4.20 m de tierras.
  b) Sobre carga de 4KN/m2

Tras la revisión de esta nota que se sigue de una forma bastante intuitiva y vuestro visto bueno, la idea es presentar los planos constructivos de cada una de las 4 arquetas.

Segundo tema:

Por otro lado adjunto la nueva revisión del cálculo del cajón prefabricado para la reposición del colector de calle Valencia elaborado por BORTUBO que contiene las observaciones realizadas por Inocsa que se pueden resumir en tres puntos:

- Utilizar un ambiente IIa + Qb para el cálculo
- Adaptar el módulo de balasto a la geometría de apoyo del cajón, además le hemos comentado que utilicen el mismo módulo de balasto que utiliza Amatria de 4000 KN/m3 asociado al estrato Qa-s que se ha utilizado en el cálculo de la arqueta A1 para mantener la coherencia.
- En cuanto a las cargas verticales que recaen sobre el marco prefabricado se mantienen las del cálculo inicial (3.5 m de tierras + 600KN del carro de la IAP) que son superiores a las reales que va a tener el cajón tanto en el tramo con gradas (2.8 m de tierras max + zapata de muro) como en el tramo sin gradas (2.8 m de tierras + 600 KN del carro IAP).

Un saludo,

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD
El correo electrónico vía Internet no permite asegurar ni la confidencialidad de los mensajes transmitidos ni su integridad o correcta recepción. Si no consintiera éste, rogamos nos lo notifique de manera inmediata.
Este mensaje va dirigido únicamente a su destinatario y pudiera contener información confidencial cuya divulgación esté prohibida por ley. Si lo recibe por error, rogamos nos lo comunique de manera inmediata por esta misma vía y proceda a su eliminación, así como a la de cualquier documento adjunto al mismo. Asimismo, si no es el destinatario de este mensaje, se le informa de que su lectura, copia, distribución y utilización, así como la de cualquier documento adjunto, están prohibidas.

CONFIDENTIALITY WARNING
Internet e-mail does not allow neither the confidentiality nor the completeness nor proper receipt of the messages sent. If you do not consent to the use of Internet e-mail, please notify us immediately.
This message is intended exclusively for its addresser and it could be contained confidential information which spreading is forbidden by law. If you received this in error, please contact the sender and delete it and any attachment. If you are not the addresser indicated in this message, please be informed that any reading, copy, distribution or use of it or its attachments is forbidden.

amatria
ingenieria
www.amatria.com

PROYECTO: **817 AVE SAGRERA-TRINIDAD**
Memoria de cálculo de la arqueta A4 bajo gradas en la calle Valencia.

INOCSA
Una Empresa AECOM
16 MAY 2011
ENTRADA Nº: 687 ARCHIVO 63

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL INFORME

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

4. NORMATIVA APLICADA

5. MATERIALES

6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

7. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS Y COMBINACIONES CONSIDERADAS

8. METODOLOGIA DE CALCULO

9. RESULTADOS

10. CONCLUSIONES

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL INFORME

Referencia: 817
Fecha: Mayo de 2011
Nombre de la obra: Arqueta A4 bajo gradas

Dentro de las obras que configuran el proyecto "LÍNIA DE ALTA VELOCIDAD MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: LA SAGRERA-NUDO DE LA TRINIDAD" se precisa ejecutar una arqueta denominada A4 bajo una zona de graderías en la calle Valencia. El Objeto del presente informe es el dimensionamiento de la citada arqueta.

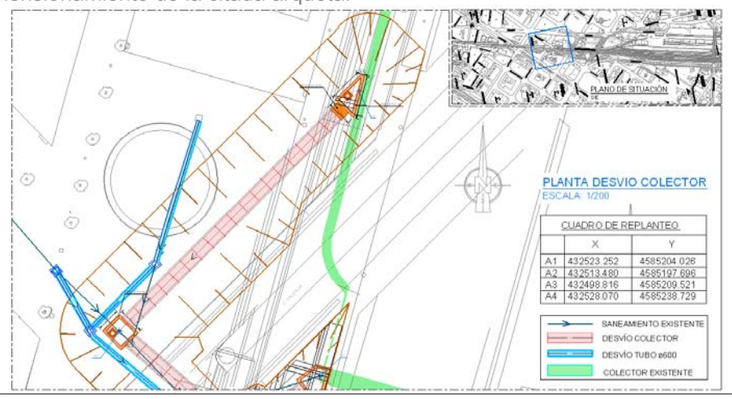


Figura 1. Planta ubicación de la arqueta A4.

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

La arqueta A4 presenta una geometría triangular en planta de 4.25x3.09m debido a la presencia de un colector existente T206C de mampostería. Para realizar el entronque de la nueva galería con el colector existente T206C se propone demoler la cubierta abovedada de este y sustituirla por una cubierta plana de hormigón armado de 0.3m de canto que apoye en los hastiales de la arqueta A4 y del colector existente T206C (ver imagen adjunta).

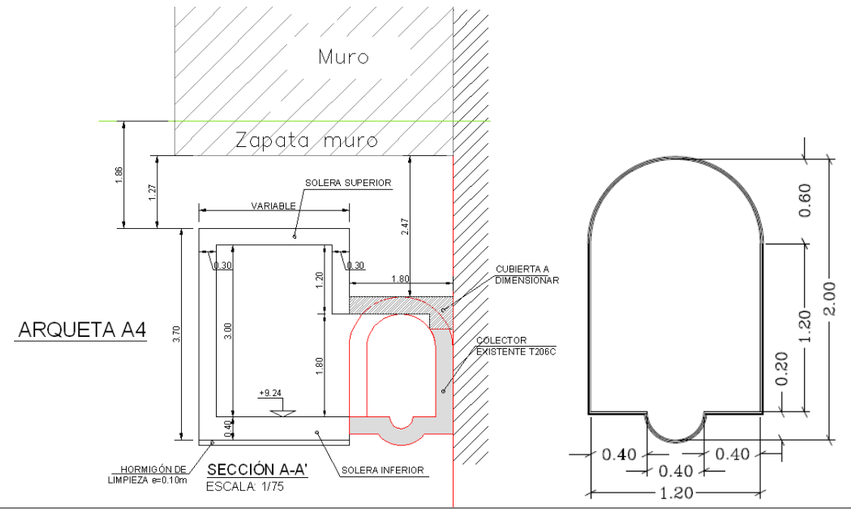


Figura 2. Sección de la arqueta A4 y cubierta sobre el colector existente T206C

En el informe *"Nota revisión de cálculo y diseño de las arquetas ubicadas en la calle Valencia, bajo nueva situación de estados de cargas"* emitido el marzo se justifica que el diseño estructural propuesto para la arqueta A1 es válido para el resto de arquetas A2, A3 y A4 ya que se encuentran sometidas a un sistema de acciones similar.

En consecuencia, se adopta para la arqueta A4 las mismas secciones resistentes de hormigón armado que las propuestas para la arqueta A1, añadiendo la cubierta sobre el colector existente T206C que es el elemento que se dimensiona en este informe.

3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Según lo indicado en el informe "Nota acerca de los criterios a utilizar en el dimensionamiento de pantallas del Sector Sagrera del tramo Sagrera-Nus de la Trinidad" los parámetros que se deberían considerar son los de proyecto original que se resumen a continuación:

Tipo de terreno	γ (t/m³)	C' (t/m²)	φ	Kv (t/m³)
Relleno	2.0	0.0	28.0º	1500
Qa-s Granular	2.15	1.5	33.0º	4000
Qa Cohesivo	2.15	3.0	29.0º	4000
Qr2	2.10	0.5	32.5º	3000
Qc	2.15	0.5	32.5º	4000

Nos encontramos en el principio del ámbito de actuación de las obras, el perfil geológico de proyecto original determina que la arqueta se apoyará en el estrato Qa-s con un coeficiente de balasto vertical de 4000t/m^3

4. NORMATIVA APLICADA

Para el cálculo y la comprobación de los diferentes elementos estructurales se ha seguido:

Estructura Hormigón	Instrucción de hormigón estructural EHE-98.
Hipótesis de Carga y Combinaciones	Instrucción de hormigón estructural EHE-98 Eurocódigos. Código técnico de la edificación CTE

5. MATERIALES

Hormigón:

Hormigón en pantallas.....HA-30 (fck = 30 N/mm²)

.

Acero corrugado:

Acero en las pantallas.....B 500 S (fyk = 500 N/mm²)

Para la comprobación del estado límite de servicio a fisuración se ha considerado un ambiente IIa para las superficies exteriores que se encuentran en contacto con el terreno. Para las superficies interiores que están expuesta a un ambiente de aguas residuales se considera un ambiente de exposición IIa+Qb.

6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Hormigón armado:

Coeficiente de seguridad del hormigón.....γc = 1.50
Coeficiente de seguridad del acero.....γs = 1.15
Coeficientes de seguridad para acciones

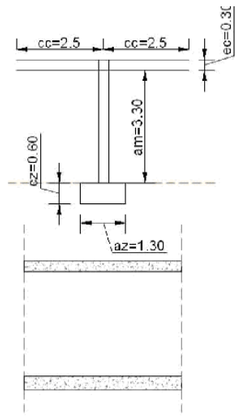
Coeficiente de seguridad para acciones variables…….....1.50
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes……....1.35
Coeficiente de seguridad para acciones accidentales……..……..1.00

7. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS Y COMBINACIONES CONSIDERADAS

Las cargas consideradas son las siguientes:

- **pp:** peso propio de la galería. Para la valoración de las acciones debidas al peso propio se ha considerando un peso específico del hormigón armado de 25kN/m³
- **qtv:** peso propio de las tierras + carga de muro en la arqueta. Se considera un peso específico del relleno de tierras de 20kN/m³ y la altura por encima de la cubierta de 1.27m, altura de tierra entre la rasante superior de la arqueta y la zapata del muro en la arqueta. En el relleno por encima de la arqueta apoyará un muro que funciona de apoyo para una cubrición, a continuación se detalla el estudio de cargas verticales en la arqueta:

Cálculo bajo nueva disposición de las arquetas A1



$\gamma_T := 20\frac{kN}{m^3}$ Peso especifico del terreno

$\gamma_H := 25\frac{kN}{m^3}$ Peso especifico del hormigón

$az := 1.30m$ Ancho de la zapata

$cz := 0.60m$ Canto de la zapata

$am := 3.30m$ Altura del muro

$ec := 0.30m$ Espesor de la cubierta

$cc := 2.5m$ Cobertura de la cubierta

$Su := 5\frac{kN}{m^2}$ Sobrecarga de uso

$Peso_{cubierta} := \gamma_H \cdot ec \cdot 2 \cdot cc$ $Peso_{cubierta} = 37.5\frac{kN}{m}$

$Carga_{uso} := Su \cdot 2 \cdot cc$ $Carga_{uso} = 25\frac{kN}{m}$

$A_{zap} := az \cdot cz$ $A_{zap} = 0.78\ m^2$

$A_{mur} := am \cdot ec$ $A_{mur} = 0.99\ m^2$

$Peso_{muro} := (A_{zap} + A_{mur}) \cdot \gamma_H$ $Peso_{muro} = 44.25\frac{kN}{m}$

$Peso_{total} := Peso_{cubierta} + Carga_{uso} + Peso_{muro}$ $Peso_{total} = 106.75\frac{kN}{m}$

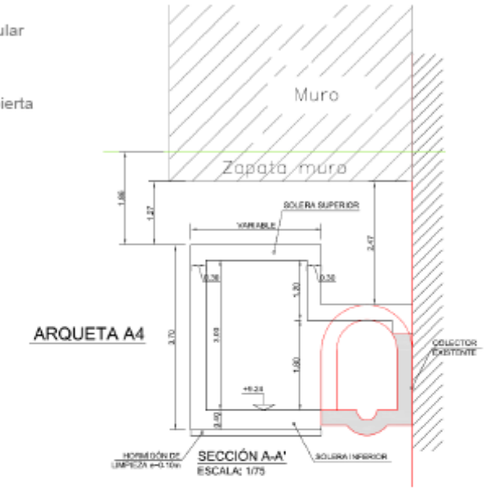
$Carga_{repartida} := \frac{Peso_{total}}{az}$ $Carga_{repartida} = 82.115\frac{kN}{m^2}$

Según la **Guia de Cimentaciones en Obras de Carretera, apartado 6.6.1** las cargas de superficies producidas por cargas uniformes o puntuales, producen sobre el plano de la cubierta una fuerza que puede calcularse mediante la teoría de la elasticidad suponiendo que el terreno es homogéneo, isótropo y elástico e ignorando la perturbación tensional que induce la presencia de la estructura enterrada.

En general, se considera suficientemente aproximado suponer los siguientes valores para representar el efecto de sobrecargas que puedan asimilarse a presiones aplicadas sobre cierta anchura

P= p * A / (A+D) donde:

P= Presion media sobre la cubierta debido a la presión p
p= presion de la superficie
A= Ancho de la zona cargada en sentido perpendicular a la sección plana en estudio
D= Profundidad del plano de la cubierta



ARQUETA A4

$at := 1.27m$ Cobertura de terreno sobre la cubierta

$Carga_{tierra} := at \cdot \gamma_T$

$Carga_{tierra} = 25.4\frac{kN}{m^2}$

siendo entonces:

$p := Carga_{repartida}$

$p := p \cdot \frac{az}{az + at}$

$p = 41.537\frac{kN}{m^2}$

$Carga_{cubierta} := P + Carga_{tierra}$

$Carga_{cubierta} = 66.937\frac{kN}{m^2}$ *Sobrecarga actuante sobre la cubierta de la arqueta*

$at := 2.47m$ Cobertura de terreno sobre la cubierta del colector existente T206C

$Carga_{tierra} := at \cdot \gamma_T$

$Carga_{tierra} = 49.4\frac{kN}{m^2}$

siendo entonces:

$p := Carga_{repartida}$

$p := p \cdot \frac{az}{az + at}$

$p = 28.316\frac{kN}{m^2}$

$Carga_{cubierta} := P + Carga_{tierra}$

$Carga_{cubierta} = 77.716\frac{kN}{m^2}$ *Sobrecarga actuante sobre la cubierta del colector existente T206C*

Como se observa en el cálculo adjunto la carga actuante en la cubierta a ejecutar sobre el colector T206C es de 77.7kN/m^2

En el análisis se han definido las siguientes combinaciones:

ELU: cpqtot = 1.35·pp + 1.5·qtv

ELS: cpqtot = 1.00·pp + 1.0·qtv

8. METODOLOGIA DE CALCULO

8.1 Software utilizado

Para los cálculos estructurales se han utilizado los siguientes programas:

- SAP 2000 versión 14 de la compañía CSI. Programa de modelización numérica empleado para la obtención de los esfuerzos actuantes. Al combinar las cargas, anteriormente expuestas, de la forma más desfavorable se obtienen los esfuerzos de cálculo a los que está sometida la estructura.
- PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL, para la comprobación y diseño de las secciones de hormigón armado.

8.2 Descripción del modelo de cálculo

Se ha realizado un modelo de elementos finitos tipo barra (frame) bidimensional de la cubierta sobre el colector T206C de 1m de ancho por 1.8m de largo. Los apoyos de la cubierta tanto en el hastial del colector T206C como en el hastial de la arqueta A4 son dos articulaciones.

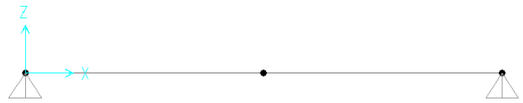


Figura 3. Modelo de barras SAP2000 de la cubierta sobre el colector T206C.

9. RESULTADOS

A continuación se presentan los diagramas de esfuerzos obtenidos en la cubierta sobre el colector T206C.

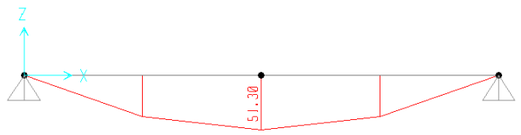


Figura 4. Diagrama de envolvente máximo de momentos flectores Md mayorados en kNm SAP2000.

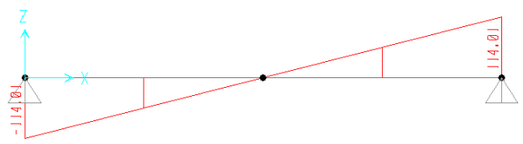


Figura 5 Diagrama de envolvente máximo de esfuerzos cortantes Vd mayorados en kN SAP2000.

Resumen de los esfuerzos máximos en la cubierta sobre el colector T206C

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Md (kN·m)**	**Mu kN·m)**
Md+ (cara interior)	10d12/m	+51.3	112.5
Md- (cara exterior)	10d12/m	0	112.5

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Md+ (cara interior)	10d12/m	+34.5	0.0
Md- (cara exterior)	10d12/m	0	0.0

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd	Sin arm.	114	140.2

ARMADO A RASANTE ENTRE JUNTAS*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Rmd (kN)**	**Rmu (kN)**
Vd	5d12/m	114	216.7

* Armado de conexión entre el hastial de la arqueta A4 y la cubierta sobre el colector existente T206C

10. CONCLUSIONES

Con el presente informe y el anejo adjunto se justifica la viabilidad técnica de la arqueta A4 y la cubierta sobre el colector existente T206C bajo graderías en la calle Valencia.

Jose Mª Velasco
Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Mayo de 2011

Ricart, Concepcion

De: Buron Garcia, Jaime
Enviado el: jueves, 19 de mayo de 2011 20:00
Para: Sanchez Rodriguez, Gloria
CC: Calvo Perales, Isaac; Ayuso Pagnacco, Facundo; Martinez Garcia, Fernando; Ricart, Concepcion
Asunto: SECTOR SAGRERA / APROBACIÓN - RE: SIFÓN CALLE VALENCIA ARQUETA CONEXIÓN AGUAS ARRIBA A4: DIMENSIONAMIENTO CUBIERTA PARA COLECTOR EXISTENTE

Gloria,

Revisada la "Memoria de cálculo de la arqueta A4 bajo gradas en la calle Valencia" con la justificación estructural de su nueva configuración (nueva losa añadida para reposición de cubierta de colector existente), podemos decir que:

- En el conjunto de documentación recibida se incluyen cálculos justificativos completos según normativa vigente que resultan coherentes con las condiciones de contorno del elemento en estudio y con los cálculos previos de las estructuras del entorno y son suficientes para la validación estructural de la propuesta de la nueva geometría de la Arqueta A4.
- En el plano adjunto se incluye una definición de geometría y armaduras suficiente para abordar la ejecución de la arqueta en estudio y coherente los cálculos justificativos presentados.

En consecuencia, no encontramos impedimento para abordar la ejecución de la Arqueta A4 bajo gradas en calle Valencia según su definición en el plano referido.

Un saludo,

Jaime Burón García
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Departamento de Estructuras
jaime.buron@inocsa.es
jaime.buron@aecom.com

INOCSA, Una Empresa AECOM.
Quintana, 2 - Madrid (28008), España
T +34 915 487 790 F +34 915 487 791
www.inocsa.es
www.aecom.com

INOCSA
Una Empresa AECOM
19 MAY 2011
ENTRADA Nº 6448 ARCHIVO: 6.42/4.24

De: Sanchez Rodriguez, Gloria
Enviado el: lunes, 16 de mayo de 2011 20:57
Para: Buron Garcia, Jaime; Ayuso Pagnacco, Facundo
CC: Calvo Perales, Isaac
Asunto: RE: SIFÓN CALLE VALENCIA ARQUETA CONEXIÓN AGUAS ARRIBA A4: DIMENSIONAMIENTO CUBIERTA PARA COLECTOR EXISTENTE

Jaime:

Como este informe no estaba previsto para esta semana, si te parece bien, cambiamos el que tenías para el jueves (prelosas del casetón, aún por recibir) y ponemos la arqueta para el jueves. Del otro ya te daremos fecha, ok?

Perdona tanto cambio!

Un saludo.

De: Sanchez Rodriguez, Gloria
Enviado el: lunes, 16 de mayo de 2011 20:49
Para: Buron Garcia, Jaime; Ayuso Pagnacco, Facundo
CC: Calvo Perales, Isaac
Asunto: SIFÓN CALLE VALENCIA ARQUETA CONEXIÓN AGUAS ARRIBA A4: DIMENSIONAMIENTO CUBIERTA PARA COLECTOR EXISTENTE

Buenas Jaime:

Te reenvío el cálculo de la arqueta 4 de calle Valencia, que por cuestiones de obra ha tenido que ser modificada con respecto a lo planteado. Mañana lo hablamos.

Un saludo.

De: Miguel Abellan Alcaraz [mailto:mabellan@isoluxcorsan.com]
Enviado el: lunes, 16 de mayo de 2011 18:38
Para: Sanchez Rodriguez, Gloria; Calvo Perales, Isaac
CC: Jose Vicente Peñas Bermudez; Roser Mateu Castillo; Angela Diez Ruiz
Asunto: SIFÓN CALLE VALENCIA ARQUETA CONEXIÓON AGUAS ARRIBA A4: DIMENSIONAMIENTO CUBIERTA PARA COLECTOR EXISTENTE

Buenas tardes,

Dentro de la reposición del colector de calle valencia, la arqueta A4 (conexión aguas arriba) ha tenido que ser complementada con una nueva cubierta para el colector existente T206C, motivada por la necesidad de demoler la cubierta existente y el hastial para realizar dicha conexión,
adjunto anejo de cálculo y plano para su revisión,
un saludo

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD
El correo electrónico vía Internet no permite asegurar ni la confidencialidad de los mensajes transmitidos ni su integridad o correcta recepción. Si no consintiera éste, rogamos nos lo notifique de manera inmediata.
Este mensaje va dirigido únicamente a su destinatario y pudiera contener información confidencial cuya divulgación esté prohibida por ley. Si lo recibe por error, rogamos nos lo comunique de manera inmediata por esta misma vía y proceda a su eliminación, así como a la de cualquier documento adjunto al mismo. Asimismo, si no es el destinatario de este mensaje, se le informa de que su lectura, copia, distribución y utilización, así como la de cualquier documento adjunto, están prohibidas.

CONFIDENTIALITY WARNING
Internet e-mail does not allow neither the confidentiality nor the completeness nor proper receipt of the messages sent. If you do not consent to the use of Internet e-mail, please notify us immediately.
This message is intended exclusively for its addresser and it could be contained confidential information which spreading is forbidden by law. If you received this in error, please contact the sender and delete it and any attachment. If you are not the addresser indicated in this message, please be informed that any reading, copy, distribution or use of it or its attachments is forbidden.

APÉNDICE 39 - RECÁLCULO GALERÍA ELÉCTRICA

APÉNDICE 39 - RECÁLCULO GALERÍA ELÉCTRICA.

Se incluye en este apéndice el proyecto según construido entregado a Red Eléctrica Española (REE), propietaria de la instalación.

MEMORIA

MEMORIA

ÍNDICE

1.1 GENERALIDADES……
1.2 ACCESO CENTRAL DE PEATONES……
1.3 CONEXIONES CON GALERÍA EXISTENTE.

MEMORIA

1.1 Generalidades

El desvío de la galería actual se realiza mediante una galería de hormigón armado formado por cajones prefabricados de sección constante en su mayor parte, salvo algunas piezas ejecutadas in-situ. Las dimensiones interiores son de 2,00 m de ancho y 2,50 m de altura. Existen dos tramos que se han ejecutado mediante la hinca de sendos tubos de 2,00 m de diámetro, uno de ellos bajo el colector existente Riera de Horta, de 9.46 m de longitud, y el otro bajo las vías en servicio Vilanova-Mataró, de 21.41 m de longitud.

El acceso a esta galería se produce por un punto, denominado “Acceso central”. En este acceso, además de la entrada de peatones, se ubica la ventilación de la galería.

En los puntos bajos de la galería se disponen pozos de bombas para el drenaje.

La solución ejecutada difiere ligeramente de la del proyecto original, pues se adecua al nuevo trazado de los colectores, facilitando su ejecución e independizando la puesta en servicio de la línea eléctrica de la puesta en servicio de los colectores y a su vez de los movimientos de vía.

Por otra parte, se han segregado los tramos que no se ven afectados por la conexión: tramo junto a la estación receptora de metro y acceso norte.

1.2 Acceso central de peatones

El acceso central además de las funciones anteriores se utiliza para realizar un quiebro en la planta de la galería y aumentar su profundidad, es decir, se produce un salto de cotas.

Debido a la profundidad de este núcleo, la caja principal se ha constituido mediante la ejecución de pantallas de 1m de espesor y profundidad variable de 22.47m a 26.02m.

En este caso las pantallas se encuentran arriostradas por la losa de fondo (cota superior de solera +9.60) y por la de cubierta (cota superior +21,01).

En esta caja central sale el núcleo de escaleras, ancladas a la losa de fondo y que alcanza la cota de la futura urbanización (+23.45). Hasta esa misma cota llega un casetón de hormigón armado ejecutado sobre la cubierta de esta salida central.

La escalera se ha realizado con estructura metálica con un pórtico principal y anclajes en las pantallas y cubiertas.

La columna de ventilación se encuentra sobre la caja del núcleo central, partiendo de la propia cubierta, siendo una sección circular de 1 m de diámetro.

1.3 Conexiones con galería existente

Las dos conexiones de la galería desviada y la galería en servicio se han ejecutado de forma similar y garantizando en todo momento el mantenimiento del servicio.

APÉNDICE 12 - GALERÍA ELÉCTRICA.

APÉNDICE 12 - GALERÍA ELÉCTRICA.

ÍNDICE

1.- OBJETO.

2.- CONDICIONANTES DE DISEÑO.

3.- DESCRIPCIÓN.

4.- PROCESO CONSTRUCTIVO.

5.- BASES DE CÁLCULO Y CRITERIOS DE DISEÑO.

5.1. NORMATIVA.

5.1.1. NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL.

5.1.2. NORMATIVA DE ACCIONES.

5.1.3. NORMATIVA DE MATERIALES.

5.1.4. NORMATIVA DE CIMENTACIÓN.

5.2. CONDICIONES AMBIENTALES

5.3. MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL.

5.4. GEOTECNIA.

5.4.1. ESTATIGRAFÍA.

5.4.2. PARÁMETROS PARA CÁLCULO DE CIMENTACIÓN.

5.4.3. PARÁMETROS PARA CÁLCULO DE CIMENTACIÓN.

5.5. CRITERIOS DE DISEÑO.

5.5.1. CRITERIOS PARA ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (E.L.U).

5.5.2. CRITERIOS PARA ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (E.L.S).

5.5.3. DEFINICIÓN DETALLADA DE CARGAS.

5.5.4. ACCIONES ACCIDENTALES.

5.5.5. COMBINACIONES DE CÁLCULO.

6.- MODELO DE CÁLCULO

6.1. PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTLIZADOS.

6.2. SECCIONES DE CÁLCULO.

6.2.1. SECCIÓN TIPO.

6.2.2. SALIDA NORTE DE PEATONES.

6.2.3. SALIDA CENTRAL DEL PEATONES.

6.2.4. CONEXIÓN CON GALERÍA EXISTENTE.

APÉNDICE 12 - GALERÍA ELÉCTRICA.

1.- OBJETO.

El objeto de este documento es la definición del desvío la galería eléctrica que es necesario realizar en el proyecto "LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: LA SAGRERA – NUDO DE LA TRINIDAD. Sector Sagrera"

2.- CONDICIONANTES DE DISEÑO.

El desvío de la galería se realiza previo al desvío de la línea de Maresmes y de los colectores de saneamiento, por tanto, en esos puntos será necesario ajustar el método constructivo para garantizar el mantenimiento de ambos servicios.

3.- DESCRIPCIÓN.

Generalidades.

El desvío de la galería actual se realiza mediante una galería de hormigón armado ejecutado in-situ de sección constante. Las dimensiones interiores son de 2.00 m de ancho y 2.50 m de altura.

El acceso a esta galería se produce por dos puntos, denominados "Acceso central" y "Acceso norte". En ambos accesos, además de la entrada de peatones, se ubican las columnas de ventilación de la galería.

En los puntos bajos de la galería se disponen pozos de bombas para el drenaje.

Acceso central de peatones

El acceso central además de las funciones anteriores se utiliza para realizar un quiebro en la planta de la galería y aumentar su profundidad, es decir, se produce un salto de cotas. Debido a este cambio de altura, la profundidad máxima es de 13 m.

La altura máxima interior es de 9.40 m salvo en la zona de escalera que se alcanza la cota +22.00. En planta este punto singular de la galería tiene un quiebro de 108º quedando de lado norte, el de la escalera, una sección de 3 m de ancho y 10.0 m de longitud y del lado sur el ancho tipo de 2.0 m en una longitud de 3.40 m.

Del lado norte hay que realizar una transición de 2 a 3 m previo a llegar a este núcleo.

Debido a la profundidad de este núcleo, la caja principal se plantea mediante la ejecución de pantallas de 0.80 m de espesor y 15 m de profundidad, salvo la pared norte del núcleo que se realizará con muro in-situ empotrado en las paredes laterales y apoyado en el dintel del marco de la galería que sale de la caja principal.

En este caso las pantallas se encuentran arriostradas por la losa de fondo y por la de cubierta (cota +24.80).

De esta caja central sale el núcleo de escaleras de 1.45 m de ancho y 2.40 m de longitud ejecutados con muros de hormigón armado donde se conecta la galería de ventilación.

Esta galería de ventilación se encuentra sobre la caja del núcleo central, de sección circular de 1 m de diámetro, parte en horizontal desde el núcleo de escaleras y, mediante un codo a 90º, se conecta con la torre de ventilación.

La escalera se realiza con estructura metálica con un pilar central y apoyos en las pantallas.

Acceso norte de peatones.

Este acceso se realiza en la zona de galería existente que no se va a sustituir, por tanto, es necesario realizar un hueco en la galería actual.

Este acceso tiene unas dimensiones en planta de 4.0 x 1.45 m y una profundidad de 6.0 m.

Al igual que en el acceso central, en este núcleo de escaleras se conecta una galería de ventilación con las mismas características que en el otro acceso.

Debido a la escasa capacidad portante del terreno, que no permite la cimentación superficial, los muros se realizan mediante pantallas continuas de 0.50 m de espesor y 9.40 m de profundidad arriostradas por la solera de fondo y la cubierta.

Conexiones con galería existente.

Las conexiones de la galería desviada y la galería en servicio se deben realizar mediante fases constructivas que garanticen el manteniento del servicio.

Demolición de estructura existente.

La demolición de la galería existente se realizará en los proyectos posteriores.

4.- PROCESO CONSTRUCTIVO.

El proceso constructivo de la galería depende de las fases de desvío del ferrocarril y de resto de servicios existentes, en especial, de los colectores de saneamiento.

El caso más desfavorable es suponer que la galería de servicio es el primer servicio que se ejecuta de manera que su proceso constructivo se ve condicionado por el mantenimiento del servicio tanto en la vía existente como en los colectores.

El resto se excavará a cielo abierto con taludes provisionales 1(H):1(V) para profundidades menores de 5 m, para profundidades superiores se utilizará un talud 3(H):2(V).

Para excavaciones mayores de 7 m se ejecutarán bermas con los taludes anteriores, protegiéndose la excavación mediante tablestacas.

En el caso que ningún servicio existente afecte a la construcción de la galería toda se ejecutará a cielo abierto.

El fondo de la zanja se compactará al 95% del PM y se dispondrá de 20 cm de grava gruesa, lámina de geotextil y capa de hormigón HM-20 para protección y nivelación.

Las conexiones con la galería existente se ejecutarán a cielo abierto siguiendo las fases descritas en los planos.

La salida norte de la galería también se realizará a cielo abierto. Tras la ejecución de las pantallas se procederá a al excavación tanto del interior del recinto como de la zona de conexión entre este núcleo de entrada y la galería existente.

Una vez terminada la excavación se procede a practicar el hueco en la pantalla y el tramo de conexión con la galería.

Tras la colocación de los tubos de ventilación y previa al montaje de la escalera se procede al cierre del hueco con una losa in-situ.

La ejecución de la salida central está condicionada por unas dimensiones y profundidades mayores que la salida anterior.

Debido a que la altura de este núcleo alcanza los 12 m de altura, se trata de evitar el cimbrado de la losa superior, por tanto el proceso constructivo se basa en la excavación bajo solera del núcleo.

La conexión del núcleo con los tramos de la galería se realizarán a cielo abierto, por tanto, en la zona donde la galería tiene mayor profundidad es necesario ejecutar pantallas de carácter provisional con el fin de proteger la excavación.

Los pasos del proceso constructivo son:

- Ejecución de pantallas definitivas del núcleo y provisionales para excavación.
- Ejecución de la losa encofrada contra el terreno.
- Excavación bajo solera utilizando el hueco entre las pantallas de la pared norte para la extracción del material.

Una vez terminada la excavación se procede a la construcción de la pared norte, del núcleo de salida de escaleras, el tubo de ventilación y el montaje de la escalera.

Los encuentros de la nueva galería con la existente también se realizarán a cielo abierto.

5.- BASES DE CÁLCULO Y CRITERIOS DE DISEÑO.

5.1. NORMATIVA.

5.1.1. NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL.

- Documento Básico SE – Seguridad Estructural. Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Documento Básico SI – Seguridad en caso de Incendio. Código Técnico de la Edificación (CTE).

- Instrucciones y recomendaciones para la redacción de proyectos de plataforma de ADIF.

5.1.2. NORMATIVA DE ACCIONES.

Normas de obligado cumplimiento.

- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. (IAP-98).
- Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril", correspondiente a la O.M de 25 de Junio de 1975. (IPF-75)
- NCSR-02: Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.

Otros documentos de referencia.

- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril (IAPF). Borrador K.
- Eurocódigo 1 – Bases de proyecto y acciones sobre las estructuras EC1.

5.1.3. NORMATIVA DE MATERIALES.

Normas de obligado cumplimiento.

- Instrucción de hormigón estructural. EHE.
- Documento Básico SE-A: Seguridad estructural - Acero. Código Técnico de la Edificación (CTE).

Otros documentos de referencia.

- Eurocódigo 2 – Proyecto de estructuras de hormigón EC2
- Código modelo CEB – FIP 1990 MC 90
- Eurocódigo 3 – Proyecto de estructuras de acero EC3
- Documento 0 Instrucción de Acero Estructural EAE.

5.1.4. NORMATIVA DE CIMENTACIÓN.

Normas de obligado cumplimiento:

- Documento Básico SE-C: Seguridad estructural - Cimientos. Código Técnico de la Edificación (CTE).

Otras normas o documentos de referencia:

- Geotecnia y Cimientos III. Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia. Jimenez Salas
- Guía de cimentaciones en obras de carretera. Ministerio de Fomento.
- ROM 05: Recomendaciones geotécnicas para el proyecto de obras marítimas y portuarias.
- Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera. Ministerio de Fomento.

5.2. CONDICIONES AMBIENTALES

- Precipitación media anual 640 mm
- Humedad relativa (media anual) 72 %
- Temperatura media anual 15.5 ºC
- Temperatura mínima en invierno, valor medio 4.4 ºC
- Días de nieve al año, medios 1.0 días / año
- Temperatura mínima absoluta registrada en los últimos 50 años -6.8 ºC
- Temperatura máxima absoluta registrada en los últimos 50 años 37.3 ºC

Datos obtenidos de la información estadística suministrada por el Instituto Nacional de Meteorología para la estación "Barcelona Aeropuerto del Prat", en los datos de efemérides meteorológicas (actualizadas a 30/09/06) y en la publicación "Guía resumida del clima en España (1971 – 2000)".

Condiciones de agresividad del medio

- Contenido en sulfatos en el suelo No se presenta.
- Agresividad del agua No agresiva.

5.3. MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL.

a) Tipo de ambiente

- Clase general de exposición NORMAL
- Subclase de exposición Humedad alta
- Clase específica de exposición NInguna.
- Subclase de exposición -----
- Designación IIa

b) Condicionantes de durabilidad

- Máxima relación agua / cemento 0.60
- Mínimo contenido de cemento 275
- Resistencia mín. compatible con los requisitos de durabilidad 25 N/mm^2

c) Niveles de control

Se establece un nivel de control de ejecución INTENSO para los hormigones de la infraestructura. El nivel de control de los materiales se establece en NORMAL para el acero en armaduras y ESTADÍSTICO para el hormigón.

d) Características de los materiales

- Hormigón de regularización y limpieza HM-15
- Hormigón toda la obra HA-25/B/25/IIa
- Acero en armaduras B-500-S

Los recubrimientos nominales para las armaduras pasivas serán de 35 mm, salvo aquellos elementos hormigonados contra el terreno sin hormigón de limpieza, para los que serán de 75 mm.

5.4. GEOTECNIA.

5.4.1. ESTATIGRAFÍA.

En el anejo de Geotecnia de este proyecto se definen los siguientes estratos:

Recubrimientos

- Unidad RA: Vertidos (en general, sin compactar)
- Unidad RU: Terraplenes, obras de tierra

Depósitos cuaternarios

- Piedemonte del Pla de Barcelona
  - Unidad PQ: Depósitos predominantemente granulares gruesos (cuaternario basal: Pretricicle)
  - Unidad Qa: limo-arcillas, arenas y gravas rojizas. Nivel de costra (Tricicle)
- Depósitos del Delta del Besos
  - Unidad Qb1: Llanura de inundación: sedimentos predominantemente finos
  - Unidad Qb2: Complejo detrítico superior: arenas y gravas predominantes
  - Unidad Qb3: Cuña intermedia: sedimentos limo-arcillosos o arenas finas
  - Unidad Qb4: Complejo detrítico inferior: sedimentos granulares gruesos
- Depósitos de ladera
  - Unidad Qc: Coluviones
- Depósitos de Riera
  - Unidad Qr2: Aluviales con predominio de finos y arenas
  - Unidad Qr3: Aluviales con predominio de gravas y arenas

Sustrato

- Sustrato paleozoico

- Unidad GR: Suelo de alteración de granitoide (arenas y arenas arcillosas)

- Sustrato plioceno
  - Unidad P (Plioceno): Arcillas gris-verdes
  - Unidad Pa (Plioceno): Arenas y arenas con niveles de arcillas, verdes-ocres

5.4.2. PARÁMETROS PARA CÁLCULO DE CIMENTACIÓN.

5.4.3. PARÁMETROS PARA CÁLCULO DE CIMENTACIÓN.

Parámetros recomendados según capa estratigráfica:

Litología	γ_d (t/m³)	γ_{ap} (t/m³)	W_{nat} (%)	Q_u (Kg/cm²)	*C'* (Kg/cm²)	*ϕ'* (º)	*E* (Kg/cm²)	*ν*	*Kh* (t/m³)	*Kv (t/m³)*
Sustrato										
GR		2.10			0.10	38.0	500	0.30	15000	10000-Gran
P	1.70	2.05	21.8	3.80	0.35	25.5	400	0.30	6000	6000 - Coh
Pa	1.78	2.05	10.7	0.60	0.10	35.0	400	0.30	12000	9000 - Gran
Depósitos Cuaternarios										
PQ	1.97	2.20	12.2	1.10	0.10	38.0	250	0.35	7500	9000 - Gran
Qa (gran)	1.83	2.15	17.2	2.80	0.30	29.0	150	0.35	2250	4000 – Coh
Qa (coh)	1.92	2.15	13.4	1.40	0.15	33.0	150	0.35	4500	4000 - Gran
Qb1	1.80	2.10	16.8	1.40	0.15	28.0	70	0.35	1050	2500 – Coh
Qb2	1.96	2.15	10.7	0.50	0.00	34.0	150	0.35	4500	3000 – Gran
Qb3	1.72	2.10	22.2	1.40	0.15	29.5	100	0.35	1500	2500 – Coh
Qb4	2.03	2.15	12.3	0.50	0.00	37.5	290	0.35	8700	7000 – Gran
Qc	1.91	2.15	11.9	1.90	0.05	32.5	170	0.35	3800	4000 – Gran
Qr2	1.77	2.10	15.7	0.60	0.05	32.5	80	0.35	1800	3000
Qr3	2.01	2.20	9.8	0.80	0.00	35.0	180	0.35	5400	6000 – Gran
Recubrimientos										
RA		2.00			0.00	28.0	50	0.35	1500	1500 – Gran

Tabla I.- Parámetros recomendados.

Todos estos datos son los definidos en el informe geotécnico salvo el coeficiente de balasto vertical.

Dada la dificultad para la determinación del coeficiente de balasto para las dimensiones reales de las cimentaciones se toma como referencia el coeficiente de balasto para placas de 0,30 x 0,30 m², K30. Dichos coeficientes de balasto deben convertirse a los correspondientes para las dimensiones reales de los apoyos de acuerdo con las siguientes expresiones:

- zapata cuadrada:
  - $K' = K_{30} \cdot \left(\frac{b + 0.30}{2 \cdot b} \right)^2$ para suelos granulares
  - $K' = K_{30} \cdot \left(\frac{0.30}{b} \right)$

donde “b” es el ancho de la zapata.

- zapata rectangular b x l

$$K = \frac{2}{3} \cdot K' \cdot \left(1 + \frac{b}{2l} \right)$$

Según el informe geotécnico se recomiendo la cimentación profunda para la estructura, pero también se dan los parámetros para cimentaciones superficiales en los casos bajo niveles de cargas.

La cimentación superficial únicamente se utilizará en muros de pequeña altura en esta fase.

	Cimentación profunda		***Cimentación superficial qadmisible (kp/cm²)***	
Litología	***qfuste (t/m²)***	***qpunta (t/m²)***	***granular***	***cohesivo***
GR	4.30	370.4		
P	3.16	40.3		
Pa	4.30	370.4		
PQ	4.00	370.4		
Qa (granular)	3.17	222.2	2.81	-
Qa (cohesivo)	2.80	32.7	-	2.40
Qb1	1.20	16.4	-	1.11
Qb2	2.55	143.5	2.34	-
Qb3	1.25	16.4		
Qb4	3.85	233.4		
Qc(1)	2.53	117.1	2.34	1.63
Qr2(2)	1.72	87.0		
Qr3	3.80	157.2	1.87	0.51

(1) Del lado de la seguridad puede tomarse una carga admisible de 1.5 kp/cm²
(2) Se considera que puede tomarse una carga admisible de 1.0 kp/cm²

Tabla II.- Recomendaciones de cimentación.

Para el empotramiento de pantallas y pilotes se considera que la longitud mínima, para alcanzar la resistencia por punta, debe ser de 6 veces el diámetro del pilote o espesor de pantalla en el estrato considerado.

En el caso de no tener espesor suficiente en este estrato la resistencia a punta se calcula como la media de las resistencias de los estratos comprendidos entre 3 veces el diámetro de pilote (o espesor de pantalla) por debajo de la punta y 6 veces por encima.

El tope estructural del pilote se limita a 40-45 kg/cm^2.

Se considera que los coeficientes de rozamiento tierras-muros es de:

- Empuje activo: $\delta_a=1/3\phi$
- Empuje pasivo $\delta_p=0$

En los casos de excavaciones provisionales se considera un talud 1(H):1(V) salvo que la excavación tenga una altura superior a 5 m y se prevea que permanezca abierta un periodo de tiempo largo. En este caso el talud a considerar es de 3(H):2(V).

5.5. CRITERIOS DE DISEÑO.

5.5.1. CRITERIOS PARA ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (E.L.U).

La determinación de esfuerzos se realizará mediante cálculos elástico – lineales, aplicando los criterios de diseño de resistencia de materiales y las simplificaciones habituales para estas tipologías.

En los elementos verticales, se tendrán en cuenta los criterios establecidos por la norma EHE sobre los efectos de segundo orden.

En la determinación de los esfuerzos de cálculo se tendrán en cuenta los siguientes coeficientes de seguridad:

	Situación persistente o transitoria.		***Situación accidental.***	
Acción	***Efecto desfavorable***	***Efecto favorable***	***Efecto desfavorable***	***Efecto favorable***
Permanente	γ_G= 1.35	γ_G= 1.00	γ_G= 1.00	γ_G= 1.00
Permanente de valor no cte.	γ_{G*}= 1.35	γ_{G*}= 1.00	γ_{G*}= 1.00	γ_{G*}= 1.00
Reológica	γ_{G*}= 1.50	γ_{G*}= 0.00	γ_{G*}= 1.00	γ_{G*}= 1.00
Empuje de tierras	γ_{G*}= 1.50	γ_{G*}= 1.00	γ_G= 1.00	γ_G= 1.00
Empuje de agua	γ_{G*}= 1.20	γ_{G*}= 0.90	γ_{G*}= 1.00	γ_{G*}= 1.00
Variable	γ_Q= 1.50	γ_Q= 0.00	γ_Q= 1.00	γ_Q= 0.00
Accidental	---	---	γ_A= 1.00	γ_A= 1.00

Tabla III.- Coeficientes de acciones.

Adicionalmente, para la determinación de las combinaciones de cálculo se tendrán en cuenta los siguientes coeficientes:

Sobrecargas uso	***Coef. combin. Ψ_0***	***Coef. carga frecuente. Ψ_1***	***Coef. carga cuasiperm. Ψ_2***
Aceras y jardines	0.70	0.70	0.60
Calzadas y aparcam.	0.70	0.70	0.60
Tráfico ferroviario 1 vía	0.80	0.80	0.00
Tráfico ferroviario 2 vías	0.80	0.60	0.00
Tráfico ferroviario 3 vías	0.80	0.40	0.00
Tráfico viales	0.60	0.50	0.20

Otras acciones	***Coef. combin. Ψ_0***	***Coef. carga frecuente. Ψ_1***	***Coef. carga cuasiperm. Ψ_2***
Acción del terreno	0.70	0.70	0.70

Tabla IV.- Coeficientes de combinación.

En la comprobación de Estados Límite Último asegurará la condición:

$$R_d \geq S_d$$

Donde,

- R_d: valor de cálculo de la respuesta estructural
- S_d: valor de cálculo del efecto de las acciones

Se consideran las armaduras mínimas mecánicas y geométricas definidas en los artículos 42 y 44 de la EHE.

5.5.2. CRITERIOS PARA ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (E.L.S).

Para el Estado Límite de Servicio se consideran, únicamente, las situaciones de proyecto persistentes y transitorias.

La rigidez de los elementos portantes se diseñará de manera que bajo cargas cuasipermanentes, la flecha diferida sea menor a L/300.

En la determinación de las flechas de elementos de hormigón se tendrá en cuenta los efectos de la fisuración de acuerdo con los criterios establecidos en la norma EHE.

El movimiento horizontal en cabeza de pantallas se limita a:

- 1.2 cm si hay edificaciones próximas.
- 2 cm en cualquier otro caso.

La fisuración admisible para cargas cuasipermanentes, de acuerdo con la normativa vigente EHE (Art 49), se fija en:

- 0,3 mm para el ambiente IIa
- 0,4 mm para el ambiente I

5.5.3. DEFINICIÓN DETALLADA DE CARGAS.

A continuación se realiza un estudio detallado de cargas:

5.5.3.1. Acciones permanentes de valor constante.

1) Peso propio de estructura, peso específico:

- Hormigón: 25.00 kN/m^3
- Acero: 78.50 kN/m^3

2) Cargas muertas

- Zona de viales (pavimento de 10 cm): 2.40 kN/m^2
- Aceras: 2.50 kN/m^2
- Carriles, traviesas y sujeciones (por vía): 6.50 kN/m
- Peso de placa para vía HM-20 (20 cm de espesor): 4.80 kN/m^2
- Conductos y cableados (por vía): 3.00 kN/m.
- Pasarela de emergencia: 10.00 kN/m
- Instalaciones colgadas en cubierta: 3.00 kN/m^2

Se de las instalaciones colgadas del techo como iluminación o conductos de ventilación. Las instalaciones propias de la vía se han considerado

anteriormente.

- Tramex en peldaños y descansillos de escalera 0.40 kN/m^2

5.5.3.2. <u>Acciones permanentes de valor no constante.</u>

- Peso específico del agua 10.00 kN/m^2
- Relleno de tierras. Peso específico. 20.00 kN/m^3
- Balasto 16.00 kN/m^3

  En el caso del balasto se tendrá en cuenta una variación de ± 30% en el valor de la carga.

5.5.3.3. <u>Acciones variables (sobrecargas de uso).</u>

<u>Zona de viales (instrucción IAP-98)</u>

- Carga uniforme: 4.00 kN/m^2
- Carga concentrada: 600 kN

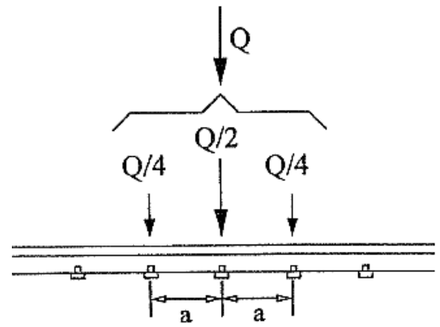
  En el caso de que el ancho de la calzada supere los 12 m se considera una carga puntual de 1200 kN, correspondiente a 2 carros dispuestos según la instrucción.

<u>Ferroviaria, acciones verticales:</u>

<u>Tipos de trenes a considerar</u>:

1) Tren tipo A (IPF-75): 3 ejes de 300 kN a 1.50 m.
2) Tren tipo B (IPF-75): sobrecarga uniforme de 120 kN/m en una longitud de 15 o 30 m de longitud seguida de otras sobrecargas de 100 y 10 kN/m que tendrán una longitud indefinida con distribución entre ellas de manera que se produzcan los efectos más desfavorables.
3) Tren tipo UIC-71 (EC 1.3) cuatro ejes de 250 kN separados 1.60 m entre sí, acompañados de sobrecargas repartidas anterior y posterior de 80 kN/m con longitud indefinida y separadas de los ejes anteriores 0.80 m.
4) Tren tipo SW/0 (EC 1.3): sobrecarga uniforme de 133 kN/m en dos tramos de 15 m separados 5.30 m entre sí.
5) Tren tipo SW/2 (EC 1.3): sobrecarga uniforme de 150 kN/m en dos tramos de 25 m separados 7.0 m entre sí.

El <u>reparto local</u> de las cargas puntuales en la vía es:



Fígura I.- <u>Reparto local de cargas.</u>

Donde a=0.60 m es la distancia entre traviesas.

Los <u>coeficientes de impacto</u> a considerar en cada caso son:

1) IPF-75.

- Estructura isostática:

$$\phi = 1 + \frac{1.14\sqrt{L}}{3.10 - 1.76\sqrt{L} + L}$$

  Siendo L la luz de la estructura.

2) EC-3 (vías con mantenimiento normal)

$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73$$

  Siendo L_ϕ la longitud asociada al coeficiente de impacto.

- L_ϕ=L, luz del vano en caso de losa isostática.

- L_ϕ=1.20*L para estructura aporticada de 1 vano.
- L_ϕ=1.50*L para estructura aporticada de más de 1 vano.

3) Estructuras enterradas. Se considera un coeficiente de impacto en función de la profundidad a la que se encuentre la estructura:

$$\phi_{rel} = \phi_0 - \frac{h - 1.0}{10}$$

Siendo ϕ_0 el coeficiente de impacto básico definidos en los puntos anteriores.

Otras sobrecargas.

- Futura pasarela peatonal: 10.00 kN/apoyo
- Jardines (en losa de cobertura):
  - Carga uniforme: 15.00 kN/m^2.
  - Carga concentrada: 4.00 kN
- Paseos ferroviarios. 5.00 kN/m^2

  En el caso de paso de tren únicamente se considera la mitad de esta carga.
- Equipos o zonas técnicas.
  - Carga uniforme: 10.00 kN/m^2.
  - Carga concentrada: s/equipo.
- Escaleras: 5.00 kN/m^2.

La sobrecarga total sobre las cubiertas de la zona de logística no superará bajo ningún concepto las 35 kN/m^2, valor que corresponde a 1.00m de tierras y una sobrecarga de 15 kN/m^2 o a una carga de tierras de 10.0 kN/m^2 y una sobrecarga de tráfico de 25 kN/m^2. En este último caso se comprobará también la cubierta de acuerdo a la IAP-98.

En los valores anteriores no se incluye el apoyo de la futura pasarela peatonal.

5.5.3.4. Empujes en el terreno.

Para el cálculo del empuje en los elementos de contención de tierras, se tendrán en cuenta las siguientes sobrecargas adyacentes, en función del uso:

- Viales: 10,00 kN/m^2
- Ferroviario: 30,00 kN/m^2
- Cimentaciones próximas. Valor a determinar en función del tipo de cimentación.

Los coeficientes de empujes considerados serán, según normativa ADIF:

- Empuje al reposo:

$$K_o = 1 - sen\phi'$$

- Empuje activo:

$$K_a = tg^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

- Empuje pasivo:

$$K_p = 0.60 \cdot tg^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

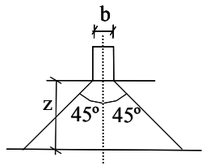
Por tanto, los coeficientes de empuje en función del estrato del terreno son:

Litología	*ϕ' (º)*	K_o	K_a	K_p
Sustrato				
GR	38.0	0.38	0.24	2.52
P	25.5	0.57	0.40	1.51
Pa	35.0	0.43	0.27	2.21
Depósitos Cuaternarios				
PQ	38.0	0.38	0.24	2.52
Qa	29.0	0.52	0.35	1.73
	33.0	0.46	0.29	2.04
Qb1	28.0	0.53	0.36	1.66
Qb2	34.0	0.44	0.28	2.12
Qb3	29.5	0.51	0.34	1.76
Qb4	37.5	0.39	0.24	2.47
Qc	32.5	0.46	0.30	1.99
Qr2	32.5	0.46	0.30	1.99
Qr3	35.0	0.43	0.27	2.21
Recubrimientos				
RA	28.0	0.53	0.36	1.66

Fígura II.- Coeficientes de empuje de terreno.

5.5.3.5. Efecto de sobrecargas en elementos enterrados.

En el caso del vehículo se tiene en cuenta la teoría de Boussinesq, de manera que la carga se transmite en forma de tronco de cono con un ángulo de 45º (ver figura), de manera que la presión a una profundidad z es.



$$Q(z) = \frac{P}{b + 2h}$$

Fígura III.- Reparto de carga en función de la profundidad.

Donde:

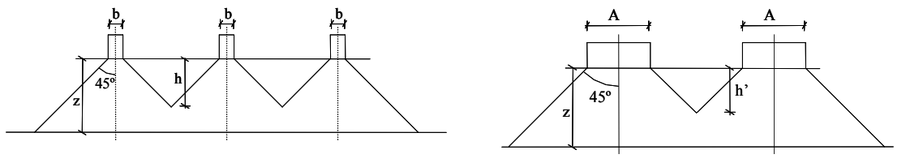
- Q(z) la presión (kN/m^2) de la carga considerada.
- P es la carga actuante aumentada con el coeficiente de impacto.

  Este coeficiente en el caso de sobrecarga ferroviaria está definida en apartados anteriores. En el caso de vehículos este coeficiente será de:

$$C_i = 1 + \frac{0.30}{z}$$

- b ancho de la rueda donde se aplica la carga.
- z profundidad del elemento enterrado.

Debido a la proximidad entre las ruedas los conos de carga se intersectan tanto en longitudinal como en transversal (ver figura)



Fígura IV.- Efecto conjunto de cargas

Puesto que la altura mínima de tierras sobre la clave es de 1,0 m, se considera que en todos los casos se produce esta superposición de cargas, siendo la presión a una profundidad z (kN/m^2):

$$Q(z) = \frac{nP}{[(n-1)s_L + 2z][s_T + 2z]}$$

Donde:

- P es la carga por rueda
- n número de ruedas.
- b dimensión longitudinal de la rueda.
- A ancho de rueda
- s_L distancia longitudinal entre ruedas.
- s_T distancia transversal entre ruedas.

Por tanto las cargas a considerar en función de la carga son: para ancho UIC:

Tren tipo A (IPF-75) $$Q(z)=\frac{C_i \cdot 600}{(4.20+2z)(a+2z)}$$

Tren tipo B (IPF-75) $$Q(z)=\frac{C_i \cdot 120}{(a+2z)}$$

Tren tipo UIC-71 $$Q(z)=\frac{C_i \cdot 1000}{(6.0+2z)(a+2z)}$$

Tren tipo SW/0 (EC 1.3) $$Q(z)=\frac{C_i \cdot 133}{(a+2z)}$$

Tren tipo SW/2 (EC 1.3) $$Q(z)=\frac{C_i \cdot 150}{(a+2z)}$$

Vehículo de carreteras (IAP-98) $$Q(z)=C_i\left(\frac{600}{(3.20+2z)(2.60+2z)}+4\right)$$

Donde **a** es el ancho de vía de valor 1.435 m para UIC y 1.667 m para vía de Ibérico.

En el caso de sobrecarga ferroviaria, el vehículo condicionante es el tren tipo SW/2 (EC 1.3).

Los valores obtenidos con esta formulación no serán inferiores a:

- 10,00 kN/m^2 para el caso de viales.
- 30,00 kN/m^2 para tráfico ferroviario.

5.5.4. ACCIONES ACCIDENTALES.

Sismo.

De acuerdo a la norma NCSR-02, el edificio se puede catalogar de importancia normal.

La aceleración básica en Barcelona es de 0,04 g, por tanto, de acuerdo con el apartado 1.2.3 de la norma, es necesario el cálculo sísmico.

La aceleración sísmica de cálculo se define según el apartado 2.2 de la norma NCSR-02, como:

$$a_c = \rho \cdot a_b \cdot S$$

donde:

- ρ = 1.00 al considerarse una construcción de importancia normal.
- S el coeficiente amplificador del suelo. Al considerar suelo tipo III y $\rho a_b \leq 0.1g$, entonces, S=1.28.

Por tanto la aceleración de cálculo a considerar en el proyecto es de: **a_c=0.05·g**.

Debido a que se trata de estructuras subterráneas, únicamente, es necesario considerar esta acción en los elementos de contención del terreno. En este caso para el cálculo de empuje se utilizará la formulación de Mononobe-Okabe:

- Empuje activo:

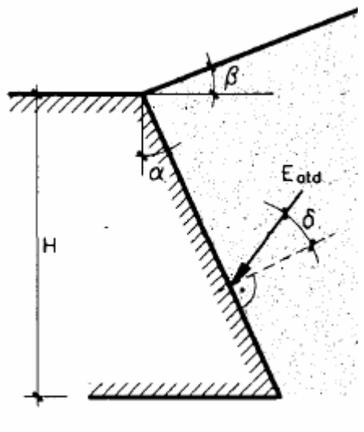
$$K_{ad}=\frac{1}{\cos\theta}\left[\frac{\sec\alpha\cdot\cos(\phi-\alpha-\theta)}{\sqrt{\cos(\alpha+\delta+\theta)}+\sqrt{\frac{sen(\theta+\delta)sen(\phi-\beta-\theta)}{\cos(\alpha-\beta)}}}\right]^2$$

- Empuje pasivo:

$$K_{pd}=\frac{1}{\cos\theta}\left[\frac{\sec\alpha\cdot\cos(\phi+\alpha-\theta)}{\sqrt{\cos(\alpha+\delta-\theta)}-\sqrt{\frac{sen(\theta-\delta)sen(\phi+\beta-\theta)}{\cos(\alpha-\beta)}}}\right]^2$$

Siendo:

- α,β, y δ según figura adjunta.



Fígura V.- <u>Ángulos en muros Mononobe-Okane</u>

- $\theta = arct\left(\frac{a_h}{g - a_v}\right)$ donde

  - a_v es la aceleración vertical.
  - a_h es la aceleración horizontal.
  - g la aceleración de la gravedad.

Para a_v=0 y $a_h = \frac{a_c}{2} = 0.025g$, resultando θ=1.45º.

Por tanto, en los casos generales donde α=β=0, los coeficientes que resultan son:

Litología	*ϕ' (º)*	*K_{ad}*	*K_{pd}*
Sustrato			
GR	38.0	0.28	8.39
P	25.5	0.41	3.02
Pa	35.0	0.31	6.11
Depósitos Cuaternarios			
PQ	38.0	0.28	8.39
Qa	29.0	0.37	3.77
Qa	33.0	0.33	5.11
Qb1	28.0	0.38	3.53
Qb2	34.0	0.32	5.57
Qb3	29.5	0.37	3.90
Qb4	37.5	0.29	7.92
Qc	32.5	0.33	4.90
Qr2	32.5	0.33	4.90
Qr3	35.0	0.31	6.11
Recubrimientos			
RA	28.0	0.38	3.53

Tabla V.- <u>Coeficientes de empuje para sismo.</u>

5.5.5. <u>COMBINACIONES DE CÁLCULO.</u>

A continuación se definen las combinaciones en estado límite último y de servicio a considerar en el cálculo de cada elemento estructural. En los apéndices correspondientes se desarrollaran con mayor detalle.

Para la acción del tráfico ferroviario se toma la envolvente de los tipos de trenes definidos en el apartado anterior afectadas por el coeficiente de impacto. Como velocidades de diseño se toma 200 km/h para trenes de IPF-75 y 350 km/h para trenes del EC1.3.

5.5.5.1. <u>Estados límites últimos.</u>

<u>Situaciones persistentes o transitorias.</u>

$$\sum_{i\geq 1}\gamma_{G,i}G_{k,i} + \sum_{j\geq 1}\gamma_{G*,j}G^{*}_{k,j} + \gamma_{Q,1}Q_{k,1} + \sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\psi_{o,i}Q_{k,i}$$

Donde:

- $G_{k,i}$: valor representativo de cada acción permanente.
- $G^*_{k,i}$: valor representativo de cada acción permanente de valor no constante.
- $Q_{k,1}$: valor representativo de la acción variable dominante.
- $\Psi_{0,i}\ Q_{k,i}$: valores de combinación de las acciones variable concomitantes con la acción variable dominante.

Situaciones accidentales.

1) Acción accidental sin sismo.

$$\sum_{i\geq 1}\gamma_{G,i}G_{k,i}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}G^*_{k,j}+\gamma_A A_k+\psi_{1,1}\gamma_{Q,1}Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\psi_{2,i}Q_{k,i}$$

Donde:

- $G_{k,i}$ y $G^*_{k,i}$: valor representativo las acciones permanentes.
- $\Psi_{1,1}\ Q_{k,1}$: valor frecuente de la acción variable dominante.
- $\Psi_{2,i}\ Q_{k,i}$: valores cuasipermanentes de las acciones variable concomitantes con la acción variable dominante y accidental.
- A_K: Valor característico de la acción accidental.

2) Acción accidental de sismo.

$$\sum_{i\geq 1}\gamma_{G,i}G_{k,i}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}G^*_{k,j}+\gamma_A A_{E,k}+\psi_{2,1}\gamma_{Q,1}Q_{k,1}$$

Donde:

- $G_{k,i}$ y $G^*_{k,i}$: valor representativo las acciones permanentes.
- $\gamma_{Q,1}\Psi_{2,1}\ Q_{k,1}$: valor cuasipermante de la acción de sobrecarga de uso.
- $A_{E,K}$: Valor característico de la acción sísmica.

5.5.5.2. Estados límites de servicios.

Combinación frecuente.

$$\sum_{i\geq 1}\gamma_{G,i}G_{k,i}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}G^*_{k,j}+\psi_{1,1}\gamma_{Q,1}Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\psi_{2,i}Q_{k,i}$$

Combinación cuasipermante.

$$\sum_{i\geq 1}\gamma_{G,i}G_{k,i}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}G^*_{k,j}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\psi_{2,i}Q_{k,i}$$

6.- MODELO DE CÁLCULO

6.1. PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTLIZADOS.

1) Cálculos de pantalla: RIDO.
2) Modelos de emparrillado: STATIK-5.
3) Comprobaciones de secciones: FAGUS-5.
4) Elementos tipo placa: CEDRUS-5
5) Programa “Pórticos/Marcos” desarrollado por PROES Consultores, S.A. Los algoritmos de cálculo de este programa se encuentran en los apéndices del presente documento.
6) Cálculos de armaduras y comprobaciones en E.L.U y E.LS mediante hojas de cálculo desarrolladas por PROES Consultores, S.A.

6.2. SECCIONES DE CÁLCULO.

6.2.1. SECCIÓN TIPO.

Las secciones tipo se calculan con el programa Pórticos/Marcos de PROES Consultores, S.A.

Se consideran las siguientes situaciones de cálculo:

1) Caso 1:

- Altura de tierras: 2.00 m.
- Sobrecarga: Viario.
- Terreno de apoyo: Qa (arcilloso).
- Nivel freático por debajo de la galería.

2) Caso 2:

- Altura de tierras: 2.00 m.
- Sobrecarga: Ferroviario.
- Terreno de apoyo: Qa (arcilloso).
- Nivel freático por debajo de la galería.

3) Caso 3:

- Altura de tierras: 4.50 m.
- Sobrecarga: Viario.
- Terreno de apoyo: Qa (arcilloso).
- Nivel freático por debajo de la galería.

4) Caso 4:

- Altura de tierras: 4.50 m.
- Sobrecarga: Ferroviario.
- Terreno de apoyo: Qa (arcilloso).
- Nivel freático por debajo de la galería.

5) Caso 5:

- Altura de tierras: 7.00 m.
- Sobrecarga: Viario.
- Nivel de apoyo: Qa (arcilloso).
- Nivel freático por debajo de la galería.

6) Caso 6:

- Altura de tierras: 7.00 m.
- Sobrecarga: Ferroviario.
- Nivel de apoyo: Qa (arcilloso).
- Nivel freático por debajo de la galería.

7) Caso 7:

- Altura de tierras: 13.00 m.
- Sobrecarga: Viario.
- Nivel de apoyo: Qa (arcilloso).
- Nivel freático por debajo de la galería.

En estos casos además a recubrimiento de tierras definido por el perfil longitudinal se ha incrementado la altura en 1.00 m de tierras por la cobertura de cubierta.

En todos los casos se considera que las características del relleno son

- Ángulo de rozamiento interno: ϕ=30º
- Peso específico: γ=20.0 kN/m^2.

6.2.2. SALIDA NORTE DE PEATONES.

La conexión entre la galería existente y la salida de peatones se resuelve con una sección cuadrada de 1 m de ancho y 2.2 m de altura. Esta sección tipo marco se calcula con el programa Marcos de PROES Consultores, S.A. con las siguientes características:

- Altura de tierras: 7.00 m.

- Sobrecarga: Ferroviario.
- Nivel de apoyo: Qc.
- Nivel freático por debajo de la galería.

La caja de escaleras se hace mediante pantallas continuas calculadas con el programa RIDO teniendo en cuenta que la estatigrafia es (cota base de capa):

- Cota de terreno natural: +18.50
- Nivel Freático: +5.60
- QC: +14.50
- QA: +1.00
- PQ: -6.20

Las secciones de cálculo son de 6.0 m de altura, pues en todos los casos la cota de excavación es la +12.50.

Todas las secciones se calculan en voladizo, pues en situación futura no se puede considerar que la tapa de cubierta arriostra las pantallas en cabeza.

Debido a las dimensiones en planta de 4 x 1.45 se consideran bataches de 2.5 m de longitud.

1) Sección sin huecos.
2) Sección en conexión con galería existente. Se tienen que dejar la parte inferior de la pantalla sin armar pues se tiene que practicar el hueco de 1 m de ancho, por tanto varia la rigidez de ese batache.
3) Sección con conexión de tubo de ventilación. En este caso se deja sin armar hasta la cota inferior del tubo de ventilación.

Como sobrecarga adyacente a las pantallas se considera 10.0 kN/m^2.

Al no existir estructuras próximas la limitación de flecha en cabeza de pantalla se limita a 2 cm.

La zona cubierta de la se calcula con un espesor de terreno de 0.50 m de altura y sobrecarga de 1.0 kN/m^2. Alrededor del hueco de la puerta de valor se consideran las siguientes cargas lineales:

- Carga muerta: 1.00 kN/m
- Sobrecarga: 1.00 kN/m

La escalera de emergencia se modeliza mediante elementos tipo barra con el programa Statik-5. Se considerará empotrada en el suelo y apoyada en el descansillo y en la parte superior de la escalera.

6.2.3. SALIDA CENTRAL DEL PEATONES.

Para el cálculo de las pantallas perimetrales se utiliza el programa RIDO, con la siguiente estratigrafía (cota inferior del estrato)

- Cota de terreno natural: +23.50
- Cota de terreno terminado: +24.80
- Nivel Freático: +5.60
- QC: +13.50
- QA: +1.00
- PQ: -8.70

Secciones para el cálculo de pantalla.

1) Sección sin huecos, tanto para las pantallas de carácter provisional como definitivo.

   Para la provisional se considera que la pantalla está en voladizo con los apoyos intermedios que sean necesarios.

   En el caso de definitivo la pantalla se encuentra arriostrada en cabeza por el dintel.

2) Sección en conexión con galería superficial. En este caso es necesario dejar una zona sin armar en la parte superior, por tanto la rigidez del batache en esta zona es inferior.

En todos los casos se supondrá que la cota superior de la pantalla corresponde a la del dintel del núcleo.

Se seguirán los mismos criterios de cargas y limitaciones de flecha que para la salida norte.

El núcleo de escaleras hasta superficie se calculará suponiendo muros en voladizo empotrados en el dintel del hueco principal. Para la armadura horizontal se tendrá en cuenta el efecto placa.

Al igual que en la salida anterior, las escaleras se modelizan con el programa Statik siguiendo los mismos criterios de modelización.

El cálculo de la cubierta se realiza con el programa Cedrus con las mismas consideraciones de carga que en la salida Norte.

6.2.4. CONEXIÓN CON GALERÍA EXISTENTE.

Se realizan dos conexiones con la galería existente. Una de entrada y otra de salida. Con el fin de que no se interrumpa el servicio, es necesario que se ejecute la totalidad del trazado de la galería antes de realizar el cambio del servicio.

En el momento de realizar la conexión en cada uno de los extremos, será necesaria la demolición de la cara adyacente al nuevo colector y la ejecución del último tramo. Es en esta fase cuando el servició deberá mantenerse operativo a cielo abierto, por lo que se tendrán en cuenta las medidas de seguridad oportunas para que no se produzca un contacto entre la conducción eléctrica y el agua proveniente de la lluvia.

Las caras exteriores de la galería están calculadas a modo de muro, de manera que cuando se termine la conexión con el tramo existente se rellenará la excavación, quedando la conexión enterrada.

En el tramo común entre la nueva y la antigua galería, la nueva tiene una secicón tal que para su ejecución se hormigota esta contra la antigua.

APÉNDICE 2 - RECÁLCULO GALERÍA ELÉCTRICA

APÉNDICE 2 - RECÁLCULO GALERÍA ELÉCTRICA.

ÍNDICE

1.- SECCIÓN TIPO 1.

1.01.- INFORME DE CÁLCULO

1.02.- ANEJO DE CORTANTE

1.03.- APROBACIÓN MEMORANDO

2.- SECCIÓN TIPO 2.

2.01.- INFORME DE CÁLCULO

2.02.- APROBACIÓN MEMORANDO UPC

2.03.- APROBACIÓN INOCSA

3.- SECCIÓN TIPO 3.

3.01.- INFORME DE CÁLCULO

3.02.- APROBACIÓN UPC

3.03.- APROBACIÓN INOCSA

4.- ARQUETA DE BOMBEO Y SU CONEXIÓN CON GALERÍA ELÉCTRICA.

5.- SECCIONES TIPO 4 Y 5.

5.01.- INFORME DE CÁLCULO

5.02.- APROBACIÓN INOCSA

6.- TRAMO HINCADO BAJO VÍAS.

6.01.- INFORME DE CÁLCULO

6.02.- APROBACIÓN INOCSA

7.- TRAMO HINCADO BAJO COLECTOR RIERA DE HORTA.

7.01.- INFORME DE CÁLCULO

7.02.- APROBACIÓN INOCSA

8.- TRAMOS IN SITU.

8.01.- INFORME DE CÁLCULO

8.02.- APROBACIÓN INOCSA

9.- CONEXIONES CON GALERÍA EXISTENTE.

9.01.- INFORME DE CÁLCULO

9.02.- APROBACIÓN INOCSA

10.- ESCALERA SALIDA CENTRAL DE PEATONES.

10.01.- INFORME DE CÁLCULO

10.02.- APROBACIÓN INOCSA

11.- CUBIERTA Y CASETÓN SALIDA CENTRAL DE PEATONES.

11.01.- INFORME DE CÁLCULO

11.02.- SOLICITUD ACLARACIONES INOCSA

11.03.- NUEVA VERSIÓN INFORME CUBIERTA

11.04.- APROBACIÓN INOCSA

12.- CUBIERTA DEL CASETÓN SALIDA CENTRAL DE PEATONES.

12.01.- INFORME DE CÁLCULO

12.02.- APROBACIÓN INOCSA

1 - SECCIÓN TIPO 1

2 - SECCIÓN TIPO 2

3 - SECCIÓN TIPO 3

4 - ARQUETA DE BOMBEO

CÁLCULO DE MARCO PREFABRICADO
Tráfico de Carreteras (IAP-98)
Marco Cerrado 2.00x2.50 0.18/0.19

Proyecto:

LAV MADRID-FRANCIA. Tr.:La Sagrera-Nus de la Trinitat

Cliente:

ISOLUX CORSÁN CORVIAM

Documento: ND_133_10
Tipo marco: 2.00x2.50 (T-5.00)
Revisión: C
Fecha: 14/05/2010

FORTE Hormigones Tecnológicos, s.l.

Autovía de Levante Km 52.5
03400 Villena (Alicante)
Tel: 902.400.150
Fax: 902.401.629
Web: http://www.forte.es

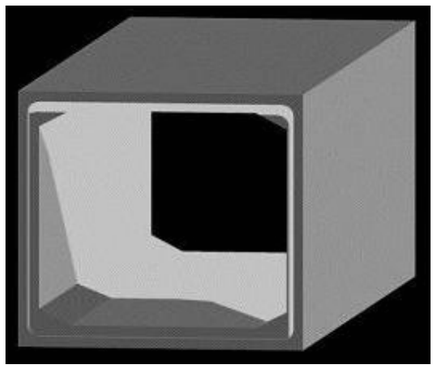
MEMORIA

1. OBJETO

El objeto del presente estudio es el cálculo de los marcos prefabricados cerrados de hormigón armado que van a instalarse en la obra objeto del Proyecto constructivo **LAV MADRID-FRANCIA. Tr.:La Sagrera-Nus de la Trinitat** de acuerdo a la petición hecha por D. Jose Javier Asensio, en representación de la empresa adjudicataria **ISOLUX CORSÁN CORVIAM**.

Esta estructura se diseña de forma continua y totalmente prefabricada. Dispone de dos losas horizontales: el dintel, capaz de soportar las acciones verticales, y la solera, encargada de la correcta transmisión de las cargas al terreno. Estos elementos se unen entre sí mediante dos hastiales verticales que soportan los empujes horizontales del terreno.

El diseño de la sección rectangular se ha acartelado en las esquinas con la intención de dar mayor rigidez a la estructura.



* Perspectiva genérica: el tipo de junta, machiembrada o plana, depende del marco ofertado.

2. NORMATIVA

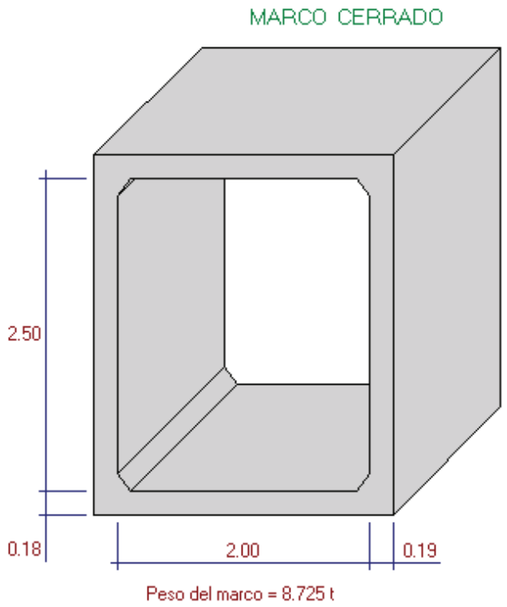
Para el dimensionado de la estructura incluida en el presente proyecto se han adoptado las disposiciones de las siguientes normas:

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-98
- Eurocódigo 2 EN 1992-1-1:2003 (Proyecto de Estructuras de Hormigón: Reglas generales)
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera IAP-98

3. GEOMETRÍA

A partir de las indicaciones y de los planos facilitados por **ISOLUX CORSÁN CORVIAM**, y en base a las acciones previstas, se han establecido para la estructura las siguientes dimensiones:

- □ Luz libre horizontal ..... 2.00 m
- □ Luz libre vertical ..... 2.50 m
- □ Espesor de solera y dintel ..... 0.18 m
- □ Espesor de los laterales ..... 0.19 m
- □ Cartela horizontal ..... 0.10 m
- □ Cartela vertical ..... 0.15 m
- □ Longitud por pieza ..... 1.90 m



Marco Cerrado 2.00x2.50 0.18/0.19
C-6.50 (C. Gravitatoria)

* Tolerancias dimensionales según Ficha Técnica

4. ACCIONES

De acuerdo con el apartado «2. Normativa» del presente documento se han considerado para las acciones los valores que se detallan en los siguientes puntos.

4.1. Carga permanente

Se ha calculado la estructura considerando que se encuentra enterrada bajo una capa de 0.05 m de firme más 5.95 m de relleno. Los pesos específicos adoptados para los distintos materiales han sido los siguientes

- □ Peso propio del hormigón armado ..... 2.50 t/m³
- □ Peso propio del acero corrugado ..... 7.85 t/m³
- □ Peso propio de las tierras ..... 2.00 t/m³
- □ Peso propio del firme ..... 2.40 t/m³

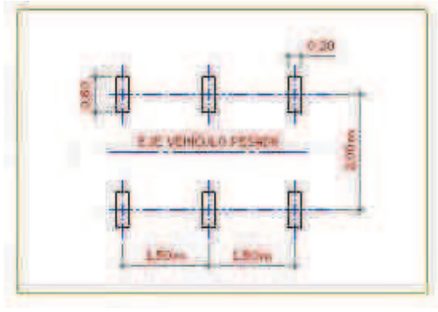
4.2. Sobrecarga de tráfico de Carreteras (IAP-98)

4.2.1. Tren de cargas

Se han considerado las componentes verticales del tren de cargas definido según las acciones siguientes actuando simultáneamente:

- □ Una sobrecarga uniforme de 4 kN/m² extendida en toda la plataforma del tablero o en parte de ella, según sea más desfavorable para el elemento en estudio.
- □ Uno o dos vehículos de 600 kN, cuyo eje longitudinal se considera paralelo al de la calzada, y formado cada uno por seis cargas de 100 kN.

  La separación entre cargas en sentido longitudinal es de 1.50 m, y en sentido transversal de 2.00 m. La superficie de apoyo sobre la que actúa cada carga es de 0.20 m, paralelamente al eje del vehículo, por 0.60 m de ancho (ver figura).



En todos los valores de las cargas definidas en este apartado se considera ya incluido el correspondiente coeficiente de impacto, que tiene en cuenta el carácter dinámico de las cargas, y que se suponen aplicadas estáticamente.

4.2.2. Reparto de cargas a través del relleno

En IAP-98 no se indica nada acerca del reparto de las cargas puntuales en función del espesor del relleno. Se ha empleado la teoría de BOUSSINESQ por ser una de las más aceptadas y conocidas.

4.3. Empujes

Se han caracterizado las acciones debidas al empuje del relleno mediante los siguientes parámetros:

- □ Peso específico del relleno γ ..... 2.00 t/m³
- □ Ángulo de rozamiento interno del relleno φ ..... 30.00 º
- □ Coeficiente de empuje horizontal en reposo Ko 0.500
- □ Módulo de balasto del terreno K ..... 2100 t/m²/m

Para determinar los empujes debidos a la acción del tráfico se ha aplicado, actuando en la parte superior del terraplén, una sobrecarga uniforme de 10 kN/m².

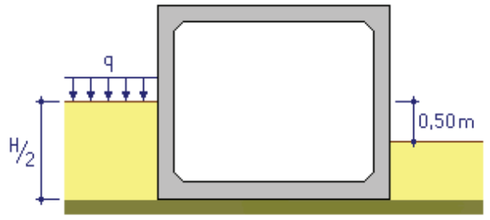
4.4. Sobrecarga por el interior

Se ha considerado una sobrecarga de valor 0,5 T/m^2 por el interior del marco.

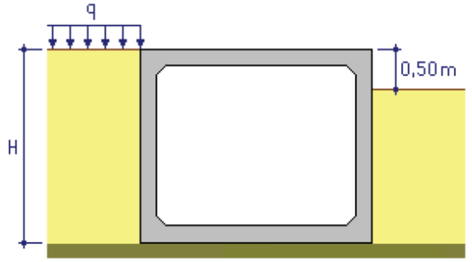
4.5. Acciones durante el montaje

Para evaluar las acciones derivadas del proceso constructivo se han comprobado las siguientes situaciones de montaje:

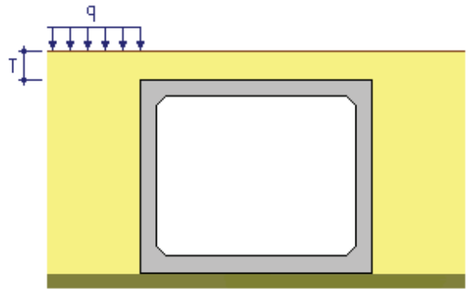
A) El relleno se encuentra, en uno de los hastiales, a la mitad de su altura y en fase de compactación (actúa una carga uniforme de 1 t/m²); en el otro hastial, el relleno está a una cota 0.50 m inferior y ya ha sido compactado.



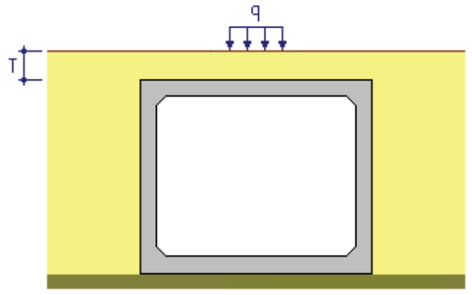
B) El relleno se encuentra, en uno de los hastiales, en toda su altura y en fase de compactación (actúa una carga uniforme de 1 t/m²); en el otro hastial, el relleno está a una cota 0.50 m inferior y ya ha sido compactado.



C) El relleno se encuentra, en uno de los hastiales, 0.40 m sobre el dintel y en fase de compactación (actúa una carga uniforme de 1 t/m²); en el otro hastial, el relleno está a la misma cota y ya ha sido compactado.



D) El relleno se encuentra a una cota de 0.40 m sobre el dintel y está siendo compactado en el centro del vano (actúa un vehículo formado por un eje de 20.00 t y 2.00 m de longitud).



5. MATERIALES. CONTROL DE EJECUCIÓN

5.1. Materiales

Las resistencias de los materiales adoptadas para el dimensionamiento del marco han sido las siguientes:

- □ Hormigón ..... HA-30.0 (30.0 N/mm²)
- □ Acero ..... B 500 S (500 N/mm²)

Se ha previsto para los elementos prefabricados un control de fabricación INTENSO, y se han establecido los siguientes coeficientes de minoración para los materiales:

	E.L.U.	E.L.S.
□ Hormigón (γ_c)	1.50	1.00
□ Acero (γ_s)	1.15	1.00

5.2. Recubrimientos

EHE define como recubrimiento mínimo ($r_{mín}$) de una armadura pasiva aquel que debe cumplirse en cualquier punto de la misma. Además, para garantizar este valor mínimo, establece un valor nominal del recubrimiento (r_{nom}) definido como:

$$r_{nom} = r_{mín} + \Delta r$$

donde Δr es el margen de recubrimiento. En el caso de elementos prefabricados con control INTENSO, este valor vale 0 mm.

En base a los criterios anteriores se ha fijado, para la clase de exposición IIa exigida, un recubrimiento mínimo de las armaduras de 25.0 mm, y un recubrimiento nominal de 25.0 mm.

5.3. Abertura de fisura

Para la combinación de acciones cuasipermanentes (hormigón armado) se ha comprobado que la abertura de fisura prevista en las distintas secciones era inferior a la máxima permitida $w_{máx}$ = 0.3 mm, establecida por EHE en función de la clase de exposición IIa exigida.

5.4. Cementos especiales

El hormigón previsto para la fabricación de los marcos se ajustará a las prescripciones de dosificación y contenido de cemento que especifica EHE para cada tipo de exposición. Si fuera necesario disponer cemento sulforresistente, ISOLUX CORSÁN CORVIAM debe comunicarlo por escrito antes de que se inicie la fabricación.

6. COEF. PARCIALES DE SEGURIDAD. COMBINACIÓN DE ACCIONES

6.1. Clasificación de las acciones

En función de su variabilidad a lo largo del tiempo, se han clasificado las acciones como:

- □ Permanentes, al peso propio de la estructura.
- □ Permanentes de valor no constante, al peso del relleno y del firme sobre el dintel, al empuje del terreno sobre los hastiales.
- □ Variables, a la sobrecarga del tráfico sobre el dintel, al empuje generado por dicho tráfico sobre los hastiales.

6.2. Valores representativos de las acciones

Para la obtención de los valores representativos de las acciones variables se ha considerado el coeficiente $\Psi 0 = 0.60$ para el valor de combinación, y el coeficiente $\Psi 2 = 0.20$ para el valor cuasipermanente.

6.3. Coeficientes parciales de seguridad: E.L.U.

Como coeficientes parciales de seguridad de las acciones para las comprobaciones de los Estados Límite Últimos se han adoptado los valores reflejados en la tabla siguiente.

Tipo de acción	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente (γ_G)	1.00	1.35	1.00	1.00
Permanente no constante (γ_{G*})	1.00	1.50	1.00	1.00
Variable (γ_Q)	0.00	1.50	0.00	1.00
Accidental (γ_A)	- - -	- - -	1.00	1.00

6.4. Combinación de acciones: E.L.U.

Para las situaciones permanentes o transitorias se han comprobado las combinaciones definidas según la siguiente expresión:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j}\, G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j}\, G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1}\, Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i}\, \Psi_{0,i}\, Q_{k,i}$$

$G_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes.
$G^*_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante.
$Q_{k,1}$	Valor característico de la acción variable determinante.
$\Psi_{0,i} Q_{k,i}$	Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes.

En cada combinación, por tanto, se han incluido las acciones permanentes, las acciones permanentes de valor no constante, una acción variable considerada como determinante, y el resto de acciones variables concomitantes.

Con estas combinaciones, que están especificadas en el anejo adjunto, se ha comprobado el estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (Artículo 42 EHE) y el estado límite de agotamiento frente a cortante (Artículo 44 EHE).

6.5. Coeficientes parciales de seguridad: E.L.S.

Como coeficientes parciales de seguridad de las acciones para las comprobaciones de los Estados Límite de Servicio se han adoptado los valores reflejados en la tabla siguiente.

Tipo de acción	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente (γ_G)	1.00	1.00
Permanente no constante (γ_{G*})	1.00	1.00
Variable (γ_Q)	0.00	1.00

6.6. Combinación de acciones: E.L.S.

Para las situaciones cuasipermanentes se han comprobado las combinaciones definidas según la siguiente expresión:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j}\, G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j}\, G^*_{k,j} + \sum_{i\geq 1} \gamma_{Q,i}\, \Psi_{2,i}\, Q_{k,i}$$

$G_{k,j}$ Valor característico de las acciones permanentes.
$G^*_{k,j}$ Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante.
$\Psi_{2,i} Q_{k,i}$ Valor representativo cuasipermanente de las acciones variables.

Con estas combinaciones, que están especificadas en el anejo adjunto, se ha verificado el estado límite de fisuración (Artículo 49 EHE) y el estado límite de deformación (Artículo 50 EHE).

7. OTRAS CONSIDERACIONES

En la realización de este anejo se ha prestado especial interés a los siguientes aspectos:

- Cumplimiento de las prescripciones relativas al anclaje y solape de las armaduras.
- Cumplimiento de las prescripciones relativas al anclaje de cercos y armadura de cortante según Eurocódigo 2 EN 1992-1-1:2003, que en su artículo 8.5. indica lo siguiente:

  El anclaje se considerará satisfactorio en su totalidad:

  - Si la curvatura del gancho o de la patilla se extiende a lo largo de una longitud recta no menor de:

  5Ø ó 50 mm si es continuación de un ángulo de 135º o más.

  10Ø ó 70 mm si es continuación de un ángulo de 90º.

  - Si cerca del final de una barra recta existen:

  o dos barras transversales soldadas.

  o una barra transversal soldada sencilla cuyo diámetro no sea menor de 1.4 veces el diámetro del cerco.

8. CLASIFICACIÓN Y MARCADO

Para la buena organización y colocación en obra, los marcos dispondrán de un marcado en su interior con las siguientes claves:

FORTE XX

Fabricante / Código planta (VI, OR, CH ...)

CE-08-XXX-8001977-XX-1035

Marcado CE (Organismo notificado / Planta Fabricación)

UNE-EN 14844

200 x 250

Anchura interior x Altura interior (cm)

dd/mm/aa

Fecha de fabricación

XX-xx

Lote de control - Código planta

ND XXX xx

Nº de anejo asignado por la Oficina Técnica / Año de su elaboración

ANEXO 1: LISTADOS DE CÁLCULO

MARCOS PREFABRICADOS V5.4/09e (1.04.2010)

Obra ..... LAV MADRID-FRANCIA. Tr.:La Sagrera-Nus de la Trinitat
Cliente ..... ISOLUX CORSÁN CORVIAM
Descripción ..... Marco Cerrado 2.00x2.50 18-19 C-5.00 (C Gravitatoria)

1. GEOMETRÍA

< Tipo de marco ..... CERRADO
< Luz horizontal ..... 2.00 m
< Luz vertical ..... 2.50 m
< Canto dintel y solera ..... 0.18 m
< Canto laterales ..... 0.19 m
< Cartela horizontal ..... 0.10 m
< Cartela vertical ..... 0.15 m
< Pendiente transversal ..... 0.00 %
< Longitud del marco ..... 1.90 m
< Peso del marco ..... 8.72 t

2. MONTAJE

2.1. Características del relleno

< Espesor del relleno ..... 4.95 m
< Espesor del firme ..... 0.05 m
< Ángulo de roz. del relleno ..... 30.00 º
< Peso específico del relleno ..... 2.00 t/m³
< Peso específico del firme ..... 2.40 t/m³
< Módulo de balasto ..... 2100 t/m²/m

2.2. Tipo de instalación

< MARCO ÚNICO
< CARGA GRAVITATORIA
(No se tiene en cuenta la teoría de Marston)
< Coef. de Marston 1.000
< Carga del relleno ..... 10.020 t/m²
< Coef. empuje ..... 0.500 (Reposo)

3. MATERIALES

3.1. Propiedades de los materiales

< Resistencia característica del hormigón ..... 30.0 N/mm²
< Límite elástico del acero ..... 500 N/mm²
< Distancia del paramento exterior al eje de la arm. ..... 3.5 cm
< Distancia del paramento interior al eje de la arm. ..... 3.5 cm

3.2. Coeficientes de ponderación

	E.L.U.	E.L.S.
< Coef de minoración del hormigón	1.50	1.00
< Coef de minoración del acero	1.15	1.00
< Coef de mayoración de ac. permanentes ctes	1.35	1.00
< Coef de mayoración de ac. permanentes no ctes	1.50	1.00
< Coef de mayoración de ac. variables	1.50	1.00

< Tipo de control durante la ejecución ..... INTENSO
< Ac. variables: Valor de combinación Ψ0 ..... 0.60
< Ac. variables: Valor cuasipermanente Ψ2 ..... 0.20

4. ACCIONES

4.1. Tipo de tráfico

< CARRETERAS (600 kN + 4 kN/m2)
< 1 vehículo
< Coef. de impacto 1.000

4.2. Otras acciones

< Sobrecarga uniforme ..... 0.00 t/m²
< Cota del nivel freático ..... 0.00 m (desde la solera)

4.3. Acciones durante el montaje

< Espesor del relleno ..... 0.40 m
< Número de ejes del compactador 1
< Carga por eje ..... 20.00 t
< Longitud del eje ..... 2.00 m
< Distancia entre ejes ..... 1.50 m
< Empuje lateral del compactador ..... 1 t/m²

5. COMBINACIONES DE ESFUERZOS

5.1. Estados límite últimos (E.L.U.)

C001) 1.35×Pp + 1.35×Am,1
C002) 1.35×Pp + 1.35×Am,2
C003) 1.35×Pp + 1.35×Am,3
C004) 1.35×Pp + 1.35×Am,4
C005) 1.35×Pp + 1.35×Am,5
C006) 1.35×Pp + 1.35×Am,6
C007) 1.35×Pp + 1.35×Am,7
C008) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r
C009) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r
C010) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r
C011) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ev,r
C012) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ev,r
C013) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_A
C014) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A
C015) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_B
C016) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B
C017) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 1.50×Ev,r
C018) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 1.50×Ev,r
C019) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ti-A
C020) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ti-A
C021) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ti-A
C022) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A
C023) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A
C024) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_A + 0.90×Ti-A
C025) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 0.90×Ti-A
C026) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_B + 0.90×Ti-A
C027) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 0.90×Ti-A
C028) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A
C029) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A
C030) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A
C031) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A
C032) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Qv_A + 1.50×Ti-A
C033) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_A + 1.50×Ti-A
C034) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Qv_B + 1.50×Ti-A
C035) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_B + 1.50×Ti-A
C036) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_A + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A
C037) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_B + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A

5.2. Estados límite de servicio (E.L.S.)

C001) 1.00×Pp + 0.20×Am,1
C002) 1.00×Pp + 0.20×Am,2
C003) 1.00×Pp + 0.20×Am,3
C004) 1.00×Pp + 0.20×Am,4
C005) 1.00×Pp + 0.20×Am,5
C006) 1.00×Pp + 0.20×Am,6
C007) 1.00×Pp + 0.20×Am,7
C008) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r
C009) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ev,r
C010) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A

C011) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B
C012) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r
C013) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r
C014) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ti-A
C015) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C016) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A
C017) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A
C018) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C019) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A

5.3. Hipótesis simples

Pp ..... Peso propio del marco prefabricado
Cr ..... Peso del relleno que gravita sobre el dintel
Er,r ..... Empuje horizontal de tierras sobre los laterales (reposo)
Qv_A..... Cargas sobre el dintel debidas a las sobrecargas (carro centrado)
Qv_B..... Cargas sobre el dintel debidas a las sobrecargas (carro desplazado)
Ev,r..... Empuje horizontal de las sobrecargas sobre los laterales (reposo)
Ti-A..... Acciones debidas al tráfico y/o a la presencia de agua en el interior
Am,1 ..... Terraplenado: 1/2 H + Compactador (izq) --- 1/2 H - 0.50 m (der)
Am,2 ..... Terraplenado: 1/2 H - 0.50 m (izq) --- 1/2 H + Compactador (der)
Am,3 ..... Terraplenado: H + Compactador (izq) --- H - 0.50 m (der)
Am,4 ..... Terraplenado: H - 0.50 m (izq) --- H + Compactador (der)
Am,5 ..... Terraplenado: H + T + Compactador (izquierda)
Am,6 ..... Terraplenado: H + T + Compactador (derecha)
Am,7 ..... Terraplenado: H + T + Compactador (centrado)

6. OPCIONES DE CÁLCULO

< Peso específico del hormigón armado ..... 2.50 t/m³
< Incremento de peso de la armadura por despuntes ..... 5.0 %
< Inclinación de los estribos de cortante ..... 45.0 º
< Tensión máxima en las barras comprimidas ..... 400 N/mm²
< Armadura de reparto respecto a la principal ..... 20.0 %
< Cuantía geométrica mínima arm de reparto ..... 0.18 % de Ac
< Cuantía geométrica mínima arm long (laterales) ..... 0.18 % de Ac
< Cuantía geométrica mínima arm long (dintel/solera) ..... 0.18 % de Ac
< Cuantía mecánica mínima arm de tracción ..... 4.00 % de Uc

7. CRITERIOS DE ARMADO

< Armadura longitudinal según cuantía en dintel y solera
< Armadura longitudinal interior de refuerzo en dintel y solera
< Ref. interior distribuido en una capa de igual longitud
< Armadura longitudinal interior sin refuerzo en los laterales
< Escuadra de refuerzo exterior en las esquinas
< Escuadra de refuerzo exterior según cuantía en dintel y solera
< Longitud horizontal/vertical de la escuadra según cálculo
< Armadura de montaje (Mallazos arbitrarios)
< Armadura de cortante según cuantía en dintel y solera
< Armadura exterior de dintel y solera anclada a L/4
< Armadura exterior del lateral anclada a L/4

8. ESFUERZOS Y CUANTÍAS POR COMBINACIÓN

1.35×Pp + 1.35×Am,1

COMB 001	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-0.06	-0.06	13.64	13.64	-1.22	0.00
	1/8 L	-0.06	0.20	13.64	13.64	-0.76	0.00
	1/4 L	-0.06	0.37	13.64	13.64	-0.44	0.00
	3/8 L	-0.06	0.45	13.64	13.64	-0.13	0.00
	1/2 L	-0.06	0.44	13.64	13.64	0.19	0.00
LATERAL	1 L	-1.22	-0.06	14.40	14.40	0.06	0.00
	7/8 L	-1.73	-0.04	14.40	14.40	0.06	0.00
	3/4 L	-2.14	-0.02	14.40	14.40	0.06	0.00
	5/8 L	-2.55	0.00	14.40	14.40	0.06	0.00
	1/2 L	-2.95	0.02	14.40	14.40	0.06	0.00
	3/8 L	-3.36	-0.04	14.40	14.40	-0.51	0.00
	1/4 L	-3.77	-0.35	14.40	14.40	-1.37	0.00
	1/8 L	-4.18	-0.99	14.40	14.40	-2.52	0.00
	0 L	-4.69	-2.07	14.40	14.40	-3.96	0.00
SOLERA	0 L	-0.88	-2.07	13.64	13.64	-4.17	0.00
	1/8 L	-0.88	-0.95	13.64	13.64	-3.19	0.00
	1/4 L	-0.88	-0.04	13.64	13.64	-2.31	0.00
	3/8 L	-0.88	0.64	13.64	13.64	-1.35	0.00
	1/2 L	-0.88	1.05	13.64	13.64	-0.29	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,2

COMB 002	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-0.06	-0.47	13.64	13.64	-1.59	0.00
	1/8 L	-0.06	-0.11	13.64	13.64	-1.14	0.00
	1/4 L	-0.06	0.16	13.64	13.64	-0.82	0.00
	3/8 L	-0.06	0.34	13.64	13.64	-0.50	0.00
	1/2 L	-0.06	0.44	13.64	13.64	-0.19	0.00
LATERAL	1 L	-1.59	-0.47	14.40	14.40	0.06	0.00
	7/8 L	-2.10	-0.45	14.40	14.40	0.06	0.00
	3/4 L	-2.51	-0.43	14.40	14.40	0.06	0.00
	5/8 L	-2.92	-0.41	14.40	14.40	0.06	0.00
	1/2 L	-3.33	-0.39	14.40	14.40	0.06	0.00
	3/8 L	-3.74	-0.37	14.40	14.40	0.06	0.00
	1/4 L	-4.15	-0.35	14.40	14.40	-0.01	0.00
	1/8 L	-4.55	-0.40	14.40	14.40	-0.30	0.00
	0 L	-5.07	-0.59	14.40	14.40	-0.88	0.00
SOLERA	0 L	-0.88	-0.59	13.64	13.64	-4.00	0.00
	1/8 L	-0.88	0.40	13.64	13.64	-1.92	0.00
	1/4 L	-0.88	0.97	13.64	13.64	-0.58	0.00
	3/8 L	-0.88	1.17	13.64	13.64	0.61	0.00
	1/2 L	-0.88	1.05	13.64	13.64	1.67	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,3

COMB 003	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-2.78	0.37	13.64	13.64	-0.04	0.00
	1/8 L	-2.78	0.31	13.64	13.64	0.42	0.00
	1/4 L	-2.78	0.16	13.64	13.64	0.73	0.00
	3/8 L	-2.78	-0.09	13.64	13.64	1.05	0.00
	1/2 L	-2.78	-0.42	13.64	13.64	1.37	0.00
LATERAL	1 L	-0.04	0.37	14.40	14.40	2.78	0.00
	7/8 L	-0.55	1.22	14.40	14.40	2.21	0.00
	3/4 L	-0.96	1.82	14.40	14.78	1.34	0.00
	5/8 L	-1.37	2.09	14.40	16.43	0.19	0.00
	1/2 L	-1.78	1.92	14.40	14.96	-1.24	0.00
	3/8 L	-2.18	1.22	14.40	14.40	-2.97	0.00
	1/4 L	-2.59	-0.10	14.40	14.40	-4.98	0.00
	1/8 L	-3.00	-2.15	15.82	14.40	-7.28	0.00
	0 L	-3.51	-5.01	25.97	14.40	-9.87	0.00
SOLERA	0 L	-3.35	-5.01	27.81	13.64	-3.98	0.00
	1/8 L	-3.35	-3.80	26.28	13.64	-4.93	0.00
	1/4 L	-3.35	-2.41	18.35	13.64	-4.83	0.00
	3/8 L	-3.35	-1.04	13.64	13.64	-4.19	0.00
	1/2 L	-3.35	0.15	13.64	13.64	-3.05	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,4

COMB 004	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-2.78	-2.62	16.61	13.64	-2.77	0.00
	1/8 L	-2.78	-1.93	15.22	13.64	-2.31	0.00
	1/4 L	-2.78	-1.34	13.64	13.64	-2.00	0.00
	3/8 L	-2.78	-0.84	13.64	13.64	-1.68	0.00
	1/2 L	-2.78	-0.42	13.64	13.64	-1.37	0.00
LATERAL	1 L	-2.77	-2.62	15.49	14.40	2.78	0.00
	7/8 L	-3.28	-1.69	14.40	14.40	2.78	0.00
	3/4 L	-3.69	-0.76	14.40	14.40	2.71	0.00
	5/8 L	-4.10	0.10	14.40	14.40	2.42	0.00
	1/2 L	-4.51	0.82	14.40	14.40	1.84	0.00
	3/8 L	-4.92	1.30	14.40	14.40	0.97	0.00
	1/4 L	-5.32	1.44	14.40	14.40	-0.18	0.00
	1/8 L	-5.73	1.15	14.40	14.40	-1.62	0.00
	0 L	-6.25	0.32	14.40	14.40	-3.35	0.00
SOLERA	0 L	-3.35	0.32	13.64	13.64	-4.32	0.00
	1/8 L	-3.35	1.27	13.64	13.64	-0.49	0.00
	1/4 L	-3.35	1.45	13.64	13.64	1.71	0.00
	3/8 L	-3.35	1.02	13.64	13.64	3.36	0.00
	1/2 L	-3.35	0.15	13.64	13.64	4.51	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,5

COMB 005	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-5.55	-1.87	13.64	13.64	-3.34	0.00
	1/8 L	-5.55	-1.10	13.64	13.64	-2.32	0.00
	1/4 L	-5.55	-0.58	13.64	13.64	-1.45	0.00
	3/8 L	-5.55	-0.31	13.64	13.64	-0.57	0.00
	1/2 L	-5.55	-0.27	13.64	13.64	0.31	0.00
LATERAL	1 L	-3.34	-1.87	14.40	14.40	5.55	0.00
	7/8 L	-3.85	-0.17	14.40	14.40	4.56	0.00
	3/4 L	-4.26	1.15	14.40	14.40	3.28	0.00
	5/8 L	-4.67	2.00	14.40	14.40	1.70	0.00
	1/2 L	-5.08	2.27	14.40	15.31	-0.15	0.00
	3/8 L	-5.49	1.86	14.40	14.40	-2.30	0.00
	1/4 L	-5.89	0.69	14.40	14.40	-4.73	0.00
	1/8 L	-6.30	-1.34	14.40	14.40	-7.46	0.00
	0 L	-6.82	-4.33	21.34	14.40	-10.46	0.00
SOLERA	0 L	-10.46	-4.33	19.99	13.64	-6.21	0.00
	1/8 L	-10.46	-2.68	16.01	13.64	-4.83	0.00
	1/4 L	-10.46	-1.32	13.64	13.64	-3.48	0.00
	3/8 L	-10.46	-0.32	13.64	13.64	-1.97	0.00
	1/2 L	-10.46	0.26	13.64	13.64	-0.31	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,6

COMB 006	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-5.55	-2.55	13.64	13.64	-3.96	0.00
	1/8 L	-5.55	-1.61	13.64	13.64	-2.94	0.00
	1/4 L	-5.55	-0.92	13.64	13.64	-2.07	0.00
	3/8 L	-5.55	-0.48	13.64	13.64	-1.19	0.00
	1/2 L	-5.55	-0.27	13.64	13.64	-0.31	0.00
LATERAL	1 L	-3.96	-2.55	14.40	14.40	4.81	0.00
	7/8 L	-4.47	-1.02	14.40	14.40	4.24	0.00
	3/4 L	-4.88	0.27	14.40	14.40	3.39	0.00
	5/8 L	-5.29	1.22	14.40	14.40	2.25	0.00
	1/2 L	-5.70	1.74	14.40	14.40	0.82	0.00
	3/8 L	-6.11	1.74	14.40	14.40	-0.89	0.00
	1/4 L	-6.52	1.11	14.40	14.40	-2.90	0.00
	1/8 L	-6.92	-0.24	14.40	14.40	-5.19	0.00
	0 L	-7.44	-2.40	14.40	14.40	-7.77	0.00
SOLERA	0 L	-10.46	-2.40	13.64	13.64	-6.07	0.00
	1/8 L	-10.46	-0.90	13.64	13.64	-3.19	0.00
	1/4 L	-10.46	0.02	13.64	13.64	-1.20	0.00
	3/8 L	-10.46	0.39	13.64	13.64	0.63	0.00
	1/2 L	-10.46	0.26	13.64	13.64	2.29	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,7

COMB 007	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-4.96	-5.13	25.69	13.64	-14.10	0.00
	1/8 L	-4.96	-1.44	13.64	13.64	-12.83	0.00
	1/4 L	-4.96	1.86	13.64	13.64	-11.17	0.00
	3/8 L	-4.96	4.50	13.64	29.15	-7.61	0.00
	1/2 L	-4.96	5.62	13.64	37.59	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-14.10	-5.13	22.29	14.40	4.96	0.00
	7/8 L	-14.62	-3.55	18.51	14.40	4.39	0.00
	3/4 L	-15.02	-2.22	14.40	14.40	3.54	0.00
	5/8 L	-15.43	-1.22	14.40	14.40	2.40	0.00
	1/2 L	-15.84	-0.65	14.40	14.40	0.97	0.00
	3/8 L	-16.25	-0.60	14.40	14.40	-0.75	0.00
	1/4 L	-16.66	-1.18	14.40	14.40	-2.75	0.00
	1/8 L	-17.07	-2.48	14.40	14.40	-5.04	0.00
	0 L	-17.58	-4.59	17.15	14.40	-7.62	0.00
SOLERA	0 L	-7.62	-4.59	22.28	13.64	-15.13	0.00
	1/8 L	-7.62	-0.79	13.64	13.64	-9.54	0.00
	1/4 L	-7.62	1.87	13.64	13.64	-5.56	0.00
	3/8 L	-7.62	3.43	13.64	22.59	-1.73	0.00
	1/2 L	-7.62	3.95	13.64	25.35	2.04	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r

COMB 008	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-22.87	-12.44	44.31	13.64	-32.31	54.78
	1/8 L	-22.87	-4.71	23.04	13.64	-24.15	54.78
	1/4 L	-22.87	0.80	13.64	13.64	-16.10	0.00
	3/8 L	-22.87	4.10	13.64	19.08	-8.05	0.00
	1/2 L	-22.87	5.20	13.64	25.67	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-32.31	-12.44	48.41	14.40	22.87	0.00
	7/8 L	-32.69	-5.61	22.15	14.40	17.85	0.00
	3/4 L	-32.99	-0.52	14.40	14.40	12.51	0.00
	5/8 L	-33.29	2.74	14.40	14.40	6.85	0.00
	1/2 L	-33.60	4.04	14.40	14.40	0.87	0.00
	3/8 L	-33.90	3.28	14.40	14.40	-5.43	0.00
	1/4 L	-34.20	0.36	14.40	14.40	-12.05	0.00
	1/8 L	-34.50	-4.83	15.69	14.40	-18.99	0.00
	0 L	-34.88	-12.39	41.75	14.40	-26.25	0.00
SOLERA	0 L	-26.25	-12.39	42.80	13.64	-30.46	54.78
	1/8 L	-26.25	-4.76	21.74	13.64	-19.60	0.00
	1/4 L	-26.25	0.64	13.64	13.64	-11.59	0.00
	3/8 L	-26.25	3.84	13.64	15.11	-3.76	0.00
	1/2 L	-26.25	4.90	13.64	22.63	4.00	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r

COMB 009	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-15.07	-8.33	31.75	13.64	-22.25	0.00
	1/8 L	-15.07	-3.02	15.73	13.64	-16.58	0.00
	1/4 L	-15.07	0.76	13.64	13.64	-11.06	0.00
	3/8 L	-15.07	3.03	13.64	15.75	-5.53	0.00
	1/2 L	-15.07	3.78	13.64	21.09	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-22.25	-8.33	30.76	14.40	15.07	0.00
	7/8 L	-22.76	-3.84	15.55	14.40	11.72	0.00
	3/4 L	-23.17	-0.50	14.40	14.40	8.16	0.00
	5/8 L	-23.58	1.61	14.40	14.40	4.39	0.00
	1/2 L	-23.99	2.42	14.40	14.40	0.40	0.00
	3/8 L	-24.40	1.85	14.40	14.40	-3.80	0.00
	1/4 L	-24.80	-0.15	14.40	14.40	-8.21	0.00
	1/8 L	-25.21	-3.67	14.40	14.40	-12.83	0.00
	0 L	-25.73	-8.77	31.08	14.40	-17.67	0.00
SOLERA	0 L	-17.67	-8.77	31.97	13.64	-22.36	0.00
	1/8 L	-17.67	-3.15	15.08	13.64	-14.33	0.00
	1/4 L	-17.67	0.81	13.64	13.64	-8.44	0.00
	3/8 L	-17.67	3.17	13.64	15.18	-2.69	0.00
	1/2 L	-17.67	3.95	13.64	20.80	3.01	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r

COMB 010	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-22.78	-12.46	44.15	13.64	-32.67	54.78
	1/8 L	-22.78	-4.65	22.72	13.64	-24.40	54.78
	1/4 L	-22.78	0.91	13.64	13.64	-16.27	0.00
	3/8 L	-22.78	4.25	13.64	20.17	-8.13	0.00
	1/2 L	-22.78	5.37	13.64	26.47	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-32.67	-12.46	48.31	14.40	22.78	0.00
	7/8 L	-33.19	-5.66	22.22	14.40	17.76	0.00
	3/4 L	-33.60	-0.60	14.40	14.40	12.42	0.00
	5/8 L	-34.00	2.62	14.40	14.40	6.76	0.00
	1/2 L	-34.41	3.90	14.40	14.40	0.78	0.00
	3/8 L	-34.82	3.11	14.40	14.40	-5.52	0.00
	1/4 L	-35.23	0.16	14.40	14.40	-12.14	0.00
	1/8 L	-35.64	-5.06	16.75	14.40	-19.08	0.00
	0 L	-36.15	-12.66	42.85	14.40	-26.34	0.00
SOLERA	0 L	-26.34	-12.66	43.33	13.64	-31.52	54.78
	1/8 L	-26.34	-4.75	21.63	13.64	-20.25	0.00
	1/4 L	-26.34	0.84	13.64	13.64	-11.96	0.00
	3/8 L	-26.34	4.15	13.64	17.48	-3.86	0.00
	1/2 L	-26.34	5.25	13.64	24.57	4.17	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ev,r

COMB 011	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-17.06	-8.79	33.97	13.64	-21.89	0.00
	1/8 L	-17.06	-3.56	18.51	13.64	-16.34	0.00
	1/4 L	-17.06	0.17	13.64	13.64	-10.89	0.00
	3/8 L	-17.06	2.40	13.64	13.64	-5.45	0.00
	1/2 L	-17.06	3.15	13.64	15.42	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-21.89	-8.79	33.30	14.40	17.06	0.00
	7/8 L	-22.27	-3.71	14.87	14.40	13.23	0.00
	3/4 L	-22.57	0.06	14.40	14.40	9.20	0.00
	5/8 L	-22.87	2.43	14.40	14.40	4.95	0.00
	1/2 L	-23.17	3.35	14.40	14.40	0.48	0.00
	3/8 L	-23.48	2.73	14.40	14.40	-4.19	0.00
	1/4 L	-23.78	0.51	14.40	14.40	-9.08	0.00
	1/8 L	-24.08	-3.38	14.40	14.40	-14.19	0.00
	0 L	-24.46	-9.01	32.81	14.40	-19.50	0.00
SOLERA	0 L	-19.50	-9.01	33.63	13.64	-21.35	0.00
	1/8 L	-19.50	-3.65	17.77	13.64	-13.76	0.00
	1/4 L	-19.50	0.15	13.64	13.64	-8.13	0.00
	3/8 L	-19.50	2.40	13.64	13.64	-2.62	0.00
	1/2 L	-19.50	3.15	13.64	13.87	2.85	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ev,r

COMB 012	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-24.77	-12.91	46.50	13.64	-32.31	54.78
	1/8 L	-24.77	-5.19	24.87	13.64	-24.15	54.78
	1/4 L	-24.77	0.32	13.64	13.64	-16.10	0.00
	3/8 L	-24.77	3.63	13.64	14.30	-8.05	0.00
	1/2 L	-24.77	4.73	13.64	22.25	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-32.31	-12.91	47.36	14.40	24.77	0.00
	7/8 L	-32.69	-5.53	21.64	14.40	19.27	0.00
	3/4 L	-32.99	-0.04	14.40	14.40	13.45	0.00
	5/8 L	-33.29	3.45	14.40	14.40	7.32	0.00
	1/2 L	-33.60	4.83	14.40	16.25	0.86	0.00
	3/8 L	-33.90	3.99	14.40	14.40	-5.92	0.00
	1/4 L	-34.20	0.83	14.40	14.40	-13.01	0.00
	1/8 L	-34.50	-4.77	15.22	14.40	-20.43	0.00
	0 L	-34.88	-12.90	42.86	14.40	-28.17	0.00
SOLERA	0 L	-28.17	-12.90	45.03	13.64	-30.50	54.78
	1/8 L	-28.17	-5.25	23.80	13.64	-19.67	0.00
	1/4 L	-28.17	0.17	13.64	13.64	-11.65	0.00
	3/8 L	-28.17	3.39	13.64	13.64	-3.78	0.00
	1/2 L	-28.17	4.46	13.64	18.69	4.02	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_A

COMB 013	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-15.13	-9.11	33.07	13.64	-26.01	54.78
	1/8 L	-15.13	-2.90	14.67	13.64	-19.42	0.00
	1/4 L	-15.13	1.54	13.64	13.64	-12.96	0.00
	3/8 L	-15.13	4.20	13.64	23.53	-6.48	0.00
	1/2 L	-15.13	5.08	13.64	27.73	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-26.01	-9.11	33.20	14.40	15.13	0.00
	7/8 L	-26.52	-4.59	18.74	14.40	11.79	0.00
	3/4 L	-26.93	-1.23	14.40	14.40	8.23	0.00
	5/8 L	-27.34	0.90	14.40	14.40	4.45	0.00
	1/2 L	-27.75	1.73	14.40	14.40	0.47	0.00
	3/8 L	-28.15	1.19	14.40	14.40	-3.73	0.00
	1/4 L	-28.56	-0.80	14.40	14.40	-8.14	0.00
	1/8 L	-28.97	-4.30	15.08	14.40	-12.77	0.00
	0 L	-29.48	-9.38	32.57	14.40	-17.61	0.00
SOLERA	0 L	-17.61	-9.38	32.65	13.64	-25.61	0.00
	1/8 L	-17.61	-2.96	13.64	13.64	-16.35	0.00
	1/4 L	-17.61	1.56	13.64	13.64	-9.62	0.00
	3/8 L	-17.61	4.24	13.64	22.64	-3.08	0.00
	1/2 L	-17.61	5.12	13.64	27.12	3.39	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A

COMB 014	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-22.84	-13.23	45.48	13.64	-36.43	60.19
	1/8 L	-22.84	-4.52	21.90	13.64	-27.24	54.78
	1/4 L	-22.84	1.69	13.64	13.64	-18.17	0.00
	3/8 L	-22.84	5.42	13.64	26.69	-9.09	0.00
	1/2 L	-22.84	6.66	13.64	35.33	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-36.43	-13.23	51.08	14.40	22.84	0.00
	7/8 L	-36.95	-6.41	24.89	14.40	17.82	0.00
	3/4 L	-37.35	-1.33	14.40	14.40	12.48	0.00
	5/8 L	-37.76	1.91	14.40	14.40	6.82	0.00
	1/2 L	-38.17	3.21	14.40	14.40	0.84	0.00
	3/8 L	-38.58	2.44	14.40	14.40	-5.46	0.00
	1/4 L	-38.99	-0.49	14.40	14.40	-12.08	0.00
	1/8 L	-39.39	-5.68	19.15	14.40	-19.01	0.00
	0 L	-39.91	-13.26	45.31	14.40	-26.27	0.00
SOLERA	0 L	-26.27	-13.26	43.99	13.64	-34.76	54.78
	1/8 L	-26.27	-4.55	20.37	13.64	-22.26	0.00
	1/4 L	-26.27	1.58	13.64	13.64	-13.13	0.00
	3/8 L	-26.27	5.22	13.64	24.44	-4.24	0.00
	1/2 L	-26.27	6.43	13.64	31.52	4.56	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_B

COMB 015	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-15.13	-9.09	33.09	13.64	-25.91	54.78
	1/8 L	-15.13	-2.91	14.75	13.64	-19.37	0.00
	1/4 L	-15.13	1.52	13.64	13.64	-12.94	0.00
	3/8 L	-15.13	4.18	13.64	23.42	-6.49	0.00
	1/2 L	-15.13	5.07	13.64	27.68	-0.03	0.00
LATERAL	1 L	-25.91	-9.09	33.19	14.40	15.13	0.00
	7/8 L	-26.42	-4.58	18.72	14.40	11.78	0.00
	3/4 L	-26.83	-1.22	14.40	14.40	8.23	0.00
	5/8 L	-27.24	0.91	14.40	14.40	4.45	0.00
	1/2 L	-27.65	1.74	14.40	14.40	0.47	0.00
	3/8 L	-28.05	1.20	14.40	14.40	-3.73	0.00
	1/4 L	-28.46	-0.79	14.40	14.40	-8.15	0.00
	1/8 L	-28.87	-4.29	15.07	14.40	-12.77	0.00
	0 L	-29.38	-9.37	32.57	14.40	-17.61	0.00
SOLERA	0 L	-17.61	-9.37	32.67	13.64	-25.53	0.00
	1/8 L	-17.61	-2.96	13.64	13.64	-16.32	0.00
	1/4 L	-17.61	1.55	13.64	13.64	-9.61	0.00
	3/8 L	-17.61	4.22	13.64	22.54	-3.09	0.00
	1/2 L	-17.61	5.11	13.64	27.07	3.37	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B

COMB 016	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-22.84	-13.22	45.50	13.64	-36.33	59.84
	1/8 L	-22.84	-4.53	21.96	13.64	-27.18	54.78
	1/4 L	-22.84	1.67	13.64	13.64	-18.15	0.00
	3/8 L	-22.84	5.40	13.64	26.61	-9.10	0.00
	1/2 L	-22.84	6.65	13.64	35.22	-0.03	0.00
LATERAL	1 L	-36.33	-13.22	51.06	14.40	22.84	0.00
	7/8 L	-36.85	-6.40	24.87	14.40	17.82	0.00
	3/4 L	-37.25	-1.32	14.40	14.40	12.48	0.00
	5/8 L	-37.66	1.92	14.40	14.40	6.82	0.00
	1/2 L	-38.07	3.22	14.40	14.40	0.84	0.00
	3/8 L	-38.48	2.45	14.40	14.40	-5.46	0.00
	1/4 L	-38.89	-0.48	14.40	14.40	-12.08	0.00
	1/8 L	-39.29	-5.68	19.14	14.40	-19.02	0.00
	0 L	-39.81	-13.25	45.29	14.40	-26.27	0.00
SOLERA	0 L	-26.27	-13.25	44.00	13.64	-34.68	54.78
	1/8 L	-26.27	-4.56	20.42	13.64	-22.23	0.00
	1/4 L	-26.27	1.57	13.64	13.64	-13.13	0.00
	3/8 L	-26.27	5.21	13.64	24.35	-4.26	0.00
	1/2 L	-26.27	6.41	13.64	31.42	4.54	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 1.50×Ev,r

COMB 017	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-24.74	-13.71	47.70	13.64	-36.43	58.94
	1/8 L	-24.74	-5.00	23.86	13.64	-27.24	54.78
	1/4 L	-24.74	1.21	13.64	13.64	-18.17	0.00
	3/8 L	-24.74	4.95	13.64	23.55	-9.09	0.00
	1/2 L	-24.74	6.19	13.64	30.53	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-36.43	-13.71	53.66	14.40	24.74	0.00
	7/8 L	-36.95	-6.33	24.44	14.40	19.24	0.00
	3/4 L	-37.35	-0.85	14.40	14.40	13.42	0.00
	5/8 L	-37.76	2.63	14.40	14.40	7.29	0.00
	1/2 L	-38.17	4.00	14.40	14.40	0.83	0.00
	3/8 L	-38.58	3.15	14.40	14.40	-5.94	0.00
	1/4 L	-38.99	-0.02	14.40	14.40	-13.04	0.00
	1/8 L	-39.39	-5.62	18.72	14.40	-20.46	0.00
	0 L	-39.91	-13.76	46.42	14.40	-28.19	0.00
SOLERA	0 L	-28.19	-13.76	46.27	13.64	-34.79	54.78
	1/8 L	-28.19	-5.04	22.57	13.64	-22.34	0.00
	1/4 L	-28.19	1.12	13.64	13.64	-13.19	0.00
	3/8 L	-28.19	4.77	13.64	20.84	-4.26	0.00
	1/2 L	-28.19	5.98	13.64	27.39	4.58	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 1.50×Ev,r

COMB 018	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-24.74	-13.70	47.72	13.64	-36.33	58.59
	1/8 L	-24.74	-5.01	23.91	13.64	-27.18	54.78
	1/4 L	-24.74	1.20	13.64	13.64	-18.15	0.00
	3/8 L	-24.74	4.93	13.64	23.43	-9.10	0.00
	1/2 L	-24.74	6.17	13.64	30.41	-0.03	0.00
LATERAL	1 L	-36.33	-13.70	53.64	14.40	24.74	0.00
	7/8 L	-36.85	-6.32	24.43	14.40	19.24	0.00
	3/4 L	-37.25	-0.84	14.40	14.40	13.42	0.00
	5/8 L	-37.66	2.64	14.40	14.40	7.29	0.00
	1/2 L	-38.07	4.01	14.40	14.40	0.83	0.00
	3/8 L	-38.48	3.16	14.40	14.40	-5.95	0.00
	1/4 L	-38.89	-0.01	14.40	14.40	-13.04	0.00
	1/8 L	-39.29	-5.61	18.71	14.40	-20.46	0.00
	0 L	-39.81	-13.75	46.40	14.40	-28.19	0.00
SOLERA	0 L	-28.19	-13.75	46.29	13.64	-34.72	54.78
	1/8 L	-28.19	-5.05	22.62	13.64	-22.31	0.00
	1/4 L	-28.19	1.10	13.64	13.64	-13.19	0.00
	3/8 L	-28.19	4.75	13.64	20.73	-4.28	0.00
	1/2 L	-28.19	5.97	13.64	27.34	4.56	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ti-A

COMB 019	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-22.89	-12.45	44.38	13.64	-32.31	54.78
	1/8 L	-22.89	-4.73	23.11	13.64	-24.15	54.78
	1/4 L	-22.89	0.78	13.64	13.64	-16.10	0.00
	3/8 L	-22.89	4.09	13.64	18.97	-8.05	0.00
	1/2 L	-22.89	5.19	13.64	25.59	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-32.31	-12.45	48.50	14.40	22.89	0.00
	7/8 L	-32.69	-5.61	22.18	14.40	17.87	0.00
	3/4 L	-32.99	-0.51	14.40	14.40	12.54	0.00
	5/8 L	-33.29	2.75	14.40	14.40	6.88	0.00
	1/2 L	-33.60	4.06	14.40	14.40	0.90	0.00
	3/8 L	-33.90	3.31	14.40	14.40	-5.40	0.00
	1/4 L	-34.20	0.41	14.40	14.40	-12.02	0.00
	1/8 L	-34.50	-4.78	15.29	14.40	-18.96	0.00
	0 L	-34.88	-12.33	41.38	14.40	-26.22	0.00
SOLERA	0 L	-26.22	-12.33	42.61	13.64	-30.30	54.78
	1/8 L	-26.22	-4.75	21.69	13.64	-19.25	0.00
	1/4 L	-26.22	0.61	13.64	13.64	-11.31	0.00
	3/8 L	-26.22	3.79	13.64	14.69	-3.54	0.00
	1/2 L	-26.22	4.84	13.64	22.26	4.16	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ti-A

COMB 020	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-15.10	-8.35	31.83	13.64	-22.25	0.00
	1/8 L	-15.10	-3.04	15.82	13.64	-16.58	0.00
	1/4 L	-15.10	0.74	13.64	13.64	-11.06	0.00
	3/8 L	-15.10	3.01	13.64	15.63	-5.53	0.00
	1/2 L	-15.10	3.77	13.64	20.99	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-22.25	-8.35	30.84	14.40	15.10	0.00
	7/8 L	-22.76	-3.84	15.58	14.40	11.75	0.00
	3/4 L	-23.17	-0.50	14.40	14.40	8.19	0.00
	5/8 L	-23.58	1.62	14.40	14.40	4.42	0.00
	1/2 L	-23.99	2.44	14.40	14.40	0.43	0.00
	3/8 L	-24.40	1.89	14.40	14.40	-3.77	0.00
	1/4 L	-24.80	-0.11	14.40	14.40	-8.18	0.00
	1/8 L	-25.21	-3.62	14.40	14.40	-12.81	0.00
	0 L	-25.73	-8.71	30.72	14.40	-17.64	0.00
SOLERA	0 L	-17.64	-8.71	31.78	13.64	-22.20	0.00
	1/8 L	-17.64	-3.14	15.02	13.64	-13.99	0.00
	1/4 L	-17.64	0.78	13.64	13.64	-8.16	0.00
	3/8 L	-17.64	3.11	13.64	14.77	-2.47	0.00
	1/2 L	-17.64	3.88	13.64	20.41	3.17	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ti-A

COMB 021	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-22.80	-12.47	44.23	13.64	-32.67	54.78
	1/8 L	-22.80	-4.67	22.79	13.64	-24.40	54.78
	1/4 L	-22.80	0.90	13.64	13.64	-16.27	0.00
	3/8 L	-22.80	4.24	13.64	20.06	-8.13	0.00
	1/2 L	-22.80	5.35	13.64	26.39	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-32.67	-12.47	48.39	14.40	22.80	0.00
	7/8 L	-33.19	-5.66	22.24	14.40	17.79	0.00
	3/4 L	-33.60	-0.59	14.40	14.40	12.45	0.00
	5/8 L	-34.00	2.64	14.40	14.40	6.79	0.00
	1/2 L	-34.41	3.92	14.40	14.40	0.81	0.00
	3/8 L	-34.82	3.14	14.40	14.40	-5.49	0.00
	1/4 L	-35.23	0.20	14.40	14.40	-12.11	0.00
	1/8 L	-35.64	-5.01	16.36	14.40	-19.05	0.00
	0 L	-36.15	-12.59	42.47	14.40	-26.31	0.00
SOLERA	0 L	-26.31	-12.59	43.15	13.64	-31.35	54.78
	1/8 L	-26.31	-4.74	21.59	13.64	-19.90	0.00
	1/4 L	-26.31	0.80	13.64	13.64	-11.68	0.00
	3/8 L	-26.31	4.10	13.64	17.08	-3.63	0.00
	1/2 L	-26.31	5.19	13.64	24.24	4.34	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A

COMB 022	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-17.08	-8.80	34.02	13.64	-21.89	0.00
	1/8 L	-17.08	-3.57	18.56	13.64	-16.34	0.00
	1/4 L	-17.08	0.16	13.64	13.64	-10.89	0.00
	3/8 L	-17.08	2.39	13.64	13.64	-5.45	0.00
	1/2 L	-17.08	3.14	13.64	15.34	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-21.89	-8.80	33.35	14.40	17.08	0.00
	7/8 L	-22.27	-3.71	14.89	14.40	13.25	0.00
	3/4 L	-22.57	0.06	14.40	14.40	9.21	0.00
	5/8 L	-22.87	2.44	14.40	14.40	4.96	0.00
	1/2 L	-23.17	3.36	14.40	14.40	0.50	0.00
	3/8 L	-23.48	2.75	14.40	14.40	-4.18	0.00
	1/4 L	-23.78	0.54	14.40	14.40	-9.07	0.00
	1/8 L	-24.08	-3.35	14.40	14.40	-14.17	0.00
	0 L	-24.46	-8.98	32.59	14.40	-19.49	0.00
SOLERA	0 L	-19.49	-8.98	33.52	13.64	-21.25	0.00
	1/8 L	-19.49	-3.65	17.74	13.64	-13.55	0.00
	1/4 L	-19.49	0.13	13.64	13.64	-7.96	0.00
	3/8 L	-19.49	2.37	13.64	13.64	-2.48	0.00
	1/2 L	-19.49	3.12	13.64	13.64	2.95	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A

COMB 023	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-24.78	-12.92	46.54	13.64	-32.31	54.78
	1/8 L	-24.78	-5.20	24.91	13.64	-24.15	54.78
	1/4 L	-24.78	0.31	13.64	13.64	-16.10	0.00
	3/8 L	-24.78	3.62	13.64	14.22	-8.05	0.00
	1/2 L	-24.78	4.72	13.64	22.19	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-32.31	-12.92	47.40	14.40	24.78	0.00
	7/8 L	-32.69	-5.53	21.66	14.40	19.29	0.00
	3/4 L	-32.99	-0.04	14.40	14.40	13.47	0.00
	5/8 L	-33.29	3.46	14.40	14.40	7.33	0.00
	1/2 L	-33.60	4.84	14.40	16.36	0.88	0.00
	3/8 L	-33.90	4.01	14.40	14.40	-5.90	0.00
	1/4 L	-34.20	0.85	14.40	14.40	-13.00	0.00
	1/8 L	-34.50	-4.74	14.97	14.40	-20.41	0.00
	0 L	-34.88	-12.86	42.64	14.40	-28.15	0.00
SOLERA	0 L	-28.15	-12.86	44.92	13.64	-30.40	54.78
	1/8 L	-28.15	-5.24	23.78	13.64	-19.47	0.00
	1/4 L	-28.15	0.15	13.64	13.64	-11.48	0.00
	3/8 L	-28.15	3.36	13.64	13.64	-3.65	0.00
	1/2 L	-28.15	4.42	13.64	18.42	4.12	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_A + 0.90×Ti-A

COMB 024	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-15.15	-9.11	33.12	13.64	-26.01	54.78
	1/8 L	-15.15	-2.90	14.73	13.64	-19.42	0.00
	1/4 L	-15.15	1.53	13.64	13.64	-12.96	0.00
	3/8 L	-15.15	4.19	13.64	23.47	-6.48	0.00
	1/2 L	-15.15	5.08	13.64	27.70	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-26.01	-9.11	33.25	14.40	15.15	0.00
	7/8 L	-26.52	-4.59	18.76	14.40	11.80	0.00
	3/4 L	-26.93	-1.23	14.40	14.40	8.24	0.00
	5/8 L	-27.34	0.90	14.40	14.40	4.47	0.00
	1/2 L	-27.75	1.74	14.40	14.40	0.48	0.00
	3/8 L	-28.15	1.21	14.40	14.40	-3.72	0.00
	1/4 L	-28.56	-0.77	14.40	14.40	-8.13	0.00
	1/8 L	-28.97	-4.26	14.84	14.40	-12.75	0.00
	0 L	-29.48	-9.34	32.36	14.40	-17.59	0.00
SOLERA	0 L	-17.59	-9.34	32.54	13.64	-25.51	0.00
	1/8 L	-17.59	-2.95	13.64	13.64	-16.14	0.00
	1/4 L	-17.59	1.54	13.64	13.64	-9.45	0.00
	3/8 L	-17.59	4.21	13.64	22.45	-2.94	0.00
	1/2 L	-17.59	5.09	13.64	26.97	3.49	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 0.90×Ti-A

COMB 025	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-22.86	-13.24	45.53	13.64	-36.43	60.18
	1/8 L	-22.86	-4.53	21.95	13.64	-27.24	54.78
	1/4 L	-22.86	1.68	13.64	13.64	-18.17	0.00
	3/8 L	-22.86	5.41	13.64	26.65	-9.09	0.00
	1/2 L	-22.86	6.66	13.64	35.26	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-36.43	-13.24	51.13	14.40	22.86	0.00
	7/8 L	-36.95	-6.42	24.91	14.40	17.84	0.00
	3/4 L	-37.35	-1.33	14.40	14.40	12.50	0.00
	5/8 L	-37.76	1.92	14.40	14.40	6.84	0.00
	1/2 L	-38.17	3.22	14.40	14.40	0.86	0.00
	3/8 L	-38.58	2.46	14.40	14.40	-5.44	0.00
	1/4 L	-38.99	-0.46	14.40	14.40	-12.06	0.00
	1/8 L	-39.39	-5.65	18.93	14.40	-19.00	0.00
	0 L	-39.91	-13.22	45.08	14.40	-26.26	0.00
SOLERA	0 L	-26.26	-13.22	43.88	13.64	-34.66	54.78
	1/8 L	-26.26	-4.55	20.34	13.64	-22.06	0.00
	1/4 L	-26.26	1.57	13.64	13.64	-12.96	0.00
	3/8 L	-26.26	5.19	13.64	24.27	-4.11	0.00
	1/2 L	-26.26	6.39	13.64	31.23	4.66	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_B + 0.90×Ti-A

COMB 026	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-15.15	-9.10	33.13	13.64	-25.91	54.78
	1/8 L	-15.15	-2.91	14.80	13.64	-19.37	0.00
	1/4 L	-15.15	1.51	13.64	13.64	-12.94	0.00
	3/8 L	-15.15	4.17	13.64	23.36	-6.49	0.00
	1/2 L	-15.15	5.06	13.64	27.64	-0.03	0.00
LATERAL	1 L	-25.91	-9.10	33.23	14.40	15.15	0.00
	7/8 L	-26.42	-4.58	18.74	14.40	11.80	0.00
	3/4 L	-26.83	-1.22	14.40	14.40	8.24	0.00
	5/8 L	-27.24	0.92	14.40	14.40	4.47	0.00
	1/2 L	-27.65	1.75	14.40	14.40	0.48	0.00
	3/8 L	-28.05	1.22	14.40	14.40	-3.72	0.00
	1/4 L	-28.46	-0.76	14.40	14.40	-8.13	0.00
	1/8 L	-28.87	-4.25	14.83	14.40	-12.75	0.00
	0 L	-29.38	-9.33	32.36	14.40	-17.59	0.00
SOLERA	0 L	-17.59	-9.33	32.55	13.64	-25.43	0.00
	1/8 L	-17.59	-2.96	13.64	13.64	-16.11	0.00
	1/4 L	-17.59	1.53	13.64	13.64	-9.44	0.00
	3/8 L	-17.59	4.19	13.64	22.35	-2.96	0.00
	1/2 L	-17.59	5.07	13.64	26.91	3.47	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 0.90×Ti-A

COMB 027	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-22.86	-13.23	45.54	13.64	-36.33	59.83
	1/8 L	-22.86	-4.54	22.01	13.64	-27.18	54.78
	1/4 L	-22.86	1.66	13.64	13.64	-18.15	0.00
	3/8 L	-22.86	5.39	13.64	26.56	-9.10	0.00
	1/2 L	-22.86	6.64	13.64	35.14	-0.03	0.00
LATERAL	1 L	-36.33	-13.23	51.11	14.40	22.86	0.00
	7/8 L	-36.85	-6.40	24.89	14.40	17.84	0.00
	3/4 L	-37.25	-1.31	14.40	14.40	12.50	0.00
	5/8 L	-37.66	1.93	14.40	14.40	6.84	0.00
	1/2 L	-38.07	3.23	14.40	14.40	0.86	0.00
	3/8 L	-38.48	2.47	14.40	14.40	-5.44	0.00
	1/4 L	-38.89	-0.45	14.40	14.40	-12.06	0.00
	1/8 L	-39.29	-5.64	18.92	14.40	-19.00	0.00
	0 L	-39.81	-13.22	45.06	14.40	-26.26	0.00
SOLERA	0 L	-26.26	-13.22	43.90	13.64	-34.58	54.78
	1/8 L	-26.26	-4.56	20.39	13.64	-22.03	0.00
	1/4 L	-26.26	1.55	13.64	13.64	-12.96	0.00
	3/8 L	-26.26	5.17	13.64	24.18	-4.12	0.00
	1/2 L	-26.26	6.38	13.64	31.13	4.64	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A

COMB 028	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-24.76	-13.72	47.75	13.64	-36.43	58.93
	1/8 L	-24.76	-5.01	23.90	13.64	-27.24	54.78
	1/4 L	-24.76	1.21	13.64	13.64	-18.17	0.00
	3/8 L	-24.76	4.94	13.64	23.49	-9.09	0.00
	1/2 L	-24.76	6.18	13.64	30.45	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-36.43	-13.72	53.71	14.40	24.76	0.00
	7/8 L	-36.95	-6.33	24.46	14.40	19.26	0.00
	3/4 L	-37.35	-0.85	14.40	14.40	13.44	0.00
	5/8 L	-37.76	2.64	14.40	14.40	7.31	0.00
	1/2 L	-38.17	4.01	14.40	14.40	0.85	0.00
	3/8 L	-38.58	3.17	14.40	14.40	-5.93	0.00
	1/4 L	-38.99	0.00	14.40	14.40	-13.02	0.00
	1/8 L	-39.39	-5.59	18.50	14.40	-20.44	0.00
	0 L	-39.91	-13.73	46.19	14.40	-28.18	0.00
SOLERA	0 L	-28.18	-13.73	46.16	13.64	-34.69	54.78
	1/8 L	-28.18	-5.04	22.54	13.64	-22.13	0.00
	1/4 L	-28.18	1.10	13.64	13.64	-13.02	0.00
	3/8 L	-28.18	4.74	13.64	20.63	-4.13	0.00
	1/2 L	-28.18	5.94	13.64	27.24	4.68	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A

COMB 029	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-24.75	-13.70	47.77	13.64	-36.33	58.58
	1/8 L	-24.75	-5.02	23.95	13.64	-27.18	54.78
	1/4 L	-24.75	1.19	13.64	13.64	-18.15	0.00
	3/8 L	-24.75	4.92	13.64	23.38	-9.10	0.00
	1/2 L	-24.75	6.17	13.64	30.34	-0.03	0.00
LATERAL	1 L	-36.33	-13.70	53.69	14.40	24.75	0.00
	7/8 L	-36.85	-6.32	24.44	14.40	19.26	0.00
	3/4 L	-37.25	-0.84	14.40	14.40	13.44	0.00
	5/8 L	-37.66	2.65	14.40	14.40	7.30	0.00
	1/2 L	-38.07	4.02	14.40	14.40	0.85	0.00
	3/8 L	-38.48	3.18	14.40	14.40	-5.93	0.00
	1/4 L	-38.89	0.01	14.40	14.40	-13.02	0.00
	1/8 L	-39.29	-5.58	18.49	14.40	-20.44	0.00
	0 L	-39.81	-13.72	46.17	14.40	-28.18	0.00
SOLERA	0 L	-28.18	-13.72	46.17	13.64	-34.62	54.78
	1/8 L	-28.18	-5.04	22.59	13.64	-22.10	0.00
	1/4 L	-28.18	1.08	13.64	13.64	-13.02	0.00
	3/8 L	-28.18	4.72	13.64	20.52	-4.14	0.00
	1/2 L	-28.18	5.93	13.64	27.18	4.66	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A

COMB 030	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-16.33	-8.61	33.22	13.64	-21.89	0.00
	1/8 L	-16.33	-3.38	17.67	13.64	-16.34	0.00
	1/4 L	-16.33	0.34	13.64	13.64	-10.89	0.00
	3/8 L	-16.33	2.58	13.64	13.64	-5.45	0.00
	1/2 L	-16.33	3.32	13.64	17.22	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-21.89	-8.61	32.41	14.40	16.33	0.00
	7/8 L	-22.27	-3.74	15.15	14.40	12.69	0.00
	3/4 L	-22.57	-0.13	14.40	14.40	8.85	0.00
	5/8 L	-22.87	2.16	14.40	14.40	4.79	0.00
	1/2 L	-23.17	3.05	14.40	14.40	0.52	0.00
	3/8 L	-23.48	2.48	14.40	14.40	-3.97	0.00
	1/4 L	-23.78	0.37	14.40	14.40	-8.67	0.00
	1/8 L	-24.08	-3.35	14.40	14.40	-13.58	0.00
	0 L	-24.46	-8.75	31.42	14.40	-18.71	0.00
SOLERA	0 L	-18.71	-8.75	32.56	13.64	-21.16	0.00
	1/8 L	-18.71	-3.45	16.72	13.64	-13.39	0.00
	1/4 L	-18.71	0.30	13.64	13.64	-7.83	0.00
	3/8 L	-18.71	2.53	13.64	13.64	-2.39	0.00
	1/2 L	-18.71	3.27	13.64	15.33	3.01	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A

COMB 031	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-24.03	-12.74	45.68	13.64	-32.31	54.78
	1/8 L	-24.03	-5.01	24.23	13.64	-24.15	54.78
	1/4 L	-24.03	0.50	13.64	13.64	-16.10	0.00
	3/8 L	-24.03	3.80	13.64	16.18	-8.05	0.00
	1/2 L	-24.03	4.90	13.64	23.62	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-32.31	-12.74	47.05	14.40	24.03	0.00
	7/8 L	-32.69	-5.56	21.87	14.40	18.73	0.00
	3/4 L	-32.99	-0.22	14.40	14.40	13.10	0.00
	5/8 L	-33.29	3.18	14.40	14.40	7.16	0.00
	1/2 L	-33.60	4.53	14.40	14.40	0.89	0.00
	3/8 L	-33.90	3.74	14.40	14.40	-5.69	0.00
	1/4 L	-34.20	0.68	14.40	14.40	-12.60	0.00
	1/8 L	-34.50	-4.74	15.00	14.40	-19.82	0.00
	0 L	-34.88	-12.63	42.04	14.40	-27.37	0.00
SOLERA	0 L	-27.37	-12.63	43.95	13.64	-30.32	54.78
	1/8 L	-27.37	-5.04	22.96	13.64	-19.30	0.00
	1/4 L	-27.37	0.32	13.64	13.64	-11.35	0.00
	3/8 L	-27.37	3.52	13.64	13.64	-3.55	0.00
	1/2 L	-27.37	4.57	13.64	19.94	4.18	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Qv_A + 1.50×Ti-A

COMB 032	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-15.13	-8.81	32.62	13.64	-24.50	0.00
	1/8 L	-15.13	-2.96	15.19	13.64	-18.29	0.00
	1/4 L	-15.13	1.21	13.64	13.64	-12.20	0.00
	3/8 L	-15.13	3.72	13.64	20.61	-6.10	0.00
	1/2 L	-15.13	4.55	13.64	25.39	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-24.50	-8.81	32.29	14.40	15.13	0.00
	7/8 L	-25.02	-4.29	17.52	14.40	11.79	0.00
	3/4 L	-25.43	-0.94	14.40	14.40	8.23	0.00
	5/8 L	-25.83	1.19	14.40	14.40	4.46	0.00
	1/2 L	-26.24	2.03	14.40	14.40	0.47	0.00
	3/8 L	-26.65	1.49	14.40	14.40	-3.73	0.00
	1/4 L	-27.06	-0.50	14.40	14.40	-8.14	0.00
	1/8 L	-27.47	-3.99	14.40	14.40	-12.77	0.00
	0 L	-27.98	-9.07	31.61	14.40	-17.61	0.00
SOLERA	0 L	-17.61	-9.07	32.19	13.64	-24.14	0.00
	1/8 L	-17.61	-3.03	14.09	13.64	-15.20	0.00
	1/4 L	-17.61	1.23	13.64	13.64	-8.86	0.00
	3/8 L	-17.61	3.75	13.64	19.56	-2.70	0.00
	1/2 L	-17.61	4.59	13.64	24.61	3.40	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_A + 1.50×Ti-A

COMB 033	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-22.84	-12.94	45.01	13.64	-34.93	54.78
	1/8 L	-22.84	-4.59	22.31	13.64	-26.10	54.78
	1/4 L	-22.84	1.37	13.64	13.64	-17.41	0.00
	3/8 L	-22.84	4.94	13.64	24.32	-8.71	0.00
	1/2 L	-22.84	6.13	13.64	31.16	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-34.93	-12.94	50.04	14.40	22.84	0.00
	7/8 L	-35.44	-6.12	23.88	14.40	17.82	0.00
	3/4 L	-35.85	-1.03	14.40	14.40	12.48	0.00
	5/8 L	-36.26	2.21	14.40	14.40	6.82	0.00
	1/2 L	-36.67	3.51	14.40	14.40	0.84	0.00
	3/8 L	-37.07	2.74	14.40	14.40	-5.45	0.00
	1/4 L	-37.48	-0.18	14.40	14.40	-12.07	0.00
	1/8 L	-37.89	-5.38	17.83	14.40	-19.01	0.00
	0 L	-38.40	-12.96	43.94	14.40	-26.27	0.00
SOLERA	0 L	-26.27	-12.96	43.54	13.64	-33.30	54.78
	1/8 L	-26.27	-4.62	20.83	13.64	-21.11	0.00
	1/4 L	-26.27	1.25	13.64	13.64	-12.38	0.00
	3/8 L	-26.27	4.74	13.64	21.60	-3.86	0.00
	1/2 L	-26.27	5.89	13.64	27.62	4.57	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Qv_B + 1.50×Ti-A

COMB 034	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-15.13	-8.80	32.63	13.64	-24.44	0.00
	1/8 L	-15.13	-2.97	15.24	13.64	-18.25	0.00
	1/4 L	-15.13	1.20	13.64	13.64	-12.19	0.00
	3/8 L	-15.13	3.70	13.64	20.54	-6.11	0.00
	1/2 L	-15.13	4.54	13.64	25.34	-0.02	0.00
LATERAL	1 L	-24.44	-8.80	32.29	14.40	15.13	0.00
	7/8 L	-24.96	-4.29	17.51	14.40	11.79	0.00
	3/4 L	-25.37	-0.93	14.40	14.40	8.23	0.00
	5/8 L	-25.77	1.20	14.40	14.40	4.46	0.00
	1/2 L	-26.18	2.03	14.40	14.40	0.47	0.00
	3/8 L	-26.59	1.49	14.40	14.40	-3.73	0.00
	1/4 L	-27.00	-0.49	14.40	14.40	-8.14	0.00
	1/8 L	-27.41	-3.99	14.40	14.40	-12.77	0.00
	0 L	-27.92	-9.07	31.61	14.40	-17.61	0.00
SOLERA	0 L	-17.61	-9.07	32.20	13.64	-24.10	0.00
	1/8 L	-17.61	-3.03	14.13	13.64	-15.18	0.00
	1/4 L	-17.61	1.22	13.64	13.64	-8.86	0.00
	3/8 L	-17.61	3.74	13.64	19.49	-2.71	0.00
	1/2 L	-17.61	4.58	13.64	24.57	3.39	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_B + 1.50×Ti-A

COMB 035	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-22.84	-12.93	45.02	13.64	-34.87	54.78
	1/8 L	-22.84	-4.60	22.34	13.64	-26.07	54.78
	1/4 L	-22.84	1.35	13.64	13.64	-17.40	0.00
	3/8 L	-22.84	4.93	13.64	24.25	-8.71	0.00
	1/2 L	-22.84	6.12	13.64	31.09	-0.02	0.00
LATERAL	1 L	-34.87	-12.93	50.03	14.40	22.84	0.00
	7/8 L	-35.38	-6.11	23.87	14.40	17.82	0.00
	3/4 L	-35.79	-1.02	14.40	14.40	12.48	0.00
	5/8 L	-36.20	2.22	14.40	14.40	6.82	0.00
	1/2 L	-36.61	3.51	14.40	14.40	0.84	0.00
	3/8 L	-37.01	2.75	14.40	14.40	-5.45	0.00
	1/4 L	-37.42	-0.18	14.40	14.40	-12.07	0.00
	1/8 L	-37.83	-5.38	17.82	14.40	-19.01	0.00
	0 L	-38.34	-12.95	43.93	14.40	-26.27	0.00
SOLERA	0 L	-26.27	-12.95	43.55	13.64	-33.25	54.78
	1/8 L	-26.27	-4.63	20.87	13.64	-21.10	0.00
	1/4 L	-26.27	1.24	13.64	13.64	-12.38	0.00
	3/8 L	-26.27	4.73	13.64	21.54	-3.87	0.00
	1/2 L	-26.27	5.89	13.64	27.59	4.56	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_A + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A

COMB 036	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-23.98	-13.22	46.34	13.64	-34.93	54.78
	1/8 L	-23.98	-4.88	23.48	13.64	-26.10	54.78
	1/4 L	-23.98	1.08	13.64	13.64	-17.41	0.00
	3/8 L	-23.98	4.65	13.64	22.16	-8.71	0.00
	1/2 L	-23.98	5.85	13.64	28.29	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-34.93	-13.22	51.59	14.40	23.98	0.00
	7/8 L	-35.44	-6.07	23.60	14.40	18.68	0.00
	3/4 L	-35.85	-0.74	14.40	14.40	13.05	0.00
	5/8 L	-36.26	2.64	14.40	14.40	7.10	0.00
	1/2 L	-36.67	3.98	14.40	14.40	0.84	0.00
	3/8 L	-37.07	3.17	14.40	14.40	-5.75	0.00
	1/4 L	-37.48	0.09	14.40	14.40	-12.65	0.00
	1/8 L	-37.89	-5.35	17.56	14.40	-19.88	0.00
	0 L	-38.40	-13.26	44.61	14.40	-27.42	0.00
SOLERA	0 L	-27.42	-13.26	44.88	13.64	-33.32	54.78
	1/8 L	-27.42	-4.92	22.15	13.64	-21.16	0.00
	1/4 L	-27.42	0.97	13.64	13.64	-12.42	0.00
	3/8 L	-27.42	4.47	13.64	19.18	-3.88	0.00
	1/2 L	-27.42	5.63	13.64	26.06	4.58	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_B + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A

COMB 037	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-23.98	-13.21	46.35	13.64	-34.87	54.78
	1/8 L	-23.98	-4.88	23.51	13.64	-26.07	54.78
	1/4 L	-23.98	1.07	13.64	13.64	-17.40	0.00
	3/8 L	-23.98	4.64	13.64	22.09	-8.71	0.00
	1/2 L	-23.98	5.84	13.64	28.22	-0.02	0.00
LATERAL	1 L	-34.87	-13.21	51.57	14.40	23.98	0.00
	7/8 L	-35.38	-6.06	23.59	14.40	18.68	0.00
	3/4 L	-35.79	-0.74	14.40	14.40	13.05	0.00
	5/8 L	-36.20	2.65	14.40	14.40	7.10	0.00
	1/2 L	-36.61	3.99	14.40	14.40	0.84	0.00
	3/8 L	-37.01	3.17	14.40	14.40	-5.75	0.00
	1/4 L	-37.42	0.10	14.40	14.40	-12.65	0.00
	1/8 L	-37.83	-5.34	17.55	14.40	-19.88	0.00
	0 L	-38.34	-13.25	44.60	14.40	-27.42	0.00
SOLERA	0 L	-27.42	-13.25	44.89	13.64	-33.27	54.78
	1/8 L	-27.42	-4.92	22.18	13.64	-21.14	0.00
	1/4 L	-27.42	0.96	13.64	13.64	-12.41	0.00
	3/8 L	-27.42	4.46	13.64	19.10	-3.89	0.00
	1/2 L	-27.42	5.62	13.64	26.02	4.57	0.00

9. ENVOLVENTE DE CUANTÍAS

ENV	Sección (m)	Us,e (t)	R,e (t/m)	Us,i (t)	R,i (t/m)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	47.77	7.18	13.64	7.18	60.19
	1/8 L	24.91	7.18	13.64	7.18	54.78
	1/4 L	13.64	7.18	13.64	7.18	0.00
	3/8 L	13.64	7.18	29.15	7.18	0.00
	1/2 L	13.64	7.18	37.59	7.18	0.00
LATERAL	1 L	53.71	7.58	14.40	7.58	0.00
	7/8 L	24.91	7.58	14.40	7.58	0.00
	3/4 L	14.40	7.58	14.78	7.58	0.00
	5/8 L	14.40	7.58	16.43	7.58	0.00
	1/2 L	14.40	7.58	16.36	7.58	0.00
	3/8 L	14.40	7.58	14.40	7.58	0.00
	1/4 L	14.40	7.58	14.40	7.58	0.00
	1/8 L	19.15	7.58	14.40	7.58	0.00
	0 L	46.42	7.58	14.40	7.58	0.00
SOLERA	0 L	46.29	7.18	13.64	7.18	54.78
	1/8 L	26.28	7.18	13.64	7.18	0.00
	1/4 L	18.35	7.18	13.64	7.18	0.00
	3/8 L	13.64	7.18	24.44	7.18	0.00
	1/2 L	13.64	7.18	31.52	7.18	0.00

Acero = 127.82 kp/ml Hormigón = 1.84 m³/ml

10. ENVOLVENTE DE CUANTÍAS SIN CONSIDERAR EL EFECTO DEL AXIL

	SECCION	ENVOLVENTE MOMENTOS MAXIMOS M(tm)	ENVOLVENTE DE CUANTÍAS t/pieza
DINTEL	0 L	-13.72	-47.68
	E0	*-10.41*	*-35.95*
	E1	*-9.32*	*-38.98*
	E2	*-8.27*	*-43.91*
	E3	*-7.26*	*-53.01*
	1/8 L	-5.2	-37.32
	2/8L	-1.69	-11.8
	3/8 L	5.42	38.97
	4/8 L	6.66	48.38
LATERALES	0 L	-13.72	-55.65
	E0	*-11.55*	*-46.59*
	E1	*-10.41*	*-48.97*
	E2	*-9.32*	*-51.03*
	E3	*-8.24*	*-56.26*
	1/8 L	-6.42	-43.25
	2/8L	-1.82	-11.88
	3/8 L	3.18	20.95
	4/8 L	4.84	32.24
	5/8 L	4.01	26.56
	6/8 L	1.44	9.38
	7/8 L	-5.68	-38.07
	E3	*-7.67*	*-52.15*
	E2	*-8.83*	*-48.34*
	E1	*-10.05*	*-47.22*
	E0	*-11.32*	*-45.63*
	L	-13.76	-55.82
SOLERA	0 L	-13.76	-47.82
	E0	*-10.45*	*-36.09*
	E1	*-9.36*	*-39.15*
	E2	*-8.3*	*-44.08*
	E3	*-7.29*	*-53.25*
	1/8 L	-5.25	-37.7
	2/8L	-2.41	-16.92
	3/8 L	5.22	37.47
	4/8 L	6.43	46.62

11. TENSIONES POR COMBINACIÓN: BASE DE LA SOLERA (kp/cm²)

COMB	0 L	1/8 L	1/4 L	3/8 L	1/2 L	5/8 L	3/4 L	7/8 L	1 L
C001	0.14	0.16	0.17	0.18	0.20	0.21	0.24	0.26	0.29
C002	0.29	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14
C003	-0.13	-0.03	0.06	0.14	0.21	0.28	0.36	0.44	0.53
C004	0.53	0.44	0.36	0.28	0.21	0.14	0.06	-0.03	-0.13
C005	0.17	0.21	0.24	0.26	0.28	0.30	0.33	0.35	0.37
C006	0.37	0.35	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.21	0.17
C007	0.67	0.64	0.61	0.59	0.58	0.59	0.61	0.64	0.67
C008	1.16	1.15	1.12	1.10	1.09	1.10	1.12	1.15	1.16
C009	1.16	1.15	1.13	1.10	1.09	1.10	1.13	1.15	1.16
C010	1.29	1.27	1.23	1.20	1.19	1.20	1.23	1.27	1.29
C011	1.28	1.26	1.23	1.20	1.19	1.20	1.23	1.27	1.29
C012	1.28	1.26	1.23	1.20	1.19	1.20	1.23	1.26	1.28
C013	1.28	1.26	1.23	1.20	1.19	1.20	1.23	1.27	1.28
C014	1.20	1.19	1.17	1.14	1.13	1.14	1.17	1.19	1.20
C015	1.18	1.17	1.15	1.13	1.12	1.13	1.15	1.17	1.18
C016	1.31	1.29	1.26	1.23	1.21	1.23	1.26	1.29	1.31
C017	1.31	1.29	1.25	1.22	1.21	1.22	1.26	1.29	1.32
C018	1.31	1.29	1.26	1.23	1.22	1.23	1.26	1.29	1.31
C019	1.30	1.29	1.25	1.23	1.22	1.23	1.26	1.29	1.31
COMB	0 L	1/8 L	1/4 L	3/8 L	1/2 L	5/8 L	3/4 L	7/8 L	1 L
C020	1.20	1.19	1.17	1.14	1.13	1.14	1.17	1.19	1.20
C021	1.28	1.26	1.23	1.20	1.19	1.20	1.23	1.26	1.28
C022	1.28	1.26	1.23	1.20	1.19	1.20	1.23	1.26	1.28
C023	1.28	1.26	1.23	1.20	1.19	1.20	1.23	1.26	1.28
C024	1.27	1.26	1.23	1.20	1.19	1.20	1.23	1.26	1.28

12. ENVOLVENTE DE ABERTURAS DE FISURA

	Wk (máximo)	Rec (nominal)
Exterior	0.179 mm	25 mm
Interior	0.149 mm	25 mm

ENV	Sección (m)	Wk,e (mm)	Wk,i (mm)
DINTEL	0 L	0.167	0.007
	1/8 L	0.081	0.009
	1/4 L	0.000	0.016
	3/8 L	0.000	0.084
	1/2 L	0.000	0.142
LATERAL	1 L	0.179	0.002
	7/8 L	0.110	0.002
	3/4 L	0.009	0.003
	5/8 L	0.019	0.066
	1/2 L	0.019	0.096
	3/8 L	0.022	0.077
	1/4 L	0.012	0.004
	1/8 L	0.087	0.000
	0 L	0.165	0.000
SOLERA	0 L	0.173	0.001
	1/8 L	0.086	0.010
	1/4 L	0.000	0.017
	3/8 L	0.000	0.086
	1/2 L	0.000	0.149

13. DEFORMACIONES MÁXIMAS

	Dintel	Solera
Flecha elástica	0.053 cm	-0.049 cm
Flecha diferida	0.055 cm	-0.050 cm
Flecha TOTAL	0.108 cm	-0.099 cm

14. ESFUERZOS POR HIPÓTESIS SIMPLES

Peso propio del marco prefabricado

Pp	Sección (m)	N (t)	M (t.m)	V (t)
DINTEL	0 L	0.256	-0.059	-1.040
	E0	0.256	0.033	-0.891
	E1	0.256	0.062	-0.844
	E2	0.256	0.089	-0.804
	E3	0.256	0.115	-0.770
	1/8 L	0.256	0.173	-0.702
	1/4 L	0.256	0.334	-0.468
	3/8 L	0.256	0.430	-0.234
	1/2 L	0.256	0.462	0.000
LATERAL	L	-1.040	-0.059	-0.256
	E0	-1.164	-0.082	-0.256
	E1	-1.226	-0.095	-0.256
	E2	-1.283	-0.108	-0.256
	E3	-1.335	-0.120	-0.256
	7/8 L	-1.420	-0.145	-0.256
	3/4 L	-1.723	-0.231	-0.256
	5/8 L	-2.025	-0.316	-0.256
	1/2 L	-2.327	-0.402	-0.256
	3/8 L	-2.630	-0.488	-0.256
	1/4 L	-2.932	-0.574	-0.256
	1/8 L	-3.234	-0.660	-0.256
	E3	-3.320	-0.684	-0.256
	E2	-3.371	-0.697	-0.256
	E1	-3.428	-0.709	-0.256
	E0	-3.491	-0.722	-0.256
	0 L	-3.615	-0.745	-0.256
SOLERA	0 L	-0.256	-0.745	-3.008
	E0	-0.256	-0.452	-2.889
	E1	-0.256	-0.355	-2.797
	E2	-0.256	-0.261	-2.699
	E3	-0.256	-0.171	-2.503
	1/8 L	-0.256	0.029	-1.858
	1/4 L	-0.256	0.569	-1.041
	3/8 L	-0.256	0.886	-0.264
	1/2 L	-0.256	0.991	0.498

Peso del relleno que gravita sobre el dintel

Cr	Sección (m)	N (t)	M (t.m)	V (t)
DINTEL	0 L	-0.332	-4.259	-20.847
	E0	-0.332	-2.364	-19.038
	E1	-0.332	-1.740	-18.403
	E2	-0.332	-1.137	-17.769
	E3	-0.332	-0.555	-17.134
	1/8 L	-0.332	0.735	-15.635
	1/4 L	-0.332	4.302	-10.423
	3/8 L	-0.332	6.442	-5.212
	1/2 L	-0.332	7.155	0.000
LATERAL	L	-20.847	-4.259	0.332
	E0	-20.847	-4.229	0.332
	E1	-20.847	-4.212	0.332
	E2	-20.847	-4.196	0.332
	E3	-20.847	-4.179	0.332
	7/8 L	-20.847	-4.147	0.332
	3/4 L	-20.847	-4.036	0.332
	5/8 L	-20.847	-3.925	0.332
	1/2 L	-20.847	-3.814	0.332
	3/8 L	-20.847	-3.703	0.332
	1/4 L	-20.847	-3.592	0.332
	1/8 L	-20.847	-3.481	0.332
	E3	-20.847	-3.449	0.332
	E2	-20.847	-3.433	0.332
	E1	-20.847	-3.416	0.332
	E0	-20.847	-3.399	0.332
	0 L	-20.847	-3.369	0.332
SOLERA	0 L	0.332	-3.369	-18.001
	E0	0.332	-1.659	-16.754
	E1	0.332	-1.101	-16.113
	E2	0.332	-0.564	-15.478
	E3	0.332	-0.048	-14.420
	1/8 L	0.332	1.088	-11.174
	1/4 L	0.332	4.147	-6.523
	3/8 L	0.332	5.932	-2.142
	1/2 L	0.332	6.519	2.142

Empuje horizontal de tierras sobre los laterales (reposo)

Er,r	Sección (m)	N (t)	M (t.m)	V (t)
DINTEL	0 L	-15.083	-3.993	0.000
	E0	-15.083	-3.993	0.000
	E1	-15.083	-3.993	0.000
	E2	-15.083	-3.993	0.000
	E3	-15.083	-3.993	0.000
	1/8 L	-15.083	-3.993	0.000
	1/4 L	-15.083	-3.993	0.000
	3/8 L	-15.083	-3.993	0.000
	1/2 L	-15.083	-3.993	0.000
LATERAL	L	0.000	-3.993	15.083
	E0	0.000	-2.675	14.205
	E1	0.000	-1.977	13.711
	E2	0.000	-1.304	13.211
	E3	0.000	-0.656	12.707
	7/8 L	0.000	0.505	11.737
	3/4 L	0.000	3.846	8.177
	5/8 L	0.000	5.960	4.404
	1/2 L	0.000	6.773	0.418
	3/8 L	0.000	6.216	-3.781
	1/4 L	0.000	4.216	-8.194
	1/8 L	0.000	0.702	-12.819
	E3	0.000	-0.579	-14.170
	E2	0.000	-1.306	-14.888
	E1	0.000	-2.068	-15.610
	E0	0.000	-2.867	-16.337
	0 L	0.000	-4.397	-17.658
SOLERA	0 L	-17.658	-4.397	-0.302
	E0	-17.658	-4.368	-0.402
	E1	-17.658	-4.355	-0.449
	E2	-17.658	-4.340	-0.488
	E3	-17.658	-4.323	-0.545
	1/8 L	-17.658	-4.280	-0.652
	1/4 L	-17.658	-4.102	-0.511
	3/8 L	-17.658	-3.962	-0.190
	1/2 L	-17.658	-3.910	0.190

Cargas sobre el dintel debidas a las sobrecargas (carro centrado)

Qv_A	Sección (m)	N (t)	M (t.m)	V (t)
DINTEL	0 L	-0.042	-0.516	-2.505
	E0	-0.042	-0.288	-2.333
	E1	-0.042	-0.213	-2.207
	E2	-0.042	-0.140	-2.181
	E3	-0.042	-0.070	-2.054
	1/8 L	-0.042	0.086	-1.892
	1/4 L	-0.042	0.519	-1.267
	3/8 L	-0.042	0.779	-0.636
	1/2 L	-0.042	0.866	0.000
LATERAL	L	-2.505	-0.516	0.042
	E0	-2.505	-0.512	0.042
	E1	-2.505	-0.510	0.042
	E2	-2.505	-0.508	0.042
	E3	-2.505	-0.506	0.042
	7/8 L	-2.505	-0.502	0.042
	3/4 L	-2.505	-0.488	0.042
	5/8 L	-2.505	-0.474	0.042
	1/2 L	-2.505	-0.460	0.042
	3/8 L	-2.505	-0.446	0.042
	1/4 L	-2.505	-0.432	0.042
	1/8 L	-2.505	-0.418	0.042
	E3	-2.505	-0.414	0.042
	E2	-2.505	-0.412	0.042
	E1	-2.505	-0.410	0.042
	E0	-2.505	-0.408	0.042
	0 L	-2.505	-0.404	0.042
SOLERA	0 L	0.042	-0.404	-2.163
	E0	0.042	-0.198	-2.013
	E1	0.042	-0.131	-1.936
	E2	0.042	-0.067	-1.860
	E3	0.042	-0.005	-1.733
	1/8 L	0.042	0.132	-1.343
	1/4 L	0.042	0.499	-0.784
	3/8 L	0.042	0.714	-0.257
	1/2 L	0.042	0.784	0.257

Cargas sobre el dintel debidas a las sobrecargas (carro desplazado)

Qv_B	Sección (m)	N (t)	M (t.m)	V (t)
DINTEL	0 L	-0.041	-0.508	-2.439
	E0	-0.041	-0.286	-2.274
	E1	-0.041	-0.213	-2.156
	E2	-0.041	-0.141	-2.131
	E3	-0.041	-0.073	-2.011
	1/8 L	-0.041	0.080	-1.856
	1/4 L	-0.041	0.506	-1.256
	3/8 L	-0.041	0.766	-0.642
	1/2 L	-0.041	0.857	-0.018
LATERAL	L	-2.439	-0.508	0.041
	E0	-2.439	-0.505	0.041
	E1	-2.439	-0.503	0.041
	E2	-2.439	-0.501	0.041
	E3	-2.439	-0.499	0.041
	7/8 L	-2.439	-0.495	0.041
	3/4 L	-2.439	-0.481	0.041
	5/8 L	-2.439	-0.467	0.041
	1/2 L	-2.439	-0.453	0.041
	3/8 L	-2.439	-0.439	0.041
	1/4 L	-2.439	-0.425	0.041
	1/8 L	-2.439	-0.412	0.041
	E3	-2.439	-0.408	0.041
	E2	-2.439	-0.406	0.041
	E1	-2.439	-0.404	0.041
	E0	-2.439	-0.401	0.041
	0 L	-2.439	-0.398	0.041
SOLERA	0 L	0.041	-0.398	-2.112
	E0	0.041	-0.197	-1.968
	E1	0.041	-0.132	-1.894
	E2	0.041	-0.068	-1.821
	E3	0.041	-0.008	-1.699
	1/8 L	0.041	0.126	-1.324
	1/4 L	0.041	0.489	-0.782
	3/8 L	0.041	0.703	-0.267
	1/2 L	0.041	0.776	0.242

Empuje horizontal de las sobrecargas sobre los laterales (reposo)

Ev,r	Sección (m)	N (t)	M (t.m)	V (t)
DINTEL	0 L	-1.266	-0.317	0.000
	E0	-1.266	-0.317	0.000
	E1	-1.266	-0.317	0.000
	E2	-1.266	-0.317	0.000
	E3	-1.266	-0.317	0.000
	1/8 L	-1.266	-0.317	0.000
	1/4 L	-1.266	-0.317	0.000
	3/8 L	-1.266	-0.317	0.000
	1/2 L	-1.266	-0.317	0.000
LATERAL	L	0.000	-0.317	1.266
	E0	0.000	-0.207	1.181
	E1	0.000	-0.149	1.133
	E2	0.000	-0.094	1.086
	E3	0.000	-0.041	1.038
	7/8 L	0.000	0.054	0.948
	3/4 L	0.000	0.318	0.630
	5/8 L	0.000	0.476	0.312
	1/2 L	0.000	0.527	-0.007
	3/8 L	0.000	0.471	-0.325
	1/4 L	0.000	0.309	-0.643
	1/8 L	0.000	0.040	-0.961
	E3	0.000	-0.055	-1.052
	E2	0.000	-0.109	-1.099
	E1	0.000	-0.165	-1.147
	E0	0.000	-0.224	-1.194
	0 L	0.000	-0.335	-1.280
SOLERA	0 L	-1.280	-0.335	-0.023
	E0	-1.280	-0.333	-0.031
	E1	-1.280	-0.332	-0.034
	E2	-1.280	-0.331	-0.037
	E3	-1.280	-0.330	-0.042
	1/8 L	-1.280	-0.326	-0.050
	1/4 L	-1.280	-0.313	-0.039
	3/8 L	-1.280	-0.302	-0.015
	1/2 L	-1.280	-0.298	0.015

Acciones debidas al tráfico y/o a la presencia de agua en el interior

Ti-A	Sección (m)	N (t)	M (t.m)	V (t)
DINTEL	0 L	-0.019	-0.009	0.000
	E0	-0.019	-0.009	0.000
	E1	-0.019	-0.009	0.000
	E2	-0.019	-0.009	0.000
	E3	-0.019	-0.009	0.000
	1/8 L	-0.019	-0.009	0.000
	1/4 L	-0.019	-0.009	0.000
	3/8 L	-0.019	-0.009	0.000
	1/2 L	-0.019	-0.009	0.000
LATERAL	L	0.000	-0.009	0.019
	E0	0.000	-0.008	0.019
	E1	0.000	-0.007	0.019
	E2	0.000	-0.006	0.019
	E3	0.000	-0.005	0.019
	7/8 L	0.000	-0.003	0.019
	3/4 L	0.000	0.003	0.019
	5/8 L	0.000	0.009	0.019
	1/2 L	0.000	0.016	0.019
	3/8 L	0.000	0.022	0.019
	1/4 L	0.000	0.028	0.019
	1/8 L	0.000	0.035	0.019
	E3	0.000	0.036	0.019
	E2	0.000	0.037	0.019
	E1	0.000	0.038	0.019
	E0	0.000	0.039	0.019
	0 L	0.000	0.041	0.019
SOLERA	0 L	0.019	0.041	0.111
	E0	0.019	0.030	0.162
	E1	0.019	0.025	0.156
	E2	0.019	0.021	0.151
	E3	0.019	0.016	0.164
	1/8 L	0.019	0.006	0.228
	1/4 L	0.019	-0.021	0.188
	3/8 L	0.019	-0.036	0.149
	1/2 L	0.019	-0.042	0.111

Terraplenado: 1/2 H + Compactador (izq) --- 1/2 H - 0.50 m (der)

Am,1	Sección (m)	N (t)	M (t.m)	V (t)
DINTEL	0 L	-0.302	0.015	0.139
	E0	-0.302	0.001	0.139
	E1	-0.302	-0.003	0.139
	E2	-0.302	-0.008	0.139
	E3	-0.302	-0.012	0.139
	1/8 L	-0.302	-0.023	0.139
	1/4 L	-0.302	-0.061	0.139
	3/8 L	-0.302	-0.099	0.139
	1/2 L	-0.302	-0.137	0.139
LATERAL	L	0.139	0.015	0.302
	E0	0.139	0.042	0.302
	E1	0.139	0.057	0.302
	E2	0.139	0.072	0.302
	E3	0.139	0.087	0.302
	7/8 L	0.139	0.116	0.302
	3/4 L	0.139	0.217	0.302
	5/8 L	0.139	0.319	0.302
	1/2 L	0.139	0.420	0.302
	3/8 L	0.139	0.456	-0.122
	1/4 L	0.139	0.314	-0.760
	1/8 L	0.139	-0.077	-1.612
	E3	0.139	-0.244	-1.892
	E2	0.139	-0.342	-2.046
	E1	0.139	-0.448	-2.206
	E0	0.139	-0.563	-2.369
	0 L	0.139	-0.790	-2.676
SOLERA	0 L	-0.394	-0.790	-0.081
	E0	-0.394	-0.782	-0.168
	E1	-0.394	-0.776	-0.212
	E2	-0.394	-0.769	-0.253
	E3	-0.394	-0.761	-0.319
	1/8 L	-0.394	-0.736	-0.503
	1/4 L	-0.394	-0.598	-0.670
	3/8 L	-0.394	-0.415	-0.737
	1/2 L	-0.394	-0.213	-0.716

Terraplenado: 1/2 H - 0.50 m (izq) --- 1/2 H + Compactador (der)

Am,2	Sección (m)	N (t)	M (t.m)	V (t)
DINTEL	0 L	-0.302	-0.289	-0.139
	E0	-0.302	-0.276	-0.139
	E1	-0.302	-0.272	-0.139
	E2	-0.302	-0.267	-0.139
	E3	-0.302	-0.262	-0.139
	1/8 L	-0.302	-0.251	-0.139
	1/4 L	-0.302	-0.213	-0.139
	3/8 L	-0.302	-0.175	-0.139
	1/2 L	-0.302	-0.137	-0.139
LATERAL	L	-0.139	-0.289	0.302
	E0	-0.139	-0.262	0.302
	E1	-0.139	-0.247	0.302
	E2	-0.139	-0.232	0.302
	E3	-0.139	-0.217	0.302
	7/8 L	-0.139	-0.188	0.302
	3/4 L	-0.139	-0.087	0.302
	5/8 L	-0.139	0.015	0.302
	1/2 L	-0.139	0.116	0.302
	3/8 L	-0.139	0.217	0.302
	1/4 L	-0.139	0.313	0.248
	1/8 L	-0.139	0.366	0.034
	E3	-0.139	0.364	-0.066
	E2	-0.139	0.360	-0.126
	E1	-0.139	0.352	-0.190
	E0	-0.139	0.340	-0.259
	0 L	-0.139	0.311	-0.394
SOLERA	0 L	-0.394	0.311	0.048
	E0	-0.394	0.307	0.124
	E1	-0.394	0.303	0.163
	E2	-0.394	0.297	0.200
	E3	-0.394	0.290	0.260
	1/8 L	-0.394	0.270	0.432
	1/4 L	-0.394	0.152	0.615
	3/8 L	-0.394	-0.017	0.716
	1/2 L	-0.394	-0.213	0.737

Terraplenado: H + Compactador (izq) --- H - 0.50 m (der)

Am,3	Sección (m)	N (t)	M (t.m)	V (t)
DINTEL	0 L	-2.315	0.336	1.012
	E0	-2.315	0.240	1.012
	E1	-2.315	0.206	1.012
	E2	-2.315	0.173	1.012
	E3	-2.315	0.139	1.012
	1/8 L	-2.315	0.059	1.012
	1/4 L	-2.315	-0.218	1.012
	3/8 L	-2.315	-0.495	1.012
	1/2 L	-2.315	-0.772	1.012
LATERAL	L	1.012	0.336	2.315
	E0	1.012	0.540	2.221
	E1	1.012	0.650	2.163
	E2	1.012	0.757	2.100
	E3	1.012	0.860	2.032
	7/8 L	1.012	1.046	1.890
	3/4 L	1.012	1.579	1.252
	5/8 L	1.012	1.861	0.400
	1/2 L	1.012	1.823	-0.664
	3/8 L	1.012	1.392	-1.942
	1/4 L	1.012	0.498	-3.433
	1/8 L	1.012	-0.931	-5.137
	E3	1.012	-1.444	-5.659
	E2	1.012	-1.734	-5.941
	E1	1.012	-2.038	-6.227
	E0	1.012	-2.357	-6.519
	0 L	1.012	-2.968	-7.055
SOLERA	0 L	-2.227	-2.968	0.057
	E0	-2.227	-2.973	-0.325
	E1	-2.227	-2.962	-0.514
	E2	-2.227	-2.945	-0.695
	E3	-2.227	-2.922	-0.985
	1/8 L	-2.227	-2.844	-1.793
	1/4 L	-2.227	-2.354	-2.536
	3/8 L	-2.227	-1.659	-2.840
	1/2 L	-2.227	-0.882	-2.754

Terraplenado: H - 0.50 m (izq) --- H + Compactador (der)

Am,4	Sección (m)	N (t)	M (t.m)	V (t)
DINTEL	0 L	-2.315	-1.880	-1.012
	E0	-2.315	-1.784	-1.012
	E1	-2.315	-1.751	-1.012
	E2	-2.315	-1.717	-1.012
	E3	-2.315	-1.683	-1.012
	1/8 L	-2.315	-1.603	-1.012
	1/4 L	-2.315	-1.326	-1.012
	3/8 L	-2.315	-1.049	-1.012
	1/2 L	-2.315	-0.772	-1.012
LATERAL	L	-1.012	-1.880	2.315
	E0	-1.012	-1.672	2.315
	E1	-1.012	-1.556	2.315
	E2	-1.012	-1.441	2.315
	E3	-1.012	-1.325	2.315
	7/8 L	-1.012	-1.105	2.315
	3/4 L	-1.012	-0.336	2.261
	5/8 L	-1.012	0.392	2.046
	1/2 L	-1.012	1.011	1.618
	3/8 L	-1.012	1.452	0.976
	1/4 L	-1.012	1.642	0.122
	1/8 L	-1.012	1.510	-0.946
	E3	-1.012	1.404	-1.287
	E2	-1.012	1.335	-1.474
	E1	-1.012	1.256	-1.665
	E0	-1.012	1.168	-1.862
	0 L	-1.012	0.984	-2.227
SOLERA	0 L	-2.227	0.984	-0.193
	E0	-2.227	1.002	0.143
	E1	-2.227	0.998	0.312
	E2	-2.227	0.987	0.475
	E3	-2.227	0.971	0.739
	1/8 L	-2.227	0.913	1.498
	1/4 L	-2.227	0.503	2.305
	3/8 L	-2.227	-0.128	2.754
	1/2 L	-2.227	-0.882	2.840

Terraplenado: H + T + Compactador (izquierda)

Am,5	Sección (m)	N (t)	M (t.m)	V (t)
DINTEL	0 L	-4.369	-1.324	-1.435
	E0	-4.369	-1.194	-1.290
	E1	-4.369	-1.152	-1.240
	E2	-4.369	-1.112	-1.189
	E3	-4.369	-1.073	-1.138
	1/8 L	-4.369	-0.988	-1.019
	1/4 L	-4.369	-0.766	-0.602
	3/8 L	-4.369	-0.658	-0.186
	1/2 L	-4.369	-0.664	0.230
LATERAL	L	-1.435	-1.324	4.369
	E0	-1.435	-0.938	4.192
	E1	-1.435	-0.731	4.087
	E2	-1.435	-0.530	3.977
	E3	-1.435	-0.334	3.863
	7/8 L	-1.435	0.022	3.632
	3/4 L	-1.435	1.086	2.682
	5/8 L	-1.435	1.796	1.519
	1/2 L	-1.435	2.080	0.143
	3/8 L	-1.435	1.867	-1.447
	1/4 L	-1.435	1.087	-3.250
	1/8 L	-1.435	-0.334	-5.266
	E3	-1.435	-0.863	-5.877
	E2	-1.435	-1.165	-6.205
	E1	-1.435	-1.484	-6.538
	E0	-1.435	-1.819	-6.876
	0 L	-1.435	-2.466	-7.495
SOLERA	0 L	-7.495	-2.466	-1.588
	E0	-7.495	-2.315	-1.636
	E1	-7.495	-2.260	-1.656
	E2	-7.495	-2.205	-1.673
	E3	-7.495	-2.149	-1.695
	1/8 L	-7.495	-2.016	-1.717
	1/4 L	-7.495	-1.546	-1.540
	3/8 L	-7.495	-1.124	-1.199
	1/2 L	-7.495	-0.796	-0.728

Terraplenado: H + T + Compactador (derecha)

Am,6	Sección (m)	N (t)	M (t.m)	V (t)
DINTEL	0 L	-4.369	-1.827	-1.894
	E0	-4.369	-1.654	-1.750
	E1	-4.369	-1.596	-1.699
	E2	-4.369	-1.541	-1.648
	E3	-4.369	-1.487	-1.598
	1/8 L	-4.369	-1.365	-1.478
	1/4 L	-4.369	-1.018	-1.062
	3/8 L	-4.369	-0.784	-0.646
	1/2 L	-4.369	-0.664	-0.230
LATERAL	L	-1.894	-1.827	3.818
	E0	-1.894	-1.487	3.726
	E1	-1.894	-1.302	3.669
	E2	-1.894	-1.121	3.607
	E3	-1.894	-0.942	3.540
	7/8 L	-1.894	-0.612	3.399
	3/4 L	-1.894	0.427	2.768
	5/8 L	-1.894	1.218	1.923
	1/2 L	-1.894	1.691	0.865
	3/8 L	-1.894	1.774	-0.407
	1/4 L	-1.894	1.395	-1.891
	1/8 L	-1.894	0.483	-3.589
	E3	-1.894	0.117	-4.110
	E2	-1.894	-0.095	-4.390
	E1	-1.894	-0.322	-4.676
	E0	-1.894	-0.563	-4.966
	0 L	-1.894	-1.034	-5.500
SOLERA	0 L	-7.495	-1.034	-1.489
	E0	-7.495	-0.892	-1.311
	E1	-7.495	-0.849	-1.219
	E2	-7.495	-0.808	-1.127
	E3	-7.495	-0.770	-0.975
	1/8 L	-7.495	-0.694	-0.507
	1/4 L	-7.495	-0.555	0.153
	3/8 L	-7.495	-0.597	0.728
	1/2 L	-7.495	-0.796	1.199

Terraplenado: H + T + Compactador (centrado)

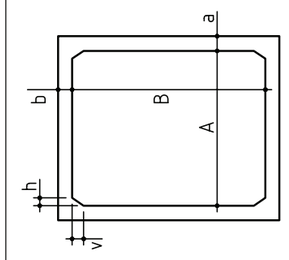
Am,7	Sección (m)	N (t)	M (t.m)	V (t)
DINTEL	0 L	-3.927	-3.740	-9.407
	E0	-3.927	-2.855	-9.232
	E1	-3.927	-2.549	-9.142
	E2	-3.927	-2.245	-9.091
	E3	-3.927	-1.944	-8.990
	1/8 L	-3.927	-1.243	-8.803
	1/4 L	-3.927	1.044	-7.802
	3/8 L	-3.927	2.901	-5.401
	1/2 L	-3.927	3.703	0.000
LATERAL	L	-9.407	-3.740	3.927
	E0	-9.407	-3.390	3.835
	E1	-9.407	-3.200	3.778
	E2	-9.407	-3.013	3.715
	E3	-9.407	-2.829	3.648
	7/8 L	-9.407	-2.489	3.508
	3/4 L	-9.407	-1.413	2.876
	5/8 L	-9.407	-0.585	2.031
	1/2 L	-9.407	-0.076	0.973
	3/8 L	-9.407	0.043	-0.298
	1/4 L	-9.407	-0.300	-1.783
	1/8 L	-9.407	-1.175	-3.481
	E3	-9.407	-1.531	-4.001
	E2	-9.407	-1.738	-4.282
	E1	-9.407	-1.959	-4.567
	E0	-9.407	-2.195	-4.857
	0 L	-9.407	-2.656	-5.392
SOLERA	0 L	-5.392	-2.656	-8.201
	E0	-5.392	-1.877	-7.664
	E1	-5.392	-1.621	-7.387
	E2	-5.392	-1.375	-7.110
	E3	-5.392	-1.138	-6.648
	1/8 L	-5.392	-0.614	-5.211
	1/4 L	-5.392	0.812	-3.075
	3/8 L	-5.392	1.654	-1.016
	1/2 L	-5.392	1.932	1.016

ANEXO 2: ESQUEMA DE ARMADO

MARCO PREF. CERRADO

Geometría:

Ancho A = 2.00 m
Alto B = 2.50 m
Espesor a = 0.19 m
Espesor b = 0.18 m
Cartela h = 0.10 m
Cartela v = 0.15 m
Longitud = 1.90 m



Fecha: 20-05-2010

Acciones:

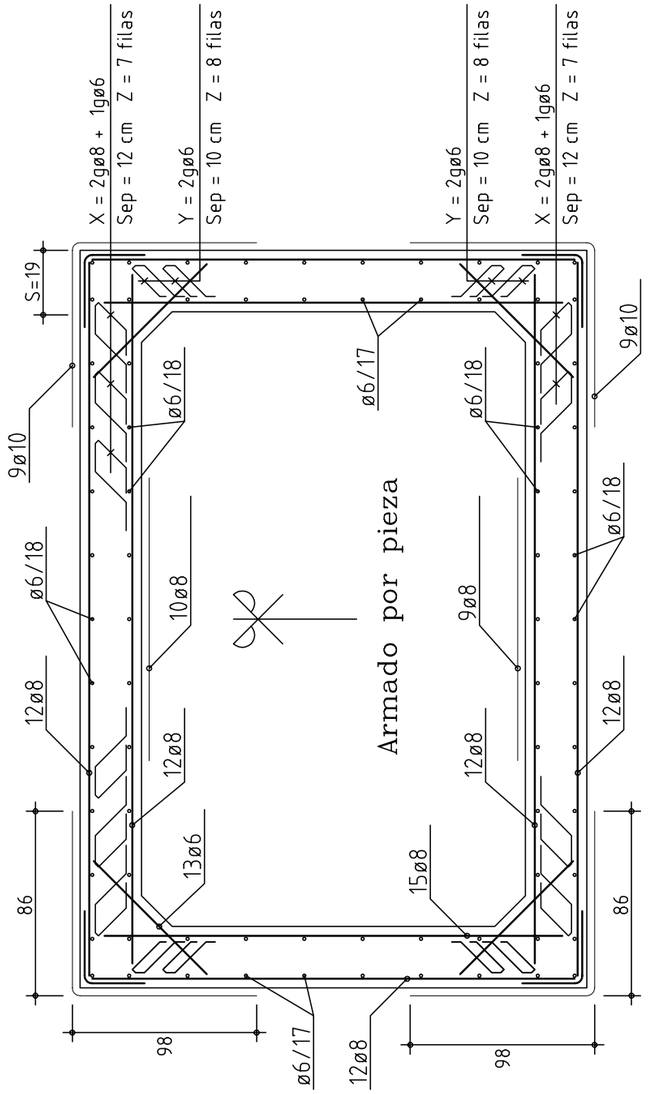
× Cobertura = 5.00 m
× CARGA GRAVITATORIA
× MARCO ÚNICO
× CARRETERAS (600 kN + 4 kN/m2)
(C. Impacto = 1.000)

Materiales:

Hormigón: HA-30.0 Recubrimiento: 25 mm
Dosificación: NORMAL AMBIENTE IIa
Acero B 500 S (Barras corrugadas)
Acero ME 500 T (Mallas Electrosoldadas)
Tipo de cemento: NORMAL
Acero: 130.82 kg/ml Hormigón: 1.84 m³/ml

Marcado: HA-30 T5 ND_133_10

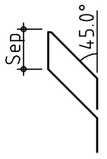
MARCAR CON TINTA LA PALABRA DINTEL EN LA CARA INTERIOR DEL MARCO Y A MEDIA ALTURA



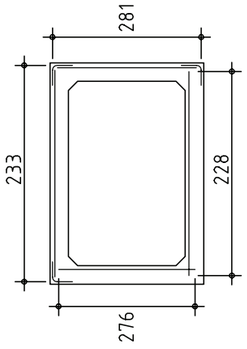
Armado por pieza

S = Dist. desde el extremo del marco hasta el centro del 1er estribo

Detalle garra (g)



Longitud de montaje de las armaduras



FORTE
HORMIGONES TECNOLÓGICOS, S.L.
Autovía de Levante km 52.5
03400 Villena (ALICANTE)
Tel 965 80 05 62
Fax 965 80 16 29

Obra: LAV MADRID-FRANCIA. Tr.:La Sagrera-Nus de la Trinitat Cliente: ISOLUX CORSÁN CORVIAM

Hoja 1 (Rev. 23-01-2010)

7790

ANEXO 3: RECOMENDACIONES DE MONTAJE

FORTE Hormigones Tecnológicos, S.L.

MARCO PREFABRICADO

Recomendaciones de montaje

1. INTRODUCCIÓN

Con el objeto de garantizar que durante las fases de manipulación, montaje y compactación no se produzcan esfuerzos diferentes de los contemplados en el cálculo que puedan dañar estructuralmente el elemento prefabricado se dan a continuación una serie de recomendaciones de carácter general encaminadas a posibilitar una adecuada puesta en obra.

Asimismo, se recomienda prestar especial atención a la necesidad de tratar las juntas entre elementos en función del uso que se vaya a dar al paso.

2. BASE DE APOYO

Los marcos pueden montarse directamente sobre una base de zahorras debidamente compactadas, con una capacidad portante adecuada a las condiciones de funcionamiento, según el Anexo C de la Norma UNE-EN 14844, para un lecho de apoyo de material granular, el espesor debe ser de 15 a 20 cm. No obstante con el fin de regularizar y nivelar más fácilmente la zona de apoyo, es recomendable disponer una solera de hormigón de limpieza de 7 a 10 cm de espesor y un ancho mayor en 50 cm a la dimensión exterior del prefabricado. Cuando se use un lecho de apoyo en hormigón, se debería de colocar encima una capa de material fino que permita realizar una correcta nivelación y evitar todo contacto directo entre las superficies de hormigón y esta forma absorber las posibles irregularidades de ejecución de la propia solera e incluso del prefabricado, (Detalle1).

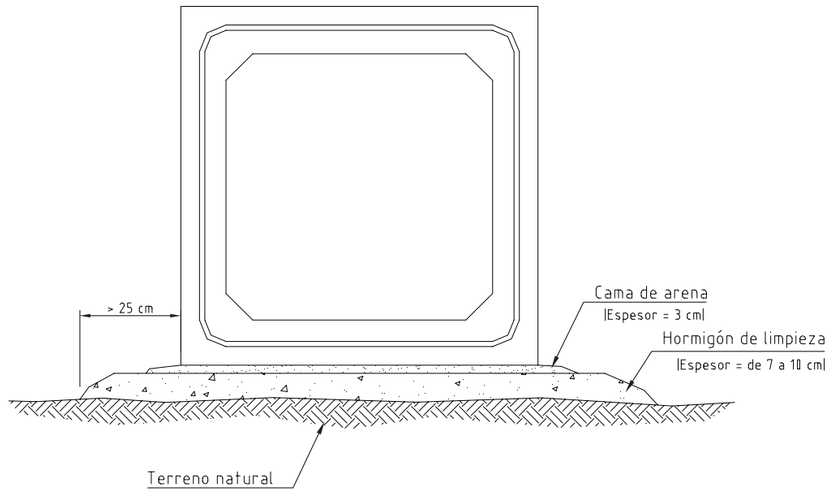
Esta manera de proceder posibilita un reparto uniforme de presiones a través de la arena, sin apoyos puntuales, que de haberlos, pueden producir fisuraciones localizadas en la solera. A la vez permite una nivelación precisa puesto que cabe la posibilidad de suspender el elemento y recrecer o rebajar la cama de arena según convenga.

Esta recomendación de disponer la cama de arena, si bien asegura un buen apoyo del marco, puede obviarse en el caso de que se haya realizado una cama de hormigón de limpieza con una regularidad superficial suficiente, de forma que se consiga igualmente un apoyo correcto del prefabricado, que es el fin perseguido en esta recomendación.

Tal y como indica el Anexo C de la Norma UNE-EN 14844, si es necesario hacer un ajuste cualquiera de nivel, habrá que retirar el marco y ajustar la superficie del lecho de apoyo. No se deberá utilizar material local para realizar la nivelación.

Se debería evitar la acumulación de agua en la excavación mediante los métodos apropiados de vaciado de agua.

La solución de apoyo dada es igualmente válida con independencia del tipo de instalación, que se ejecute, zanja o terraplén.



Detalle 1

3. MANIPULACIÓN Y ACOPIO

Los marcos con armaduras diferentes en Dintel y Solera, llevarán marcada la palabra **DINTEL** u otra similar en el mismo, por la parte interior del marco, de forma que los marcos se sitúen con esta marca en la parte superior según la dirección de la traza.

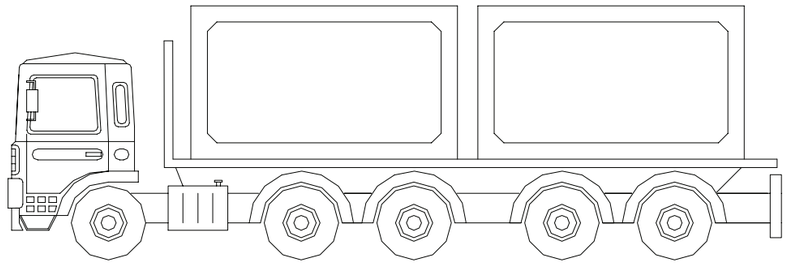
Cuando sea necesario realizar acopios se apoyarán las piezas sobre superficies adecuadas de carácter arenoso o sobre tacos de madera dispuestos en los extremos.

3.1. Manipulación y acopio de marcos machihembrados:

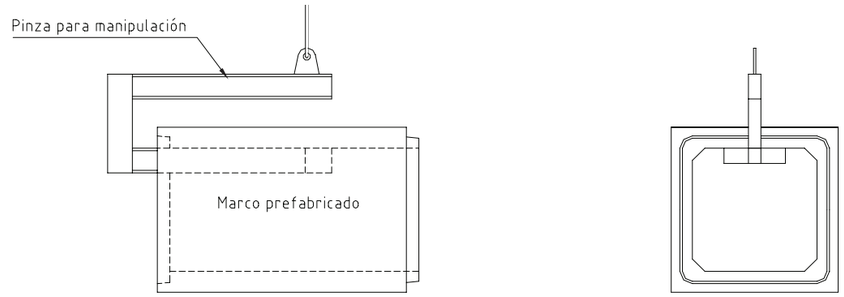
Los marcos se transportarán a obra en su posición normal de trabajo y dispuestos transversalmente al eje del camión (Detalle 2).

Para la descarga y posterior montaje el prefabricado deberá suspenderse por el dintel mediante una pinza metálica específica para tal efecto (Detalle 3). En ningún caso se emplearán eslingas para la manipulación del marco, ni tampoco útiles para montaje de tubería.

Detalle 2:



Detalle 3:



4. TIPOS DE INSTALACIÓN:

La colocación de los módulos prefabricados, puede hacerse mediante, zanja, terraplén, zanja terraplenada o zanja inducida en terraplén.

4.1.- **Instalación en Zanja:**

Este tipo de instalación se produce cuando la cota superior de la pieza en su posición definitiva, queda por debajo del terreno natural. Por ello, es necesario la excavación de una zanja que posteriormente se rellena.

4.2.- **Instalación en Terraplén:**

Este tipo de instalación se produce cuando la cota superior de la pieza en su posición definitiva queda por encima del terreno natural.

4.3.- **Instalación en Zanja Terraplenada:**

Se produce este tipo de instalación cuando se dan una de las dos circunstancias siguientes:

- La instalación de las piezas se realiza en zanja y posteriormente sobre dicha instalación es necesario ejecutar un terraplén.
- Para ejecutar una instalación en zanja, por las características del suelo natural o la gran profundidad, en necesario realizar una prezanja.

En este tipo de instalación primero se realiza una instalación en zanja y posteriormente se ejecuta un terraplén, por lo que son de aplicación las recomendaciones dadas en los apartados 4.1 y 4.2.

4.4.- **Relleno y compactación:**

Esta recomendación, es válida tanto para la instalación en zanja, como en terraplén y en zanja terraplenada.

En primer lugar habrá que compactar los laterales disponiendo tongadas alternativas a uno y otro lado de la estructura de forma que esta no se vea sometida a cargas asimétricas. En este sentido es conveniente que no exista un desequilibrio superior a 50 cm. entre los rellenos derecho e izquierdo del marco y que las tongadas a compactar no sean superiores a 20 cm. (Detalle 6).

Al llegar al dintel se extenderán tongadas de 20 cm desde uno de los laterales y de forma que no circulen vehículos directamente sobre la cara superior del marco, hasta que la cobertura sea de al menos 60 cm.

En el caso de que el marco de halla de colocar sobre una altura de relleno inferior a 60 cm., y tenga que soportar el paso de sobrecargas móviles, es recomendable colocar una losa armada entre la cara superior del marco y el paquete de firme para servir como losa de reparto para las sobrecargas, así como para evitar el movimiento relativo entre los distintos elementos.

En estas dos primeras fases, y para compactar el relleno, deberán emplearse medios ligeros y dejando un resguardo en las inmediaciones de la estructura de aproximadamente 60 cm. (laterales y dintel).

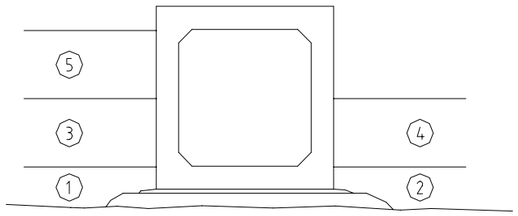
Con carácter general el material de relleno deberá cumplir, al menos, las condiciones exigidas por el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-4 en el apartado de “Suelos Seleccionados”. Del mismo modo, el grado de compactación necesario no será inferior al 95% de la obtenida con el ensayo Proctor normal realizado según norma “NLT-107/72”. No son aceptables como relleno las arcillas muy plásticas, los suelos orgánicos, materiales helados, ni cualquier otro material que pueda ser perjudicial (física o químicamente) para las piezas.

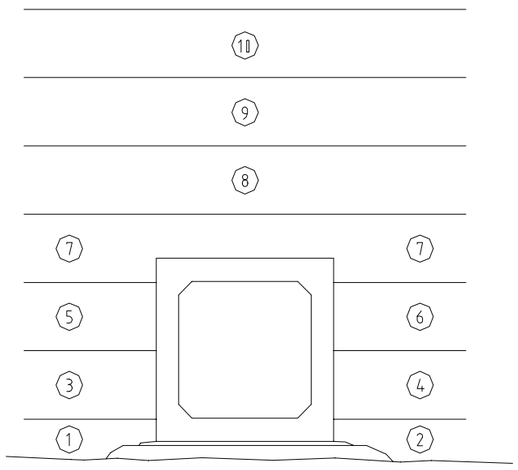
Cuando las tierras extraídas difieran significativamente del tipo de material de relleno especificado en el proyecto, será necesario retirarlas, sustituyéndolas en el relleno por el material proyectado.

En ningún caso se comenzará la extensión y compactación de los terraplenes laterales a las piezas, antes de que éstas hayan alcanzado la resistencia necesaria.

Las cargas durante la construcción en condiciones de mínimo terraplén, pueden precisar de consideraciones específicas de cálculo y deberían de ser verificadas por el fabricante antes de su ejecución.

Detalle 6:



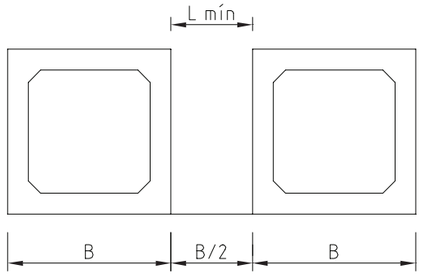


Notas:

- Se extenderán tongadas de 20 cm.
- No existirá un desequilibrio entre relleno derecho y izquierdo superior a 50cm
- Se respetará el orden alternativo de las tongadas.
- No deben circular vehículos directamente sobre el marco.
- En las proximidades del marco se emplearán medios ligeros para compactar el relleno.

4.5.- Instalación con elementos múltiples. Marcos adosados

Para que las piezas colocadas en batería, no necesiten estudios de interacción adicionales, éstas deberán mantener entre los puntos de su contorno exterior, una distancia mínima Lmín = B/2.



Cuando la situación anterior no se cumpla, y las piezas se vayan a colocar adosadas entre si, estando éstas calculadas bajo esta hipótesis, el eventual hueco entre las paredes adyacentes se rellenará con arena fina, inyección de mortero o algún otro material que proporcione suficiente rigidez en el comportamiento conjunto. Una instalación muy recomendable es separar las piezas aproximadamente 10 o 20 cm. (si las condiciones de instalación lo permiten) y rellenar con un hormigón HM-20, teniendo en cuenta que hasta que no se haya ejecutado la junta, y ésta alcance una resistencia suficiente, no se procederá al relleno de los laterales.

5- NORMAS DE SEGURIDAD

5.1 Normas de seguridad durante la descarga:

Son de obligatorio cumplimiento, bajo responsabilidad de la persona ó personas que no las tengan en cuenta, las siguientes normas de seguridad mientras se descargan los marcos del vehículo con el cual se transportan desde la fábrica a obra:

- Para la manipulación de las piezas se empleará siempre la pinza proporcionada por FORTE ó en su defecto medios de elevación homologados, con su consiguiente marcado CE.

- El gruista encargado del manejo de la grúa deberá tener formación en su puesto de trabajo, incluyendo formación específica en Prevención de Riesgos.

- El gruista se responsabilizará de las cadenas o eslingas que deba usar, asegurando su estado correcto para el trabajo.

- Se llevará un perfecto mantenimiento de maquinaría y vehículos.

- No se sobrepasará nunca la carga máxima autorizada para ser izada.

- En la zona de influencia de la pieza a trasladar no se encontrará ninguna persona, a excepción del operario que deba dirigir la pieza. En cualquier caso, nunca se permitirá que la carga suspendida pase por encima de ninguna persona.

- El camión pluma o grúa que se encargue de la carga-descarga de las piezas, deberá estar situado en una zona estable y nivelada de apoyo.

5.2 Normas de seguridad durante el transporte en obra:

Son de obligatorio cumplimiento, bajo responsabilidad de la persona ó personas que no las tengan en cuenta, las siguientes normas de seguridad mientras se transportan los marcos a lo largo de la obra:

- Respetar normas de circulación, así como prohibiciones de circulación si las hay.
- Deberá comprobarse que la carga transportada va perfectamente amarrada con los medios adecuados para evitar su desplazamiento en el vehículo ó caída del mismo para evitar daños que se pudiesen originar a terceros ó daños ocasionados a la propia carga.
- No deben asumirse riesgos innecesarios. No circular por rampas de acceso a obra ó en obra con una pendiente superior al 10 % (8% si el tramo es mayor de 10 metros ó se trata de tramo curvo) ni en terreno con barro o terraplén sin protecciones que pudiera dar lugar a un accidente, por lo que los caminos deberán estar acondicionados para este tránsito.
- No debe permitirse el paso de cargas suspendidas sobre la cabina.
- Nunca debe situarse persona alguna debajo de la carga que se traslada.
- Descargar siempre con el freno de mano puesto. En caso de suelo con pendiente, calzar las ruedas.

5.3 Normas de seguridad en grúas:

Son de obligatorio cumplimiento, bajo responsabilidad de la persona ó personas que no las tengan en cuenta, las siguientes normas de seguridad mientras se suspenden en alto los marcos en obra:

- Formación adecuada del gruista, incluyendo formación específica en Prevención de Riesgos.
- Homologación y marcado CE de grúa y material de izado
- Revisiones periódicas del material, asegurando un estado adecuado del mismo.
- Ganchos dotados de pestillo de seguridad.
- No sobrepasar nunca la carga máxima autorizada para ser izada.
- Extender gatos estabilizadores, siempre que sea posible al máximo, por tratarse de la posición más segura.
- Mantener siempre la vista en la carga que se traslada, y en asegurar un recorrido sin obstáculos.
- Nunca pasar cargas suspendidas sobre personal.
- No abandonar la máquina con la carga suspendida.
- Si es necesario trabajar en la proximidad de líneas eléctricas, respetar distancias de seguridad:
  - 1 m., para líneas de Baja Tensión
  - 3 m. en Alta Tensión hasta 57.000 Voltios
  - 5 m. en Alta Tensión más de 57.000 Voltios
- No trabajar con vientos superiores a los indicados por fabricante de la grúa.

5.4 Normas de seguridad en colocación:

Son de obligatorio cumplimiento, bajo responsabilidad de la persona ó personas que no las tengan en cuenta, las siguientes normas de seguridad mientras se colocan los marcos en su ubicación definitiva en obra:

- Usar de Equipos de Protección Individual, según Plan de Seguridad en obra. Y SIEMPRE, botas de seguridad, casco, guantes y ropa de trabajo.
- No situarse nunca debajo de cargas suspendidas
- Prestar especial atención a la maniobra de descarga de piezas
- La señalización de maniobras al gruista, la realizará siempre una única persona.
- Usar escaleras adecuadas: 1m. por encima del punto de apoyo superior de la misma, anclaje o sistema de estabilidad en patas.
- La escalera se usará tanto para subir y bajar a la zanja (en caso de haberla), como para subir a desatar las piezas del camión, cuando esto sea necesario.
- Guiar las cargas con cuerdas. No enrollarse la cuerda en la muñeca ni otra parte.
- Si se trabaja en la proximidad de líneas eléctricas, respetar distancias de seguridad:
  - 1 m., para líneas de Baja Tensión
  - 3 m. en Alta Tensión hasta 57.000 Voltios
  - 5 m. en Alta Tensión más de 57.000 Voltios
- Nunca perder de vista la trayectoria de la carga.
- Revisar material de amarre, puntales, tractel, etc. y asegurar buen estado antes de su uso, reponerlo siempre que sea necesario.

6. SELLADO DE JUNTAS E IMPERMEABILIZACION

Cuando se requiera asegurar la estanquidad de las uniones, se indica a modo de recomendación algunas soluciones no limitativas de formas y productos a emplear en las uniones. En muchos casos especialmente en pequeños encauzamientos de pasos en arroyos o vaguadas, en donde solo eventualmente puede haber circulación de agua, es suficiente colocar una junta bituminosa exteriormente para evitar el tamizado de finos del relleno por infiltración.

Con carácter general debe entenderse que los sistemas de sellado que se recomiendan a continuación no aseguran la estanqueidad total de las uniones, aportando estos básicamente unas barreras de distinta eficacia en función de la solución adoptada ante la entrada de agua desde el exterior o la salida desde el interior a través de las juntas. Cuando por el uso previsto de estas conducciones o galerías la presencia de agua infiltrada no sea admisible, se recomienda disponer sistemas de drenaje exteriores y/o interiores (6.2) y/o utilizar sistemas de sellado de máxima barrera tales como el sistema de banda elástica y resina indicado en el apartado 6.1.3.

En cualquier caso la Dirección Facultativa, deberá de elegir el sistema de impermeabilización y sellado mas adecuado en función del uso previsto de la conducción.

6.1- **Ejecución de las uniones:**

En los elementos con junta machihembrada, no está previsto el uso de juntas de goma, por lo que se detallan a continuación varias soluciones que se adaptan al tipo de instalación. Junto a cada una de las soluciones, se dan unas recomendaciones no limitativas sobre los productos de diversas casas comerciales.

El tipo de unión podrá ser rígida o elástica, según los materiales empleados en el rejuntado y sellado.

6.1.1.- **Unión Rígida**

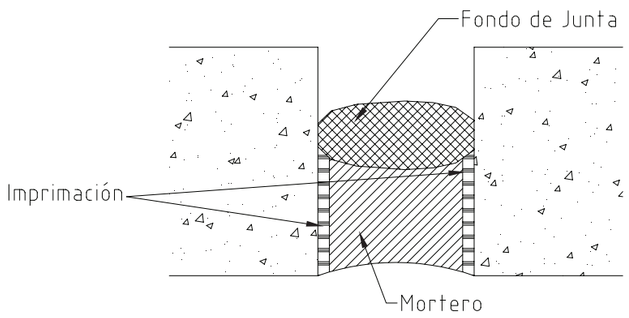
La solución consiste en aplicar un *fondo de junta*, *imprimación* y *mortero de relleno.* El soporte sobre el que se aplica, debe estar limpio y seco.

El *fondo de junta* se utiliza para limitar el tamaño y el uso excesivo del mortero.

La *imprimación o puente de unión*, se utiliza para unir el hormigón de las piezas con el mortero de relleno.

El *mortero de relleno* debe ser tixotrópico para evitar su descuelgue.

Esta solución solo es aceptable en el caso de que no se prevean movimientos diferenciales entre los elementos.



REFERENCIAS COMERCIALES:

FABRICANTE	FONDO	IMPRIMA-CION	MORTERO DE RELLENO	
			NORMAL	RESISTENTE A SULFATOS
BETEC	ROUNDEX	----	BETEC 305 E(*)	
BETTOR	ROUNDEX	LEGARAN	EMACO S-88	EMACO S-88
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOBOND	RENDEROC TS	

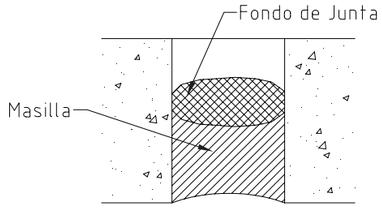
		ACS NITOPRIME 55	REDENROC SF	CONVEXTRA BB80
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKA TOP 110 EPOCEM	SIKA MONOTOP 612	

6.1.2.- **Unión Elástica:**

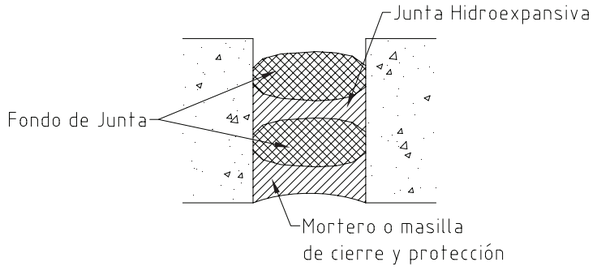
La solución consiste en aplicar un *fondo de junta* y *masilla.* La superficie sobre la que se aplica, debe de estar adecuadamente limpia.

La *masilla* debe ser capaz de soportar las condiciones ambientales en las que va a estar inmersa, por lo que, a continuación indicamos dos posibles soluciones en función de si existe una presencia eventual de agua (Solución 1) o permanente (Solución 2).

SOLUCIÓN 1



SOLUCIÓN 2



- En el caso de que exista una agresividad química alta, deben usarse masillas de polisulfuro de dos componentes con alta resistencia química.
- Normalmente es suficiente el uso del poliuretano monocomponente.
- En el caso de presencia permanente de agua, la junta hidroexpansiva, se podrá colocar sobre un adhesivo, si la superficie está seca y limpia, o sobre masilla hidroexpansiva, si la superficie está húmeda e irregular.

NOTA:

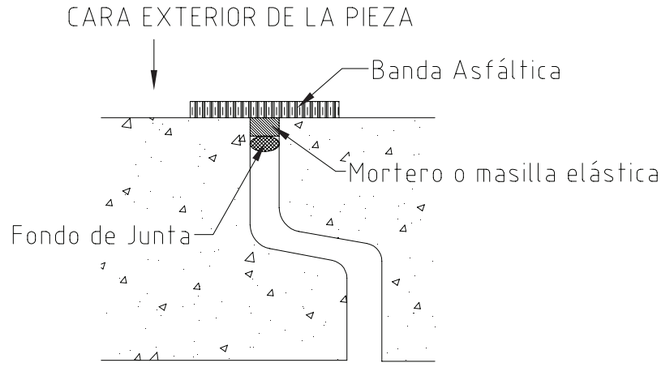
- La Solución 1 es válida prácticamente para cualquier situación.
- La Solución 2 sólo debe aplicarse con presencia permanente de agua.

REFERENCIAS COMERCIALES:

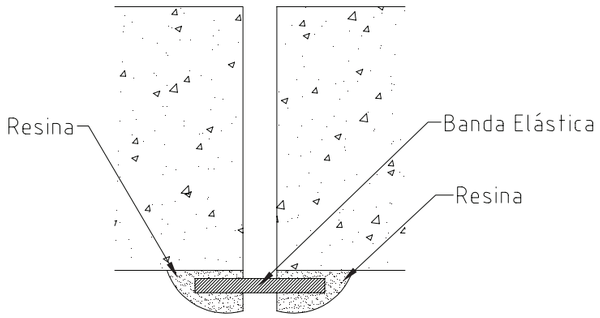
FABRICANTE	FONDO	MASILLA		ALTA RESISTENCIA QUIMICA	JUNTAS HIDROEXPANSIVAS
		NORMAL	RESISTENTE A SULFATOS		
BETEC	ROUNDEX	BETOFLEX	BETOFLEX S	BETOPOX 92 AR	----
BETTOR	ROUNDEX	MASTERFLEX 474	MASTERFLEX 474	PCI-ELRIBONS	BOND-RING
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOSEAL 151	THIOFLEX 600		SUPERCAST SW SUPERCAST SWX
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKAFLEX 11-FC		SIKAFLEX PRO 3WF	SIKASWELL P SIKASWELL M

6.1.3.- **Sellado con banda**

SOLUCIÓN CON BANDA ASFALTICA



SOLUCIÓN CON BANDA ELÁSTICA Y RESINA.



RECOMENDACIONES DE USO:

- El soporte debe estar limpio y seco.
- La solución con banda asfáltica solamente podrá utilizarse con presión positiva y nunca en presencia de ácidos o sulfatos.
- La solución con banda elástica fijada con resina es prácticamente de validez universal, soporta cualquier ataque químico y movimientos diferenciales importantes pudiendo trabajar con presión positiva o negativa.

REFERENCIAS COMERCIALES:

FABRICANTE	**SELLADO CON BANDA ASFÁTICA**	**SELLADO CON RESINA**
BETTOR	PROTAC	MASTERFLEX 3000
FOSROC-EUCO	----	HP-DILAFLEX
SIKA	SIKA MULTISEAL	SIKA COMBIFLEX

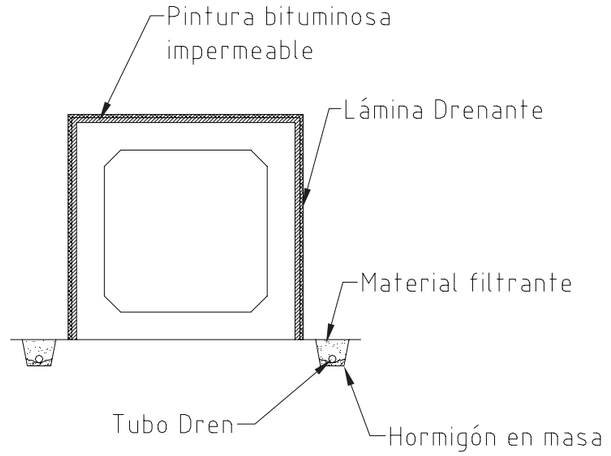
6.2.- IMPERMEABILIZACIONES:

La impermeabilización de los elementos es recomendable en todos los casos ya que el hormigón no es de por si impermeable por su propia naturaleza, esta impermeabilización será más o menos exigente en función del uso que se le vaya a dar a la pieza. A continuación se exponen varios sistemas ordenados de menor a mayor exigencia:

1.- Se aplica a los módulos una pintura bituminosa impermeable y un tratamiento exterior de juntas de unión con banda asfáltica. Esta debería ser la solución mínima a aplicar en cualquier situación.

2.- Colocación de un geotextil o lámina drenante geocompuesta que envuelva toda la instalación (venda).

3.- Colocación de un material filtrante y una tubería de drenaje a ambos lados de la pieza, que recoja el agua y lo conduzca fuera de la instalación.



REFERENCIAS COMERCIALES:

FABRICANTE	SOLUCIÓN RÍGIDA		SOLUCIÓN ELÁSTICA	
	IMPRIMACIÓN	MORTERO	IMPRIMACIÓN	MORTERO
BETEC	---	BETEC 300 A (*)	-----	BETOPOX BREA (*)
BETTOR	Humedecer superficie	MATERSEAL 531-PCI IMPERBETT	Humedecer superficie	MASTERSEAL 550-SECCOFLEX
FOSROC-EUCO	Humedecer superficie	RENDEROC C	Humedecer superficie	RENDEROC CM660 DEKGUARD WF10
	NITOCOTE ET-diluido 80/81/82/83	NITOCOTE ET-80/81/82/83	NITOCOTE ET-80/81/82/83 diluido	NITOCOTE ET-80/81/82/83
KRAUTO	KR 1419	KR 4412	KR 1502	KR 1633
SIKA	Humedecer superficie	SIKATOP SEAL 107 (*)	Humedecer superficie (*)	SIKATOP SEAL 107 (*)

(*) No necesita imprimación.

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Varios
Fecha: 13/05/2010
Hora: 9:11:00

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

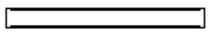
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

- Sección

Sección : MURO
b0 [m] = 1.90
h [m] = 0.19



2 Comprobación

Tipo de armadura: cercos a 45º
separación s [m] = .05
ϕ [mm] = 6
nº ramas: 4
Area [cm²/m] = 22.6
ρ [·1.E-3] = 2

Inclinación de las bielas θ[º] = 45
Nd [kN] = 0.0
σyd [MPa] = 0.0

Vu1 [kN] = 3648.0
Vu2 [kN] = 296.1
Vcu [kN] = 117.0
Vsu [kN] = 179.1

- Resistencia a cortante:

Vu [kN] = 296.1

Alonso Ortega Crespo

De: David Gomez [david.gomez@inocsa.es]
Enviado el: miércoles, 19 de mayo de 2010 17:03
Para: Alonso Ortega Crespo; Jose Vicente Peñas Bermudez
CC: 'F. Javier Marco'; isaac.calvo@inocsa.es; 'Gloria Sanchez'
Asunto: RV: Galeria Eléctrica
Datos adjuntos: gonzalo_ramos.vcf

-----Mensaje original-----
De: Gonzalo Ramos [mailto:gonzalo.ramos@upc.edu] Enviado el: miércoles, 19 de mayo de 2010 17:04
Para: David Gómez Santaella
CC: Javier Marco; 'Gloria Sánchez Rodríguez'; Astrid Montes; Alberto Ledesma; Andrés Pinto; Mª Purificación Hospital Bartolomé
Asunto: Galeria Eléctrica

Por la presente comunicamos nuestra aprobación al documento titulado "Cálculo de Marco Prefabricado", ND_133_10, revisión C, de 14/05/2010, correspondiente a la galería eléctrica del Sector Sagrera.

Atentamente
Gonzalo Ramos

_____ Información de ESET NOD32 Antivirus, versión de la base de firmas de virus 5110 (20100512) _____

ESET NOD32 Antivirus ha comprobado este mensaje.

http://www.eset.com

_____ Información de ESET NOD32 Antivirus, versión de la base de firmas de virus 5110 (20100512) _____

ESET NOD32 Antivirus ha comprobado este mensaje.

http://www.eset.com

David GÃ³mez Santaella
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Jefe de Sector
A.C.O. L.A.V. Madrid - Barcelona - F. Francesa
Tramo La Sagrera-Nudo Trinidad
C/ Sagrera, 111 Bajos. 08027 BARCELONA
http://www.inocsa.es - david.gomez@inocsa.es

SERVICIOS DE CORREO ELECTRÃ“NICO DE INOCSA INGENIERÃ A

ADVERTENCIA LEGAL

Le informamos, como destinatario de este mensaje, que el correo electrÃ³nico y las comunicaciones por medio de Internet no permiten asegurar ni garantizar la confidencialidad de los mensajes transmitidos, asÃ- como tampoco su integridad o su correcta recepciÃ³n por lo que el emisor no asume responsabilidad alguna por tales circunstancias.

Si no consintiese en la utilizaciÃ³n del correo electrÃ³nico o de las comunicaciones vÃ-a Internet le rogamos nos lo comunique y ponga en nuestro conocimiento de manera inmediata.

Este mensaje va dirigido, de manera exclusiva, a su destinatario y contiene informaciÃ³n confidencial y sujeta al secreto profesional, cuya divulgaciÃ³n no 0AestÃ¡ permitida por la ley. En caso de haber recibido este mensaje por error, le rogamos que, de forma inmediata, nos lo comunique mediante correo electrÃ³nico remitido a nuestra atenciÃ³n o a travÃ©s del telÃ©fono (+ 34) 91 548 77 90 y proceda a su eliminaciÃ³n asÃ- como a la de cualquier documento adjunto al mismo. Asimismo, le comunicamos que la distribuciÃ³n, copia o utilizaciÃ³n de este mensaje, o de cualquier documento adjunto al mismo, cualquiera que fuera su finalidad, estÃ¡n prohibidas por la ley.

PRIVILEGED AND CONFIDENTIAL

We hereby inform you, as addressee of this message, that e-mail and Internet do not guarantee the confidentiality, nor the completeness or proper reception of the messages sent and, thus, the sender does not assume any liability for those circumstances.

Should you not agree to the use of

e-mail or to communications via Internet, you are kindly requested to notify us immediately.

This message is intended exclusively for the person to whom it is addressed and contains privileged and confidential information protected from disclosure by law. If you are not the addressee indicated in this message, you should immediately delete it and any attachments and notify the sender by reply e-mail or by phone (+ 34) 91 548 77 90. In such case, you are hereby notified that any dissemination, distribution, copying or use of this message or any attachments, for any purpose, is strictly prohibited by law.

Respeta el medio ambiente. Antes de imprimir este e-mail, piensa si realmente es necesario imprimirlo.

Please, consider your environmental responsability: before printing this e-mail, ask yourself whether you need a hard copy!

_____
Mensaje analizado y protegido por Telefonica Empresas

Internal Virus Database is out of date.
Checked by AVG - http://www.avg.com
Version: 8.0.173 / Virus Database: 270.6.20/1673 - Release Date: 15/09/2008 18:49

bortubo sa

Ctra. Murcia-Fortuna, km 12
E-30620 FORTUNA (Murcia)
Tel. 00 34 968 68 62 62

http:\\www.bortubo.com
email: bortubo@bortubo.com
Fax:00 34 968 68 53 46

MEMORIA DE CÁLCULO

MARCO 2000 X 2500 X 2350 – 200/200

Hr = 8,00 m. + FFCC UIC71

EMPRESA

ISOLUX CORSÁN

OBRA

LAV MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRANCIA
TRAMO: LA SAGRERA- NUDO DE LA TRINIDAD
SECTOR SAGRERA
(BARCELONA)

INDICE

1.- INTRODUCCION
1.1 Descripción de la estructura
1.2 Identificación de la Obra
1.3 Características de la Obra
1.4 Características físicas del marco
1.5 Características de los materiales
1.6 Normas utilizadas
2.- ACCIONES
2.1 Peso propio
2.2 Cargas verticales
2.2.1 Peso de las tierras
2.2.2 Acciones variables
2.2.2.1 Sobrecarga uniforme de uso
2.2.2.2 Sobrecarga de tráfico.
2.2.2.3 Sobrecarga uniforme zonas independientes de plataforma
2.3 Carga horizontal
2.4 Cargas sísmicas, freáticas y térmicas
3.- CALCULO DE LA ESTRUCTURA
3.1 Programa utilizado
3.2 Hipótesis combinadas para el ELU
3.2.1 Estudio Dintel y Solera
3.2.2 Estudio Esquinas
3.2.3 Estudio Hastiales
3.2.4 Hipótesis Combinada para el ELS
3.3 Armado
3.4 Estado Límite de Fisuración
3.5 Detalle de disposición de armaduras. Autorización planos para fabricación.
3.6 Cálculo y comprobación apertura de fisura
4.- ANEJOS DE CALCULO
5.- SELLADO DE UNIONES EN MARCOS PREFABRICADOS
6.- DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CE DE LOS MARCOS

1.- INTRODUCCION

1.1 Descripción de la estructura.-

La presente memoria de cálculo se refiere al proyecto de la estructura para los marcos a utilizar en galería prefabricada, que hay que realizar a lo largo de todo el tramo proyectado.

La tipología adoptada es la de un marco cerrado o cajón, con gálibos interiores de 2,00 metros en horizontal y altura de hastíales igual a 2,50.

1.2 Identificación de la Obra

La presente memoria de cálculo corresponde a las obras que la empresa *ISOLUX CORSÁN*, lleva a cabo con el nombre de "*LAV MADROD-ZARAGOZA-BARCELONA-FRANCIA.TRAMO: LA SAGRERA-NUDO DE LA TRINIDAD. SECTOR SAGRERA (BARCELONA)*".

1.3 Características de la obra

Las obras de drenaje transversal tienen por objeto varias funciones:

- Permeabilizar la plataforma mitigando el efecto presa de la obra y por lo tanto de permitir el drenaje transversal a lo largo de la misma, destacando especialmente las zonas sensibles a inundaciones.
- Permitir el paso de servicios.

Se estudian y dimensionan los marcos para un relleno de tierras por encima del dintel de 8,00 metros, de los cuales, 0,30 metros corresponden una capa de balasto y el resto al propio relleno del terreno.

La condición del terreno de apoyo sobre el suelo en las hipótesis de cálculo, considera un medio elástico con coeficiente de balasto de **1000 t/m^3** .La colocación se hará en terraplén, sobre cama de hormigón de limpieza o cama granular compactada, que no tenga la rigidez suficiente como para alterar el estado tensional del apoyo.

Para el establecimiento del recubrimiento de hormigón de las armaduras, según la EHE, para una resistencia característica del hormigón comprendida entre 250 y 400 kp / m2, para elementos prefabricados con una exposición **IIb**, el recubrimiento indicado es de 25 mm, ya que el "margen de recubrimiento" es cero, en función de que los elementos prefabricados se realizan con un control intenso de ejecución.

No obstante, en aras de una mayor protección de las armaduras, el recubrimiento de las mismas empleado para el cálculo y fabricación de los marcos referidos en esta memoria de cálculo es de 30 mm.

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

El relleno del terraplén se hará con material granular, que se supone en el cálculo de densidad 2,0 t/m^3 y **30° de ángulo de rozamiento interno**. En los laterales del marco, este relleno estará compactado para conseguir el 95% del Proctor Modificado.

Para el relleno del trasdós, ***debe compensarse la zanja hasta la altura de la parte superior del marco, rellenando alternativamente sobre los dos lados, utilizando los materiales granulados seleccionados, compactados con la ayuda de un compactador ligero o a mano, en capas que no excedan de 200 mm y respetando un desnivel a cada lado del marco que no exceda 500 mm. Asimismo, se debería realizar el relleno inicial por encima del marco en capas de material de 200 mm. de espesor.*** **(Anexo C.2 Norma UNE EN 14844)**

Como coeficiente de empuje, se ha tomado el coeficiente de **empuje al reposo, cuyo valor es de 0,50**, siendo el empuje que se produce cuando no existe movimiento entre la estructura y el terreno que la rodea, obedeciendo a la fórmula:

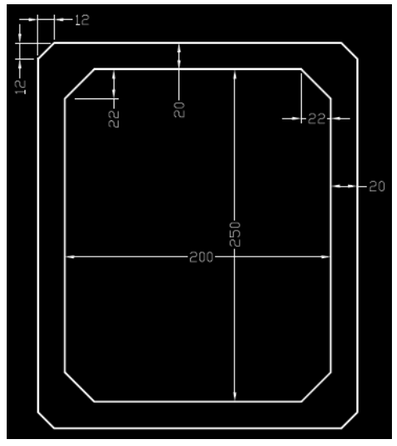
$$Ko = 1 - \text{sen}\phi = 0{,}50$$

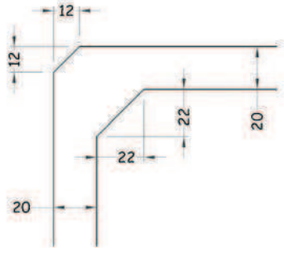
En el caso de que la estructura ceda, el empuje decrece hasta llegar un momento (si la estructura se sigue moviendo) en que el terreno acaba por romperse y entramos en el régimen plástico con lo que hemos de considerar el empuje activo.

El empuje activo siempre es inferior al empuje al reposo.

1.4 Características físicas del marco.-

El marco tiene unas dimensiones interiores de 2,50 metros en vertical por 2,00 metros en horizontal, con una longitud útil de 2,35 metros, con unión entre ellos por el sistema de machihembrado, con espesores de 20 cm. en dintel y solera y 20 cm. en hastiales.





Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

1.5 Características de los materiales.-

El control de calidad atenderá a lo especificado en la Instrucción EHE asignándose para la realización y fabricación de los marcos "**Control intenso**".

Los materiales principalmente empleados en la fabricación son:

Hormigón	HA-35
Acero	B500S
Coeficiente de minoración del hormigón	$\gamma_c = 1,5$
Coeficiente de minoración del acero	$\gamma_s = 1,15$

Para los coeficientes parciales de seguridad γ_r, se adoptan los valores recogidos en la Instrucción EHE

Estados Límites Ultimos (ELU)		
Tipo de acción	Efecto	
	Favorable	Desfavorable
Permanente	1,00	1,35
Permanente valor no cte	1,00	1,50
Variable	0,00	1,50

Estados Límites de Servicio (ELS)		
Tipo de acción	Efecto	
	Favorable	Desfavorable
Permanente	1,00	1,00
Permanente valor no cte	1,00	1,00
Variable	0,00	1,00

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

1.6 Normas utilizadas.-

Para la elaboración de la presente Memoria de Cálculo, se emplean las normas y recomendaciones enumeradas a continuación:

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE, Real Decreto 1247 / 2008 de 18 de julio.
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril, de la Secretaría de Estado de Infraestructura del Transporte, dependiente del Ministerio de Fomento de septiembre de 2.007
- Norma UNE EN 14844:2006 de Productos prefabricados de hormigón. Marcos
- Norma Sismorresistente para puentes de ferrocarril NCSP-07.

2.- ACCIONES

2.1 Peso propio.

El peso propio del marco prefabricado, con una densidad del hormigón de 2,5 t/m³.

2.2 Carga vertical.

2.2.1 Peso de las tierras.

Carga vertical debida al peso de las tierras del relleno.

Resultado de aplicar una media ponderada, en proporción a la altura de balasto y a la altura restante del relleno de tierras, considerando el peso específico correspondiente a cada material

Densidad del balasto……. 1,80

Densidad de las tierras…….. 2,00

Densidad media del relleno = ($h_b * Pe_b + h_t * Pe_t$) / H_{total}

Densidad media del relleno para el cálculo = Tomamos: 2,00 T/m3

Tomaremos para todos los cálculos 2,00 Tn/m3, por ser el valor más desfavorable.

2.2.2 Tráfico ferroviario o cargas variables.

Las cargas verticales del tráfico corresponden al esquema de cargas denominado tren UIC 71, que representa el efecto estático. Estas cargas aplicando las directrices de la Instrucción para el

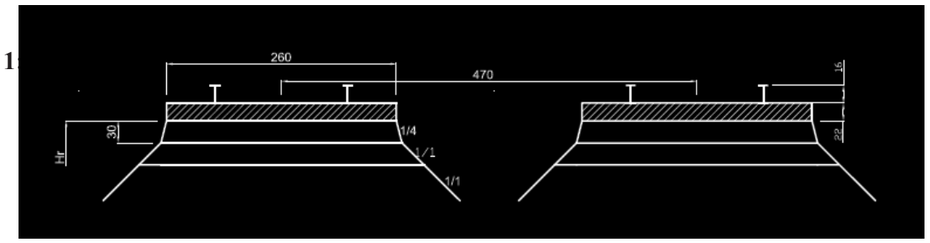
Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

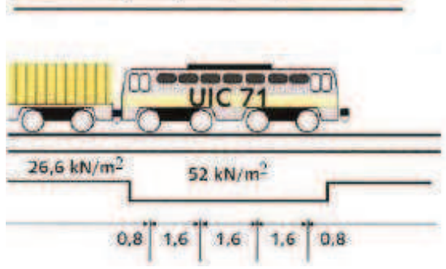
Proyecto de Puentes de Ferrocarril, se verán afectadas por un "coeficiente de clasificación" α, cuyo valor es de 1,21.

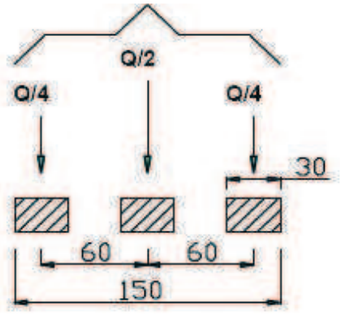
Este coeficiente α de hecho aumenta las cargas del modelo LM71 ó UIC71, convirtiendo las cargas puntuales de 250 KN a 302 kN y las sobrecargas distribuidas de 80 kN/m a 96,8 kN/m. Estos valores producen efectos del mismo orden que los considerados hasta ahora en el diseño de los puentes de ferrocarril españoles en la IAPF-75. De esta manera, se mantiene la capacidad portante de la red.

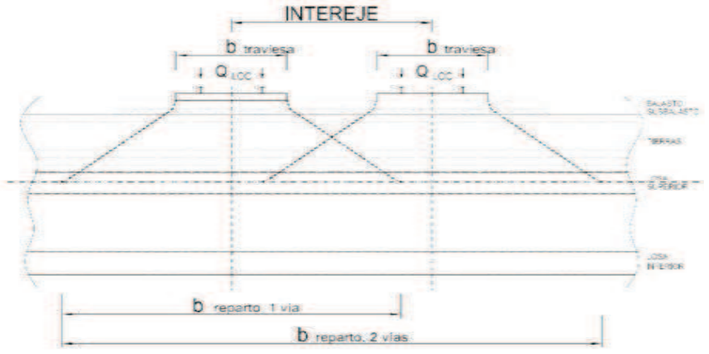
Las instrucciones de la UIC 71, para el caso que nos ocupa, se han adaptado a las especificaciones del proyecto; las disposiciones de las vías, separación de traviesas, ancho de las mismas, etc, correspondiendo a las indicadas en la figura 1.

Figura 1









La capa de balasto utilizada para el cálculo será de 0,40 m, donde las cargas se reparten con un ángulo de 14,04º (1/4).

Importante, la consideración del largo de la traviesa, que es de 2,60 m, de tal forma que la carga unitaria repartida en la base de la traviesa es de:

4 x 250 KN / (6,40 m x 2,60 m) = 60,09 KN/m²

60,09 KN/m² x 1,21 = 72,71 KN/m²

A la hora de determinar el reparto de cargas debe tenerse en cuenta la posibilidad de que las dos vías de la línea estén cargadas simultáneamente, por lo que para los tramos con mayores alturas de tierras va a existir un grado de solapamiento entre las distribuciones de cargas procedentes de ambas vías. Así, se mayorará el valor de la sobrecarga para reflejar el paso simultáneo de dos trenes por ese punto de la vía.

En los apartados siguientes se exponen para cada una de las alturas de tierras, los valores que se obtienen en **Tn/m²** , dependiendo de las acciones que se originan, así como la densidad a aplicar al relleno correspondiente y el coeficiente de impacto para cada caso.

2.2.2.1 Coeficiente de Impacto.

Las solicitaciones y deformaciones reales en un puente debido al tráfico ferroviario son de naturaleza dinámica, aumentando los valores de las cargas estáticas y que vienen recogidos en la Instrucción en el "Coeficiente de Impacto envolvente Φ".

Considerando para el cálculo de su valor que:

- Se trata de vías con grado de mantenimiento bueno.
- Que según la Instrucción para Puentes de Ferrocarril, nos encontramos en el caso de estructuras porticadas de vano único
-

$$L_m = (2,5 + 2,0 + 2,5) / 3 = 2,33$$

$$L_{\phi 2} = K \times L_m, \quad \text{siendo } K = 1,3 = 3,03$$

$$\phi_2 = 0,82 + 1,44 / (\sqrt{L_\phi} - 0,2) = \mathbf{1,75}$$

Limitando la propia Instrucción el coeficiente de impacto entre los valores de **1,00 y 1,67.**

En el caso de puentes con cobertura entre la vía y la estructura resistente de más de 1,00 metro, los coeficientes de impacto ϕ_2 pueden minorarse con la siguiente fórmula:

$$\phi 2min = \phi 2 - ((h - 1{,}00) / 10).$$

$$\phi 2min = 1{,}67 - ((8{,}0 - 1{,}00) / 10).= 0{,}95$$

Por tanto, al estar limitado por la Instrucción este valor entre 1,00 y 1,67, nos quedará un valor de cálculo dpara el coeficiente de impacto de ϕ_2 = **1,00**

2.2.2.2 Cargas dinámicas mayoradas.-

En la tabla 1, se indican para cada una de las alturas de tierras, las cargas sin mayorar, que corresponden a cada situación.

En la tabla 2, se recogen las cargas dinámicas mayoradas, así como la densidad media a aplicar en cada caso y el coeficiente de impacto correspondiente.

	H	1 Via 100 Tn	2 Vias 200 Tn	Puntual 25 Tn	Cálculo Tn/m²
Tabla 1	8,00	0,64	0,95	0,15	0,95

	H	Q din Tn / m²	Coef Clasif α	Coef Impac $\Phi_{2\ min}$	Q din de cálculo Tn / m²	Densidad (T/m³)
Tabla 2	8,00	0,95	1,21	1,00	**1,15**	2,00

2.3 Carga horizontal.

Se considera que las tensiones verticales actuando sobre un plano horizontal ejercen una presión horizontal sobre los hastíales. Asimismo, se ha tenido en cuenta los posibles desequilibrios en los empujes laterales

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

2.4 Cargas sísmicas, freáticas y térmicas.

No se consideran cargas freáticas ni térmicas.

No se han tenido en cuenta las acciones sísmicas, ya que según la Norma Sismorresistente NCSP-07, define que *no es obligatoria su aplicación cuando se trate de construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí y la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,08g.* Dado que los marcos en cuestión se pueden considerar bien arriostrados, y la aceleración sísmica básica de la población en la que se van a colocar (Barcelona) es de 0,04g, **no es obligatorio el cálculo sísmico.**

3.-CALCULO DE LA ESTRUCTURA

3.1 Programa utilizado

Para el cálculo se utiliza el programa informático GALERIA, realizado por D. Julián Díaz del Valle, Dr. Ingeniero de Caminos Catedrático de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la E.T.S. I.C.C. y Puertos, y revisado en su versión número 3 para actualizarlo a la EHE en vigor.

El Programa GALERIA constituye una versión avanzada del programa ARCO, que se desarrolló para el cálculo y diseño de estructuras enterradas que se suponen formadas por arcos de sección variable y directriz arbitraria y que tenía el inconveniente el programa ARCO de que dichas estructuras tienen un eje de simetría y las acciones están dispuestas simétricamente respecto de dicho eje.

Se ha modificado substancialmente la técnica de cálculo que en el programa ARCO se basaba en los teoremas energéticos de Castigliano. Ahora, el programa GALERIA se ha desarrollado en base a las técnicas matriciales propias del método de los desplazamientos o de la matriz de rigidez. La nueva tecnología matricial va a permitir considerar tipologías más complejas en cuento a su geometría y condiciones de apoyo, así como refinamientos de cálculo.

Su aplicación es muy útil en el caso de galerías, pasos inferiores de autopistas y ferrocarril, falsos túneles, etc. Además del peso y empuje de las tierras, considera las sobrecargas superiores, así como cualquier otro tipo de acciones.

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

Importante resaltar una serie de consideraciones que han condicionado el desarrollo y puesta en práctica el Programa GALERIA, como son:

a) El campo de aplicación de las estructuras enterradas es muy amplio, extendiéndose desde los colectores y galerías de servicios, hasta las obras de paso de carretera o ferrocarril.

b) El proceso constructivo puede variar sustancialmente desde la construcción en zanja propia de las galerías urbanas, hasta las obras de paso de carretera o ferrocarril que se colocan al nivel del terreno natural, construyendo después el terraplén.

c) Se recoge una tipología muy extensa de conducciones subterráneas, dependiendo el empleo de una u otras de condiciones hidráulicas, de gálibo, geotécnicas, económicas y constructivas.

d) Las acciones que se contemplan en el programa y que pueden actuar sobre una estructura enterrada son:

1) Cargas gravitatorias debido al peso propio y de las tierras, así como a los empujes laterales del terreno.

2) Presiones transmitidas por sobrecargas móviles, compactadores, tráfico de vehículos, paso de trenes, etc.

3) Presiones hidrostáticas internas o producidas por las aguas freáticas

4) Presiones transmitidas por cimentaciones u otras estructuras enterradas, sismo, etc.

Las acciones del tipo 1, dependen de la deformabilidad relativa de la estructura. En el caso de galerías muy rígidas, el peso efectivo de las tierras puede llegar a ser el doble del que resulta por geostasia. Por el contrario en las galerías muy flexibles se produce un “abovedamiento” o “efecto arco” que puede producir las cargas del terreno casi al 70 % de su valor en algunos casos.

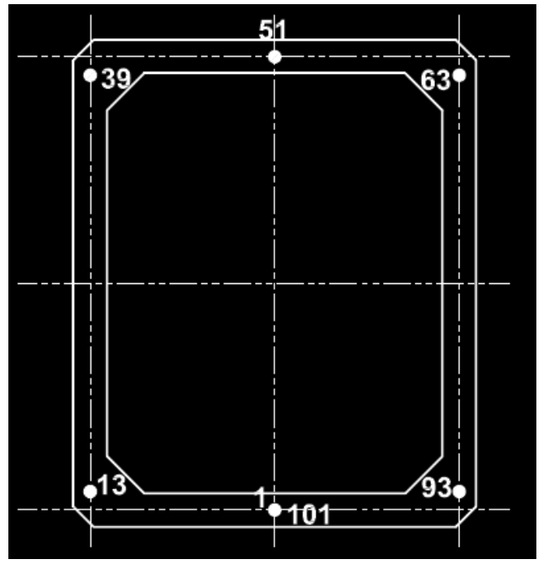
En el programa se introduce la altura de tierras HT sobre la base de la galería, pues dicha base estará a la cota de la rasante o del terreno dependiendo del caso, y es fácil de determinar. Como es lógico se introducen el peso específico de las tierras y el coeficiente de empuje que corresponda.
Las acciones del tipo 2, son determinantes cuando el recubrimiento de tierras es pequeño (<= 1,5 metros ó D / 2) y por el contrario se pueden considerar despreciables con coberturas del orden de 4 x D (siendo D la máxima dimensión vertical).

La carga vertical, se podrá “repartir en profundidad” cuando la cobertura de tierras sea suficiente.
En el programa y eventualmente, las cargas estáticas se mayoran con un coeficiente de impacto.

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

Dicho coeficiente puede variar entre 1 y 2, y depende del tipo y estado del pavimento, de la cobertura de tierras y de la rigidez de la obra de paso.

Las acciones de los tipos 3 y 4, dependen de cada caso particular y el Programa ofrece de forma sencilla la forma de introducir en el cálculo estructural.
La estructura se ha esquematizado mediante elementos finitos, considerando un ancho unitario de 1 metro y dividiendo el arco completo en **cien segmentos**.



Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

3.2 Hipótesis combinadas para el ELU

3.2.1 Estudio DINTEL Y SOLERA (Hip 1)

Peso propio (Øpp) x 1,35

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,50

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,0

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 0

Sismo (Øsi) x 1,0

3.2.2 Estudio ESQUINAS (Hip 2)

Peso propio (Øpp) x 1,35

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,50

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 1,5

Sismo (Øsi) x 1,0

3.2.3 Estudio HASTIALES (Hip 3)

Peso propio (Øpp) x 1,0

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 1,0

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 1,5

Sismo (Øsi) x 1,0

3.2.4 Hipótesis combinada para el ELS (Hip 4)

Peso propio (Øpp) x 1,0

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,0

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 0

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 0

Sismo (Øsi) x 0,0

3.3 Armado.-

Los criterios considerados en el armado cumplen las especificaciones de la Instrucción EHE, ajustándose los valores de cálculo de los materiales, los coeficientes de mayoración de las cargas, las disposiciones de las armaduras y las cuantías geométricas y mecánicas mínimas y máximas a dichas especificaciones.

3.4 Estado Límite de Fisuración.-

Teniendo en cuenta que para el paso inferior se ha considerado un ambiente IIb al ser estructura enterrada, la resistencia del hormigón será de 35 N / mm² y el recubrimiento de 30 mm, la comprobación a satisfacer consiste en el cumplimiento de la siguiente inecuación:

$$W_k <= W_{máx} = 0{,}30 \text{ mm}$$

BORTUBO, S.A., somete a la aprobación de la Empresa Constructora y en su caso a la Dirección Facultativa, esta Memoria de Cálculo, sin cuyo previo consentimiento a todas las hipótesis mencionadas, coeficientes adoptados y material empleado, no se procederá a la fabricación.

Murcia, 20 de Enero de 2010

Raúl Velandrino Poveda

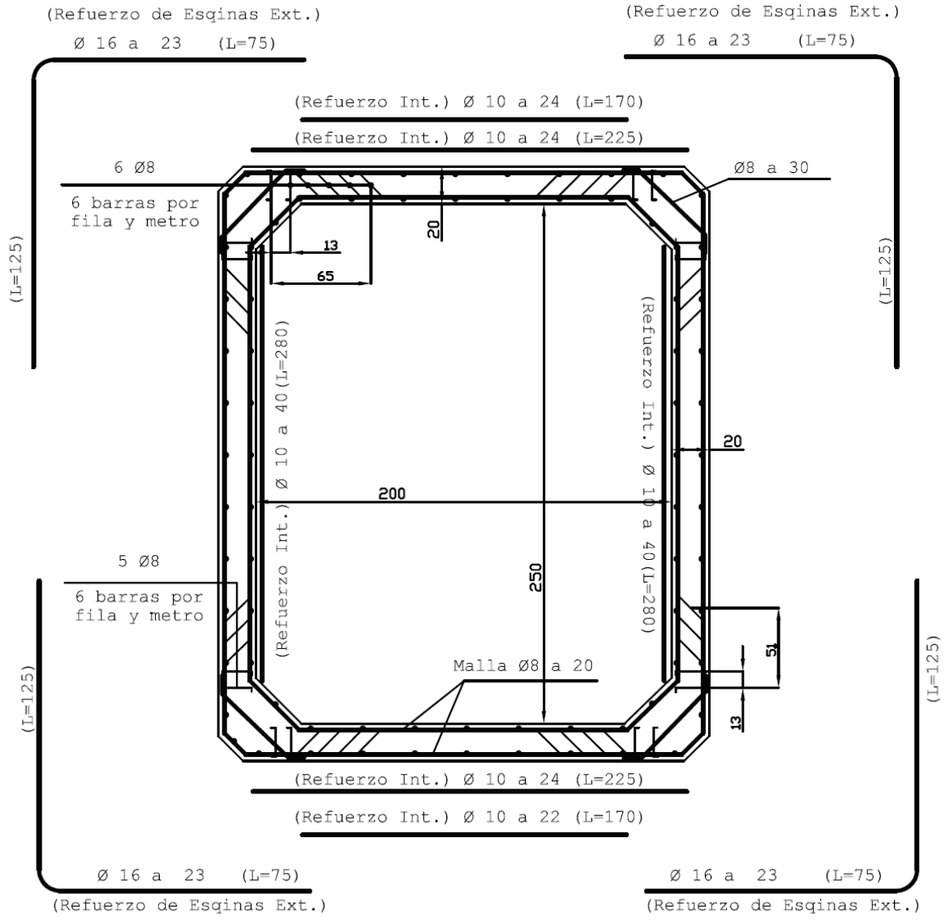
Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado nº: 4.418

3.5 Detalle de Disposición de Armaduras

MARCO 2500 x 2000 x 2350 - 200/200

HR:8,0 + Tp 60 Tn



ACERO: B-500-SD

HORMIGON HA.-35/20/IIb

RECUBRIMIENTO ARMADURAS 3 cm.

Fyk= 5.100 Kp/cm²

Fck= 350 Kp/cm²

COTAS EN (cm)

BORTUBO, S.A.

APROBADO PARA FABRICACIÓN	
Fecha:	
Firma y sello:	

3.6 CALCULO Y COMPROBACION APERTURA DE FISURA

DINTEL Hr : 8,00

DATOS por metro

As1 N° de barras	As1 Ø mm	As2 N° de barras	As2 Ø mm
4,2	10	5,0	8
4,2	10	0	0
5,0	8	0	0
0	0	0	0
13,4	10	5	8
As1 --------->	911	As2 ------->	251

Recubrimiento mm: 30 — n: 7
Esp de pared mm: 200 — Sm: 102
Mk ELS ó Mk ELU/gf (m.kp): 3.186 — Ep sm: 0,0009 — 0,0008
fck (Mpa): 35 — wk: 0,1650 — 0,1436
ro1: 0,0054 — 1+ro2/ro1: 1,2759
ro2: 0,0015 — 1+ro2*d'/(ro1*d): 1,0487

			Simplif.	Anejo 9
s1	74,6269	Gs	2571,3309	2238,4248
s2	150	Gsr	1727,1136	1503,5069
s (mm)	74,6269			
Ac,eficaz mm2	50000	Ep s1	0,0009	0,0008
d	170	Ep s2	0,0005	0,0004
fct,m (Mpa)	3,2100		7,02582E-06	
Mfis (m.kp)	2140	x	40,2378	
		Iner fis	129285403	

Fisura

0,144

Exposición IIb

0,3 mm.

SOLERA Hr : 8,00

DATOS por metro

As1 N° de barras	As1 Ø mm	As2 N° de barras	As2 Ø mm
4,2	10	5,0	8
4,6	10	0	0
5,0	8	0	0
0	0	0	0
13,8	10	5	8
As1 --------->	942	As2 ------->	251

Recubrimiento mm: 30 — n: 7
Esp de pared mm: 200 — Sm: 101
Mk ELS ó Mk ELU/gf (m.kp): 3.401 — Ep sm: 0,0010 — 0,0009
fck (Mpa): 35 — wk: 0,1740 — 0,1517
ro1: 0,0055 — 1+ro2/ro1: 1,2667
ro2: 0,0015 — 1+ro2*d'/(ro1*d): 1,0471

			Simplif.	Anejo 9
s1	72,4638	Gs	2653,3564	2312,7878
s2	150	Gsr	1669,5431	1455,2508
s (mm)	72,4638			
Ac,eficaz mm2	50000	Ep s1	0,0010	0,0009
d	170	Ep s2	0,0005	0,0004
fct,m (Mpa)	3,2100		6,80032E-06	
Mfis (m.kp)	2140	x	40,8215	
		Iner fis	132971641	

Fisura

0,152

Exposición IIb

0,3 mm.

ESQUINA Hr : 8,00

DATOS por metro

As1 N° de barras	As1 Ø mm	As2 N° de barras	As2 Ø mm
0,0	0	5,0	8
4,4	16	0	0
5,0	8	0	0
0	0	0	0
9,4	16	5	8
As1 --------->	1136	As2 ------->	251

Recubrimiento mm: 30 — n: 7
Esp de pared mm: 200 — Sm: 116
Mk ELS ó Mk ELU/gf (m.kp): 5.958 — Ep sm: 0,0017 — 0,0015
fck (Mpa): 35 — wk: 0,3402 — 0,2987
ro1: 0,0067 — 1+ro2/ro1: 1,2212
ro2: 0,0015 — 1+ro2*d'/(ro1*d): 1,0390

			Simplif.	Anejo 9
s1	106,3830	Gs	3856,4018	3385,9779
s2	240	Gsr	1385,1298	1216,1645
s (mm)	106,3830			
Ac,eficaz mm2	50000	Ep s1	0,0017	0,0015
d	170	Ep s2	0,0007	0,0006
fct,m (Mpa)	3,2100		5,68308E-06	
Mfis (m.kp)	2140	x	44,1733	
		Iner fis	154984108	

Fisura

0,299

Exposición IIb

0,3 mm.

4.- ANEJOS DE CALCULO

P R O G R A M A G A L E R I A

CALCULO DE GALERIAS ENTERRADAS Y PASOS INFERIORES

VERSION N° 3. (EHE) FECHA : 11/01/2000

Copyright : J.Díaz del Valle . SA-317-1988

E.T.S. de Ingenieros de Caminos de Santander

DATOS DEL PROYECTO DE LA GALERIA

PROYECTO : 2.0 x 2.5 + FFCC UIC71

REFERENCIA : Hr= 8.0 m.

FECHA DEL CALCULO : 20/01/2010

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

D A T O S G E O M E T R I C O S

ANEJO DE CALCULO

DEFINICION DEL ARCO :

TIPO 14: Sección cajón definida por .....: L,H,b,c

Altura (m) ..... H = 2.700

Longitud media horizontal del cajón ..... L = 2.200

Longitud horizontal de las cartelas (m) ..... b = 0.220

Longitud vertical de las cartelas (m) ..... c = 0.220

Espesor de las paredes verticales (m) ..... = 0.200

Espesor de las paredes horizontales (m) ..... = 0.200

Número de segmentos en que se divide el arco ..... = 100

Salto de impresión de resultados ..... = 1

Nudos de separación entre tramos : 1 9 13 39 43 51 59 63 89 93 101

Apoyo inferior sobre lecho elástico.(TIPO 1) :

Coeficiente de balasto del estrato elástico (t/m3) ..... K = 1000

Límite izquierdo de la zona de apoyo (m) ..... Xizq = -1.10

Límite derecho de la zona de apoyo (m) ..... Xder = 1.10

COORDENADAS DE LOS NUDOS DEL ARCO

Nudo	X	Y	Nudo	X	Y	Nudo	X	Y
1	0.000	0.000	2	-0.097	0.000	3	-0.195	0.000
4	-0.292	0.000	5	-0.390	0.000	6	-0.488	0.000
7	-0.585	0.000	8	-0.683	0.000	9	-0.780	0.000
10	-0.860	0.027	11	-0.940	0.055	12	-1.020	0.083
13	-1.100	0.110	14	-1.100	0.205	15	-1.100	0.301
16	-1.100	0.396	17	-1.100	0.492	18	-1.100	0.587
19	-1.100	0.682	20	-1.100	0.778	21	-1.100	0.873
22	-1.100	0.968	23	-1.100	1.064	24	-1.100	1.159
25	-1.100	1.255	26	-1.100	1.350	27	-1.100	1.445
28	-1.100	1.541	29	-1.100	1.636	30	-1.100	1.732
31	-1.100	1.827	32	-1.100	1.922	33	-1.100	2.018
34	-1.100	2.113	35	-1.100	2.208	36	-1.100	2.304
37	-1.100	2.399	38	-1.100	2.495	39	-1.100	2.590
40	-1.020	2.618	41	-0.940	2.645	42	-0.860	2.672

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

43	-0.780	2.700	44	-0.683	2.700	45	-0.585	2.700
46	-0.488	2.700	47	-0.390	2.700	48	-0.292	2.700
49	-0.195	2.700	50	-0.097	2.700	51	0.000	2.700
52	0.097	2.700	53	0.195	2.700	54	0.292	2.700
55	0.390	2.700	56	0.488	2.700	57	0.585	2.700
58	0.683	2.700	59	0.780	2.700	60	0.860	2.672
61	0.940	2.645	62	1.020	2.618	63	1.100	2.590
64	1.100	2.495	65	1.100	2.399	66	1.100	2.304
67	1.100	2.208	68	1.100	2.113	69	1.100	2.018
70	1.100	1.922	71	1.100	1.827	72	1.100	1.732
73	1.100	1.636	74	1.100	1.541	75	1.100	1.445
76	1.100	1.350	77	1.100	1.255	78	1.100	1.159
79	1.100	1.064	80	1.100	0.968	81	1.100	0.873
82	1.100	0.778	83	1.100	0.682	84	1.100	0.587
85	1.100	0.492	86	1.100	0.396	87	1.100	0.301
88	1.100	0.205	89	1.100	0.110	90	1.020	0.083
91	0.940	0.055	92	0.860	0.027	93	0.780	0.000
94	0.683	0.000	95	0.585	0.000	96	0.488	0.000
97	0.390	0.000	98	0.292	0.000	99	0.195	0.000
100	0.097	0.000	101	0.000	0.000			

MATERIALES : HORMIGON Y ARMADURAS

Resistencia característica del hormigón (Kp/cm²) ..... fck = 350

Coeficiente de minoración de fck ..... Øc = 1.50

Limíte elástico del acero (Kp/cm²) ..... fyk = 5100

Coeficiente de minoración de fyk ..... Øs = 1.15

Recubrimiento de las armaduras (m) ..... c =0.030

Se disponen armaduras mínimas de flexocompresión.

D A T O S D E A C C I O N E S

ACCIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO DEL ARCO :

Peso específico del hormigón (t/m3) ..... = 2.50

ACCIONES DEBIDAS AL PESO DE LAS TIERRAS :

Existe escalón de tierras a izqda y dcha (SI=1,NO=0) ..... = 0

Inclinación de las tierras a la izquierda (Grados) ..... = 0

Inclinación de las tierras a la derecha (Grados) ..... = 0

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

Altura de las tierras desde el centro de la base (m) .....= 10.70

Peso específico de las tierras (t/m3) ..... = 2.00

ACCIONES DEBIDAS AL EMPUJE DE LAS TIERRAS :

Acciones definidas por coeficientes de empuje :

Coeficiente de empuje de tierras ..... = 0.50

El terreno reacciona en los dos sentidos (Empuje y despegue del arco)

ACCIONES DEBIDAS AL TRAFICO :

Existe tráfico encima del arco (SI=1,NO=0) ..... = 1

ACCIONES DEBIDAS A PRESIONES INTERNAS Y EXTERNAS :

Nivel freático medido desde la base (m) ..... = 0.00

Nivel del agua interior medido desde la base (m) ..... = 0.00

Presión interna adicional (t/m²) ..... = 0.0

ACCIONES DEBIDAS A SOBRECARGAS REPARTIDAS :

Carga uniforme (t/m²) (+descendente, -ascendente) ..... Qy = 1.15

La carga anterior se extiende desde el nudo N° 39 ,hasta el nudo N° 63
y se considera por unidad de proyección horizontal.

Carga uniforme (t/m²) (+ hacia dcha, - hacia izda) ..... Qx = 0.58

La carga anterior se extiende desde el nudo N° 9 ,hasta el nudo N° 43
y se considera por unidad de proyección vertical.

Carga uniforme (t/m²) (+ hacia dcha, - hacia izda) ..... Qx = -0.58

La carga anterior se extiende desde el nudo N° 59 ,hasta el nudo N° 93
y se considera por unidad de proyección vertical.

ACCIONES DEBIDAS AL SISMO :

No se considera la acción sísmica.

COEFICIENTES DE PONDERACION DE LAS ACCIONES :

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

Coeficiente de ponderación del peso propio del arco ..... = Øpp

Coeficiente de ponderación del peso de las tierras ..... = Øpt

Coeficiente de ponderación del empuje de las tierras ..... = Øet

Coeficiente de ponderación de las acciones de tráfico ..... = Øtr

Coeficiente de ponderación de presiones internas y externas .... = Øpr

Coeficiente de ponderación de cargas repartidas verticales ..... = Øqv

Coeficiente de ponderación de cargas repartidas horizontales ... = Øqh

Coeficiente de ponderación de cargas concentradas verticales ... = ØPv

Coeficiente de ponderación de cargas concentradas horizontales . = ØPh

Coeficiente de ponderación del sismo de izquierda a derecha .... = Øsi

Coeficiente de ponderación del sismo de derecha a izquierda .... = Øsd

.

CARACTERISTICAS DEL ARCO

Nudo N°	X (m)	Y (m)	Espesor (m)	Ancho (m)	Inercia (m4/m)	Area (m²/m)	Grados de libertad u	v	Ú
Hastial izquierdo :									
14	-1.100	0.205	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
15	-1.100	0.301	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
16	-1.100	0.396	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
17	-1.100	0.492	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
18	-1.100	0.587	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
19	-1.100	0.682	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
20	-1.100	0.778	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
21	-1.100	0.873	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
22	-1.100	0.968	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
23	-1.100	1.064	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
24	-1.100	1.159	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
25	-1.100	1.255	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
26	-1.100	1.350	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
27	-1.100	1.445	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
28	-1.100	1.541	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
29	-1.100	1.636	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
30	-1.100	1.732	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
31	-1.100	1.827	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
32	-1.100	1.922	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
33	-1.100	2.018	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
34	-1.100	2.113	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
35	-1.100	2.208	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
36	-1.100	2.304	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
37	-1.100	2.399	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
38	-1.100	2.495	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
Dintel superior :									
39	-1.100	2.590	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	-	-

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

40	-1.020	2.618	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	-	-
41	-0.940	2.645	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	-	-
42	-0.860	2.672	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	-	-
43	-0.780	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
44	-0.683	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
45	-0.585	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
46	-0.488	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
47	-0.390	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
48	-0.292	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
49	-0.195	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
50	-0.097	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
51	0.000	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
52	0.097	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
53	0.195	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
54	0.292	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
55	0.390	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
56	0.488	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
57	0.585	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
58	0.683	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
59	0.780	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
60	0.860	2.672	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	-	-
61	0.940	2.645	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	-	-
62	1.020	2.618	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	-	-
63	1.100	2.590	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	-	-
Hastial derecho :									
64	1.100	2.495	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
65	1.100	2.399	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
66	1.100	2.304	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
67	1.100	2.208	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
68	1.100	2.113	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
69	1.100	2.018	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
70	1.100	1.922	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
71	1.100	1.827	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
72	1.100	1.732	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
73	1.100	1.636	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
74	1.100	1.541	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
75	1.100	1.445	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
76	1.100	1.350	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
77	1.100	1.255	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
78	1.100	1.159	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
79	1.100	1.064	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
80	1.100	0.968	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
81	1.100	0.873	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
82	1.100	0.778	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
83	1.100	0.682	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
84	1.100	0.587	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
85	1.100	0.492	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
86	1.100	0.396	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
87	1.100	0.301	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
88	1.100	0.205	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
Solera :									
13	-1.100	0.110	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	K= 40	-
12	-1.020	0.083	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	K= 80	-
11	-0.940	0.055	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	K= 80	-
10	-0.860	0.027	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	K= 80	-
9	-0.780	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 89	-
8	-0.683	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 98	-
7	-0.585	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 97	-
6	-0.488	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 98	-

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

5	-0.390	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	98	-
4	-0.292	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	98	-
3	-0.195	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	98	-
2	-0.097	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	98	-
1	0.000	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	0.0000	K=	98	-
100	0.097	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	98	-
99	0.195	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	98	-
98	0.292	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	98	-
97	0.390	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	98	-
96	0.488	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	98	-
95	0.585	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	97	-
94	0.683	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	98	-
93	0.780	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	89	-
92	0.860	0.027	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	K=	80	-
91	0.940	0.055	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	K=	80	-
90	1.020	0.083	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	K=	80	-
89	1.100	0.110	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	K=	40	-

.

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA N° 1

DINTEL Y SOLERA

COEFICIENTES DE PONDERACION

Øpp = 1.350 Øpt = 1.500 Øet = 1.000 Øpr = 0.000 Øqv = 1.500

Øqh = 0.000 ØPv = 0.000 ØPh = 0.000 Øsi = 0.000 Øsd = 0.000

Øtr = 1.500 : Posición de la rueda izquierda del carro (m). X = -1.500

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = -0.000

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -63.647

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.003

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO N°	Õsuelo (t/m²)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
13	29.682	0.000	1.187	0.000
12	29.569	0.000	2.366	0.000
11	29.454	0.000	2.356	0.000
10	29.336	0.000	2.347	0.000
9	29.214	0.000	2.593	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

8	29.064	0.000	2.834	0.000
7	28.917	0.000	2.819	0.000
6	28.782	0.000	2.806	0.000
5	28.662	0.000	2.795	0.000
4	28.565	0.000	2.785	0.000
3	28.492	0.000	2.778	0.000
2	28.448	0.000	2.774	0.000
1	28.432	0.000	2.772	0.000
100	28.447	0.000	2.774	0.000
99	28.491	0.000	2.778	0.000
98	28.563	0.000	2.785	0.000
97	28.660	0.000	2.794	0.000
96	28.778	0.000	2.806	0.000
95	28.913	0.000	2.819	0.000
94	29.059	0.000	2.833	0.000
93	29.208	0.000	2.592	0.000
92	29.330	0.000	2.346	0.000
91	29.448	0.000	2.356	0.000
90	29.562	0.000	2.365	0.000
89	29.674	0.000	1.187	0.000
	õ =	0.000	63.647	0.000

.

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo N°	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
14	-0.267	-29.684	1.298	30.885	11.309	-6.922
15	-0.378	-29.688	1.040	30.811	10.312	-5.891
16	-0.466	-29.692	0.822	30.747	9.325	-4.955
17	-0.536	-29.697	0.640	30.683	8.347	-4.112
18	-0.589	-29.701	0.489	30.618	7.378	-3.363
19	-0.630	-29.705	0.367	30.554	6.417	-2.705
20	-0.660	-29.709	0.270	30.489	5.466	-2.138
21	-0.682	-29.713	0.193	30.425	4.525	-1.662
22	-0.697	-29.717	0.134	30.361	3.592	-1.275
23	-0.708	-29.721	0.089	30.296	2.668	-0.977
24	-0.715	-29.725	0.054	30.232	1.753	-0.766
25	-0.718	-29.729	0.025	30.168	0.848	-0.642
26	-0.720	-29.733	0.000	30.103	-0.048	-0.604
27	-0.718	-29.737	-0.025	30.039	-0.936	-0.652
28	-0.715	-29.741	-0.054	29.974	-1.814	-0.783
29	-0.708	-29.745	-0.090	29.910	-2.683	-0.998
30	-0.697	-29.749	-0.136	29.846	-3.543	-1.295
31	-0.682	-29.753	-0.196	29.781	-4.394	-1.673
32	-0.659	-29.757	-0.272	29.717	-5.236	-2.133
33	-0.629	-29.761	-0.369	29.652	-6.068	-2.672
34	-0.588	-29.765	-0.489	29.588	-6.892	-3.291
35	-0.535	-29.769	-0.635	29.524	-7.707	-3.987
36	-0.466	-29.773	-0.812	29.459	-8.512	-4.761
37	-0.379	-29.777	-1.020	29.395	-9.308	-5.611
38	-0.270	-29.781	-1.265	29.322	-10.095	-6.537
Dintel superior :						
39	-0.146	-29.784	-1.341	24.408	6.274	-7.537
40	-0.110	-29.893	-1.372	19.286	21.966	-5.588

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

41	-0.073	-30.004	-1.407	18.790	19.841	-3.820
42	-0.035	-30.119	-1.445	18.301	17.737	-2.231
43	0.003	-30.237	-1.482	14.909	17.998	-0.819
44	0.002	-30.382	-1.477	11.761	18.018	1.063
45	0.000	-30.523	-1.400	11.761	15.444	2.694
46	-0.001	-30.653	-1.261	11.761	12.870	4.074
47	-0.003	-30.767	-1.070	11.761	10.296	5.204
48	-0.005	-30.860	-0.838	11.761	7.722	6.082
49	-0.006	-30.929	-0.574	11.761	5.148	6.710
50	-0.008	-30.971	-0.291	11.761	2.574	7.086
51	-0.010	-30.985	0.004	11.761	-0.000	7.211
52	-0.011	-30.971	0.298	11.761	-2.574	7.086
53	-0.013	-30.928	0.582	11.761	-5.148	6.710
54	-0.014	-30.858	0.845	11.761	-7.722	6.082
55	-0.016	-30.764	1.077	11.761	-10.296	5.204
56	-0.018	-30.649	1.268	11.761	-12.870	4.074
57	-0.019	-30.518	1.407	11.761	-15.444	2.694
58	-0.021	-30.377	1.484	11.761	-18.018	1.063
59	-0.022	-30.231	1.489	14.909	-17.998	-0.819
60	0.016	-30.113	1.452	18.301	-17.738	-2.231
61	0.054	-29.998	1.414	18.790	-19.841	-3.820
62	0.091	-29.885	1.379	19.286	-21.966	-5.588
63	0.128	-29.776	1.348	24.408	-6.274	-7.537
Hastial derecho :						
64	0.253	-29.773	1.272	29.322	10.095	-6.537
65	0.362	-29.769	1.027	29.395	9.308	-5.611
66	0.450	-29.765	0.819	29.459	8.512	-4.761
67	0.519	-29.761	0.643	29.524	7.707	-3.987
68	0.573	-29.757	0.496	29.588	6.892	-3.291
69	0.615	-29.753	0.376	29.653	6.068	-2.672
70	0.646	-29.750	0.279	29.717	5.236	-2.133
71	0.669	-29.746	0.203	29.781	4.394	-1.674
72	0.685	-29.742	0.143	29.846	3.543	-1.295
73	0.696	-29.738	0.097	29.910	2.683	-0.998
74	0.704	-29.734	0.061	29.975	1.814	-0.783
75	0.708	-29.729	0.032	30.039	0.936	-0.652
76	0.710	-29.725	0.007	30.103	0.048	-0.605
77	0.710	-29.721	-0.018	30.168	-0.848	-0.642
78	0.707	-29.717	-0.047	30.232	-1.753	-0.766
79	0.701	-29.713	-0.082	30.296	-2.668	-0.977
80	0.691	-29.709	-0.127	30.361	-3.592	-1.275
81	0.676	-29.705	-0.186	30.425	-4.525	-1.662
82	0.655	-29.701	-0.263	30.490	-5.466	-2.138
83	0.625	-29.697	-0.360	30.554	-6.417	-2.705
84	0.585	-29.693	-0.482	30.618	-7.378	-3.363
85	0.532	-29.689	-0.633	30.683	-8.347	-4.112
86	0.463	-29.685	-0.815	30.747	-9.325	-4.955
87	0.376	-29.680	-1.033	30.812	-10.312	-5.891
88	0.265	-29.676	-1.291	30.885	-11.309	-6.922
Solera :						
13	-0.139	-29.682	1.379	26.205	-6.182	-8.049
12	-0.102	-29.569	1.412	21.254	-23.057	-6.004
11	-0.064	-29.454	1.450	20.795	-20.820	-4.148
10	-0.025	-29.336	1.492	20.334	-18.577	-2.481
9	0.015	-29.214	1.534	16.793	-18.984	-1.005
8	0.013	-29.064	1.534	13.484	-19.130	0.996
7	0.011	-28.917	1.458	13.484	-16.369	2.726
6	0.009	-28.782	1.316	13.484	-13.622	4.188
5	0.007	-28.662	1.119	13.484	-10.887	5.382

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

4	0.006	-28.565	0.878	13.484	-8.163	6.311
3	0.004	-28.492	0.605	13.484	-5.448	6.974
2	0.002	-28.448	0.310	13.484	-2.738	7.373
1	0.000	-28.432	0.004	13.484	-1.384	7.508
100	-0.002	-28.447	-0.302	13.484	4.096	7.376
99	-0.004	-28.491	-0.598	13.484	5.452	6.976
98	-0.006	-28.563	-0.871	13.484	8.168	6.312
97	-0.007	-28.660	-1.112	13.484	10.891	5.384
96	-0.009	-28.778	-1.309	13.484	13.626	4.189
95	-0.011	-28.913	-1.451	13.484	16.372	2.727
94	-0.013	-29.059	-1.527	13.484	19.133	0.996
93	-0.015	-29.208	-1.527	16.794	18.986	-1.004
92	0.025	-29.330	-1.485	20.334	18.579	-2.481
91	0.063	-29.448	-1.443	20.795	20.821	-4.148
90	0.101	-29.562	-1.405	21.254	23.057	-6.004
89	0.138	-29.674	-1.372	26.205	6.182	-8.049

.

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA N° 2

ESQUINAS

COEFICIENTES DE PONDERACION

Øpp = 1.350 Øpt = 1.500 Øet = 1.500 Øpr = 0.000 Øqv = 1.500

Øqh = 1.500 ØPv = 0.000 ØPh = 0.000 Øsi = 0.000 Øsd = 0.000

Øtr = 1.500 : Posición de la rueda izquierda del carro (m). X = -1.500

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = -0.000

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -63.647

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.003

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO N°	Õsuelo (t/m²)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
13	29.339	0.000	1.174	0.000
12	29.290	0.000	2.343	0.000
11	29.239	0.000	2.339	0.000
10	29.182	0.000	2.335	0.000
9	29.119	0.000	2.584	0.000
8	29.034	0.000	2.831	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

7	28.944	0.000	2.822	0.000
6	28.855	0.000	2.813	0.000
5	28.775	0.000	2.806	0.000
4	28.708	0.000	2.799	0.000
3	28.657	0.000	2.794	0.000
2	28.625	0.000	2.791	0.000
1	28.614	0.000	2.790	0.000
100	28.624	0.000	2.791	0.000
99	28.655	0.000	2.794	0.000
98	28.706	0.000	2.799	0.000
97	28.772	0.000	2.805	0.000
96	28.852	0.000	2.813	0.000
95	28.939	0.000	2.822	0.000
94	29.029	0.000	2.830	0.000
93	29.113	0.000	2.584	0.000
92	29.176	0.000	2.334	0.000
91	29.232	0.000	2.339	0.000
90	29.283	0.000	2.343	0.000
89	29.331	0.000	1.173	0.000
	õ =	0.000	63.647	0.000

.

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo N°	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
14	-0.093	-29.341	0.481	30.885	17.863	-7.650
15	-0.125	-29.345	0.205	30.811	16.285	-6.022
16	-0.134	-29.349	-0.007	30.747	14.721	-4.543
17	-0.125	-29.354	-0.163	30.683	13.171	-3.213
18	-0.104	-29.358	-0.269	30.618	11.634	-2.031
19	-0.076	-29.362	-0.330	30.554	10.111	-0.994
20	-0.043	-29.366	-0.352	30.489	8.601	-0.102
21	-0.009	-29.370	-0.341	30.425	7.105	0.647
22	0.021	-29.374	-0.303	30.361	5.623	1.253
23	0.048	-29.378	-0.243	30.296	4.155	1.719
24	0.067	-29.382	-0.167	30.232	2.700	2.046
25	0.079	-29.386	-0.081	30.168	1.259	2.235
26	0.082	-29.390	0.010	30.103	-0.169	2.286
27	0.077	-29.394	0.100	30.039	-1.583	2.202
28	0.064	-29.398	0.185	29.974	-2.983	1.984
29	0.042	-29.402	0.258	29.910	-4.370	1.633
30	0.015	-29.406	0.314	29.846	-5.743	1.151
31	-0.017	-29.410	0.348	29.781	-7.102	0.538
32	-0.051	-29.414	0.354	29.717	-8.448	-0.204
33	-0.083	-29.418	0.329	29.652	-9.780	-1.074
34	-0.112	-29.422	0.265	29.588	-11.098	-2.070
35	-0.133	-29.426	0.159	29.524	-12.403	-3.191
36	-0.141	-29.430	0.006	29.459	-13.694	-4.436
37	-0.132	-29.434	-0.200	29.395	-14.972	-5.804
38	-0.101	-29.438	-0.464	29.322	-16.235	-7.292
Dintel superior :						
39	-0.053	-29.441	-0.551	27.567	1.999	-8.901
40	-0.038	-29.487	-0.589	25.667	19.773	-7.136
41	-0.023	-29.537	-0.636	25.299	17.604	-5.556

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

42	-0.007	-29.591	-0.698	24.937	15.456	-4.158
43	0.011	-29.651	-0.784	21.835	16.846	-2.940
44	0.009	-29.732	-0.866	18.913	18.018	-1.058
45	0.006	-29.818	-0.876	18.913	15.444	0.573
46	0.003	-29.901	-0.824	18.913	12.870	1.953
47	0.001	-29.977	-0.721	18.913	10.296	3.083
48	-0.002	-30.040	-0.576	18.913	7.722	3.961
49	-0.004	-30.088	-0.400	18.913	5.148	4.588
50	-0.007	-30.117	-0.203	18.913	2.574	4.965
51	-0.010	-30.127	0.004	18.913	-0.000	5.090
52	-0.012	-30.117	0.210	18.913	-2.574	4.965
53	-0.015	-30.086	0.407	18.913	-5.148	4.588
54	-0.017	-30.038	0.583	18.913	-7.722	3.961
55	-0.020	-29.974	0.728	18.913	-10.296	3.083
56	-0.023	-29.897	0.831	18.913	-12.870	1.953
57	-0.025	-29.813	0.883	18.913	-15.444	0.573
58	-0.028	-29.727	0.873	18.913	-18.018	-1.058
59	-0.030	-29.645	0.791	21.835	-16.847	-2.941
60	-0.012	-29.585	0.705	24.937	-15.456	-4.158
61	0.004	-29.530	0.643	25.299	-17.604	-5.556
62	0.020	-29.480	0.596	25.667	-19.773	-7.136
63	0.034	-29.433	0.558	27.567	-1.999	-8.901
Hastial derecho :						
64	0.083	-29.430	0.471	29.322	16.235	-7.292
65	0.115	-29.426	0.207	29.395	14.972	-5.804
66	0.125	-29.422	0.001	29.459	13.694	-4.436
67	0.117	-29.418	-0.152	29.524	12.403	-3.191
68	0.097	-29.414	-0.258	29.588	11.098	-2.070
69	0.069	-29.410	-0.321	29.653	9.780	-1.074
70	0.037	-29.406	-0.347	29.717	8.448	-0.204
71	0.004	-29.402	-0.340	29.781	7.102	0.538
72	-0.027	-29.398	-0.306	29.846	5.743	1.150
73	-0.054	-29.394	-0.250	29.910	4.370	1.633
74	-0.074	-29.390	-0.178	29.975	2.983	1.984
75	-0.087	-29.386	-0.093	30.039	1.583	2.202
76	-0.092	-29.382	-0.003	30.103	0.169	2.286
77	-0.088	-29.378	0.088	30.168	-1.259	2.234
78	-0.075	-29.374	0.174	30.232	-2.700	2.046
79	-0.055	-29.370	0.250	30.296	-4.155	1.719
80	-0.028	-29.366	0.310	30.361	-5.623	1.253
81	0.003	-29.362	0.348	30.425	-7.105	0.647
82	0.037	-29.358	0.359	30.490	-8.601	-0.102
83	0.071	-29.354	0.337	30.554	-10.111	-0.994
84	0.100	-29.350	0.276	30.618	-11.634	-2.031
85	0.122	-29.346	0.170	30.683	-13.171	-3.214
86	0.131	-29.342	0.014	30.747	-14.721	-4.543
87	0.123	-29.337	-0.198	30.812	-16.285	-6.022
88	0.091	-29.333	-0.474	30.885	-17.863	-7.650
Solera :						
13	-0.043	-29.339	0.573	29.623	-1.592	-9.429
12	-0.028	-29.290	0.613	28.174	-20.704	-7.582
11	-0.012	-29.239	0.663	27.882	-18.431	-5.926
10	0.005	-29.182	0.729	27.587	-16.147	-4.464
9	0.023	-29.119	0.822	24.371	-17.795	-3.195
8	0.020	-29.034	0.912	21.304	-19.205	-1.187
7	0.018	-28.944	0.925	21.304	-16.445	0.550
6	0.015	-28.855	0.872	21.304	-13.693	2.019
5	0.012	-28.775	0.764	21.304	-10.949	3.221
4	0.009	-28.708	0.613	21.304	-8.213	4.154

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

3	0.006	-28.657	0.428	21.304	-5.482	4.822
2	0.003	-28.625	0.221	21.304	-2.755	5.223
1	0.000	-28.614	0.004	21.304	-1.393	5.359
100	-0.003	-28.624	-0.214	21.304	4.122	5.226
99	-0.006	-28.655	-0.421	21.304	5.486	4.824
98	-0.009	-28.706	-0.606	21.304	8.217	4.156
97	-0.012	-28.772	-0.757	21.304	10.953	3.222
96	-0.015	-28.852	-0.865	21.304	13.696	2.021
95	-0.018	-28.939	-0.918	21.304	16.448	0.551
94	-0.020	-29.029	-0.905	21.304	19.208	-1.187
93	-0.023	-29.113	-0.815	24.372	17.797	-3.194
92	-0.005	-29.176	-0.722	27.587	16.148	-4.464
91	0.012	-29.232	-0.656	27.882	18.432	-5.926
90	0.027	-29.283	-0.606	28.174	20.705	-7.582
89	0.042	-29.331	-0.566	29.623	1.592	-9.430

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA N° 3

HASTIALES

COEFICIENTES DE PONDERACION

Øpp = 1.000 Øpt = 1.000 Øet = 1.500 Øpr = 0.000 Øqv = 0.000

Øqh = 1.500 ØPv = 0.000 ØPh = 0.000 Øsi = 0.000 Øsd = 0.000

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = -0.000

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -40.416

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.002

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO N°	õsuelo (t/m²)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
13	18.288	0.000	0.732	0.000
12	18.321	0.000	1.466	0.000
11	18.352	0.000	1.468	0.000
10	18.377	0.000	1.470	0.000
9	18.396	0.000	1.633	0.000
8	18.407	0.000	1.795	0.000
7	18.406	0.000	1.795	0.000
6	18.397	0.000	1.794	0.000
5	18.385	0.000	1.793	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

4	18.372	0.000	1.791	0.000
3	18.362	0.000	1.790	0.000
2	18.354	0.000	1.790	0.000
1	18.352	0.000	1.789	0.000
100	18.354	0.000	1.789	0.000
99	18.361	0.000	1.790	0.000
98	18.371	0.000	1.791	0.000
97	18.383	0.000	1.792	0.000
96	18.395	0.000	1.793	0.000
95	18.402	0.000	1.794	0.000
94	18.403	0.000	1.794	0.000
93	18.392	0.000	1.632	0.000
92	18.373	0.000	1.470	0.000
91	18.347	0.000	1.468	0.000
90	18.316	0.000	1.465	0.000
89	18.282	0.000	0.731	0.000
	õ =	0.000	40.416	0.000

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo N°	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
14	0.114	-18.290	-0.509	19.513	17.816	-5.564
15	0.172	-18.292	-0.701	19.458	16.238	-3.940
16	0.246	-18.295	-0.830	19.411	14.674	-2.466
17	0.329	-18.298	-0.902	19.363	13.124	-1.141
18	0.416	-18.300	-0.924	19.315	11.587	0.038
19	0.504	-18.303	-0.902	19.267	10.064	1.070
20	0.587	-18.305	-0.841	19.220	8.555	1.957
21	0.663	-18.308	-0.747	19.172	7.059	2.702
22	0.729	-18.310	-0.627	19.124	5.577	3.304
23	0.782	-18.313	-0.484	19.077	4.108	3.766
24	0.821	-18.316	-0.326	19.029	2.653	4.088
25	0.844	-18.318	-0.158	18.981	1.212	4.272
26	0.851	-18.321	0.015	18.934	-0.216	4.319
27	0.841	-18.323	0.187	18.886	-1.630	4.231
28	0.815	-18.326	0.353	18.838	-3.030	4.008
29	0.774	-18.328	0.507	18.791	-4.416	3.653
30	0.719	-18.331	0.644	18.743	-5.789	3.166
31	0.652	-18.333	0.759	18.695	-7.149	2.548
32	0.575	-18.336	0.847	18.647	-8.495	1.802
33	0.492	-18.338	0.902	18.600	-9.827	0.928
34	0.404	-18.341	0.919	18.552	-11.145	-0.073
35	0.318	-18.343	0.893	18.504	-12.450	-1.198
36	0.236	-18.346	0.820	18.457	-13.741	-2.448
37	0.163	-18.348	0.694	18.409	-15.018	-3.820
38	0.105	-18.351	0.510	18.355	-16.282	-5.313
Dintel superior :						
39	0.059	-18.352	0.444	20.398	-3.013	-6.926
40	0.046	-18.318	0.413	22.418	10.178	-6.005
41	0.034	-18.288	0.372	22.313	8.773	-5.204
42	0.023	-18.261	0.310	22.212	7.384	-4.521
43	0.014	-18.241	0.207	20.561	9.380	-3.955
44	0.011	-18.228	0.069	18.959	11.261	-2.778

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

45	0.009	-18.226	-0.025	18.959	9.652	-1.759
46	0.006	-18.232	-0.079	18.959	8.044	-0.896
47	0.003	-18.241	-0.102	18.959	6.435	-0.190
48	0.001	-18.251	-0.098	18.959	4.826	0.359
49	-0.002	-18.259	-0.075	18.959	3.217	0.751
50	-0.004	-18.265	-0.040	18.959	1.609	0.986
51	-0.007	-18.267	0.003	18.959	-0.000	1.065
52	-0.010	-18.264	0.045	18.959	-1.609	0.986
53	-0.012	-18.258	0.081	18.959	-3.218	0.751
54	-0.015	-18.249	0.103	18.959	-4.826	0.359
55	-0.017	-18.239	0.107	18.959	-6.435	-0.190
56	-0.020	-18.229	0.085	18.959	-8.044	-0.896
57	-0.023	-18.223	0.030	18.959	-9.653	-1.759
58	-0.025	-18.224	-0.063	18.959	-11.261	-2.778
59	-0.028	-18.237	-0.202	20.561	-9.380	-3.955
60	-0.037	-18.256	-0.305	22.212	-7.385	-4.521
61	-0.048	-18.283	-0.366	22.313	-8.773	-5.204
62	-0.060	-18.313	-0.408	22.418	-10.178	-6.005
63	-0.073	-18.346	-0.438	20.398	3.013	-6.926
Hastial derecho :						
64	-0.118	-18.345	-0.505	18.355	16.282	-5.313
65	-0.176	-18.342	-0.688	18.409	15.018	-3.820
66	-0.248	-18.340	-0.815	18.457	13.741	-2.448
67	-0.329	-18.337	-0.888	18.504	12.450	-1.199
68	-0.416	-18.335	-0.914	18.552	11.145	-0.073
69	-0.502	-18.332	-0.896	18.600	9.827	0.928
70	-0.585	-18.330	-0.841	18.648	8.495	1.802
71	-0.662	-18.327	-0.754	18.695	7.149	2.548
72	-0.728	-18.325	-0.639	18.743	5.789	3.165
73	-0.783	-18.322	-0.502	18.791	4.416	3.652
74	-0.823	-18.320	-0.348	18.838	3.030	4.008
75	-0.849	-18.317	-0.182	18.886	1.630	4.230
76	-0.858	-18.315	-0.010	18.934	0.216	4.319
77	-0.851	-18.312	0.163	18.981	-1.212	4.272
78	-0.827	-18.310	0.331	19.029	-2.653	4.088
79	-0.788	-18.307	0.490	19.077	-4.108	3.765
80	-0.734	-18.305	0.632	19.124	-5.577	3.304
81	-0.668	-18.302	0.753	19.172	-7.059	2.702
82	-0.591	-18.299	0.846	19.220	-8.555	1.957
83	-0.507	-18.297	0.907	19.268	-10.064	1.070
84	-0.419	-18.294	0.930	19.315	-11.587	0.037
85	-0.331	-18.292	0.907	19.363	-13.124	-1.141
86	-0.248	-18.289	0.835	19.411	-14.674	-2.466
87	-0.174	-18.286	0.706	19.458	-16.238	-3.940
88	-0.115	-18.284	0.515	19.513	-17.816	-5.564
Solera :						
13	0.069	-18.288	-0.440	22.126	3.564	-7.339
12	0.056	-18.321	-0.407	24.703	-10.749	-6.368
11	0.043	-18.352	-0.363	24.686	-9.279	-5.520
10	0.032	-18.377	-0.298	24.667	-7.795	-4.798
9	0.023	-18.396	-0.189	22.957	-10.074	-4.201
8	0.020	-18.407	-0.042	21.257	-12.225	-2.924
7	0.017	-18.406	0.055	21.257	-10.480	-1.817
6	0.015	-18.397	0.111	21.257	-8.734	-0.881
5	0.012	-18.385	0.131	21.257	-6.990	-0.114
4	0.009	-18.372	0.124	21.257	-5.247	0.482
3	0.006	-18.362	0.095	21.257	-3.505	0.909
2	0.003	-18.354	0.053	21.257	-1.763	1.166
1	0.000	-18.352	0.003	21.257	-0.893	1.253

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

100	-0.003	-18.354	-0.047	21.257	2.637	1.168
99	-0.006	-18.361	-0.090	21.257	3.508	0.911
98	-0.009	-18.371	-0.118	21.257	5.250	0.484
97	-0.012	-18.383	-0.126	21.257	6.993	-0.113
96	-0.015	-18.395	-0.106	21.257	8.737	-0.880
95	-0.017	-18.402	-0.050	21.257	10.482	-1.817
94	-0.020	-18.403	0.047	21.257	12.227	-2.924
93	-0.023	-18.392	0.194	22.957	10.076	-4.201
92	-0.033	-18.373	0.303	24.667	7.797	-4.798
91	-0.044	-18.347	0.368	24.687	9.280	-5.520
90	-0.056	-18.316	0.413	24.703	10.750	-6.368
89	-0.069	-18.282	0.445	22.126	-3.564	-7.339

.

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA N° 4

ESTADO LIMITE DE SERVICIO

COEFICIENTES DE PONDERACION

Øpp = 1.000 Øpt = 1.000 Øet = 1.000 Øpr = 0.000 Øqv = 0.000

Øqh = 0.000 ØPv = 0.000 ØPh = 0.000 Øsi = 0.000 Øsd = 0.000

Øtr = 0.200 : Posición de la rueda izquierda del carro (m). X = -1.500

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = -0.000

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -40.416

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.002

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO N°	Õsuelo (t/m²)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
13	18.631	0.000	0.745	0.000
12	18.600	0.000	1.488	0.000
11	18.567	0.000	1.485	0.000
10	18.531	0.000	1.482	0.000
9	18.491	0.000	1.641	0.000
8	18.437	0.000	1.798	0.000
7	18.379	0.000	1.792	0.000
6	18.323	0.000	1.787	0.000
5	18.272	0.000	1.782	0.000
4	18.229	0.000	1.777	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

3	18.197	0.000	1.774	0.000
2	18.177	0.000	1.772	0.000
1	18.170	0.000	1.772	0.000
100	18.176	0.000	1.772	0.000
99	18.196	0.000	1.774	0.000
98	18.228	0.000	1.777	0.000
97	18.270	0.000	1.781	0.000
96	18.321	0.000	1.786	0.000
95	18.376	0.000	1.792	0.000
94	18.433	0.000	1.797	0.000
93	18.487	0.000	1.641	0.000
92	18.527	0.000	1.482	0.000
91	18.562	0.000	1.485	0.000
90	18.595	0.000	1.488	0.000
89	18.625	0.000	0.745	0.000
	õ =	0.000	40.416	0.000

.

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo N°	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
14	-0.060	-18.633	0.308	19.513	11.262	-4.836
15	-0.080	-18.635	0.134	19.458	10.266	-3.809
16	-0.086	-18.638	-0.000	19.411	9.278	-2.878
17	-0.081	-18.641	-0.099	19.363	8.300	-2.039
18	-0.069	-18.643	-0.166	19.315	7.331	-1.294
19	-0.051	-18.646	-0.205	19.267	6.371	-0.641
20	-0.030	-18.648	-0.220	19.220	5.420	-0.079
21	-0.009	-18.651	-0.214	19.172	4.478	0.393
22	0.010	-18.653	-0.190	19.124	3.545	0.775
23	0.026	-18.656	-0.153	19.077	2.621	1.069
24	0.039	-18.659	-0.106	19.029	1.707	1.275
25	0.046	-18.661	-0.052	18.981	0.801	1.395
26	0.049	-18.664	0.005	18.934	-0.095	1.428
27	0.046	-18.666	0.061	18.886	-0.982	1.377
28	0.037	-18.669	0.114	18.838	-1.861	1.241
29	0.024	-18.671	0.160	18.791	-2.730	1.022
30	0.007	-18.674	0.195	18.743	-3.590	0.720
31	-0.013	-18.676	0.216	18.695	-4.441	0.337
32	-0.034	-18.679	0.220	18.647	-5.282	-0.127
33	-0.054	-18.681	0.204	18.600	-6.115	-0.671
34	-0.072	-18.684	0.165	18.552	-6.939	-1.293
35	-0.085	-18.686	0.098	18.504	-7.753	-1.994
36	-0.090	-18.689	0.002	18.457	-8.559	-2.773
37	-0.084	-18.691	-0.126	18.409	-9.355	-3.627
38	-0.064	-18.694	-0.291	18.355	-10.142	-4.557
Dintel superior :						
39	-0.034	-18.695	-0.346	17.239	1.261	-5.562
40	-0.025	-18.724	-0.369	16.037	12.371	-4.457
41	-0.016	-18.755	-0.399	15.804	11.011	-3.469
42	-0.005	-18.789	-0.437	15.575	9.666	-2.595
43	0.006	-18.827	-0.491	13.635	10.531	-1.833
44	0.004	-18.878	-0.542	11.808	11.261	-0.657
45	0.003	-18.931	-0.548	11.808	9.652	0.362

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

46	0.001	-18.984	-0.516	11.808	8.044	1.225
47	-0.001	-19.031	-0.451	11.808	6.435	1.931
48	-0.002	-19.071	-0.360	11.808	4.826	2.480
49	-0.004	-19.100	-0.250	11.808	3.217	2.872
50	-0.005	-19.119	-0.127	11.808	1.609	3.107
51	-0.007	-19.125	0.003	11.808	-0.000	3.186
52	-0.009	-19.118	0.132	11.808	-1.609	3.107
53	-0.010	-19.099	0.255	11.808	-3.218	2.872
54	-0.012	-19.069	0.365	11.808	-4.826	2.480
55	-0.014	-19.029	0.456	11.808	-6.435	1.931
56	-0.015	-18.981	0.521	11.808	-8.044	1.225
57	-0.017	-18.928	0.554	11.808	-9.653	0.362
58	-0.018	-18.874	0.547	11.808	-11.261	-0.657
59	-0.020	-18.823	0.496	13.635	-10.531	-1.834
60	-0.009	-18.785	0.443	15.575	-9.666	-2.595
61	0.002	-18.750	0.404	15.804	-11.011	-3.469
62	0.011	-18.719	0.375	16.037	-12.371	-4.458
63	0.021	-18.689	0.351	17.240	-1.261	-5.562
Hastial derecho :						
64	0.051	-18.688	0.296	18.355	10.142	-4.557
65	0.071	-18.685	0.132	18.409	9.355	-3.627
66	0.078	-18.683	0.003	18.457	8.559	-2.773
67	0.073	-18.680	-0.093	18.504	7.753	-1.994
68	0.061	-18.678	-0.159	18.552	6.939	-1.294
69	0.043	-18.675	-0.199	18.600	6.115	-0.671
70	0.024	-18.673	-0.215	18.648	5.282	-0.127
71	0.003	-18.670	-0.211	18.695	4.441	0.337
72	-0.016	-18.668	-0.189	18.743	3.590	0.720
73	-0.033	-18.665	-0.154	18.791	2.730	1.022
74	-0.045	-18.663	-0.109	18.838	1.861	1.241
75	-0.053	-18.660	-0.056	18.886	0.982	1.377
76	-0.056	-18.658	0.000	18.934	0.095	1.428
77	-0.053	-18.655	0.057	18.981	-0.801	1.395
78	-0.045	-18.653	0.111	19.029	-1.707	1.275
79	-0.032	-18.650	0.158	19.077	-2.621	1.069
80	-0.015	-18.648	0.195	19.124	-3.545	0.775
81	0.005	-18.645	0.219	19.172	-4.478	0.393
82	0.026	-18.642	0.225	19.220	-5.420	-0.079
83	0.047	-18.640	0.211	19.268	-6.371	-0.641
84	0.065	-18.637	0.172	19.315	-7.331	-1.294
85	0.079	-18.635	0.105	19.363	-8.300	-2.040
86	0.084	-18.632	0.006	19.411	-9.278	-2.878
87	0.079	-18.630	-0.129	19.458	-10.266	-3.810
88	0.059	-18.627	-0.303	19.513	-11.262	-4.836
Solera :						
13	-0.028	-18.631	0.367	18.708	-1.027	-5.958
12	-0.018	-18.600	0.392	17.783	-13.101	-4.789
11	-0.008	-18.567	0.424	17.599	-11.668	-3.741
10	0.003	-18.531	0.465	17.413	-10.226	-2.815
9	0.015	-18.491	0.524	15.379	-11.263	-2.011
8	0.013	-18.437	0.580	13.437	-12.150	-0.741
7	0.011	-18.379	0.588	13.437	-10.404	0.358
6	0.009	-18.323	0.554	13.437	-8.663	1.287
5	0.007	-18.272	0.486	13.437	-6.928	2.047
4	0.006	-18.229	0.389	13.437	-5.197	2.638
3	0.004	-18.197	0.272	13.437	-3.470	3.061
2	0.002	-18.177	0.141	13.437	-1.746	3.315
1	0.000	-18.170	0.003	13.437	-0.884	3.401
100	-0.002	-18.176	-0.135	13.437	2.611	3.317

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

99	-0.004	-18.196	-0.267	13.437	3.474	3.063
98	-0.006	-18.228	-0.384	13.437	5.200	2.640
97	-0.007	-18.270	-0.480	13.437	6.931	2.048
96	-0.009	-18.321	-0.549	13.437	8.666	1.288
95	-0.011	-18.376	-0.583	13.437	10.406	0.359
94	-0.013	-18.433	-0.575	13.437	12.152	-0.741
93	-0.015	-18.487	-0.518	15.379	11.265	-2.011
92	-0.003	-18.527	-0.460	17.414	10.227	-2.815
91	0.008	-18.562	-0.418	17.600	11.669	-3.741
90	0.018	-18.595	-0.387	17.783	13.102	-4.789
89	0.027	-18.625	-0.361	18.709	1.027	-5.958

.

E N V O L V E N T E S E N E L A R C O

SEC	M(+) (txm/m)	N(+) (t/m)	M(-) (txm/m)	N(-) (t/m)	QPES (t/m)
Hastial izquierdo :					
14	0.000	0.000	-7.650	30.885	17.863
15	0.000	0.000	-6.022	30.811	16.285
16	0.000	0.000	-4.955	30.747	14.721
17	0.000	0.000	-4.112	30.683	13.171
18	0.038	19.315	-3.363	30.618	11.634
19	1.070	19.267	-2.705	30.554	10.111
20	1.957	19.220	-2.138	30.489	8.601
21	2.702	19.172	-1.662	30.425	7.105
22	3.304	19.124	-1.275	30.361	5.623
23	3.766	19.077	-0.977	30.296	4.155
24	4.088	19.029	-0.766	30.232	2.700
25	4.272	18.981	-0.642	30.168	1.259
26	4.319	18.934	-0.604	30.103	-0.216
27	4.231	18.886	-0.652	30.039	-1.630
28	4.008	18.838	-0.783	29.974	-3.030
29	3.653	18.791	-0.998	29.910	-4.416
30	3.166	18.743	-1.295	29.846	-5.789
31	2.548	18.695	-1.673	29.781	-7.149
32	1.802	18.647	-2.133	29.717	-8.495
33	0.928	18.600	-2.672	29.652	-9.827
34	0.000	0.000	-3.291	29.588	-11.145
35	0.000	0.000	-3.987	29.524	-12.450
36	0.000	0.000	-4.761	29.459	-13.741
37	0.000	0.000	-5.804	29.395	-15.018
38	0.000	0.000	-7.292	29.322	-16.282
Dintel superior :					
39	0.000	0.000	-8.901	27.567	6.274
40	0.000	0.000	-7.136	25.667	21.966
41	0.000	0.000	-5.556	25.299	19.841
42	0.000	0.000	-4.521	22.212	17.737
43	0.000	0.000	-3.955	20.561	17.998
44	1.063	11.761	-2.778	18.959	18.018
45	2.694	11.761	-1.759	18.959	15.444
46	4.074	11.761	-0.896	18.959	12.870
47	5.204	11.761	-0.190	18.959	10.296
48	6.082	11.761	0.000	0.000	7.722
49	6.710	11.761	0.000	0.000	5.148
50	7.086	11.761	0.000	0.000	2.574
51	7.211	11.761	0.000	0.000	-0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

52	7.086	11.761	0.000	0.000	-2.574
53	6.710	11.761	0.000	0.000	-5.148
54	6.082	11.761	0.000	0.000	-7.722
55	5.204	11.761	-0.190	18.959	-10.296
56	4.074	11.761	-0.896	18.959	-12.870
57	2.694	11.761	-1.759	18.959	-15.444
58	1.063	11.761	-2.778	18.959	-18.018
59	0.000	0.000	-3.955	20.561	-17.998
60	0.000	0.000	-4.521	22.212	-17.738
61	0.000	0.000	-5.556	25.299	-19.841
62	0.000	0.000	-7.136	25.667	-21.966
63	0.000	0.000	-8.901	27.567	-6.274
Hastial derecho :					
64	0.000	0.000	-7.292	29.322	16.282
65	0.000	0.000	-5.804	29.395	15.018
66	0.000	0.000	-4.761	29.459	13.741
67	0.000	0.000	-3.987	29.524	12.450
68	0.000	0.000	-3.291	29.588	11.145
69	0.928	18.600	-2.672	29.653	9.827
70	1.802	18.648	-2.133	29.717	8.495
71	2.548	18.695	-1.674	29.781	7.149
72	3.165	18.743	-1.295	29.846	5.789
73	3.652	18.791	-0.998	29.910	4.416
74	4.008	18.838	-0.783	29.975	3.030
75	4.230	18.886	-0.652	30.039	1.630
76	4.319	18.934	-0.605	30.103	0.216
77	4.272	18.981	-0.642	30.168	-1.259
78	4.088	19.029	-0.766	30.232	-2.700
79	3.765	19.077	-0.977	30.296	-4.155
80	3.304	19.124	-1.275	30.361	-5.623
81	2.702	19.172	-1.662	30.425	-7.105
82	1.957	19.220	-2.138	30.490	-8.601
83	1.070	19.268	-2.705	30.554	-10.111
84	0.037	19.315	-3.363	30.618	-11.634
85	0.000	0.000	-4.112	30.683	-13.171
86	0.000	0.000	-4.955	30.747	-14.721
87	0.000	0.000	-6.022	30.812	-16.285
88	0.000	0.000	-7.650	30.885	-17.863
Solera :					
13	0.000	0.000	-9.429	29.623	-6.182
12	0.000	0.000	-7.582	28.174	-23.057
11	0.000	0.000	-5.926	27.882	-20.820
10	0.000	0.000	-4.798	24.667	-18.577
9	0.000	0.000	-4.201	22.957	-18.984
8	0.996	13.484	-2.924	21.257	-19.205
7	2.726	13.484	-1.817	21.257	-16.445
6	4.188	13.484	-0.881	21.257	-13.693
5	5.382	13.484	-0.114	21.257	-10.949
4	6.311	13.484	0.000	0.000	-8.213
3	6.974	13.484	0.000	0.000	-5.482
2	7.373	13.484	0.000	0.000	-2.755
1	7.508	13.484	0.000	0.000	-1.393
101	7.508	13.484	0.000	0.000	-1.393
100	7.376	13.484	0.000	0.000	4.122
99	6.976	13.484	0.000	0.000	5.486
98	6.312	13.484	0.000	0.000	8.217
97	5.384	13.484	-0.113	21.257	10.953
96	4.189	13.484	-0.880	21.257	13.696
95	2.727	13.484	-1.817	21.257	16.448

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

94	0.996	13.484	-2.924	21.257	19.208
93	0.000	0.000	-4.201	22.957	18.986
92	0.000	0.000	-4.798	24.667	18.579
91	0.000	0.000	-5.926	27.882	20.821
90	0.000	0.000	-7.582	28.174	23.057
89	0.000	0.000	-9.430	29.623	6.182

.

A R M A D U R A S E N E L C A J O N

Sec. n°	X (m)	Y (m)	Ainterior (cm²/m) Teorica	Ainterior (cm²/m) Real	Aexterior (cm²/m) Teorica	Aexterior (cm²/m) Real	Acortante (cm²/m)
Hastial izquierdo :							
14	-1.10	0.21	2.00	-	7.47	-	10.02
15	-1.10	0.30	2.00	-	4.87	-	8.75
16	-1.10	0.40	2.00	-	3.61	-	6.98
17	-1.10	0.49	2.00	-	2.49	-	5.25
18	-1.10	0.59	2.00	-	2.00	-	3.16
19	-1.10	0.68	2.00	-	2.00	-	0.00
20	-1.10	0.78	2.00	-	2.00	-	0.00
21	-1.10	0.87	2.00	-	2.00	-	0.00
22	-1.10	0.97	2.71	-	2.00	-	0.00
23	-1.10	1.06	3.32	-	2.00	-	0.00
24	-1.10	1.16	3.68	-	2.00	-	0.00
25	-1.10	1.25	3.87	-	2.00	-	0.00
26	-1.10	1.35	3.92	-	2.00	-	0.00
27	-1.10	1.45	3.84	-	2.00	-	0.00
28	-1.10	1.54	3.62	-	2.00	-	0.00
29	-1.10	1.64	3.21	-	2.00	-	0.00
30	-1.10	1.73	2.55	-	2.00	-	0.00
31	-1.10	1.83	2.00	-	2.00	-	0.00
32	-1.10	1.92	2.00	-	2.00	-	0.00
33	-1.10	2.02	2.00	-	2.00	-	0.00
34	-1.10	2.11	2.00	-	2.00	-	2.59
35	-1.10	2.21	2.00	-	2.44	-	4.37
36	-1.10	2.30	2.00	-	3.50	-	5.74
37	-1.10	2.40	2.00	-	4.70	-	7.10
38	-1.10	2.49	2.00	-	7.06	-	7.98
Dintel superior :							
39	-1.10	2.59	4.20	-	4.20	-	0.00
40	-1.02	2.62	3.65	-	3.65	-	7.34
41	-0.94	2.64	3.10	-	3.10	-	7.96
42	-0.86	2.67	2.55	-	2.64	-	9.37
43	-0.78	2.70	2.00	-	3.40	-	14.44
44	-0.68	2.70	2.00	-	2.00	-	15.76
45	-0.58	2.70	2.75	-	2.00	-	11.10
46	-0.49	2.70	4.21	-	2.00	-	6.07
47	-0.39	2.70	5.88	-	2.00	-	0.00
48	-0.29	2.70	7.20	-	2.00	-	0.00
49	-0.19	2.70	8.17	-	2.00	-	0.00
50	-0.10	2.70	8.75	-	2.00	-	0.00
51	0.00	2.70	8.94	-	2.00	-	0.00
52	0.10	2.70	8.75	-	2.00	-	0.00
53	0.19	2.70	8.17	-	2.00	-	0.00
54	0.29	2.70	7.20	-	2.00	-	0.00
55	0.39	2.70	5.88	-	2.00	-	0.00

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

BORTUBO, S.A. Memoria

56	0.49	2.70	4.21	-	2.00	-	6.07
57	0.58	2.70	2.75	-	2.00	-	11.10
58	0.68	2.70	2.00	-	2.00	-	15.76
59	0.78	2.70	2.00	-	3.40	-	14.44
60	0.86	2.67	2.55	-	2.64	-	9.37
61	0.94	2.64	3.10	-	3.10	-	7.96
62	1.02	2.62	3.65	-	3.65	-	7.34
63	1.10	2.59	4.20	-	4.20	-	0.00
Hastial derecho :							
64	1.10	2.49	2.00	-	7.06	-	7.98
65	1.10	2.40	2.00	-	4.70	-	7.10
66	1.10	2.30	2.00	-	3.50	-	5.74
67	1.10	2.21	2.00	-	2.44	-	4.37
68	1.10	2.11	2.00	-	2.00	-	2.59
69	1.10	2.02	2.00	-	2.00	-	0.00
70	1.10	1.92	2.00	-	2.00	-	0.00
71	1.10	1.83	2.00	-	2.00	-	0.00
72	1.10	1.73	2.55	-	2.00	-	0.00
73	1.10	1.64	3.21	-	2.00	-	0.00
74	1.10	1.54	3.62	-	2.00	-	0.00
75	1.10	1.45	3.84	-	2.00	-	0.00
76	1.10	1.35	3.92	-	2.00	-	0.00
77	1.10	1.25	3.87	-	2.00	-	0.00
78	1.10	1.16	3.68	-	2.00	-	0.00
79	1.10	1.06	3.32	-	2.00	-	0.00
80	1.10	0.97	2.71	-	2.00	-	0.00
81	1.10	0.87	2.00	-	2.00	-	0.00
82	1.10	0.78	2.00	-	2.00	-	0.00
83	1.10	0.68	2.00	-	2.00	-	0.00
84	1.10	0.59	2.00	-	2.00	-	3.16
85	1.10	0.49	2.00	-	2.49	-	5.25
86	1.10	0.40	2.00	-	3.61	-	6.98
87	1.10	0.30	2.00	-	4.87	-	8.75
88	1.10	0.21	2.00	-	7.47	-	10.02
Solera :							
13	-1.10	0.11	4.20	-	4.20	-	0.00
12	-1.02	0.08	3.65	-	3.65	-	7.94
11	-0.94	0.05	3.10	-	3.10	-	8.58
10	-0.86	0.03	2.55	-	2.64	-	9.99
9	-0.78	0.00	2.00	-	3.45	-	15.49
8	-0.68	0.00	2.00	-	2.00	-	17.20
7	-0.58	0.00	2.58	-	2.00	-	12.35
6	-0.49	0.00	4.19	-	2.00	-	6.93
5	-0.39	0.00	5.94	-	2.00	-	0.00
4	-0.29	0.00	7.35	-	2.00	-	0.00
3	-0.19	0.00	8.37	-	2.00	-	0.00
2	-0.10	0.00	9.00	-	2.00	-	0.00
1	0.00	0.00	9.21	-	2.00	-	0.00
101	0.00	0.00	9.21	-	2.00	-	0.00
100	0.10	0.00	9.00	-	2.00	-	0.00
99	0.19	0.00	8.38	-	2.00	-	0.00
98	0.29	0.00	7.35	-	2.00	-	0.00
97	0.39	0.00	5.94	-	2.00	-	0.00
96	0.49	0.00	4.19	-	2.00	-	6.93
95	0.58	0.00	2.58	-	2.00	-	12.36
94	0.68	0.00	2.00	-	2.00	-	17.20
93	0.78	0.00	2.00	-	3.45	-	15.50
92	0.86	0.03	2.55	-	2.64	-	9.99
91	0.94	0.05	3.10	-	3.10	-	8.58

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

90	1.02	0.08	3.65	-	3.65	-	7.95
89	1.10	0.11	4.20	-	4.20	-	0.00

5.-SELLADO DE UNIONES EN MARCOS PREFABRICADOS

Para el sellado de elementos con unión machihembrada, al no permitir habitualmente el uso de juntas de goma, se dispone de productos y soluciones especiales adaptables al tipo de instalación y al entorno de trabajo, tanto interior como exterior.

El tipo de unión puede ser rígida o elástica, según los materiales empleados en el rejuntado y sellado.

Se exponen a continuación estas soluciones con las recomendaciones de uso y referencias de productos de diversas casas comerciales

SOLUCIÓN PARA UNIÓN RÍGIDA

SOLUCIÓN

La solución consiste en:

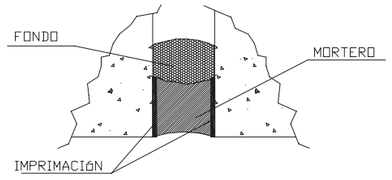
a.- Fondo de junta; b.- Imprimación ; c.- Mortero de relleno

El fondo de junta se utiliza para limitar el tamaño y evitar el uso excesivo de mortero. Normalmente se utiliza un polietileno de célula cerrada, cordón elastomérico o caucho butilo, con un grueso en torno a un 25% superior al de la junta.

La misión de la imprimación es la de unir el hormigón base y el mortero de relleno.

El mortero de relleno debe ser tixotrópico, para evitar su descuelgue pues normalmente se aplica en suelo, paredes laterales y techos.

El soporte debe estar limpio y seco.



RECOMENDACIONES DE USO

Esta solución solamente es recomendable en el caso de que se garantice la no existencia de movimientos diferenciales entre elementos.

REFERENCIAS COMERCIALES

FABRICANTE	**FONDO**	**IMPRIMACIÓN**	***MORTERO DE RELLENO***	
			NORMAL	***RESISTENTE A LOS SULFATOS***
BETEC	ROUNDEX	-	BETEC 305 E (*)	
BETTOR	ROUNDEX	LEGARAN	EMACO S-88	EMACO S-88
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOBOND ACS NITOPRIME 55	RENDEROC TS	
			RENDEROC SF	**CONVEXTRA BB80**
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKA TOP 110 EPOCEM	SIKA MONOTOP 612	

(*): No necesita imprimación

SOLUCIÓN PARA UNIÓN ELÁSTICA

SOLUCIÓN

La solución consiste en:

a.- Fondo de junta

b.- Masilla o Mástic bituminoso (presencia eventual de agua)

Masilla o Juntas hidroexpansivas (presencia permanente de agua)

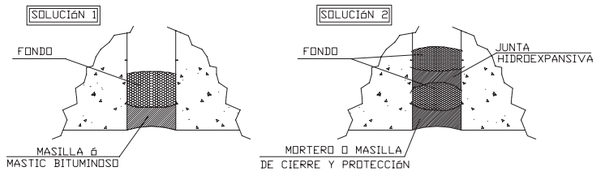
La zona a tratar se limpiará adecuadamente previo al inicio de los trabajos.

La masilla debe ser capaz de soportar las condiciones ambientales en las que va a estar inmersa.

Normalmente es suficiente el uso del poliuretano monocomponente.

Para agresividad química alta deberán usarse masillas de polisulfuro de dos componentes con alta resistencia química.

Las juntas hidroexpansivas se pueden colocar sobre un adhesivo, si la superficie está seca y lisa, o sobre masilla hidroexpansiva si la superficie esta húmeda o es irregular.



RECOMENDACIONES DE USO

La solución 1 es válida practicamente para cualquier situación.

La solución 2 solo debe aplicarse con presencia permanente de agua.

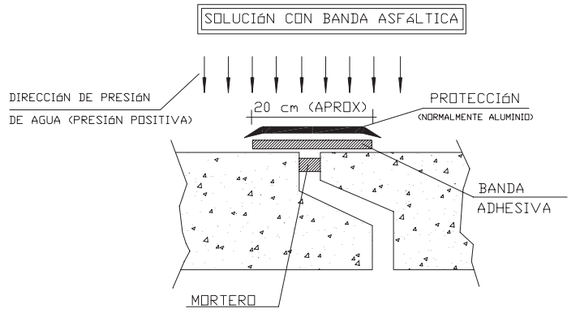
REFERENCIAS COMERCIALES

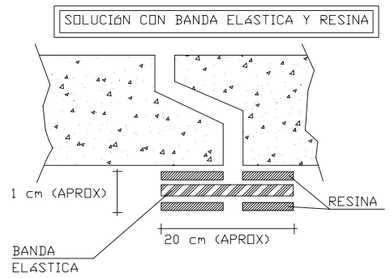
FABRICANTE	**FONDO**	**MASILLA**		**DE ALTA RESISTENCIA QUÍMICA**	**JUNTAS HIDROEXPANSIVAS**
		NORMAL	**RESISTENTE A SULFATOS**		
BETEC	***ROUNDEX***	BETOFLEX	BETOFLEX S	BETOPOX 92 AR	-
BETTOR	ROUNDEX	MASTERFLEX 474	MASTERFLEX 474	PCI-ELRIBONS	BOND-RING
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOSEAL 151	THIOFLEX 600		SUPERCAST SW SUPERCAST SWX
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKAFLEX 11-FC		SIKAFLEX PRO 3WF	SIKASWELL P SIKASWELL M

(*): No necesita imprimación

SELLADO CON BANDA

SOLUCIÓN





El soporte debe estar limpio y seco

RECOMENDACIONES DE USO

La solución con banda asfáltica solamente podrá utilizarse con presión positiva y nunca en presencia de ácidos o sulfatos.

La solución con banda elástica fijada con resina es prácticamente de validez universal, soporta cualquier ataque químico y movimientos diferenciales importantes pudiendo trabajar con presión positiva o negativa.

REFERENCIAS COMERCIALES

FABRICANTE	**SELLADO CON BANDA ASFÁLTICA**	**SELLADO CON RESINA**
BETTOR	PROTAC	MASTERFLEX 3000
FOSROC-EUCO	-	HP-DILAFLEX
SIKA	SIKA MULTISEAL	SIKA COMBIFLEX

6.- DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD DE LOS MARCOS

Certificado del Sistema de Gestión de la Calidad

AENOR
Empresa Registrada
UNE-EN ISO 9001

ER-0830/1999

AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación, certifica que la organización

BORTUBO, S.A.

dispone de un sistema de gestión de la calidad conforme con la Norma UNE-EN ISO 9001:2000

para las actividades: El diseño y la producción de prefabricados de hormigón armado: tubos, arquetas, marcos y tubos de hinca.
La producción de prefabricados de hormigón en masa: tubos, pozos de registro, bordillos y adoquines.

que se realizan en: CR MURCIA A FORTUNA, KM. 12. 30620 - FORTUNA (MURCIA)

Fecha de emisión: 1999-08-05
Fecha de renovación: 2007-02-16
Fecha de expiración: 2010-02-16

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
El Director General de AENOR

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación | Génova, 6. 28004 Madrid. España Tel. 902 102 201 – www.aenor.es

Entidad acreditada por ENAC con nº 01/C-SC003

IQNet – AENOR es miembro de la RED IQNet (Red Internacional de Certificación)

IQNet®

THE INTERNATIONAL CERTIFICATION NETWORK

CERTIFICATE

IQNet and
AENOR
hereby certify that the organization

BORTUBO, S.A.

CR MURCIA A FORTUNA, KM. 12
30620 - FORTUNA
(MURCIA)

for the following field of activities

The design and production of reinforced concrete products: tubes, drain pits, box culverts and jaking pipe.
The production of non-reinforced concrete products: tubes, manhole system, curbstones and pavers.

has implemented and maintains a

Quality Management System

which fulfills the requirements of the following standard

ISO 9001:2000

Issued on: 1999-08-05 Renewed on: 2007-02-16 Validity date: 2010-02-16

Registration Number: **ES-0830/1999**

IQNet AENOR

René Wasmer
President of IQNet

AENOR
Ramón NAZ
General Manager of AENOR

IQNet Partners*:
AENOR *Spain* AFAQ AFNOR *France* AIB-Vincotte International *Belgium* ANCE *Mexico* APCER *Portugal* CISQ *Italy* CQC *China*
CQM *China* CQS *Czech Republic* Cro Cert *Croatia* DQS *Germany* DS *Denmark* ELOT *Greece* FCAV *Brazil*
FONDONORMA *Venezuela* HKQAA *China* ICONTEC *Colombia* IMNC *Mexico* IRAM *Argentina* JQA *Japan* KFQ *Korea*
MSZT *Hungary* Nemko AS *Norway* NSAI *Ireland* PCBC *Poland* PSB Certification *Singapore* QMI *Canada* Quality Austria *Austria*
RR *Russia* SAI Global *Australia* Inspecta Certification *Finland* SII *Israel* SIQ *Slovenia* SQS *Switzerland* SRAC *Romania*
TEST St Petersburg *Russia* YUQS *Serbia and Montenegro*
IQNet is represented in the USA by: AFAQ AFNOR, AIB-Vincotte International, CISQ, DQS, NSAI, QMI and SAI Global
* The list of IQNet partners is valid at the time of issue of this certificate. Updated information is available under www.iqnet-certification.com

Bortubo sa

AENOR ER

CE

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CE

(DIRECTIVA 89/106/CEE SOBRE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN)

D. Jose Pujante Escribano con DNI 22420141-V como representante legal de la empresa Bortubo SA. Ubicada en la Ctra. De Murcia – Fortuna, Km.-12 30620 Fortuna, Murcia, declara que conforme a las disposiciones recogidas en el anexo ZA, de la norma **UNE-EN 14844:2007** "Productos prefabricados de hormigón. Marcos" así como con el Sistema de Control de Producción en Fábrica implantado en la empresa, y de acuerdo con el certificado de control de producción en fabrica nº 0099/CPD/A87/0096, expedido por el organismo notificado AENOR, los marcos prefabricados, para uso estructural, fabricados en las instalaciones de Bortubo sitas en la dirección anterior, cumplen con la directiva para el marcado CE de productos de construcción. Del mismo modo, también declara que las especificaciones técnicas quedan reflejadas en el proyecto correspondiente.

En Fortuna a 05 de junio de 2008

Fdo: José Pujante Escribano

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CE
EC Certificate of conformity

0099/CPD/A87/0096

2008-06-02
Pg.1/2

En virtud del Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio, por el que se dictan disposiciones para la aplicación de la directiva 89/106/CEE del Consejo de las Comunidades Europeas, de 21 de diciembre de 1988, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros sobre los productos de construcción, se ha verificado que el

In application of the Royal Decree 1630/1992 of 29 December 1992, as amended by Royal Decree 1328/1995 of 28 July 1995, relative to the application of the directive 89/106/EEC of the Council of European Communities of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to the construction products (Construction Products Directive), it has been stated that the

Producto: **MARCOS**
Product ***BOX CULVERTS***

Referencias: ***ver anexo***
References: *see annex*

Norma: **UNE-EN 14844:2007**
Standard:

Suministrado por: **BORTUBO, S.A.**
Supplied by **CR MURCIA A FORTUNA, KM 12**
30620 FORTUNA (Murcia - ESPAÑA)

Fabricado en: **CR MURCIA A FORTUNA, KM 12**
Manufactured in **30620 FORTUNA (Murcia - ESPAÑA)**

se somete por el fabricante a un control de producción en fábrica y al ensayo posterior de las muestras tomadas en la fábrica de acuerdo con un plan de ensayo preestablecido y que el organismo notificado AENOR ha llevado a cabo la inspección inicial de la fábrica y del control de producción en fábrica y que realiza el seguimiento periódico, la evaluación y la aprobación del control de producción en fábrica. Este certificado indica que se han aplicado todas las disposiciones relativas a la evaluación de la conformidad descritas en el Anexo ZA de la norma mencionada arriba y que el producto cumple todos los requisitos mínimos. Este documento faculta al fabricante para fijar el marcado CE. Este certificado es válido salvo anulación o retirada por AENOR.

is submitted by the manufacturer to a factory production control and to the further testing of samples taken at the factory in accordance with a prescribed test plan and that the notified body AENOR has performed the initial inspection of the factory and of the factory production control and performs the periodic surveillance, assessment and approval of the factory production control. This certificate attests that all provisions concerning the attestation of conformity described in Annex ZA of the above mentioned standard were applied and that the product fulfils all the minimum prescribed requirements. This document allows the manufacturer to affix the CE marking. This Certificate remains valid unless cancelled or withdrawn by AENOR.

Fecha de concesión: **2008-06-02**
Date of first issue:

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
Ramón NAZ PAJARES
El Director General/General Manager

No está autorizada la reproducción parcial de este documento. The partial reproduction of this document is not permitted.
AENOR – Génova, 6 – 28004 MADRID – Teléfono 914 32 60 00 – Telefax 913 10 46 83

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CE
EC Certificate of conformity

0099/CPD/A87/0096

2008-06-02
Pg.2/2

ANEXO
ANNEX

Elemento	Referencias
Marco	MR.H.A. 1000 X 2000 X 2250
Marco	MR.H.A. 1500 X 2000 X 2400
Marco	MR.H.A. 2000 X 1000 X 2250
Marco	MR.H.A. 2000 X 1500 X 2400
Marco	MR.H.A. 2000 X 2000 X 2000
Marco	MR.H.A. 2000 X 2500 X 2350
Marco	MR.H.A. 2000 X 3000 X 2000
Marco	MR.H.A. 2000 X 3500 X 1500
Marco	MR.H.A. 2250 X 2500 X 2400
Marco	MR.H.A. 2500 X 2000 X 2350
Marco	MR.H.A. 2500 X 2250 X 2400
Marco	MR.H.A. 2500 X 2500 X 2300
Marco	MR.H.A. 2500 X 3000 X 1700
Marco	MR.H.A. 2500 X 4000 X 1250
Marco	MR.H.A. 3000 X 2000 X 2000
Marco	MR.H.A. 3000 X 2500 X 1700
Marco	MR.H.A. 3000 X 3000 X 1500
Marco	MR.H.A. 3500 X 2000 X 1500
Marco	MR.H.A. 4000 X 2500 X 1250

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

No está autorizada la reproducción parcial de este documento. The partial reproduction of this document is not permitted.
AENOR – Génova, 6 – 28004 MADRID – Teléfono 914 32 60 00 – Telefax 913 10 46 83

Alonso Ortega Crespo

De: David Gómez Santaella [david.gomez@inocsa.es]
Enviado el: viernes, 22 de enero de 2010 8:45
Para: Alonso Ortega Crespo; Jose Vicente Peñas Bermudez
CC: Javier; gloria
Asunto: Fwd: SECTOR SAGRERA / Re: Nueva propuesta Memoria de cálculo marco galeria electrica

----- Mensaje reenviado -----
De: "Jaime Burón García" <jaime.buron@inocsa.es>
Para: "David Gómez Santaella" <david.gomez@inocsa.es>
CC: "Javier" <Javier.marco@inocsa.es>, "gloria" <gloria.sanchez@inocsa.es>, "Juan Facundo Ayuso" <facundo.ayuso@inocsa.es>, "Pablo Benedetto" <pablo.benedetto@inocsa.es>, "Fernando Martínez García" <fmargar@inocsa.es>, "Fernando Mesa Ortega" <fernandomesa@inocsa.es>
Enviados: Jueves, 21 de Enero 2010 20:18:29 GMT +01:00 Amsterdam / Berlín / Berna / Roma / Estocolmo / Viena
Asunto: SECTOR SAGRERA / Re: Nueva propuesta Memoria de cálculo marco galeria electrica

?
David,

Revisada la documentación recibida, se puede decir que en la "MEMORIA DE CÁLCULO - MARCO 2000X2500X2350-200/200 - Hr= 8,00m + FFCC UIC71" emitido por BORTUBO se justifica suficientemente la validez estructural de los marcos propuestos como "pieza base" para la galería eléctrica tipo 2 del Sector Sagrera, cumpliendo con las hipótesis de altura de tierras máxima y de sobrecargas previstas en el entorno.

No obstante, tal y como se indicó en la revisión de la propuesta previa de los marcos, antes de abordar la ejecución de las obras se debería completar la información recibida con una definición del conjunto de la estructura (planta y desarrollo longitudinal, con indicación del despiece en "piezas base" y propuesta de adaptación a las pendientes reales...) y una definición detallada de elementos necesarios para su construcción y posterior buen funcionamiento (juntas entre módulos…).

Un saludo,

> ----- Original Message -----
> **From:** David Gómez Santaella
> **To:** Jaime ; Juan Facundo Ayuso
> **Cc:** Javier ; gloria
> **Sent:** Thursday, January 21, 2010 4:31 PM
> **Subject:** Fwd: Nueva propuesta Memoria de cálculo marco galeria electrica
>
> ----- Mensaje reenviado -----
> De: "Alonso Ortega Crespo" <aortega@isoluxcorsan.com>
> Para: "David Gómez Santaella" <david.gomez@inocsa.es>
> CC: "gloria" <gloria.sanchez@inocsa.es>, "Javier" <Javier.marco@inocsa.es>, "Hospital Bartolomé, Mª Purificación" <puri.hospital@ineco.es>, "Jose Vicente Peñas Bermudez" <jvpenas@isoluxcorsan.com>, "Jose Joaquin Asensio Rodriguez" <jjasensio@isoluxcorsan.com>, "Miguel Abellan Alcaraz" <mabellan@isoluxcorsan.com>
> Enviados: Miércoles, 20 de Enero 2010 19:54:48 GMT +01:00 Amsterdam / Berlín / Berna / Roma / Estocolmo / Viena
> Asunto: Memoria de cálculo
>
> David,

Tras consultar con Forte el plazo de suministro de los marcos tipo 2 de la galería eléctrica –aún en fase de estudio por parte de UPC-, nos han comunicado que éstos no estarán en obra hasta el día 8 de febrero. El plan de obra indica que el montaje debería comenzar el 25 de enero (próximo lunes) por tanto, tendríamos un retraso de 15 días sobre el plazo previsto

Existe un suministrador –Bortubo- que dispone en stock de marcos de mayores características resistentes que los de Forte y que, encima, podrían estar en obra el mismo lunes. Es decir, permitirían cumplir con el plan de obra.

Los marcos de Bortubo se están empleando en una obra de ADIF en Valladolid y todas sus características se recogen en la memoria adjunta. Como puedes comprobar, el módulo de balasto considerado es de 1000T/m3 (Forte lo analizó con 3150 T/m3 y 1400T/m3) y la altura considerada de tierras sobre el marco es de 8,0m (Forte consideraba 6,5m). Además, y como dije anteriormente, estos marcos en Valladolidad se están empleando en AVE por lo que la sobrecarga considerada es ferroviaria mientras que en nuestra obra la tipología 2 considera la sobrecarga del vial segregado.

Resumiendo. Para cumplir el plan de obra solicitamos autorización para emplear los marcos de Bortubo en lugar de los de Forte.

Saludos,

David Gómez Santaella
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Jefe de Sector
A.C.O. L.A.V. Madrid - Barcelona - F. Francesa
www.inocsa.es - david.gomez@inocsa.es
Tramo La Sagrera-Nudo Trinidad - C/ Sagrera, 111 Bajos. 08027 BARCELONA

Disclaimer suprimido para usuarios de Inocsa.

Jaime Burón García
Departamento de Estructuras
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
c\Quintana 2, 28008 Madrid

www.inocsa.es - jaime.buron@inocsa.es
Telf: (+34) 91 548 77 90 - Fax: (+34) 91 548 77 91

Mensaje analizado y protegido por Telefonica Empresas
Internal Virus Database is out of date.
Checked by AVG - http://www.avg.com
Version: 8.0.173 / Virus Database: 270.6.20/1673 - Release Date: 15/09/2008 18:49

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V. MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

REVISIÓN DEL CÁLCULO MARCOS PREFABRICADOS GALERÍA ELÉCTRICA – TIPO 2 Y 3

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica de los documentos relativos al "Cálculo de Marcos Prefabricados de la galería eléctrica tipo 1 y 2" recibidos durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA, ANTECEDENTES Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación recibida con información sobre el cálculo de los marcos prefabricados recibido con fecha 18/12/09, correspondiente a su primera edición.

La documentación citada es emitida por Corsán-Corviam Construcción S.A (Grupo Isolux – Corsán) como empresa adjudicataria de las obras y aporta la información relativa al cálculo de un marcos de dimensiones internas 2,00 x 2,50 m realizado por la empresa prefabricadora FORTE el cual pretende justificar su validez estructural y dar definición suficiente para su ejecución.

En el presente informe se realiza un análisis crítico del desarrollo de los cálculos presentados, de los criterios de diseño y bases de cálculo con los que se abordan las comprobaciones con las que se justifica la viabilidad estructural de los marcos y los planos con los que se pretende su definición para proceder a su ejecución.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Memoria

En la Memoria se presentan las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se aborda el cálculo estructural del marco, así como un breve resumen de los datos de entrada y resultados de salida del modelo de cálculo empleado para el análisis de la misma. Se presentan, de forma breve, las cargas y las combinaciones consideradas en los cálculos estructurales.

Las bases de cálculo y criterios de diseño con los que, según la Memoria, se desarrollan los cálculos estructurales se pueden considerar, de forma general, adecuados para las condiciones de contorno, acordes con las normativas vigentes y coherentes con las fases de ejecución previstas.

El análisis estructural del marco como así las comprobaciones del mismo se abordan con un programa propio de la empresa prefabricadora. Dicho programa se pueden considerar adecuado para el análisis del marco y para la correcta consideración de las condiciones de contorno.

Planos

Se presenta un plano del marco apto para las dos soluciones (tipo 2 y 3) con un detalle del armado. El detalle es coherente con los resultados obtenidos de los cálculos presentados.

4. CONCLUSIONES

Como conclusión, sea el cálculo como el armado del marco se pueden considerar correctos. No obstante se debería estudiar con mayor grado de detalle las posibles interferencias con obras cercanas como son la reposición del colector de 11 de septiembre ya que estas pueden afectar el dimensionamiento del marco prefabricado.

Por último se deberían incluir detalles de uniones entre módulos cuando se producen cambios de pendiente. Esto es debido al elevado valor de las mismas (de hasta el 19% entre la secciones tipo 2 y tipo 3).

Madrid, 09 de junio de 2009

INOCSA Ingeniería

bortubo sa

Ctra. Murcia-Fortuna, km 12
E-30620 FORTUNA (Murcia)
Tel. 00 34 968 68 62 62

http:\\www.bortubo.com
email: bortubo@bortubo.com
Fax:00 34 968 68 53 46

MEMORIA DE CÁLCULO

MARCO 2000 X 2500 X 2350 – 200/200

Hr = 7,00 m. + FFCC UIC71

EMPRESA

ISOLUX CORSÁN

OBRA

LAV MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRANCIA
TRAMO: LA SAGRERA- NUDO DE LA TRINIDAD
SECTOR SAGRERA
(BARCELONA)

INDICE

1.- INTRODUCCION
1.1 Descripción de la estructura
1.2 Identificación de la Obra
1.3 Características de la Obra
1.4 Características físicas del marco
1.5 Características de los materiales
1.6 Normas utilizadas
2.- ACCIONES
2.1 Peso propio
2.2 Cargas verticales
2.2.1 Peso de las tierras
2.2.2 Acciones variables
2.2.2.1 Sobrecarga uniforme de uso
2.2.2.2 Sobrecarga de tráfico.
2.2.2.3 Sobrecarga uniforme zonas independientes de plataforma
2.3 Carga horizontal
2.4 Cargas sísmicas, freáticas y térmicas
3.- CALCULO DE LA ESTRUCTURA
3.1 Programa utilizado
3.2 Hipótesis combinadas para el ELU
3.2.1 Estudio Dintel y Solera
3.2.2 Estudio Esquinas
3.2.3 Estudio Hastiales
3.2.4 Hipótesis Combinada para el ELS
3.3 Armado
3.4 Estado Límite de Fisuración
3.5 Detalle de disposición de armaduras. Autorización planos para fabricación.
3.6 Cálculo y comprobación apertura de fisura
4.- ANEJOS DE CALCULO
5.- SELLADO DE UNIONES EN MARCOS PREFABRICADOS
6.- DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CE DE LOS MARCOS

1.- INTRODUCCION

1.1 Descripción de la estructura.-

La presente memoria de cálculo se refiere al proyecto de la estructura para los marcos a utilizar en galería prefabricada, que hay que realizar a lo largo de todo el tramo proyectado.

La tipología adoptada es la de un marco cerrado o cajón, con gálibos interiores de 2,00 metros en horizontal y altura de hastíales igual a 2,50.

1.2 Identificación de la Obra

La presente memoria de cálculo corresponde a las obras que la empresa *ISOLUX CORSÁN*, lleva a cabo con el nombre de "*LAV MADROD-ZARAGOZA-BARCELONA-FRANCIA.TRAMO: LA SAGRERA-NUDO DE LA TRINIDAD. SECTOR SAGRERA (BARCELONA)*".

1.3 Características de la obra

Las obras de drenaje transversal tienen por objeto varias funciones:

- Permeabilizar la plataforma mitigando el efecto presa de la obra y por lo tanto de permitir el drenaje transversal a lo largo de la misma, destacando especialmente las zonas sensibles a inundaciones.
- Permitir el paso de servicios.

Se estudian y dimensionan los marcos para un relleno de tierras por encima del dintel de 7,00 metros, de los cuales, 0,30 metros corresponden una capa de balasto y el resto al propio relleno del terreno.

La condición del terreno de apoyo sobre el suelo en las hipótesis de cálculo, considera un medio elástico con coeficiente de balasto de **2100 t/m^3** .La colocación se hará en terraplén, sobre cama de hormigón de limpieza o cama granular compactada, que no tenga la rigidez suficiente como para alterar el estado tensional del apoyo.

Para el establecimiento del recubrimiento de hormigón de las armaduras, según la EHE, para una resistencia característica del hormigón comprendida entre 250 y 400 kp / m2, para elementos prefabricados con una exposición **IIb**, el recubrimiento indicado es de 25 mm, ya que el "margen de recubrimiento" es cero, en función de que los elementos prefabricados se realizan con un control intenso de ejecución.

No obstante, en aras de una mayor protección de las armaduras, el recubrimiento de las mismas empleado para el cálculo y fabricación de los marcos referidos en esta memoria de cálculo es de 30 mm.

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

El relleno del terraplén se hará con material granular, que se supone en el cálculo de densidad 2,0 t/m^3 y **30° de ángulo de rozamiento interno**. En los laterales del marco, este relleno estará compactado para conseguir el 95% del Proctor Modificado.

Para el relleno del trasdós, ***debe compensarse la zanja hasta la altura de la parte superior del marco, rellenando alternativamente sobre los dos lados, utilizando los materiales granulados seleccionados, compactados con la ayuda de un compactador ligero o a mano, en capas que no excedan de 200 mm y respetando un desnivel a cada lado del marco que no exceda 500 mm. Asimismo, se debería realizar el relleno inicial por encima del marco en capas de material de 200 mm. de espesor.*** **(Anexo C.2 Norma UNE EN 14844)**

Como coeficiente de empuje, se ha tomado el coeficiente de **empuje al reposo, cuyo valor es de 0,50**, siendo el empuje que se produce cuando no existe movimiento entre la estructura y el terreno que la rodea, obedeciendo a la fórmula:

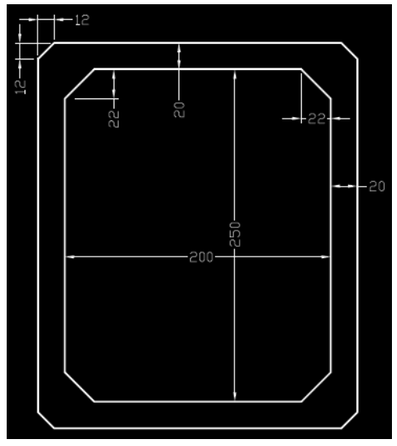
$$Ko = 1 - \text{sen}\phi = 0{,}50$$

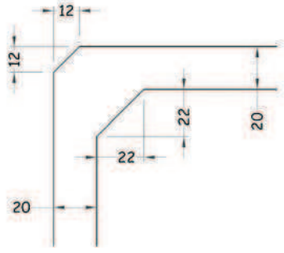
En el caso de que la estructura ceda, el empuje decrece hasta llegar un momento (si la estructura se sigue moviendo) en que el terreno acaba por romperse y entramos en el régimen plástico con lo que hemos de considerar el empuje activo.

El empuje activo siempre es inferior al empuje al reposo.

1.4 Características físicas del marco.-

El marco tiene unas dimensiones interiores de 2,50 metros en vertical por 2,00 metros en horizontal, con una longitud útil de 2,35 metros, con unión entre ellos por el sistema de machihembrado, con espesores de 20 cm. en dintel y solera y 20 cm. en hastiales.





Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

1.5 Características de los materiales.-

El control de calidad atenderá a lo especificado en la Instrucción EHE asignándose para la realización y fabricación de los marcos "**Control intenso**".

Los materiales principalmente empleados en la fabricación son:

Hormigón	HA-35
Acero	B500SD
Coeficiente de minoración del hormigón	$\gamma_c = 1,5$
Coeficiente de minoración del acero	$\gamma_s = 1,15$

Para los coeficientes parciales de seguridad γ_r, se adoptan los valores recogidos en la Instrucción EHE

Estados Límites Ultimos (ELU)		
Tipo de acción	Efecto	
	Favorable	Desfavorable
Permanente	1,00	1,35
Permanente valor no cte	1,00	1,50
Variable	0,00	1,50

Estados Límites de Servicio (ELS)		
Tipo de acción	Efecto	
	Favorable	Desfavorable
Permanente	1,00	1,00
Permanente valor no cte	1,00	1,00
Variable	0,00	1,00

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

1.6 Normas utilizadas.-

Para la elaboración de la presente Memoria de Cálculo, se emplean las normas y recomendaciones enumeradas a continuación:

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE, Real Decreto 1247 / 2008 de 18 de julio.
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril, de la Secretaría de Estado de Infraestructura del Transporte, dependiente del Ministerio de Fomento de septiembre de 2.007
- Norma UNE EN 14844:2006 de Productos prefabricados de hormigón. Marcos
- Norma Sismorresistente para puentes de ferrocarril NCSP-07.

2.- ACCIONES

2.1 Peso propio.

El peso propio del marco prefabricado, con una densidad del hormigón de 2,5 t/m³.

2.2 Carga vertical.

2.2.1 Peso de las tierras.

Carga vertical debida al peso de las tierras del relleno.

Resultado de aplicar una media ponderada, en proporción a la altura de balasto y a la altura restante del relleno de tierras, considerando el peso específico correspondiente a cada material

Densidad del balasto……. 1,80

Densidad de las tierras…….. 2,00

Densidad media del relleno = ($h_b * Pe_b + h_t * Pe_t$) / H_{total}

Densidad media del relleno para el cálculo = Tomamos: 2,00 T/m3

Tomaremos para todos los cálculos 2,00 Tn/m3, por ser el valor más desfavorable.

2.2.2 Tráfico ferroviario o cargas variables.

Las cargas verticales del tráfico corresponden al esquema de cargas denominado tren UIC 71, que representa el efecto estático. Estas cargas aplicando las directrices de la Instrucción para el

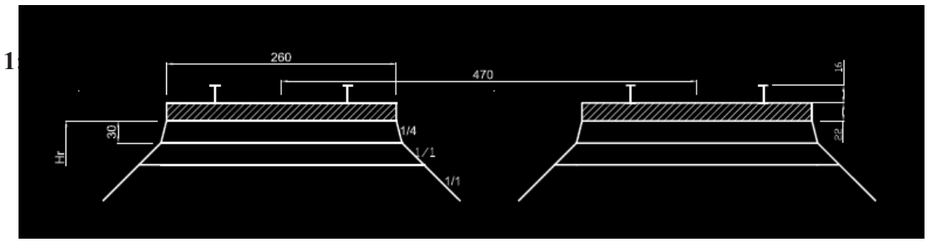
Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

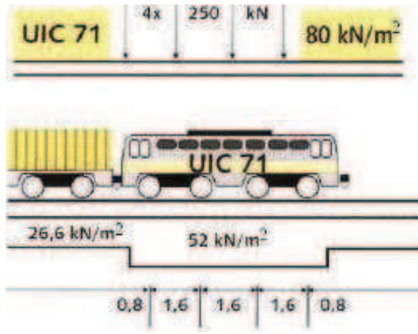
Proyecto de Puentes de Ferrocarril, se verán afectadas por un "coeficiente de clasificación" α, cuyo valor es de 1,21.

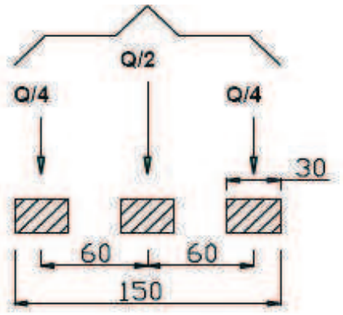
Este coeficiente α de hecho aumenta las cargas del modelo LM71 ó UIC71, convirtiendo las cargas puntuales de 250 KN a 302 kN y las sobrecargas distribuidas de 80 kN/m a 96,8 kN/m. Estos valores producen efectos del mismo orden que los considerados hasta ahora en el diseño de los puentes de ferrocarril españoles en la IAPF-75. De esta manera, se mantiene la capacidad portante de la red.

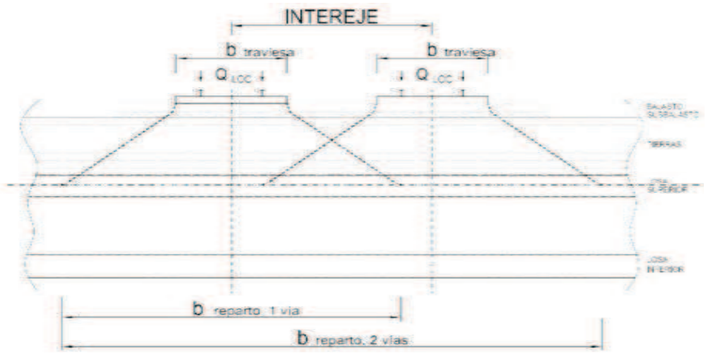
Las instrucciones de la UIC 71, para el caso que nos ocupa, se han adaptado a las especificaciones del proyecto; las disposiciones de las vías, separación de traviesas, ancho de las mismas, etc, correspondiendo a las indicadas en la figura 1.

Figura 1









La capa de balasto utilizada para el cálculo será de 0,40 m, donde las cargas se reparten con un ángulo de 14,04º (1/4).

Importante, la consideración del largo de la traviesa, que es de 2,60 m, de tal forma que la carga unitaria repartida en la base de la traviesa es de:

4 x 250 KN / (6,40 m x 2,60 m) = 60,09 KN/m²

60,09 KN/m² x 1,21 = 72,71 KN/m²

A la hora de determinar el reparto de cargas debe tenerse en cuenta la posibilidad de que las dos vías de la línea estén cargadas simultáneamente, por lo que para los tramos con mayores alturas de tierras va a existir un grado de solapamiento entre las distribuciones de cargas procedentes de ambas vías. Así, se mayorará el valor de la sobrecarga para reflejar el paso simultáneo de dos trenes por ese punto de la vía.

En los apartados siguientes se exponen para cada una de las alturas de tierras, los valores que se obtienen en **Tn/m²** , dependiendo de las acciones que se originan, así como la densidad a aplicar al relleno correspondiente y el coeficiente de impacto para cada caso.

2.2.2.1 Coeficiente de Impacto.

Las solicitaciones y deformaciones reales en un puente debido al tráfico ferroviario son de naturaleza dinámica, aumentando los valores de las cargas estáticas y que vienen recogidos en la Instrucción en el "Coeficiente de Impacto envolvente Φ".

Considerando para el cálculo de su valor que:

- Se trata de vías con grado de mantenimiento bueno.
- Que según la Instrucción para Puentes de Ferrocarril, nos encontramos en el caso de estructuras porticadas de vano único
-

$$L_m = (2,5 + 2,0 + 2,5) / 3 = 2,33$$

$$L_{\phi 2} = K \times L_m, \quad \text{siendo } K = 1,3 = 3,03$$

$$\phi_2 = 0,82 + 1,44 / (\sqrt{L_\phi} - 0,2) = \mathbf{1,75}$$

Limitando la propia Instrucción el coeficiente de impacto entre los valores de **1,00 y 1,67.**

En el caso de puentes con cobertura entre la vía y la estructura resistente de más de 1,00 metro, los coeficientes de impacto ϕ_2 pueden minorarse con la siguiente fórmula:

$$\phi 2min = \phi 2 - ((h - 1{,}00) / 10).$$

$$\mathbf{\phi 2min} = 1{,}67 - ((7{,}0 - 1{,}00) / 10).= \mathbf{1{,}07}$$

2.2.2.2 Cargas dinámicas mayoradas.-

En la tabla 1, se indican para cada una de las alturas de tierras, las cargas sin mayorar, que corresponden a cada situación.

En la tabla 2, se recogen las cargas dinámicas mayoradas, así como la densidad media a aplicar en cada caso y el coeficiente de impacto correspondiente.

	H	1 Via 100 Tn	2 Vias 200 Tn	Puntual 25 Tn	Cálculo Tn/m²
Tabla 1	7,00	0,71	1,03	0,19	1,03

	H	Q din Tn / m²	Coef Clasif α	Coef Impac $\Phi_{2\ min}$	Q din de cálculo Tn / m²	Densidad (T/m³)
Tabla 2	7,00	1,03	1,21	1,07	**1,33**	2,00

2.3 Carga horizontal.

Se considera que las tensiones verticales actuando sobre un plano horizontal ejercen una presión horizontal sobre los hastíales. Asimismo, se ha tenido en cuenta los posibles desequilibrios en los empujes laterales

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

BORTUBO, S.A. *Memoria*

2.4 Cargas sísmicas, freáticas y térmicas.

No se consideran cargas freáticas ni térmicas.

No se han tenido en cuenta las acciones sísmicas, ya que según la Norma Sismorresistente NCSP-07, define que *no es obligatoria su aplicación cuando se trate de construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí y la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,08g.* Dado que los marcos en cuestión se pueden considerar bien arriostrados, y la aceleración sísmica básica de la población en la que se van a colocar (Barcelona) es de 0,04g, **no es obligatorio el cálculo sísmico.**

3.-CALCULO DE LA ESTRUCTURA

3.1 Programa utilizado

Para el cálculo se utiliza el programa informático GALERIA, realizado por D. Julián Díaz del Valle, Dr. Ingeniero de Caminos Catedrático de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la E.T.S. I.C.C. y Puertos, y revisado en su versión número 5 (2008) para actualizarlo a la EHE en vigor.

El Programa GALERIA constituye una versión avanzada del programa ARCO, que se desarrolló para el cálculo y diseño de estructuras enterradas que se suponen formadas por arcos de sección variable y directriz arbitraria y que tenía el inconveniente el programa ARCO de que dichas estructuras tienen un eje de simetría y las acciones están dispuestas simétricamente respecto de dicho eje.

Se ha modificado substancialmente la técnica de cálculo que en el programa ARCO se basaba en los teoremas energéticos de Castigliano. Ahora, el programa GALERIA se ha desarrollado en base a las técnicas matriciales propias del método de los desplazamientos o de la matriz de rigidez. La nueva tecnología matricial va a permitir considerar tipologías más complejas en cuento a su geometría y condiciones de apoyo, así como refinamientos de cálculo.

Su aplicación es muy útil en el caso de galerías, pasos inferiores de autopistas y ferrocarril, falsos túneles, etc. Además del peso y empuje de las tierras, considera las sobrecargas superiores, así como cualquier otro tipo de acciones.

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

Importante resaltar una serie de consideraciones que han condicionado el desarrollo y puesta en práctica el Programa GALERIA, como son:

a) El campo de aplicación de las estructuras enterradas es muy amplio, extendiéndose desde los colectores y galerías de servicios, hasta las obras de paso de carretera o ferrocarril.

b) El proceso constructivo puede variar sustancialmente desde la construcción en zanja propia de las galerías urbanas, hasta las obras de paso de carretera o ferrocarril que se colocan al nivel del terreno natural, construyendo después el terraplén.

c) Se recoge una tipología muy extensa de conducciones subterráneas, dependiendo el empleo de una u otras de condiciones hidráulicas, de gálibo, geotécnicas, económicas y constructivas.

d) Las acciones que se contemplan en el programa y que pueden actuar sobre una estructura enterrada son:

1) Cargas gravitatorias debido al peso propio y de las tierras, así como a los empujes laterales del terreno.

2) Presiones transmitidas por sobrecargas móviles, compactadores, tráfico de vehículos, paso de trenes, etc.

3) Presiones hidrostáticas internas o producidas por las aguas freáticas

4) Presiones transmitidas por cimentaciones u otras estructuras enterradas, sismo, etc.

Las acciones del tipo 1, dependen de la deformabilidad relativa de la estructura. En el caso de galerías muy rígidas, el peso efectivo de las tierras puede llegar a ser el doble del que resulta por geostasia. Por el contrario en las galerías muy flexibles se produce un "abovedamiento" o "efecto arco" que puede producir las cargas del terreno casi al 70 % de su valor en algunos casos.

En el programa se introduce la altura de tierras HT sobre la base de la galería, pues dicha base estará a la cota de la rasante o del terreno dependiendo del caso, y es fácil de determinar. Como es lógico se introducen el peso específico de las tierras y el coeficiente de empuje que corresponda.
Las acciones del tipo 2, son determinantes cuando el recubrimiento de tierras es pequeño (<= 1,5 metros ó D / 2) y por el contrario se pueden considerar despreciables con coberturas del orden de 4 x D (siendo D la máxima dimensión vertical).

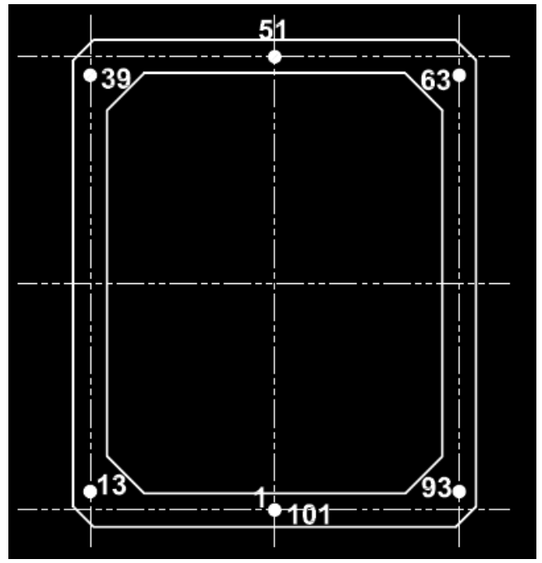
La carga vertical, se podrá "repartir en profundidad" cuando la cobertura de tierras sea suficiente.
En el programa y eventualmente, las cargas estáticas se mayoran con un coeficiente de impacto.

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

BORTUBO, S.A. *Memoria*

Dicho coeficiente puede variar entre 1 y 2, y depende del tipo y estado del pavimento, de la cobertura de tierras y de la rigidez de la obra de paso.

Las acciones de los tipos 3 y 4, dependen de cada caso particular y el Programa ofrece de forma sencilla la forma de introducir en el cálculo estructural.
La estructura se ha esquematizado mediante elementos finitos, considerando un ancho unitario de 1 metro y dividiendo el arco completo en **cien segmentos**.



Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

3.2 Hipótesis combinadas para el ELU

3.2.1 Estudio DINTEL Y SOLERA (Hip 1)

Peso propio (Øpp) x 1,35

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,50

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,0

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 0

Presión interior (Øpr) x 1,5

3.2.2 Estudio ESQUINAS (Hip 2)

Peso propio (Øpp) x 1,35

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,50

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 1,5

Presión interior (Øpr) x 1,5

3.2.3 Estudio HASTIALES (Hip 3)

Peso propio (Øpp) x 1,0

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 1,0

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 1,5

Presión interior (Øpr) x 1,5

3.2.4 Hipótesis combinada para el ELS (Hip 4)

Peso propio (Øpp) x 1,0

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,0

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 0

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 0

Presión interior (Øpr) x 0

3.3 Armado.-

Los criterios considerados en el armado cumplen las especificaciones de la Instrucción EHE, ajustándose los valores de cálculo de los materiales, los coeficientes de mayoración de las cargas, las disposiciones de las armaduras y las cuantías geométricas y mecánicas mínimas y máximas a dichas especificaciones.

3.4 Estado Límite de Fisuración.-

Teniendo en cuenta que para el paso inferior se ha considerado un ambiente IIb al ser estructura enterrada, la resistencia del hormigón será de 35 N / mm² y el recubrimiento de 30 mm, la comprobación a satisfacer consiste en el cumplimiento de la siguiente inecuación:

$$W_k <= W_{máx} = 0{,}30 \text{ mm}$$

BORTUBO, S.A., somete a la aprobación de la Empresa Constructora y en su caso a la Dirección Facultativa, esta Memoria de Cálculo, sin cuyo previo consentimiento a todas las hipótesis mencionadas, coeficientes adoptados y material empleado, no se procederá a la fabricación.

Murcia, 04 de Febrero de 2010

Raúl Velandrino Poveda

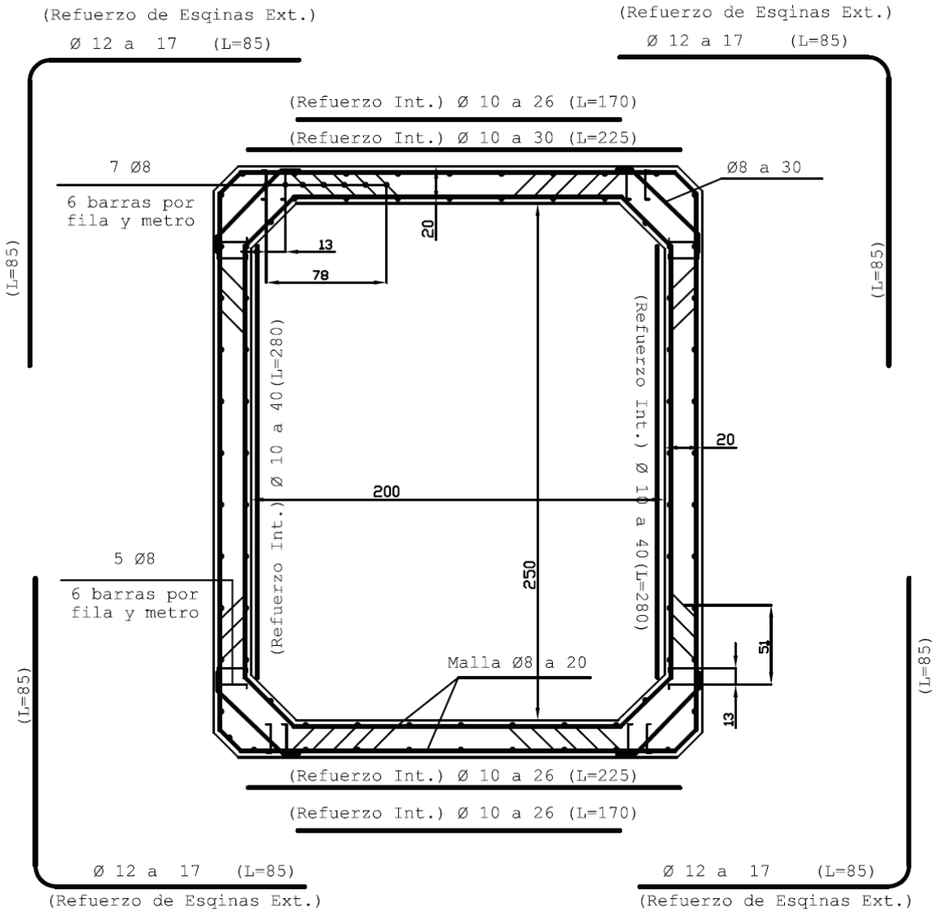
Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado nº: 4.418

3.5 Detalle de Disposición de Armaduras

MARCO 2500 x 2000 x 2350 - 200/200

HR:7,0 + FFCC UIC71



ACERO: B-500-SD

HORMIGON HA.-35/20/IIb

RECUBRIMIENTO ARMADURAS 3 cm.

Fyk= 5.100 Kp/cm²

Fck= 350 Kp/cm²

COTAS EN (cm)

BORTUBO, S.A.

APROBADO PARA FABRICACIÓN	
Fecha:	
Firma y sello:	

3.6 CALCULO Y COMPROBACION APERTURA DE FISURA

DINTEL Hr : 7,00

DATOS por metro									Simplif.	Anejo 9
As1		As2						s1	82,6446 Gs	2511,3882	2176,6589
Nº de barras	Ø mm	Nº de barras	Ø mm					s2	150 Gsr	1945,0988	1685,8471
3,3	10	5,0	8					s (mm)	82,6446		
3,8	10	0	0					Ac,eficaz mm2	50000 Ep s1	0,0008	0,0007
5,0	8	0	0					d	170 Ep s2	0,0005	0,0004
0	0	0	0					fct,m (Mpa)	3,2100	7,87788E-06	
12,1	10	5	8					Mfis (m.kp)	2140 x	38,2504	
As1 --------->	809	As2 ------->	251						Iner fis	117067880	
Recubrimiento mm	30	n		7							
Esp de pared mm	200	Sm		107							
Mk ELS ó Mk ELU/gf (m.kp)	2.763	Ep sm		0,0008		0,0007					
fck (Mpa)	35	wk		0,1529		0,1325					
ro1	0,0048			1+ro2/ro1		1,3107					
ro2	0,0015			1+ro2*d'/(ro1*d)		1,0548					

Fisura
0,133
Exposición IIb 0,3 mm.

SOLERA Hr : 7,00

DATOS por metro									Simplif.	Anejo 9
As1		As2						s1	79,3651 Gs	2562,4233	2224,7492
Nº de barras	Ø mm	Nº de barras	Ø mm					s2	150 Gsr	1855,0479	1610,5912
3,8	10	5,0	8					s (mm)	79,3651		
3,8	10	0	0					Ac,eficaz mm2	50000 Ep s1	0,0009	0,0008
5,0	8	0	0					d	170 Ep s2	0,0005	0,0004
0	0	0	0					fct,m (Mpa)	3,2100	7,52622E-06	
12,6	10	5	8					Mfis (m.kp)	2140 x	39,0320	
As1 --------->	848	As2 ------->	251						Iner fis	121811021	
Recubrimiento mm	30	n		7							
Esp de pared mm	200	Sm		105							
Mk ELS ó Mk ELU/gf (m.kp)	2.956	Ep sm		0,0009		0,0008					
fck (Mpa)	35	wk		0,1613		0,1400					
ro1	0,0050			1+ro2/ro1		1,2963					
ro2	0,0015			1+ro2*d'/(ro1*d)		1,0523					

Fisura
0,140
Exposición IIb 0,3 mm.

ESQUINA Hr : 7,00

DATOS por metro									Simplif.	Anejo 9
As1		As2						s1	90,9091 Gs	4186,0309	3646,8843
Nº de barras	Ø mm	Nº de barras	Ø mm					s2	180 Gsr	1692,1045	1474,1672
0,0	0	5,0	8					s (mm)	90,9091		
6,0	12	0	0					Ac,eficaz mm2	50000 Ep s1	0,0018	0,0016
5,0	8	0	0					d	170 Ep s2	0,0008	0,0007
0	0	0	0					fct,m (Mpa)	3,2100	6,88871E-06	
11	12	5	8					Mfis (m.kp)	2140 x	40,5895	
As1 --------->	930	As2 ------->	251						Iner fis	131501131	
Recubrimiento mm	30	n		7							
Esp de pared mm	200	Sm		110							
Mk ELS ó Mk ELU/gf (m.kp)	5.294	Ep sm		0,0018		0,0016					
fck (Mpa)	35	wk		0,3437		0,2994					
ro1	0,0055			1+ro2/ro1		1,2703					
ro2	0,0015			1+ro2*d'/(ro1*d)		1,0477					

Fisura
0,299
Exposición IIb 0,3 mm.

4.- ANEJOS DE CALCULO

```
"""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
"                                                                           "
"              P R O G R A M A    G A L E R I A                             "
"             ==================================                            "
"                                                                           "
"      CALCULO DE GALERIAS ENTERRADAS Y PASOS INFERIORES                    "
"                                                                           "
"        Version no5 (EHE)           Fecha : 11/05/2008                     "
"                                                                           "
"        Copyright :  J.Diaz del Valle  .  SA-123-2007                      "
"                                                                           "
"        E.T.S. de  Ingenieros de Caminos de Santander                      "
"                                                                           "
"                                                                           "
"""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
```

```
"""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
"                                                                           "
"               DATOS DEL PROYECTO DE LA GALERIA                            "
"              ==================================                           "
"                                                                           "
"         Proyecto : 2.00 x 2.50 + FFCC UIC71                               "
"                                                                           "
"         Referencia : Hr= 7.00 m.                                          "
"                                                                           "
"         Fecha de calculo : 04/02/2010                                     "
"                                                                           "
"                                                                           "
"""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
```


D A T O S G E O M E T R I C O S
==========

DEFINICION DEL ARCO :

TIPO 14: Seccion cajon definida por .....: L,H,b,c

Altura (m) ..... H = 2.700

Longitud media horizontal del cajon ..... L = 2.200

Longitud horizontal de las cartelas (m) ..... b = 0.220

Longitud vertical de las cartelas (m) ..... c = 0.220

Espesor de las paredes verticales (m) ..... = 0.200

Espesor de las paredes horizontales (m) ..... = 0.200

Numero de segmentos en que se divide el arco ..... = 100

Salto de impresion de resultados ..... = 1

Nudos de separacion entre tramos : 1 9 13 39 43 51 59
63 89 93 101

Apoyo inferior sobre lecho elastico.(TIPO 1) :

Coeficiente de balasto del estrato elastico (t/m3) ..... K = 2100

Limite izquierdo de la zona de apoyo (m) ..... Xizq = -1.10

Limite derecho de la zona de apoyo (m) ..... Xder = 1.10

COORDENADAS DE LOS NUDOS DEL ARCO

Nudo	X	Y	Nudo	X	Y	Nudo	X	Y
1	0.000	0.000	2	-0.097	0.000	3	-0.195	0.000
4	-0.292	0.000	5	-0.390	0.000	6	-0.488	0.000
7	-0.585	0.000	8	-0.683	0.000	9	-0.780	0.000
10	-0.860	0.027	11	-0.940	0.055	12	-1.020	0.083
13	-1.100	0.110	14	-1.100	0.205	15	-1.100	0.301
16	-1.100	0.396	17	-1.100	0.492	18	-1.100	0.587
19	-1.100	0.682	20	-1.100	0.778	21	-1.100	0.873
22	-1.100	0.968	23	-1.100	1.064	24	-1.100	1.159
25	-1.100	1.255	26	-1.100	1.350	27	-1.100	1.445
28	-1.100	1.541	29	-1.100	1.636	30	-1.100	1.732
31	-1.100	1.827	32	-1.100	1.922	33	-1.100	2.018
34	-1.100	2.113	35	-1.100	2.208	36	-1.100	2.304
37	-1.100	2.399	38	-1.100	2.495	39	-1.100	2.590
40	-1.020	2.618	41	-0.940	2.645	42	-0.860	2.672

43	-0.780	2.700	44	-0.683	2.700	45	-0.585	2.700
46	-0.488	2.700	47	-0.390	2.700	48	-0.292	2.700
49	-0.195	2.700	50	-0.097	2.700	51	0.000	2.700
52	0.097	2.700	53	0.195	2.700	54	0.292	2.700
55	0.390	2.700	56	0.488	2.700	57	0.585	2.700
58	0.683	2.700	59	0.780	2.700	60	0.860	2.672
61	0.940	2.645	62	1.020	2.618	63	1.100	2.590
64	1.100	2.495	65	1.100	2.399	66	1.100	2.304
67	1.100	2.208	68	1.100	2.113	69	1.100	2.018
70	1.100	1.922	71	1.100	1.827	72	1.100	1.732
73	1.100	1.636	74	1.100	1.541	75	1.100	1.445
76	1.100	1.350	77	1.100	1.255	78	1.100	1.159
79	1.100	1.064	80	1.100	0.968	81	1.100	0.873
82	1.100	0.778	83	1.100	0.682	84	1.100	0.587
85	1.100	0.492	86	1.100	0.396	87	1.100	0.301
88	1.100	0.205	89	1.100	0.110	90	1.020	0.083
91	0.940	0.055	92	0.860	0.027	93	0.780	0.000
94	0.683	0.000	95	0.585	0.000	96	0.488	0.000
97	0.390	0.000	98	0.292	0.000	99	0.195	0.000
100	0.097	0.000	101	0.000	0.000			

MATERIALES : HORMIGON Y ARMADURAS

Resistencia caracteristica del hormigon (Kp/cm2) ..... fck = 350

Coeficiente de minoracion de fck ..... ¥c = 1.50

Limite elastico del acero (Kp/cm2) ..... fyk = 5100

Coeficiente de minoracion de fyk ..... ¥s = 1.15

Recubrimiento de las armaduras (m) ..... c =0.030

Se disponen armaduras minimas de flexocompresion.

.

D A T O S D E A C C I O N E S

ACCIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO DEL ARCO :

Peso especifico del hormigon (t/m3) ..... = 2.50

ACCIONES DEBIDAS AL PESO DE LAS TIERRAS :

Existe escalon de tierras a izqda y dcha (SI=1,NO=0) ..... = 0

Inclinacion de las tierras a la izquierda (Grados) ..... = 0

Inclinacion de las tierras a la derecha (Grados) ..... = 0

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

Altura de las tierras desde el centro de la base (m) .....= 9.70

Peso especifico de las tierras (t/m3) ..... = 2.00

ACCIONES DEBIDAS AL EMPUJE DE LAS TIERRAS :

Acciones definidas por coeficientes de empuje :

Coeficiente de empuje de tierras ..... = 0.50

El terreno reacciona en los dos sentidos (Empuje y despegue del arco)

ACCIONES DEBIDAS AL TRAFICO :

Existe trafico encima del arco (SI=1,NO=0) ..... = 0

ACCIONES DEBIDAS A PRESIONES INTERNAS Y EXTERNAS :

Nivel freatico medido desde la base (m) ..... = 0.00

Nivel del agua interior medido desde la base (m) ..... = 0.00

Presion interna adicional (t/m2) ..... = 0.5

ACCIONES DEBIDAS A SOBRECARGAS REPARTIDAS :

Carga uniforme (t/m2) (+descendente, -ascendente) ..... Qy = 1.33

La carga anterior se extiende desde el nudo No 39 ,hasta el nudo No 63
y se considera por unidad de proyeccion horizontal.

Carga uniforme (t/m2) (+ hacia dcha, - hacia izda) ..... Qx = 0.67

La carga anterior se extiende desde el nudo No 9 ,hasta el nudo No 43
y se considera por unidad de proyeccion vertical.

Carga uniforme (t/m2) (+ hacia dcha, - hacia izda) ..... Qx = 0.67

La carga anterior se extiende desde el nudo No 59 ,hasta el nudo No 93
y se considera por unidad de proyeccion vertical.

ACCIONES DEBIDAS AL SISMO :

No se considera la accion sismica.

COEFICIENTES DE PONDERACION DE LAS ACCIONES :

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

Coeficiente de ponderacion del peso propio del arco ..... = ¥pp

Coeficiente de ponderacion del peso de las tierras ..... = ¥pt

Coeficiente de ponderacion del empuje de las tierras ..... = ¥et

Coeficiente de ponderacion de las acciones de trafico ..... = ¥tr

Coeficiente de ponderacion de presiones internas y externas .... = ¥pr

Coeficiente de ponderacion de cargas repartidas verticales ..... = ¥qv

Coeficiente de ponderacion de cargas repartidas horizontales ... = ¥qh

Coeficiente de ponderacion de cargas concentradas verticales ... = ¥Pv

Coeficiente de ponderacion de cargas concentradas horizontales . = ¥Ph

Coeficiente de ponderacion del sismo de izquierda a derecha .... = ¥si

Coeficiente de ponderacion del sismo de derecha a izquierda .... = ¥sd

.

CARACTERISTICAS DEL ARCO

Nudo No	X (m)	Y (m)	Espesor (m)	Ancho (m)	Inercia (m4/m)	Area (m2/m)	Grados de libertad u	v	é
Hastial izquierdo :									
14	-1.100	0.205	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
15	-1.100	0.301	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
16	-1.100	0.396	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
17	-1.100	0.492	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
18	-1.100	0.587	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
19	-1.100	0.682	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
20	-1.100	0.778	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
21	-1.100	0.873	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
22	-1.100	0.968	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
23	-1.100	1.064	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
24	-1.100	1.159	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
25	-1.100	1.255	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
26	-1.100	1.350	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
27	-1.100	1.445	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
28	-1.100	1.541	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
29	-1.100	1.636	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
30	-1.100	1.732	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
31	-1.100	1.827	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
32	-1.100	1.922	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
33	-1.100	2.018	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
34	-1.100	2.113	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
35	-1.100	2.208	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
36	-1.100	2.304	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
37	-1.100	2.399	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
38	-1.100	2.495	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
Dintel superior :									
39	-1.100	2.590	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	-	-

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

40	-1.020	2.618	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	-	-
41	-0.940	2.645	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	-	-
42	-0.860	2.672	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	-	-
43	-0.780	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
44	-0.683	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
45	-0.585	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
46	-0.488	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
47	-0.390	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
48	-0.292	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
49	-0.195	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
50	-0.097	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
51	0.000	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
52	0.097	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
53	0.195	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
54	0.292	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
55	0.390	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
56	0.488	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
57	0.585	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
58	0.683	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
59	0.780	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
60	0.860	2.672	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	-	-
61	0.940	2.645	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	-	-
62	1.020	2.618	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	-	-
63	1.100	2.590	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	-	-
Hastial derecho :									
64	1.100	2.495	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
65	1.100	2.399	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
66	1.100	2.304	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
67	1.100	2.208	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
68	1.100	2.113	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
69	1.100	2.018	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
70	1.100	1.922	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
71	1.100	1.827	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
72	1.100	1.732	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
73	1.100	1.636	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
74	1.100	1.541	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
75	1.100	1.445	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
76	1.100	1.350	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
77	1.100	1.255	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
78	1.100	1.159	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
79	1.100	1.064	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
80	1.100	0.968	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
81	1.100	0.873	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
82	1.100	0.778	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
83	1.100	0.682	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
84	1.100	0.587	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
85	1.100	0.492	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
86	1.100	0.396	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
87	1.100	0.301	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
88	1.100	0.205	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
Solera :									
13	-1.100	0.110	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	K= 84	-
12	-1.020	0.083	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	K= 168	-
11	-0.940	0.055	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	K= 168	-
10	-0.860	0.027	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	K= 168	-
9	-0.780	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 186	-
8	-0.683	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 205	-
7	-0.585	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 205	-
6	-0.488	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 205	-

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

5	-0.390	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
4	-0.292	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
3	-0.195	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
2	-0.097	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
1	0.000	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	0.0000	K=	205	-
100	0.097	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
99	0.195	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
98	0.292	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
97	0.390	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
96	0.488	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
95	0.585	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
94	0.683	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
93	0.780	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	186	-
92	0.860	0.027	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	K=	168	-
91	0.940	0.055	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	K=	168	-
90	1.020	0.083	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	K=	168	-
89	1.100	0.110	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	K=	84	-

.

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 1

DINTEL Y SOLERA

COEFICIENTES DE PONDERACION

¥pp = 1.350 ¥pt = 1.500 ¥et = 1.000 ¥pr = 1.500 ¥qv = 1.500

¥qh = 0.000 ¥Pv = 0.000 ¥Ph = 0.000 ¥si = 0.000 ¥sd = 0.000

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = -0.000

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -57.567

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.007

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	åsuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
13	27.607	0.000	1.104	0.000
12	27.389	0.000	2.191	0.000
11	27.167	0.000	2.173	0.000
10	26.938	0.000	2.155	0.000
9	26.704	0.000	2.370	0.000
8	26.417	0.000	2.576	0.000
7	26.138	0.000	2.548	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

6	25.881	0.000	2.523	0.000
5	25.657	0.000	2.502	0.000
4	25.473	0.000	2.484	0.000
3	25.336	0.000	2.470	0.000
2	25.252	0.000	2.462	0.000
1	25.223	-0.000	2.459	0.000
100	25.250	0.000	2.462	0.000
99	25.333	0.000	2.470	0.000
98	25.468	0.000	2.483	0.000
97	25.650	0.000	2.501	0.000
96	25.874	0.000	2.523	0.000
95	26.129	0.000	2.548	0.000
94	26.406	0.000	2.575	0.000
93	26.692	0.000	2.369	0.000
92	26.925	0.000	2.154	0.000
91	27.152	0.000	2.172	0.000
90	27.374	0.000	2.190	0.000
89	27.590	0.000	1.104	0.000
	Suma =	-0.000	57.567	0.000

.

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
14	-0.248	-13.148	1.206	27.057	9.286	-5.952
15	-0.352	-13.152	0.983	26.983	8.457	-5.106
16	-0.437	-13.156	0.793	26.919	7.636	-4.339
17	-0.504	-13.159	0.632	26.855	6.825	-3.649
18	-0.558	-13.163	0.498	26.790	6.023	-3.037
19	-0.600	-13.166	0.386	26.726	5.229	-2.500
20	-0.632	-13.170	0.295	26.661	4.445	-2.039
21	-0.657	-13.174	0.221	26.597	3.670	-1.652
22	-0.675	-13.177	0.161	26.533	2.905	-1.339
23	-0.688	-13.181	0.112	26.468	2.148	-1.098
24	-0.697	-13.184	0.071	26.404	1.400	-0.929
25	-0.702	-13.188	0.035	26.340	0.662	-0.831
26	-0.703	-13.191	0.002	26.275	-0.068	-0.803
27	-0.702	-13.195	-0.031	26.211	-0.788	-0.844
28	-0.697	-13.198	-0.067	26.146	-1.500	-0.953
29	-0.689	-13.202	-0.109	26.082	-2.202	-1.130
30	-0.676	-13.205	-0.159	26.018	-2.895	-1.373
31	-0.658	-13.209	-0.221	25.953	-3.579	-1.682
32	-0.634	-13.212	-0.296	25.889	-4.254	-2.056
33	-0.601	-13.216	-0.387	25.824	-4.919	-2.494
34	-0.559	-13.219	-0.498	25.760	-5.576	-2.995
35	-0.506	-13.223	-0.630	25.696	-6.224	-3.558
36	-0.438	-13.226	-0.786	25.631	-6.862	-4.182
37	-0.355	-13.230	-0.968	25.567	-7.492	-4.867
38	-0.253	-13.233	-1.179	25.494	-8.112	-5.611
Dintel superior :						
39	-0.138	-13.235	-1.243	20.866	5.916	-6.414
40	-0.104	-13.336	-1.270	16.053	19.324	-4.701
41	-0.070	-13.439	-1.299	15.602	17.478	-3.145
42	-0.035	-13.545	-1.330	15.158	15.653	-1.744

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

43	0.001	-13.653	-1.357	12.178	15.753	-0.496
44	-0.000	-13.785	-1.344	9.418	15.643	1.138
45	-0.002	-13.913	-1.268	9.418	13.408	2.554
46	-0.003	-14.031	-1.138	9.418	11.173	3.752
47	-0.004	-14.134	-0.964	9.418	8.939	4.733
48	-0.006	-14.218	-0.753	9.418	6.704	5.495
49	-0.007	-14.280	-0.516	9.418	4.469	6.040
50	-0.008	-14.318	-0.261	9.418	2.235	6.367
51	-0.009	-14.330	0.004	9.418	-0.000	6.476
52	-0.011	-14.317	0.268	9.418	-2.235	6.367
53	-0.012	-14.278	0.523	9.418	-4.470	6.040
54	-0.013	-14.216	0.760	9.418	-6.704	5.495
55	-0.015	-14.131	0.971	9.418	-8.939	4.733
56	-0.016	-14.027	1.145	9.418	-11.174	3.752
57	-0.017	-13.909	1.275	9.418	-13.408	2.554
58	-0.018	-13.781	1.351	9.418	-15.643	1.138
59	-0.020	-13.648	1.364	12.178	-15.753	-0.497
60	0.016	-13.539	1.337	15.158	-15.653	-1.744
61	0.051	-13.433	1.306	15.602	-17.478	-3.145
62	0.086	-13.329	1.277	16.053	-19.324	-4.701
63	0.119	-13.227	1.251	20.866	-5.916	-6.414
Hastial derecho :						
64	0.236	-13.225	1.186	25.494	8.112	-5.611
65	0.338	-13.222	0.975	25.567	7.492	-4.867
66	0.422	-13.218	0.793	25.632	6.862	-4.182
67	0.490	-13.215	0.637	25.696	6.224	-3.558
68	0.545	-13.211	0.505	25.760	5.576	-2.995
69	0.587	-13.208	0.394	25.825	4.919	-2.494
70	0.621	-13.204	0.303	25.889	4.254	-2.056
71	0.646	-13.201	0.228	25.953	3.579	-1.683
72	0.664	-13.198	0.166	26.018	2.895	-1.374
73	0.678	-13.194	0.116	26.082	2.202	-1.130
74	0.687	-13.191	0.074	26.147	1.500	-0.954
75	0.692	-13.187	0.038	26.211	0.788	-0.844
76	0.694	-13.183	0.004	26.275	0.068	-0.803
77	0.693	-13.180	-0.028	26.340	-0.662	-0.831
78	0.689	-13.176	-0.064	26.404	-1.400	-0.929
79	0.681	-13.173	-0.105	26.469	-2.148	-1.098
80	0.668	-13.169	-0.154	26.533	-2.905	-1.339
81	0.651	-13.166	-0.214	26.597	-3.670	-1.652
82	0.627	-13.162	-0.288	26.662	-4.445	-2.039
83	0.595	-13.159	-0.380	26.726	-5.229	-2.500
84	0.554	-13.155	-0.491	26.790	-6.023	-3.037
85	0.501	-13.151	-0.626	26.855	-6.825	-3.649
86	0.434	-13.148	-0.786	26.919	-7.636	-4.339
87	0.350	-13.144	-0.976	26.984	-8.457	-5.106
88	0.247	-13.141	-1.199	27.057	-9.286	-5.952
Solera :						
13	-0.130	-13.146	1.275	22.640	-5.838	-6.877
12	-0.095	-13.043	1.303	17.969	-20.382	-5.069
11	-0.060	-12.936	1.335	17.541	-18.386	-3.429
10	-0.024	-12.828	1.369	17.115	-16.393	-1.958
9	0.012	-12.716	1.401	14.002	-16.607	-0.656
8	0.011	-12.579	1.392	11.102	-16.599	1.082
7	0.009	-12.447	1.317	11.102	-14.176	2.581
6	0.008	-12.325	1.184	11.102	-11.779	3.846
5	0.006	-12.217	1.005	11.102	-9.405	4.878
4	0.005	-12.130	0.788	11.102	-7.052	5.680
3	0.003	-12.065	0.542	11.102	-4.714	6.253

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

2	0.002	-12.025	0.278	11.102	-2.386	6.599
1	0.000	-12.011	0.004	11.102	-1.225	6.719
100	-0.002	-12.024	-0.270	11.102	3.557	6.605
99	-0.003	-12.063	-0.535	11.102	4.723	6.258
98	-0.005	-12.128	-0.780	11.102	7.060	5.684
97	-0.006	-12.215	-0.998	11.102	9.413	4.881
96	-0.008	-12.321	-1.177	11.102	11.786	3.848
95	-0.009	-12.443	-1.310	11.102	14.183	2.583
94	-0.011	-12.574	-1.385	11.102	16.605	1.083
93	-0.012	-12.710	-1.394	14.003	16.612	-0.655
92	0.024	-12.822	-1.362	17.116	16.397	-1.958
91	0.060	-12.930	-1.328	17.542	18.389	-3.429
90	0.095	-13.035	-1.297	17.969	20.383	-5.069
89	0.129	-13.138	-1.268	22.640	5.839	-6.878

.

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 2

ESQUINAS

COEFICIENTES DE PONDERACION

¥pp = 1.350 ¥pt = 1.500 ¥et = 1.500 ¥pr = 1.500 ¥qv = 1.500

¥qh = 1.500 ¥Pv = 0.000 ¥Ph = 0.000 ¥si = 0.000 ¥sd = 0.000

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = 5.427

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -57.567

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = -7.320

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	åsuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
13	17.822	0.000	0.713	0.000
12	18.426	0.000	1.474	0.000
11	19.021	0.000	1.522	0.000
10	19.603	0.000	1.568	0.000
9	20.168	0.000	1.790	0.000
8	20.829	0.000	2.031	0.000
7	21.468	0.000	2.093	0.000
6	22.097	0.000	2.154	0.000
5	22.731	0.000	2.216	0.000
4	23.380	0.000	2.280	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

3	24.055	0.000	2.345	0.000
2	24.762	0.000	2.414	0.000
1	25.508	-5.427	2.487	0.000
100	26.297	0.000	2.564	0.000
99	27.130	0.000	2.645	0.000
98	28.009	0.000	2.731	0.000
97	28.931	0.000	2.821	0.000
96	29.891	0.000	2.914	0.000
95	30.884	0.000	3.011	0.000
94	31.901	0.000	3.110	0.000
93	32.930	0.000	2.923	0.000
92	33.777	0.000	2.702	0.000
91	34.621	0.000	2.770	0.000
90	35.460	0.000	2.837	0.000
89	36.296	0.000	1.452	0.000
	Suma =	-5.427	57.567	0.000

.

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
14	0.765	-8.489	-3.719	25.858	16.785	-8.318
15	1.134	-8.493	-4.023	25.785	15.409	-6.783
16	1.530	-8.496	-4.268	25.720	14.046	-5.378
17	1.947	-8.499	-4.459	25.656	12.698	-4.103
18	2.379	-8.503	-4.601	25.592	11.363	-2.956
19	2.823	-8.506	-4.699	25.527	10.041	-1.935
20	3.274	-8.510	-4.759	25.463	8.734	-1.040
21	3.730	-8.513	-4.786	25.398	7.439	-0.269
22	4.187	-8.517	-4.783	25.334	6.159	0.379
23	4.642	-8.520	-4.758	25.270	4.892	0.906
24	5.094	-8.523	-4.713	25.205	3.639	1.312
25	5.540	-8.527	-4.654	25.141	2.400	1.600
26	5.981	-8.530	-4.587	25.077	1.174	1.770
27	6.415	-8.533	-4.514	25.012	-0.038	1.824
28	6.842	-8.537	-4.442	24.948	-1.237	1.763
29	7.263	-8.540	-4.375	24.883	-2.422	1.588
30	7.677	-8.543	-4.316	24.819	-3.593	1.301
31	8.087	-8.547	-4.272	24.755	-4.751	0.902
32	8.493	-8.550	-4.246	24.690	-5.895	0.394
33	8.897	-8.553	-4.243	24.626	-7.025	-0.222
34	9.303	-8.557	-4.266	24.561	-8.142	-0.946
35	9.712	-8.560	-4.321	24.497	-9.245	-1.775
36	10.128	-8.563	-4.411	24.433	-10.334	-2.709
37	10.555	-8.567	-4.541	24.368	-11.410	-3.747
38	10.996	-8.570	-4.715	24.295	-12.472	-4.886
Dintel superior :						
39	11.449	-8.572	-4.774	22.370	2.270	-6.126
40	11.579	-8.955	-4.800	20.319	16.590	-4.642
41	11.710	-9.341	-4.829	19.986	14.703	-3.319
42	11.842	-9.729	-4.864	19.659	12.838	-2.155
43	11.974	-10.121	-4.904	17.106	13.736	-1.147
44	11.972	-10.600	-4.920	14.715	14.444	0.370
45	11.970	-11.078	-4.878	14.715	12.209	1.670

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

46	11.968	-11.550	-4.787	14.715	9.975	2.751
47	11.966	-12.011	-4.656	14.715	7.740	3.615
48	11.964	-12.457	-4.494	14.715	5.505	4.260
49	11.962	-12.886	-4.310	14.715	3.271	4.688
50	11.960	-13.297	-4.113	14.715	1.036	4.898
51	11.958	-13.688	-3.911	14.715	-1.199	4.890
52	11.956	-14.060	-3.715	14.715	-3.433	4.664
53	11.954	-14.413	-3.532	14.715	-5.668	4.221
54	11.952	-14.749	-3.372	14.715	-7.903	3.559
55	11.950	-15.072	-3.244	14.715	-10.138	2.680
56	11.948	-15.383	-3.156	14.715	-12.372	1.582
57	11.946	-15.689	-3.118	14.715	-14.607	0.267
58	11.944	-15.993	-3.139	14.715	-16.842	-1.266
59	11.942	-16.303	-3.227	17.509	-16.064	-3.017
60	11.850	-16.564	-3.314	20.491	-15.087	-4.216
61	11.756	-16.831	-3.376	20.870	-16.935	-5.570
62	11.662	-17.102	-3.423	21.255	-18.804	-7.081
63	11.566	-17.377	-3.461	24.050	-3.213	-8.751
Hastial derecho :						
64	11.231	-17.375	-3.548	26.693	12.885	-7.481
65	10.879	-17.371	-3.826	26.766	12.014	-6.293
66	10.503	-17.367	-4.057	26.830	11.130	-5.189
67	10.107	-17.364	-4.245	26.895	10.233	-4.170
68	9.694	-17.360	-4.394	26.959	9.321	-3.237
69	9.270	-17.357	-4.507	27.023	8.396	-2.392
70	8.836	-17.353	-4.588	27.088	7.458	-1.635
71	8.395	-17.349	-4.641	27.152	6.506	-0.969
72	7.951	-17.346	-4.668	27.216	5.540	-0.394
73	7.505	-17.342	-4.674	27.281	4.560	0.088
74	7.060	-17.338	-4.663	27.345	3.567	0.476
75	6.616	-17.335	-4.638	27.410	2.560	0.768
76	6.175	-17.331	-4.603	27.474	1.540	0.964
77	5.738	-17.327	-4.562	27.538	0.506	1.062
78	5.305	-17.324	-4.520	27.603	-0.542	1.061
79	4.876	-17.320	-4.479	27.667	-1.604	0.959
80	4.450	-17.316	-4.445	27.732	-2.679	0.755
81	4.028	-17.312	-4.420	27.796	-3.767	0.448
82	3.607	-17.309	-4.411	27.860	-4.870	0.036
83	3.186	-17.305	-4.420	27.925	-5.986	-0.481
84	2.763	-17.301	-4.451	27.989	-7.115	-1.106
85	2.336	-17.297	-4.511	28.053	-8.259	-1.839
86	1.901	-17.294	-4.602	28.118	-9.416	-2.681
87	1.457	-17.290	-4.729	28.182	-10.586	-3.635
88	0.998	-17.286	-4.897	28.255	-11.770	-4.701
Solera :						
13	0.414	-8.487	-3.620	25.753	-0.249	-9.985
12	0.314	-8.774	-3.577	25.585	-17.289	-8.464
11	0.215	-9.057	-3.519	25.531	-15.889	-7.060
10	0.117	-9.335	-3.438	25.458	-14.429	-5.776
9	0.022	-9.604	-3.312	22.604	-16.615	-4.618
8	0.019	-9.919	-3.161	19.791	-18.600	-2.713
7	0.016	-10.223	-3.085	19.791	-16.677	-0.991
6	0.014	-10.522	-3.076	19.791	-14.692	0.539
5	0.011	-10.824	-3.125	19.791	-12.645	1.873
4	0.008	-11.134	-3.226	19.791	-10.536	3.005
3	0.005	-11.455	-3.368	19.791	-8.363	3.928
2	0.003	-11.791	-3.544	19.791	-6.122	4.636
1	0.000	-12.147	-3.745	19.791	-4.984	5.122
100	-0.002	-12.522	-3.961	14.364	-0.072	5.372

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

99	-0.004	-12.919	-4.182	14.364	1.181	5.379
98	-0.006	-13.338	-4.399	14.364	3.730	5.142
97	-0.008	-13.776	-4.600	14.364	6.367	4.652
96	-0.010	-14.234	-4.776	14.364	9.095	3.900
95	-0.012	-14.707	-4.915	14.364	11.919	2.878
94	-0.014	-15.191	-5.007	14.364	14.841	1.576
93	-0.016	-15.681	-5.039	16.999	14.897	-0.016
92	0.121	-16.084	-5.025	19.885	14.739	-1.155
91	0.257	-16.486	-5.002	20.397	17.307	-2.510
90	0.393	-16.886	-4.977	20.927	19.923	-4.083
89	0.528	-17.284	-4.954	24.747	4.439	-5.880

.

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 3

HASTIALES

COEFICIENTES DE PONDERACION

¥pp = 1.000 ¥pt = 1.000 ¥et = 1.500 ¥pr = 1.500 ¥qv = 0.000

¥qh = 1.500 ¥Pv = 0.000 ¥Ph = 0.000 ¥si = 0.000 ¥sd = 0.000

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = 5.427

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -35.942

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = -7.321

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	åsuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
13	7.046	0.000	0.282	0.000
12	7.807	0.000	0.625	0.000
11	8.560	0.000	0.685	0.000
10	9.301	0.000	0.744	0.000
9	10.024	0.000	0.890	0.000
8	10.871	0.000	1.060	0.000
7	11.681	0.000	1.139	0.000
6	12.464	0.000	1.215	0.000
5	13.229	0.000	1.290	0.000
4	13.984	0.000	1.363	0.000
3	14.735	0.000	1.437	0.000
2	15.489	0.000	1.510	0.000
1	16.251	-5.427	1.584	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

100	17.024	0.000	1.660	0.000
99	17.811	0.000	1.737	0.000
98	18.613	0.000	1.815	0.000
97	19.429	0.000	1.894	0.000
96	20.258	0.000	1.975	0.000
95	21.098	0.000	2.057	0.000
94	21.943	0.000	2.139	0.000
93	22.787	0.000	2.022	0.000
92	23.477	0.000	1.878	0.000
91	24.162	0.000	1.933	0.000
90	24.843	0.000	1.987	0.000
89	25.521	0.000	1.021	0.000
Suma =		-5.427	35.942	0.000

.

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
14	0.955	-3.356	-4.631	15.289	16.752	-6.405
15	1.408	-3.359	-4.858	15.235	15.376	-4.874
16	1.880	-3.361	-5.025	15.187	14.014	-3.472
17	2.365	-3.363	-5.140	15.139	12.665	-2.200
18	2.859	-3.365	-5.205	15.091	11.330	-1.056
19	3.357	-3.367	-5.227	15.044	10.009	-0.039
20	3.855	-3.369	-5.211	14.996	8.701	0.853
21	4.350	-3.371	-5.161	14.948	7.407	1.621
22	4.838	-3.373	-5.083	14.901	6.126	2.266
23	5.318	-3.375	-4.981	14.853	4.860	2.790
24	5.788	-3.377	-4.861	14.805	3.606	3.193
25	6.245	-3.379	-4.726	14.758	2.367	3.478
26	6.689	-3.381	-4.583	14.710	1.141	3.645
27	7.119	-3.383	-4.435	14.662	-0.071	3.696
28	7.535	-3.385	-4.288	14.615	-1.270	3.631
29	7.938	-3.387	-4.145	14.567	-2.454	3.453
30	8.326	-3.388	-4.012	14.519	-3.626	3.163
31	8.703	-3.390	-3.893	14.471	-4.783	2.762
32	9.070	-3.392	-3.792	14.424	-5.927	2.251
33	9.427	-3.394	-3.714	14.376	-7.058	1.631
34	9.779	-3.396	-3.663	14.328	-8.174	0.904
35	10.127	-3.398	-3.643	14.281	-9.277	0.072
36	10.475	-3.400	-3.659	14.233	-10.367	-0.866
37	10.827	-3.402	-3.715	14.185	-11.442	-1.906
38	11.185	-3.404	-3.815	14.131	-12.504	-3.049
Dintel superior :						
39	11.551	-3.405	-3.854	15.722	-2.368	-4.292
40	11.656	-3.715	-3.873	17.299	7.704	-3.590
41	11.762	-4.026	-3.897	17.210	6.527	-2.988
42	11.868	-4.339	-3.932	17.125	5.365	-2.486
43	11.975	-4.657	-3.987	15.915	6.822	-2.081
44	11.973	-5.049	-4.055	14.747	8.186	-1.217
45	11.971	-5.447	-4.090	14.747	6.845	-0.484
46	11.969	-5.846	-4.098	14.747	5.504	0.118
47	11.967	-6.245	-4.083	14.747	4.164	0.589
48	11.965	-6.642	-4.052	14.747	2.823	0.930

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

49	11.963	-7.035	-4.009	14.747	1.483	1.140
50	11.961	-7.423	-3.961	14.747	0.142	1.219
51	11.959	-7.807	-3.912	14.747	-1.199	1.167
52	11.957	-8.186	-3.868	14.747	-2.539	0.985
53	11.955	-8.562	-3.834	14.747	-3.880	0.672
54	11.953	-8.934	-3.815	14.747	-5.221	0.228
55	11.951	-9.306	-3.817	14.747	-6.561	-0.346
56	11.949	-9.680	-3.846	14.747	-7.902	-1.051
57	11.947	-10.057	-3.907	14.747	-9.242	-1.887
58	11.945	-10.443	-4.004	14.747	-10.583	-2.853
59	11.943	-10.839	-4.144	16.318	-9.150	-3.951
60	11.826	-11.174	-4.247	17.956	-7.614	-4.547
61	11.707	-11.516	-4.309	18.094	-8.758	-5.239
62	11.587	-11.862	-4.351	18.235	-9.917	-6.028
63	11.466	-12.211	-4.382	17.402	1.424	-6.917
Hastial derecho :						
64	11.044	-12.209	-4.449	16.529	12.917	-5.643
65	10.610	-12.207	-4.653	16.583	12.047	-4.452
66	10.158	-12.205	-4.810	16.630	11.163	-3.345
67	9.694	-12.203	-4.924	16.678	10.265	-2.323
68	9.220	-12.201	-4.998	16.726	9.354	-1.387
69	8.741	-12.198	-5.037	16.774	8.429	-0.538
70	8.260	-12.196	-5.043	16.821	7.490	0.221
71	7.780	-12.194	-5.021	16.869	6.538	0.891
72	7.303	-12.192	-4.974	16.917	5.572	1.468
73	6.832	-12.189	-4.905	16.964	4.593	1.954
74	6.368	-12.187	-4.818	17.012	3.600	2.345
75	5.913	-12.185	-4.718	17.060	2.593	2.640
76	5.468	-12.182	-4.608	17.107	1.572	2.839
77	5.034	-12.180	-4.491	17.155	0.538	2.940
78	4.612	-12.178	-4.373	17.203	-0.510	2.942
79	4.200	-12.175	-4.256	17.250	-1.571	2.843
80	3.800	-12.173	-4.146	17.298	-2.646	2.642
81	3.409	-12.171	-4.046	17.346	-3.735	2.338
82	3.027	-12.169	-3.960	17.394	-4.837	1.930
83	2.653	-12.166	-3.893	17.441	-5.953	1.416
84	2.284	-12.164	-3.848	17.489	-7.083	0.794
85	1.918	-12.161	-3.831	17.537	-8.226	0.064
86	1.552	-12.159	-3.845	17.584	-9.383	-0.775
87	1.183	-12.157	-3.895	17.632	-10.554	-1.726
88	0.808	-12.154	-3.986	17.686	-11.738	-2.788
Solera :						
13	0.517	-3.355	-4.552	18.794	4.541	-8.069
12	0.391	-3.717	-4.516	22.380	-8.065	-7.362
11	0.266	-4.076	-4.464	22.592	-7.439	-6.705
10	0.142	-4.429	-4.382	22.782	-6.745	-6.103
9	0.022	-4.773	-4.241	21.315	-9.538	-5.564
8	0.019	-5.176	-4.038	19.759	-12.226	-4.326
7	0.016	-5.562	-3.883	19.759	-11.248	-3.180
6	0.014	-5.935	-3.774	19.759	-10.193	-2.133
5	0.011	-6.299	-3.705	19.759	-9.062	-1.192
4	0.008	-6.659	-3.673	19.759	-7.857	-0.365
3	0.005	-7.017	-3.673	19.759	-6.579	0.340
2	0.003	-7.376	-3.699	19.759	-5.228	0.917
1	0.000	-7.739	-3.746	19.759	-4.534	1.360
100	-0.002	-8.107	-3.808	14.332	-1.411	1.653
99	-0.004	-8.481	-3.878	14.332	-0.604	1.791
98	-0.006	-8.863	-3.952	14.332	1.050	1.771
97	-0.008	-9.252	-4.021	14.332	2.783	1.586

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

96	-0.010	-9.647	-4.079	14.332	4.596	1.228
95	-0.012	-10.047	-4.118	14.332	6.490	0.690
94	-0.014	-10.449	-4.131	14.332	8.466	-0.037
93	-0.016	-10.851	-4.111	15.710	7.819	-0.961
92	0.095	-11.180	-4.081	17.208	7.054	-1.483
91	0.206	-11.506	-4.058	17.458	8.856	-2.155
90	0.316	-11.830	-4.039	17.722	10.699	-2.981
89	0.426	-12.153	-4.023	17.787	-0.351	-3.965

.

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 4

ESTADO LIMITE DE SERVICIO

COEFICIENTES DE PONDERACION

¥pp = 1.000 ¥pt = 1.000 ¥et = 1.000 ¥pr = 0.000 ¥qv = 0.000

¥qh = 0.000 ¥Pv = 0.000 ¥Ph = 0.000 ¥si = 0.000 ¥sd = 0.000

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = 0.000

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -36.016

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.002

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	åsuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
13	16.837	0.000	0.673	0.000
12	16.782	0.000	1.343	0.000
11	16.724	0.000	1.338	0.000
10	16.660	0.000	1.333	0.000
9	16.588	0.000	1.472	0.000
8	16.490	0.000	1.608	0.000
7	16.386	0.000	1.598	0.000
6	16.285	0.000	1.588	0.000
5	16.192	0.000	1.579	0.000
4	16.114	0.000	1.571	0.000
3	16.055	0.000	1.565	0.000
2	16.019	0.000	1.562	0.000
1	16.006	-0.000	1.561	0.000
100	16.018	0.000	1.562	0.000
99	16.054	0.000	1.565	0.000
98	16.113	0.000	1.571	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

97	16.190	0.000	1.579	0.000
96	16.282	0.000	1.587	0.000
95	16.383	0.000	1.597	0.000
94	16.486	0.000	1.607	0.000
93	16.583	0.000	1.472	0.000
92	16.655	0.000	1.332	0.000
91	16.719	0.000	1.338	0.000
90	16.777	0.000	1.342	0.000
89	16.831	0.000	0.673	0.000
	Suma =	-0.000	36.016	0.000

.

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
14	-0.049	-8.019	0.255	17.313	10.110	-4.287
15	-0.066	-8.021	0.101	17.258	9.209	-3.365
16	-0.069	-8.024	-0.018	17.211	8.317	-2.530
17	-0.063	-8.026	-0.104	17.163	7.434	-1.779
18	-0.050	-8.028	-0.163	17.115	6.560	-1.112
19	-0.033	-8.030	-0.196	17.067	5.696	-0.527
20	-0.014	-8.033	-0.207	17.020	4.840	-0.025
21	0.006	-8.035	-0.199	16.972	3.994	0.396
22	0.024	-8.037	-0.176	16.924	3.156	0.737
23	0.039	-8.040	-0.141	16.877	2.328	0.998
24	0.051	-8.042	-0.098	16.829	1.509	1.181
25	0.057	-8.044	-0.048	16.781	0.699	1.286
26	0.060	-8.046	0.004	16.734	-0.102	1.314
27	0.057	-8.049	0.056	16.686	-0.894	1.266
28	0.049	-8.051	0.105	16.638	-1.677	1.144
29	0.037	-8.053	0.147	16.591	-2.451	0.947
30	0.021	-8.055	0.180	16.543	-3.215	0.676
31	0.003	-8.057	0.200	16.495	-3.971	0.333
32	-0.016	-8.060	0.205	16.447	-4.717	-0.081
33	-0.035	-8.062	0.192	16.400	-5.455	-0.567
34	-0.052	-8.064	0.158	16.352	-6.183	-1.122
35	-0.065	-8.066	0.100	16.304	-6.902	-1.746
36	-0.071	-8.068	0.016	16.257	-7.612	-2.439
37	-0.067	-8.071	-0.098	16.209	-8.313	-3.198
38	-0.051	-8.073	-0.243	16.155	-9.005	-4.025
Dintel superior :						
39	-0.026	-8.074	-0.291	15.206	1.054	-4.916
40	-0.018	-8.099	-0.312	14.182	10.852	-3.947
41	-0.010	-8.125	-0.338	13.975	9.651	-3.080
42	-0.001	-8.154	-0.372	13.772	8.467	-2.314
43	0.008	-8.186	-0.420	12.069	9.241	-1.648
44	0.007	-8.230	-0.467	10.465	9.896	-0.614
45	0.005	-8.276	-0.474	10.465	8.482	0.282
46	0.004	-8.321	-0.447	10.465	7.069	1.040
47	0.002	-8.362	-0.391	10.465	5.655	1.660
48	0.001	-8.397	-0.313	10.465	4.241	2.143
49	-0.000	-8.423	-0.218	10.465	2.827	2.487
50	-0.002	-8.439	-0.111	10.465	1.414	2.694
51	-0.003	-8.444	0.001	10.465	-0.000	2.763

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

52	-0.005	-8.438	0.114	10.465	-1.414	2.694
53	-0.006	-8.422	0.220	10.465	-2.828	2.487
54	-0.008	-8.396	0.315	10.465	-4.241	2.143
55	-0.009	-8.361	0.394	10.465	-5.655	1.660
56	-0.010	-8.320	0.449	10.465	-7.069	1.040
57	-0.012	-8.274	0.476	10.465	-8.483	0.282
58	-0.013	-8.228	0.469	10.465	-9.896	-0.614
59	-0.015	-8.184	0.423	12.069	-9.241	-1.648
60	-0.005	-8.152	0.375	13.773	-8.467	-2.314
61	0.004	-8.123	0.341	13.975	-9.652	-3.080
62	0.012	-8.096	0.315	14.182	-10.852	-3.947
63	0.019	-8.071	0.294	15.206	-1.054	-4.916
Hastial derecho :						
64	0.045	-8.070	0.245	16.155	9.005	-4.025
65	0.061	-8.068	0.100	16.209	8.313	-3.199
66	0.065	-8.066	-0.013	16.257	7.612	-2.439
67	0.059	-8.063	-0.098	16.304	6.902	-1.746
68	0.047	-8.061	-0.155	16.352	6.183	-1.122
69	0.031	-8.059	-0.189	16.400	5.455	-0.567
70	0.012	-8.057	-0.202	16.448	4.717	-0.082
71	-0.007	-8.055	-0.197	16.495	3.971	0.333
72	-0.025	-8.052	-0.177	16.543	3.215	0.676
73	-0.041	-8.050	-0.144	16.591	2.451	0.946
74	-0.053	-8.048	-0.102	16.638	1.677	1.144
75	-0.060	-8.046	-0.054	16.686	0.894	1.266
76	-0.063	-8.044	-0.002	16.734	0.102	1.314
77	-0.061	-8.041	0.050	16.781	-0.699	1.286
78	-0.053	-8.039	0.100	16.829	-1.509	1.181
79	-0.042	-8.037	0.144	16.877	-2.328	0.998
80	-0.026	-8.035	0.179	16.924	-3.156	0.737
81	-0.008	-8.032	0.202	16.972	-3.994	0.396
82	0.012	-8.030	0.209	17.020	-4.840	-0.025
83	0.031	-8.028	0.198	17.068	-5.696	-0.527
84	0.049	-8.025	0.165	17.115	-6.560	-1.112
85	0.062	-8.023	0.107	17.163	-7.434	-1.779
86	0.068	-8.021	0.020	17.211	-8.317	-2.530
87	0.065	-8.018	-0.099	17.258	-9.209	-3.366
88	0.048	-8.016	-0.253	17.313	-10.110	-4.287
Solera :						
13	-0.022	-8.017	0.307	16.666	-0.825	-5.294
12	-0.014	-7.992	0.329	15.909	-11.572	-4.261
11	-0.006	-7.964	0.358	15.747	-10.286	-3.336
10	0.003	-7.933	0.395	15.584	-8.993	-2.521
9	0.013	-7.899	0.447	13.791	-9.927	-1.815
8	0.012	-7.852	0.499	12.080	-10.728	-0.693
7	0.010	-7.803	0.507	12.080	-9.174	0.277
6	0.008	-7.755	0.479	12.080	-7.630	1.096
5	0.007	-7.711	0.420	12.080	-6.096	1.765
4	0.005	-7.673	0.337	12.080	-4.570	2.285
3	0.003	-7.645	0.235	12.080	-3.050	2.656
2	0.002	-7.628	0.121	12.080	-1.535	2.880
1	0.000	-7.622	0.001	12.080	-0.779	2.956
100	-0.002	-7.628	-0.119	12.080	2.295	2.882
99	-0.003	-7.645	-0.233	12.080	3.053	2.658
98	-0.005	-7.673	-0.334	12.080	4.573	2.286
97	-0.007	-7.709	-0.418	12.080	6.099	1.766
96	-0.008	-7.753	-0.477	12.080	7.633	1.097
95	-0.010	-7.801	-0.505	12.080	9.177	0.278
94	-0.012	-7.851	-0.496	12.080	10.730	-0.692

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

93	-0.013	-7.897	-0.445	13.791	9.928	-1.815
92	-0.003	-7.931	-0.392	15.584	8.995	-2.521
91	0.006	-7.961	-0.355	15.747	10.287	-3.336
90	0.014	-7.989	-0.327	15.909	11.573	-4.261
89	0.022	-8.015	-0.304	16.666	0.825	-5.294

.

E N V O L V E N T E S E N E L A R C O

SEC	M(+) (txm/m)	N(+) (t/m)	M(-) (txm/m)	N(-) (t/m)	QPES (t/m)
Hastial izquierdo :					
14	0.000	0.000	-8.318	25.858	16.785
15	0.000	0.000	-6.783	25.785	15.409
16	0.000	0.000	-5.378	25.720	14.046
17	0.000	0.000	-4.103	25.656	12.698
18	0.000	0.000	-3.037	26.790	11.363
19	0.000	0.000	-2.500	26.726	10.041
20	0.853	14.996	-2.039	26.661	8.734
21	1.621	14.948	-1.652	26.597	7.439
22	2.266	14.901	-1.339	26.533	6.159
23	2.790	14.853	-1.098	26.468	4.892
24	3.193	14.805	-0.929	26.404	3.639
25	3.478	14.758	-0.831	26.340	2.400
26	3.645	14.710	-0.803	26.275	1.174
27	3.696	14.662	-0.844	26.211	-0.894
28	3.631	14.615	-0.953	26.146	-1.677
29	3.453	14.567	-1.130	26.082	-2.454
30	3.163	14.519	-1.373	26.018	-3.626
31	2.762	14.471	-1.682	25.953	-4.783
32	2.251	14.424	-2.056	25.889	-5.927
33	1.631	14.376	-2.494	25.824	-7.058
34	0.904	14.328	-2.995	25.760	-8.174
35	0.072	14.281	-3.558	25.696	-9.277
36	0.000	0.000	-4.182	25.631	-10.367
37	0.000	0.000	-4.867	25.567	-11.442
38	0.000	0.000	-5.611	25.494	-12.504
Dintel superior :					
39	0.000	0.000	-6.414	20.866	5.916
40	0.000	0.000	-4.701	16.053	19.324
41	0.000	0.000	-3.319	19.986	17.478
42	0.000	0.000	-2.486	17.125	15.653
43	0.000	0.000	-2.081	15.915	15.753
44	1.138	9.418	-1.217	14.747	15.643
45	2.554	9.418	-0.484	14.747	13.408
46	3.752	9.418	0.000	0.000	11.173
47	4.733	9.418	0.000	0.000	8.939
48	5.495	9.418	0.000	0.000	6.704
49	6.040	9.418	0.000	0.000	4.469
50	6.367	9.418	0.000	0.000	2.235
51	6.476	9.418	0.000	0.000	-1.199
52	6.367	9.418	0.000	0.000	-3.433
53	6.040	9.418	0.000	0.000	-5.668
54	5.495	9.418	0.000	0.000	-7.903
55	4.733	9.418	-0.346	14.747	-10.138
56	3.752	9.418	-1.051	14.747	-12.372
57	2.554	9.418	-1.887	14.747	-14.607

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

58	1.138	9.418	-2.853	14.747	-16.842
59	0.000	0.000	-3.951	16.318	-16.064
60	0.000	0.000	-4.547	17.956	-15.653
61	0.000	0.000	-5.570	20.870	-17.478
62	0.000	0.000	-7.081	21.255	-19.324
63	0.000	0.000	-8.751	24.050	-5.916
Hastial derecho :					
64	0.000	0.000	-7.481	26.693	12.917
65	0.000	0.000	-6.293	26.766	12.047
66	0.000	0.000	-5.189	26.830	11.163
67	0.000	0.000	-4.170	26.895	10.265
68	0.000	0.000	-3.237	26.959	9.354
69	0.000	0.000	-2.494	25.825	8.429
70	0.221	16.821	-2.056	25.889	7.490
71	0.891	16.869	-1.683	25.953	6.538
72	1.468	16.917	-1.374	26.018	5.572
73	1.954	16.964	-1.130	26.082	4.593
74	2.345	17.012	-0.954	26.147	3.600
75	2.640	17.060	-0.844	26.211	2.593
76	2.839	17.107	-0.803	26.275	1.572
77	2.940	17.155	-0.831	26.340	-0.699
78	2.942	17.203	-0.929	26.404	-1.509
79	2.843	17.250	-1.098	26.469	-2.328
80	2.642	17.298	-1.339	26.533	-3.156
81	2.338	17.346	-1.652	26.597	-3.994
82	1.930	17.394	-2.039	26.662	-4.870
83	1.416	17.441	-2.500	26.726	-5.986
84	0.794	17.489	-3.037	26.790	-7.115
85	0.064	17.537	-3.649	26.855	-8.259
86	0.000	0.000	-4.339	26.919	-9.416
87	0.000	0.000	-5.106	26.984	-10.586
88	0.000	0.000	-5.952	27.057	-11.770
Solera :					
13	0.000	0.000	-9.985	25.753	-5.838
12	0.000	0.000	-8.464	25.585	-20.382
11	0.000	0.000	-7.060	25.531	-18.386
10	0.000	0.000	-6.103	22.782	-16.393
9	0.000	0.000	-5.564	21.315	-16.615
8	1.082	11.102	-4.326	19.759	-18.600
7	2.581	11.102	-3.180	19.759	-16.677
6	3.846	11.102	-2.133	19.759	-14.692
5	4.878	11.102	-1.192	19.759	-12.645
4	5.680	11.102	-0.365	19.759	-10.536
3	6.253	11.102	0.000	0.000	-8.363
2	6.599	11.102	0.000	0.000	-6.122
1	6.719	11.102	0.000	0.000	-4.984
101	6.719	11.102	0.000	0.000	-4.984
100	6.605	11.102	0.000	0.000	3.557
99	6.258	11.102	0.000	0.000	4.723
98	5.684	11.102	0.000	0.000	7.060
97	4.881	11.102	0.000	0.000	9.413
96	3.900	14.364	0.000	0.000	11.786
95	2.878	14.364	0.000	0.000	14.183
94	1.576	14.364	-0.692	12.080	16.605
93	0.000	0.000	-1.815	13.791	16.612
92	0.000	0.000	-2.521	15.584	16.397
91	0.000	0.000	-3.429	17.542	18.389
90	0.000	0.000	-5.069	17.969	20.383
89	0.000	0.000	-6.878	22.640	5.839

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

.

A R M A D U R A S E N E L C A J O N

Sec. No	X (m)	Y (m)	Ainterior (cm2/m) Teorica	Ainterior (cm2/m) Real	Aexterior (cm2/m) Teorica	Aexterior (cm2/m) Real	Acortante (cm2/m)
Hastial izquierdo :							
14	-1.10	0.21	2.00	-	9.12	-	8.64
15	-1.10	0.30	2.00	-	6.65	-	7.49
16	-1.10	0.40	2.00	-	4.47	-	6.42
17	-1.10	0.49	2.00	-	3.06	-	5.13
18	-1.10	0.59	2.00	-	2.00	-	3.51
19	-1.10	0.68	2.00	-	2.00	-	0.00
20	-1.10	0.78	2.00	-	2.00	-	0.00
21	-1.10	0.87	2.00	-	2.00	-	0.00
22	-1.10	0.97	2.00	-	2.00	-	0.00
23	-1.10	1.06	2.49	-	2.00	-	0.00
24	-1.10	1.16	3.06	-	2.00	-	0.00
25	-1.10	1.25	3.41	-	2.00	-	0.00
26	-1.10	1.35	3.60	-	2.00	-	0.00
27	-1.10	1.45	3.66	-	2.00	-	0.00
28	-1.10	1.54	3.59	-	2.00	-	0.00
29	-1.10	1.64	3.40	-	2.00	-	0.00
30	-1.10	1.73	3.05	-	2.00	-	0.00
31	-1.10	1.83	2.50	-	2.00	-	0.00
32	-1.10	1.92	2.00	-	2.00	-	0.00
33	-1.10	2.02	2.00	-	2.00	-	0.00
34	-1.10	2.11	2.00	-	2.00	-	0.00
35	-1.10	2.21	2.00	-	2.25	-	0.00
36	-1.10	2.30	2.00	-	3.16	-	0.00
37	-1.10	2.40	2.00	-	3.93	-	2.59
38	-1.10	2.49	2.00	-	4.86	-	3.79
Dintel superior :							
39	-1.10	2.59	4.20	-	4.20	-	0.00
40	-1.02	2.62	3.65	-	3.65	-	6.27
41	-0.94	2.64	3.10	-	3.10	-	6.37
42	-0.86	2.67	2.55	-	2.55	-	7.71
43	-0.78	2.70	2.00	-	2.00	-	12.76
44	-0.68	2.70	2.00	-	2.00	-	12.82
45	-0.58	2.70	2.84	-	2.00	-	8.64
46	-0.49	2.70	4.12	-	2.00	-	7.27
47	-0.39	2.70	5.47	-	2.00	-	2.97
48	-0.29	2.70	6.60	-	2.00	-	0.00
49	-0.19	2.70	7.42	-	2.00	-	0.00
50	-0.10	2.70	7.92	-	2.00	-	0.00
51	0.00	2.70	8.08	-	2.00	-	0.00
52	0.10	2.70	7.92	-	2.00	-	0.00
53	0.19	2.70	7.42	-	2.00	-	0.00
54	0.29	2.70	6.60	-	2.00	-	0.00
55	0.39	2.70	5.47	-	2.00	-	0.00
56	0.49	2.70	4.12	-	2.00	-	6.18
57	0.58	2.70	2.84	-	2.00	-	10.56
58	0.68	2.70	2.00	-	2.60	-	14.30
59	0.78	2.70	2.00	-	3.77	-	11.98
60	0.86	2.67	2.55	-	3.22	-	7.23
61	0.94	2.64	3.10	-	3.10	-	6.25
62	1.02	2.62	3.65	-	3.65	-	5.69
63	1.10	2.59	4.20	-	4.20	-	0.00
Hastial derecho :							
64	1.10	2.49	2.00	-	7.66	-	2.87
65	1.10	2.40	2.00	-	5.77	-	2.33
66	1.10	2.30	2.00	-	4.13	-	0.00
67	1.10	2.21	2.00	-	3.01	-	0.00
68	1.10	2.11	2.00	-	2.00	-	0.00
69	1.10	2.02	2.00	-	2.00	-	0.00
70	1.10	1.92	2.00	-	2.00	-	0.00
71	1.10	1.83	2.00	-	2.00	-	0.00
72	1.10	1.73	2.00	-	2.00	-	0.00
73	1.10	1.64	2.00	-	2.00	-	0.00
74	1.10	1.54	2.00	-	2.00	-	0.00
75	1.10	1.45	2.00	-	2.00	-	0.00
76	1.10	1.35	2.27	-	2.00	-	0.00
77	1.10	1.25	2.42	-	2.00	-	0.00
78	1.10	1.16	2.42	-	2.00	-	0.00
79	1.10	1.06	2.26	-	2.00	-	0.00
80	1.10	0.97	2.00	-	2.00	-	0.00
81	1.10	0.87	2.00	-	2.00	-	0.00
82	1.10	0.78	2.00	-	2.00	-	0.00
83	1.10	0.68	2.00	-	2.00	-	0.00
84	1.10	0.59	2.00	-	2.00	-	0.00
85	1.10	0.49	2.00	-	2.25	-	0.00
86	1.10	0.40	2.00	-	3.23	-	0.00
87	1.10	0.30	2.00	-	4.05	-	0.00
88	1.10	0.21	2.00	-	5.20	-	0.00
Solera :							
13	-1.10	0.11	4.20	-	4.20	-	0.00
12	-1.02	0.08	3.65	-	3.81	-	6.01
11	-0.94	0.05	3.10	-	3.69	-	6.27
10	-0.86	0.03	2.55	-	4.25	-	6.85
9	-0.78	0.00	2.00	-	5.28	-	11.00
8	-0.68	0.00	2.00	-	3.86	-	15.28
7	-0.58	0.00	2.67	-	2.44	-	12.67
6	-0.49	0.00	4.08	-	2.00	-	8.90
5	-0.39	0.00	5.47	-	2.00	-	4.86
4	-0.29	0.00	6.67	-	2.00	-	0.00
3	-0.19	0.00	7.54	-	2.00	-	0.00
2	-0.10	0.00	8.07	-	2.00	-	0.00
1	0.00	0.00	8.26	-	2.00	-	0.00
101	0.00	0.00	8.26	-	2.00	-	0.00
100	0.10	0.00	8.08	-	2.00	-	0.00
99	0.19	0.00	7.55	-	2.00	-	0.00
98	0.29	0.00	6.68	-	2.00	-	0.00
97	0.39	0.00	5.48	-	2.00	-	3.72
96	0.49	0.00	3.88	-	2.00	-	8.39
95	0.58	0.00	2.68	-	2.00	-	13.00
94	0.68	0.00	2.00	-	2.00	-	14.91
93	0.78	0.00	2.00	-	2.00	-	14.57
92	0.86	0.03	2.55	-	2.55	-	8.86
91	0.94	0.05	3.10	-	3.10	-	7.57
90	1.02	0.08	3.65	-	3.65	-	6.91
89	1.10	0.11	4.20	-	4.20	-	0.00

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

BORTUBO, S.A. Memoria

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

5.-SELLADO DE UNIONES EN MARCOS PREFABRICADOS

Para el sellado de elementos con unión machihembrada, al no permitir habitualmente el uso de juntas de goma, se dispone de productos y soluciones especiales adaptables al tipo de instalación y al entorno de trabajo, tanto interior como exterior.

El tipo de unión puede ser rígida o elástica, según los materiales empleados en el rejuntado y sellado.

Se exponen a continuación estas soluciones con las recomendaciones de uso y referencias de productos de diversas casas comerciales

SOLUCIÓN PARA UNIÓN RÍGIDA

SOLUCIÓN

La solución consiste en:

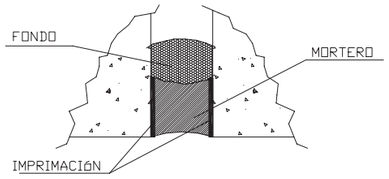
a.- Fondo de junta; b.- Imprimación ; c.- Mortero de relleno

El fondo de junta se utiliza para limitar el tamaño y evitar el uso excesivo de mortero. Normalmente se utiliza un polietileno de célula cerrada, cordón elastomérico o caucho butilo, con un grueso en torno a un 25% superior al de la junta.

La misión de la imprimación es la de unir el hormigón base y el mortero de relleno.

El mortero de relleno debe ser tixotrópico, para evitar su descuelgue pues normalmente se aplica en suelo, paredes laterales y techos.

El soporte debe estar limpio y seco.



Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

RECOMENDACIONES DE USO

Esta solución solamente es recomendable en el caso de que se garantice la no existencia de movimientos diferenciales entre elementos.

REFERENCIAS COMERCIALES

FABRICANTE	FONDO	IMPRIMACIÓN	*MORTERO DE RELLENO*	
			NORMAL	*RESISTENTE A LOS SULFATOS*
BETEC	ROUNDEX	-	BETEC 305 E (*)	
BETTOR	ROUNDEX	LEGARAN	EMACO S-88	EMACO S-88
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOBOND ACS NITOPRIME 55	RENDEROC TS	
			RENDEROC SF	**CONVEXTRA BB80**
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKA TOP 110 EPOCEM	SIKA MONOTOP 612	

(*): No necesita imprimación

SOLUCIÓN PARA UNIÓN ELÁSTICA

SOLUCIÓN

La solución consiste en:

a.- Fondo de junta

b.- Masilla o Mástic bituminoso (presencia eventual de agua)

Masilla o Juntas hidroexpansivas (presencia permanente de agua)

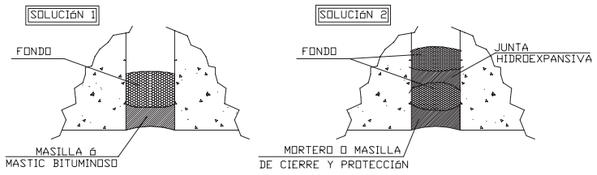
La zona a tratar se limpiará adecuadamente previo al inicio de los trabajos.

La masilla debe ser capaz de soportar las condiciones ambientales en las que va a estar inmersa.

Normalmente es suficiente el uso del poliuretano monocomponente.

Para agresividad química alta deberán usarse masillas de polisulfuro de dos componentes con alta resistencia química.

Las juntas hidroexpansivas se pueden colocar sobre un adhesivo, si la superficie está seca y lisa, o sobre masilla hidroexpansiva si la superficie esta húmeda o es irregular.



Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

RECOMENDACIONES DE USO

La solución 1 es válida practicamente para cualquier situación.

La solución 2 solo debe aplicarse con presencia permanente de agua.

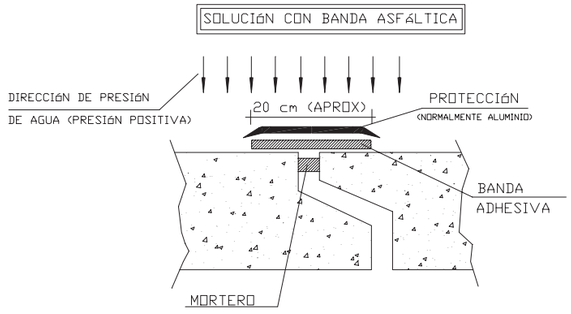
REFERENCIAS COMERCIALES

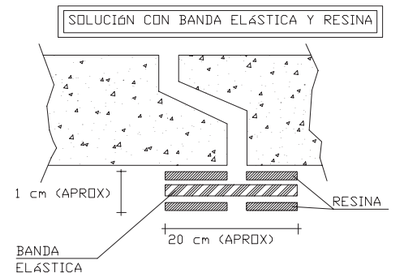
FABRICANTE	**FONDO**	**MASILLA**		**DE ALTA RESISTENCIA QUÍMICA**	**JUNTAS HIDROEXPANSIVAS**
		NORMAL	**RESISTENTE A SULFATOS**		
BETEC	***ROUNDEX***	BETOFLEX	BETOFLEX S	BETOPOX 92 AR	-
BETTOR	ROUNDEX	MASTERFLEX 474	MASTERFLEX 474	PCI-ELRIBONS	BOND-RING
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOSEAL 151	THIOFLEX 600		SUPERCAST SW SUPERCAST SWX
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKAFLEX 11-FC		SIKAFLEX PRO 3WF	SIKASWELL P SIKASWELL M

(*): No necesita imprimación

SELLADO CON BANDA

SOLUCIÓN





El soporte debe estar limpio y seco

RECOMENDACIONES DE USO

La solución con banda asfáltica solamente podrá utilizarse con presión positiva y nunca en presencia de ácidos o sulfatos.

La solución con banda elástica fijada con resina es prácticamente de validez universal, soporta cualquier ataque químico y movimientos diferenciales importantes pudiendo trabajar con presión positiva o negativa.

REFERENCIAS COMERCIALES

FABRICANTE	**SELLADO CON BANDA ASFÁLTICA**	**SELLADO CON RESINA**
BETTOR	PROTAC	MASTERFLEX 3000
FOSROC-EUCO	-	HP-DILAFLEX
SIKA	SIKA MULTISEAL	SIKA COMBIFLEX

6.- DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD DE LOS MARCOS

Certificado del Sistema de Gestión de la Calidad

AENOR
Empresa Registrada
UNE-EN ISO 9001

ER-0830/1999

AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación, certifica que la organización

BORTUBO, S.A.

dispone de un sistema de gestión de la calidad conforme con la Norma UNE-EN ISO 9001:2000

para las actividades: El diseño y la producción de prefabricados de hormigón armado: tubos, arquetas, marcos y tubos de hinca.
La producción de prefabricados de hormigón en masa: tubos, pozos de registro, bordillos y adoquines.

que se realizan en: CR MURCIA A FORTUNA, KM. 12. 30620 - FORTUNA (MURCIA)

Fecha de emisión: 1999-08-05
Fecha de renovación: 2007-02-16
Fecha de expiración: 2010-02-16

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
El Director General de AENOR

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación | Génova, 6. 28004 Madrid. España Tel. 902 102 201 – www.aenor.es

Entidad acreditada por ENAC con nº 01/C-SC003

IQNet – AENOR es miembro de la RED IQNet (Red Internacional de Certificación)

IQNet®

THE INTERNATIONAL CERTIFICATION NETWORK

CERTIFICATE

IQNet and
AENOR
hereby certify that the organization

BORTUBO, S.A.

**CR MURCIA A FORTUNA, KM. 12
30620 - FORTUNA
(MURCIA)**

for the following field of activities

**The design and production of reinforced concrete products: tubes, drain pits, box culverts and jaking pipe.
The production of non-reinforced concrete products: tubes, manhole system, curbstones and pavers.**

has implemented and maintains a

Quality Management System

which fulfills the requirements of the following standard

ISO 9001:2000

Issued on: 1999-08-05 Renewed on: 2007-02-16 Validity date: 2010-02-16

Registration Number: **ES-0830/1999**

IQNet AENOR

René Wasmer
President of IQNet

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
Ramón NAZ
General Manager of AENOR

IQNet Partners*:
AENOR *Spain* AFAQ AFNOR *France* AIB-Vincotte International *Belgium* ANCE *Mexico* APCER *Portugal* CISQ *Italy* CQC *China* CQM *China* CQS *Czech Republic* Cro Cert *Croatia* DQS *Germany* DS *Denmark* ELOT *Greece* FCAV *Brazil* FONDONORMA *Venezuela* HKQAA *China* ICONTEC *Colombia* IMNC *Mexico* IRAM *Argentina* JQA *Japan* KFQ *Korea* MSZT *Hungary* Nemko AS *Norway* NSAI *Ireland* PCBC *Poland* PSB Certification *Singapore* QMI *Canada* Quality Austria *Austria* RR *Russia* SAI Global *Australia* Inspecta Certification *Finland* SII *Israel* SIQ *Slovenia* SQS *Switzerland* SRAC *Romania* TEST St Petersburg *Russia* YUQS *Serbia and Montenegro*
IQNet is represented in the USA by: AFAQ AFNOR, AIB-Vincotte International, CISQ, DQS, NSAI, QMI and SAI Global
* The list of IQNet partners is valid at the time of issue of this certificate. Updated information is available under www.iqnet-certification.com

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CE

(DIRECTIVA 89/106/CEE SOBRE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN)

D. Jose Pujante Escribano con DNI 22420141-V como representante legal de la empresa Bortubo SA. Ubicada en la Ctra. De Murcia – Fortuna, Km.-12 30620 Fortuna, Murcia, declara que conforme a las disposiciones recogidas en el anexo ZA, de la norma **UNE-EN 14844:2007** "Productos prefabricados de hormigón. Marcos" así como con el Sistema de Control de Producción en Fábrica implantado en la empresa, y de acuerdo con el certificado de control de producción en fabrica nº 0099/CPD/A87/0096, expedido por el organismo notificado AENOR, los marcos prefabricados, para **uso estructural**, fabricados en las instalaciones de Bortubo sitas en la dirección anterior, cumplen con la directiva para el marcado CE de productos de construcción. Del mismo modo, también declara que las especificaciones técnicas quedan reflejadas en el proyecto correspondiente.

En Fortuna a 05 de junio de 2008

Fdo: José Pujante Escribano

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CE

EC Certificate of conformity

0099/CPD/A87/0096

2008-06-02
Pg.1/2

En virtud del Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio, por el que se dictan disposiciones para la aplicación de la directiva 89/106/CEE del Consejo de las Comunidades Europeas, de 21 de diciembre de 1988, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros sobre los productos de construcción, se ha verificado que el

In application of the Royal Decree 1630/1992 of 29 December 1992, as amended by Royal Decree 1328/1995 of 28 July 1995, relative to the application of the directive 89/106/EEC of the Council of European Communities of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to the construction products (Construction Products Directive), it has been stated that the

Producto: *Product*	**MARCOS** ***BOX CULVERTS***
Referencias: *References:*	***ver anexo*** *see annex*
Norma: *Standard:*	**UNE-EN 14844:2007**
Suministrado por: *Supplied by*	**BORTUBO, S.A.** **CR MURCIA A FORTUNA, KM 12** **30620 FORTUNA (Murcia - ESPAÑA)**
Fabricado en: *Manufactured in*	**CR MURCIA A FORTUNA, KM 12** **30620 FORTUNA (Murcia - ESPAÑA)**

se somete por el fabricante a un control de producción en fábrica y al ensayo posterior de las muestras tomadas en la fábrica de acuerdo con un plan de ensayo preestablecido y que el organismo notificado AENOR ha llevado a cabo la inspección inicial de la fábrica y del control de producción en fábrica y que realiza el seguimiento periódico, la evaluación y la aprobación del control de producción en fábrica. Este certificado indica que se han aplicado todas las disposiciones relativas a la evaluación de la conformidad descritas en el Anexo ZA de la norma mencionada arriba y que el producto cumple todos los requisitos mínimos. Este documento faculta al fabricante para fijar el marcado CE. Este certificado es válido salvo anulación o retirada por AENOR.

is submitted by the manufacturer to a factory production control and to the further testing of samples taken at the factory in accordance with a prescribed test plan and that the notified body AENOR has performed the initial inspection of the factory and of the factory production control and performs the periodic surveillance, assessment and approval of the factory production control. This certificate attests that all provisions concerning the attestation of conformity described in Annex ZA of the above mentioned standard were applied and that the product fulfils all the minimum prescribed requirements. This document allows the manufacturer to affix the CE marking. This Certificate remains valid unless cancelled or withdrawn by AENOR.

Fecha de concesión: **2008-06-02**
Date of first issue:

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
Ramón NAZ PAJARES
El Director General/General Manager

No está autorizada la reproducción parcial de este documento. The partial reproduction of this document is not permitted.

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CE

EC Certificate of conformity

0099/CPD/A87/0096

2008-06-02
Pg.2/2

ANEXO
ANNEX

Elemento	Referencias
Marco	MR.H.A. 1000 X 2000 X 2250
Marco	MR.H.A. 1500 X 2000 X 2400
Marco	MR.H.A. 2000 X 1000 X 2250
Marco	MR.H.A. 2000 X 1500 X 2400
Marco	MR.H.A. 2000 X 2000 X 2000
Marco	MR.H.A. 2000 X 2500 X 2350
Marco	MR.H.A. 2000 X 3000 X 2000
Marco	MR.H.A. 2000 X 3500 X 1500
Marco	MR.H.A. 2250 X 2500 X 2400
Marco	MR.H.A. 2500 X 2000 X 2350
Marco	MR.H.A. 2500 X 2250 X 2400
Marco	MR.H.A. 2500 X 2500 X 2300
Marco	MR.H.A. 2500 X 3000 X 1700
Marco	MR.H.A. 2500 X 4000 X 1250
Marco	MR.H.A. 3000 X 2000 X 2000
Marco	MR.H.A. 3000 X 2500 X 1700
Marco	MR.H.A. 3000 X 3000 X 1500
Marco	MR.H.A. 3500 X 2000 X 1500
Marco	MR.H.A. 4000 X 2500 X 1250

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

No está autorizada la reproducción parcial de este documento. The partial reproduction of this document is not permitted.
AENOR – Génova, 6 – 28004 MADRID – Teléfono 914 32 60 00 – Telefax 913 10 46 83

Departamento de Ingeniería de la Construcción
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA DE ESTRUCTURAS
C. Jordi Girona, 1-3
Módulo C1
08034 Barcelona - España
Tel. 93 401 65 16
Fax 93 401 10 36
Telex 97239 UPCTX E

Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, tramo Sagrera – Nudo de la trinidad
Sector Sagrera

Aprobación estructural del marco prefabricado de la galería eléctrica

Una vez realizada la revisión del documento "Memoria de cálculo marco 2000x2500x2350-200/200" elaborado por BorTubo el 20 de enero de 2010, se considera aprobado el dimensionamiento del marco prefabricado para la galería eléctrica.

Barcelona, 22 de enero de 2010

Fdo.: Gonzalo Ramos
Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Catedrático de Universidad
Dept. Ing. de la Construcción - UPC

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V. MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

REVISIÓN DEL CÁLCULO MARCOS PREFABRICADOS GALERÍA ELÉCTRICA – TIPO 2 Y 3

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica de los documentos relativos al "Cálculo de Marcos Prefabricados de la galería eléctrica tipo 1 y 2" recibidos durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA, ANTECEDENTES Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación recibida con información sobre el cálculo de los marcos prefabricados recibido con fecha 18/12/09, correspondiente a su primera edición.

La documentación citada es emitida por Corsán-Corviam Construcción S.A (Grupo Isolux – Corsán) como empresa adjudicataria de las obras y aporta la información relativa al cálculo de un marcos de dimensiones internas 2,00 x 2,50 m realizado por la empresa prefabricadora FORTE el cual pretende justificar su validez estructural y dar definición suficiente para su ejecución.

En el presente informe se realiza un análisis crítico del desarrollo de los cálculos presentados, de los criterios de diseño y bases de cálculo con los que se abordan las comprobaciones con las que se justifica la viabilidad estructural de los marcos y los planos con los que se pretende su definición para proceder a su ejecución.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Memoria

En la Memoria se presentan las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se aborda el cálculo estructural del marco, así como un breve resumen de los datos de entrada y resultados de salida del modelo de cálculo empleado para el análisis de la misma. Se presentan, de forma breve, las cargas y las combinaciones consideradas en los cálculos estructurales.

Las bases de cálculo y criterios de diseño con los que, según la Memoria, se desarrollan los cálculos estructurales se pueden considerar, de forma general, adecuados para las condiciones de contorno, acordes con las normativas vigentes y coherentes con las fases de ejecución previstas.

El análisis estructural del marco como así las comprobaciones del mismo se abordan con un programa propio de la empresa prefabricadora. Dicho programa se pueden considerar adecuado para el análisis del marco y para la correcta consideración de las condiciones de contorno.

Planos

Se presenta un plano del marco apto para las dos soluciones (tipo 2 y 3) con un detalle del armado. El detalle es coherente con los resultados obtenidos de los cálculos presentados.

4. CONCLUSIONES

Como conclusión, sea el cálculo como el armado del marco se pueden considerar correctos. No obstante se debería estudiar con mayor grado de detalle las posibles interferencias con obras cercanas como son la reposición del colector de 11 de septiembre ya que estas pueden afectar el dimensionamiento del marco prefabricado.

Por último se deberían incluir detalles de uniones entre módulos cuando se producen cambios de pendiente. Esto es debido al elevado valor de las mismas (de hasta el 19% entre la secciones tipo 2 y tipo 3).

Madrid, 09 de junio de 2009

INOCSA Ingeniería

PROYECTO: 817 AVE SAGRERA-TRINIDAD

Cálculo de arqueta de conexión a la galería eléctrica

REVISIÓN	FECHA	CONCEPTO MODIFICADO
0	16/02/2010	PRIMERA EDICIÓN
1		
2		
3		
4		

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES
2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA
3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO
4. NORMATIVA APLICADA
5. MATERIALES
6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD
7. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS CONSIDERADAS
8. METODOLOGIA DE CALCULO
9. RESULTADOS
10. CONCLUSIONES

1. ANTECEDENTES

Referencia: 817
Fecha: FEBRERO 2010
Nombre de la obra: Arqueta de conexión a la galería eléctrica

Objeto del presente informe es el cálculo de un tramo de galería eléctrica a ejecutar insitu para permitir rematar fácilmente los distintos cambios de pendiente de la misma; así como posibilitar la disposición de una arqueta para bombear el agua que eventualmente se pueda acumular en el punto bajo de la galería situado bajo la reposición del nuevo colector 11 de septiembre.

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Se propone la ejecución de un tramo de galería de altura 3.90m, con cantos de losa superior, solera y hastiales d 0.20m. Dicha arqueta se encuentra 7.00m por debajo de la cota de terreno.

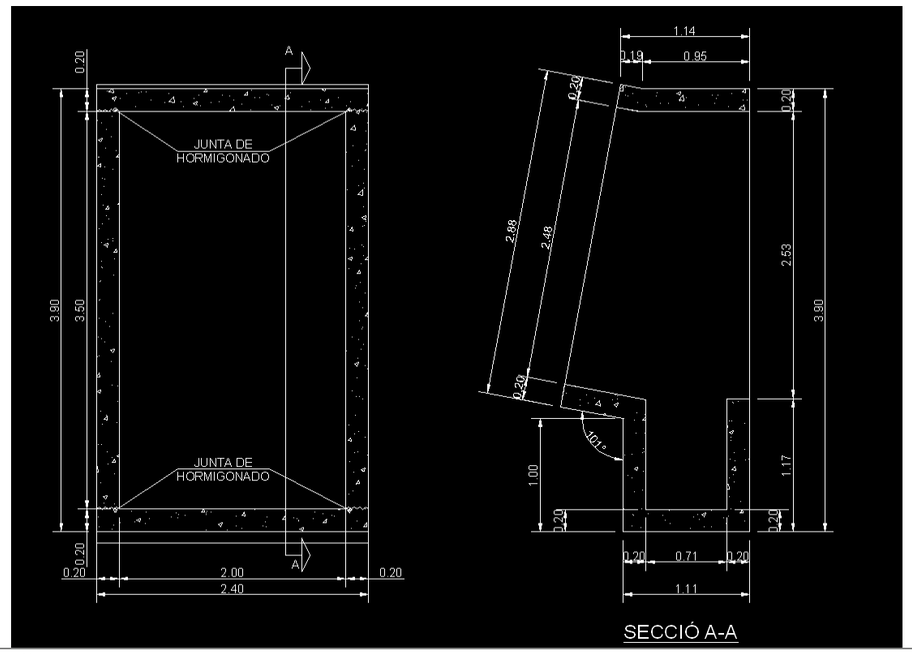


Figura 1. Sección de la arqueta de conexión a la galería eléctrica

3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

El terreno en el que se encuentra la arqueta es un terreno tipo Qa-Qs. Se ha tomado los siguientes valores:

- Densidad: 20 kN/m^3
- Coeficiente de empuje al reposo Ko = 0.5
- Coeficiente de balasto: 4142 kN/m^3

El coeficiente de balasto se ha obtenido del informe realizado por la UPC para el cálculo de la losa base del la zona del salto del carnero, siendo el mismo el tipo de terreno encontrado en la zona de estudio de la galería eléctrica.

4. NORMATIVA APLICADA

Para el cálculo y la comprobación de los diferentes elementos estructurales se ha seguido:

Estructura Hormigón	EHE. CTE.
Hipótesis de Carga y Combinaciones	EHE y Eurocódigos. CTE.

5. MATERIALES

Hormigón:

Hormigón .....HA-30 (fck = 30 N/mm^2)

Acero corrugado:

Acero .....B 500 S (fyk = 500 N/mm^2)

Para la comprobación de las fisuras se ha considerado IIa

6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Hormigón armado:

Coeficiente de seguridad del hormigón.....γc = 1.50
Coeficiente de seguridad del acero.....γs = 1.15

Coeficientes de seguridad para acciones

Coeficiente de seguridad para acciones variables…….....1.50
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes…….....1.35
Coeficiente de seguridad para acciones accidentales……1.00
Coeficiente de seguridad para acciones simultaneas.....0.60

7. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS CONSIDERADAS

pp: peso propio de la estructura. Para la valoración de las acciones debidas al peso propio se ha considerando un peso específico del hormigón de 25 kN/m^3
Qt: carga debida al peso de tierras. Se ha considerando un peso específico del terreno de 20 kN/m^3

$$Qtv = ht \cdot 20 = 140 \text{ kN/m}^2$$
$$Qth = Ko \cdot h \cdot 20 \text{ kN/m}^3$$

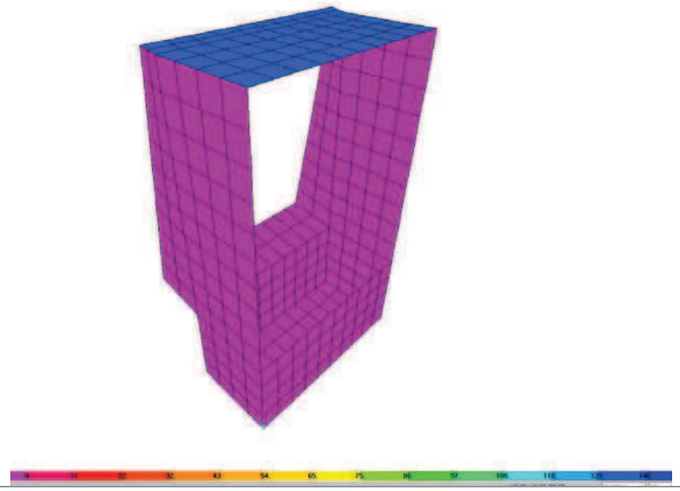


Figura 2. Carga de tierra sobre losa superior de arqueta

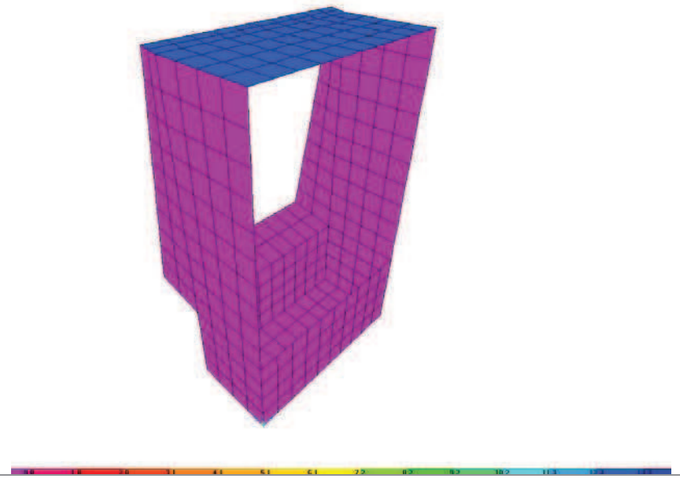


Figura 3. Carga de ferrocarril sobre losa superior de arqueta

Ft: carga debida al paso del ferrocarril. Las cargas debidas al paso del ferrocarril corresponden al esquema de cargas de tren UIC71.

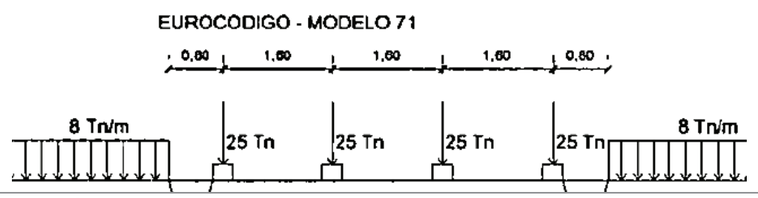


Figura 4. Carga de tren UIC71

Estas cargas se han aumentando por medio del coeficiente de impacto y del coeficiente de clasificación, obteniendo:
Ftv = a·b ·250kN
donde : a= 1.21 coeficiente de clasificación
b= bmax – ((ht – 1) / 10) = 1.07coeficiente de impacto para vías de grado de mantenimiento bueno.

La carga unitaria repartida en la base de la traviesa es de 4·250kN 7 (6.40m · 2.60m) = 60.09 kN/m2.

La carga unitaria repartida en la losa superior de la arqueta es Ftv = 10.3 kN/m2·1.21·1.07 = 13.30 kN/m2

Fth = ko·qh = 0.5·60kN/m2 = 30 kN/m2

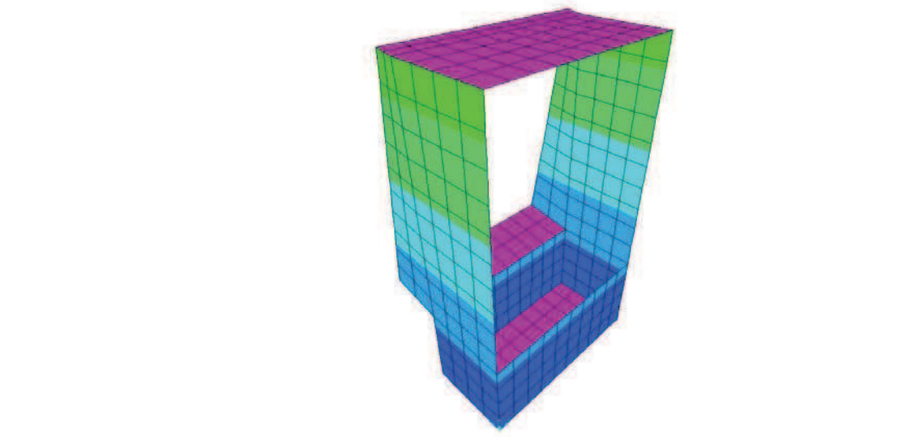


Figura 5. Empuje de tierras en hastiales de arqueta

8. METODOLOGIA DE CALCULO

8.1 Software utilizado

Para los cálculos estructurales se han utilizado los siguientes programas:

- SAP 2000 versión 10 de la compañía CSI. Programa de modelización numérica empleado para la obtención de los esfuerzos actuantes. Al combinar las cargas, anteriormente expuestas, de la forma más desfavorable se obtienen las acciones de cálculo para el diseño de la estructura.

- PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL, para el dimensionamiento de la estructura de hormigón armado.

8.2 Descripción del modelo de cálculo

Se ha realizado un modelo de elementos finitos tipo lámina (shell) de la arqueta. El apoyo de la solera con el terreno se ha valorado a través de un apoyo elástico superficial (area spring) con un valor de rigidez del muelle kv=4142kN/m^3

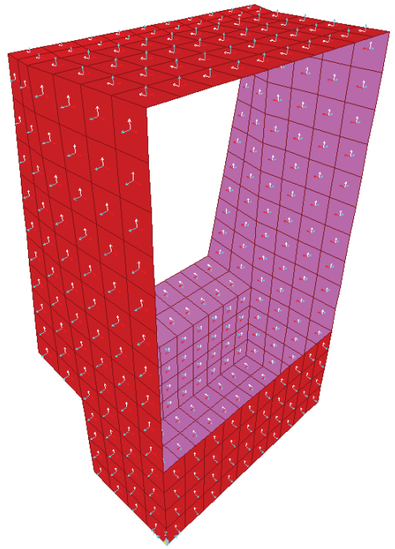


Figura 6. Perspectiva del modelo SAP2000

9. RESULTADOS

A continuación se presentan los diagramas de los esfuerzos de dimensionado de la arqueta de conexión a la galería electrica y la deformación experimentada obtenidos mediante la simulación en SAP2000 de la geometría y las cargas anteriormente definidas.

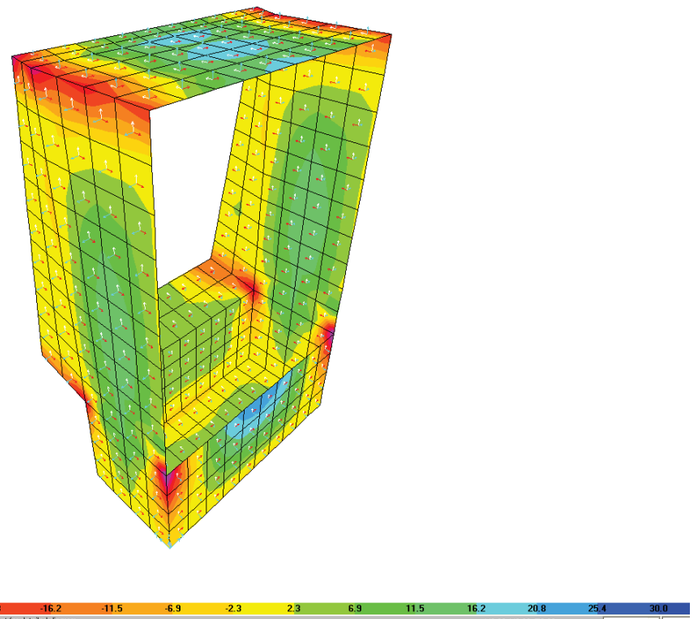


Figura 7. Diagrama de momentos flectores M11 mayorados en kNm SAP.

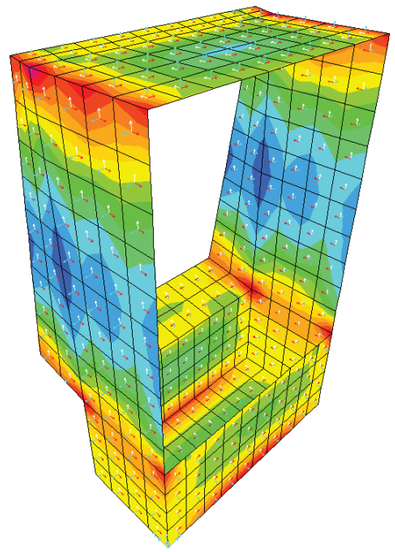


Figura 8. Diagrama de momentos flectores M22 mayorados en kNm SAP.

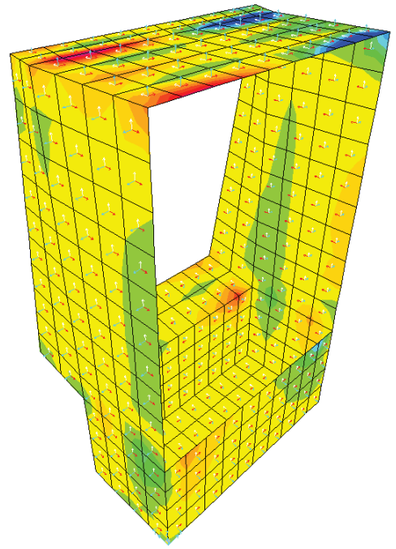


Figura 9. Diagrama de esfuerzos cortantes V13 mayorados en kN SAP.

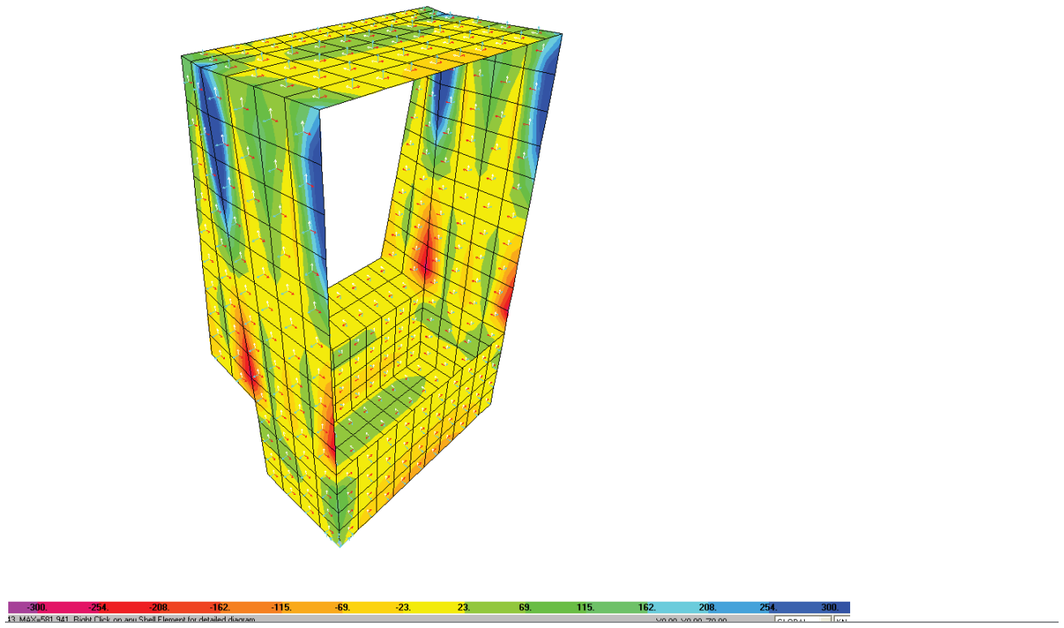


Figura 10. Diagrama de esfuerzos cortantes V23 mayorados en kN SAP.

Valores de dimensionado de arqueta de conexión:

Losa superior:

Md11max = +20 kN·m	
Md11 min = -30 kN·m	5Ø16/m
Md22 max = +17 kN·m	
Md22min = -30 kN·m	5Ø16/m
Vd13max = 305 kN	
Vd23max = 17 kN	rØ12/0.20x0.10

Solera:

Md11max = +4 kN·m	
Md11 min = -5 kN·m	5Ø16/m
Md22 max = +12 kN·m	
Md22min = -30 kN·m	5Ø16/m
Vd13max = 10 kN	
Vd23max = 17 kN	sin armado a cortante

Loseta intermedia:

Md11max = +4 kN·m	
Md11 min = -26 kN·m	5Ø16/m
Md22 max = +3 kN·m	
Md22min = -28 kN·m	5Ø16/m
Vd13max = 134 kN	
Vd23max = 17 kN	rØ12/0.20x0.40

Hastial de 3.90m de altura:

Md11max = +14 kN·m	
Md11 min = -25 kN·m	5Ø16/m
Md22 max = +27 kN·m	
Md22min = -30 kN·m	5Ø16/m
Vd13max = 18 kN	
Vd23max = 207 kN	rØ12/0.20x0.20

Hastial de 1.00m de altura:

Md11max = +24 kN·m	
Md11 min = -30 kN·m	5Ø16/m
Md22 max = +7 kN·m	
Md22min = -28 kN·m	5Ø16/m
Vd13max = 64 kN	
Vd23max = 40 kN	sin armadura a cortante

10. CONCLUSIONES

Con el presente informe y el anejo adjunto se justifica la viabilidad técnica de estructura.

En los anejos se muestran los cálculos realizados.

Jose Mª Velasco

Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Febrero de 2010

ANEJOS DE CÁLCULO

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA
Fecha: 15/02/2010
Hora: 10:53:00

Comprobación de secciones a flexión simple

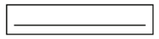
1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Sección

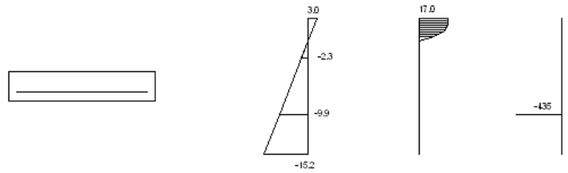
```
Sección : ARQUETA
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.20
ri [m] = 0.058
rs [m] = 0.058
```



2 Comprobación

```
At [cm²]  = 10.0
Ac [cm²]  = 0.0

Mu [kN·m] = 55.9
```



Plano de deformación de agotamiento

```
x    [m]          = 0.033
1/r [1/m]·1.E-3 = 91.2
εs ·1.E-3         = 3.0
εi ·1.E-3         = -15.2
```

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.058	0.0	-2.3	0.0
0.142	10.0	-9.9	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA
Fecha: 15/02/2010
Hora: 10:55:10

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

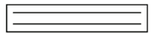
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : ARQUETA
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.20
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.04
ϕ [mm]            = 12
n° ramas:           2
Area [cm²/m]      = 56.5
ρ [·1.E-3]        = 7

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]   = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
```

```
Vu1 [kN]   = 840.0
Vu2 [kN]   = 378.8
Vcu [kN]   = 84.8
Vsu [kN]   = 294.1
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]    = 378.8
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA
Fecha: 15/02/2010
Hora: 10:58:34

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

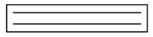
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : ARQUETA
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.20
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.08
ϕ [mm]            = 12
n° ramas:           2
Area [cm²/m]      = 28.3
ρ [·1.E-3]        = 7

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]   = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
```

```
Vu1 [kN]   = 840.0
Vu2 [kN]   = 231.8
Vcu [kN]   = 84.8
Vsu [kN]   = 147.0
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]    = 231.8
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA
Fecha: 15/02/2010
Hora: 10:57:51

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

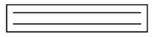
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : ARQUETA
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.20
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.0711
ϕ [mm]            = 8
n° ramas:           2
Area [cm²/m]      = 14.1
ρ [·1.E-3]        = 7

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]   = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
```

```
Vu1 [kN]   = 840.0
Vu2 [kN]   = 158.3
Vcu [kN]   = 84.8
Vsu [kN]   = 73.5
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]    = 158.3
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA
Fecha: 15/02/2010
Hora: 10:53:43

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

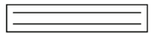
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : ARQUETA
b0 [m] = 1.00
h [m] = 0.20



2 Comprobación

ρl [·1.E-3] = 7
Nd [kN] = 0.0
Vu [kN] = 101.7

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA
Fecha: 15/02/2010
Hora: 10:59:25

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : ARQUETA
b [m] = 1.00
h [m] = 0.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 16

capa	nº barras	Separación [mm]
1	5	43.0

As [cm²] = 10.1
Ac,ef [cm²] = 500.0

2 Resultados

Mk [kN·m] = 25

Separación media entre fisuras sm [mm] = 156.0

Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.58

Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 141.0

Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 173.3

Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.15

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

5 - SECCIONES 4 Y 5

CÁLCULO DE MARCO PREFABRICADO
Tráfico de FFCC (IAPF-07)
Marco Cerrado 2.00x2.50 18-19-18

Proyecto:

LAV MADRID-FRANCIA. Tr.: La Sagrera-Nus de la Trinitat

Cliente:

ISOLUX CORSÁN CORVIAM

Documento: *ND_370_10*
Tipo marco: *Marco Cerrado 2.00x2.50 18-19-18 F3.50 ND_370_10*
Revisión: *C*
Fecha: *12/01/2011*

FORTE Hormigones Tecnológicos, s.l.

Autovía de Levante Km 52.5
03400 Villena (Alicante)
Tel: 902.400.150
Fax: 902.401.629
Web: http://www.forte.es

< FORTE Hormigones Tecnológicos, s.l. >

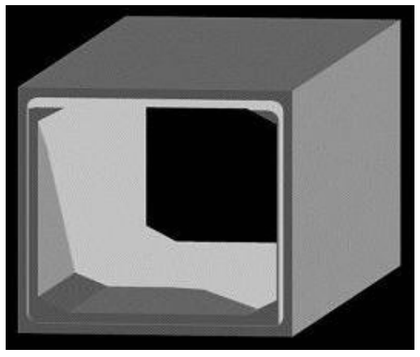
MEMORIA

1. OBJETO

La finalidad del presente estudio es el cálculo de los marcos prefabricados cerrados de hormigón armado que van a instalarse en la obra objeto del Proyecto constructivo **LAV MADRID-FRANCIA. Tr.: La Sagrera-Nus de la Trinitat** de acuerdo a la petición hecha por D. Miguel Abellán, en representación de la empresa adjudicataria **ISOLUX CORSÁN CORVIAM**.

La estructura se diseña totalmente prefabricada y de tal manera que la sección transversal de cada módulo está compuesta por una única pieza con forma de marco. Dispone de dos losas horizontales: el dintel, capaz de soportar las acciones verticales, y la solera, encargada de la correcta transmisión de las cargas al terreno. Estos elementos se unen entre sí mediante dos hastiales verticales que soportan los empujes horizontales del terreno.

La geometría de la sección rectangular se ha acartelado en las esquinas con la intención de dar mayor rigidez a la estructura.



* Perspectiva genérica: el tipo de junta, machiembrada o plana, depende del marco ofertado.

2. NORMATIVA

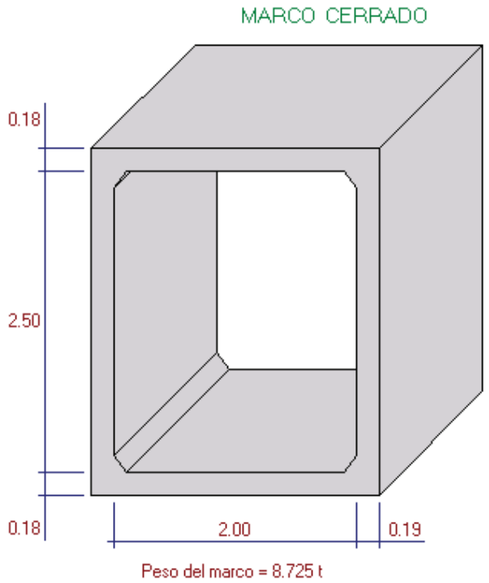
Para el dimensionado de la estructura incluida en el presente proyecto se han adoptado las disposiciones de las siguientes normas:

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08
- Eurocódigo 2 EN 1992-1-1:2003 (Proyecto de Estructuras de Hormigón: Reglas generales)
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril IAPF-07
- Norma de construcción sismorresistente: Puentes NCSP-07

3. GEOMETRÍA

A partir de las indicaciones y de los planos facilitados por **ISOLUX CORSÁN CORVIAM**, y en base a las acciones previstas, se han establecido para la estructura las siguientes dimensiones:

- □ Luz libre horizontal ..... 2.00 m
- □ Luz libre vertical ..... 2.50 m
- □ Espesor del dintel ..... 0.18 m
- □ Espesor de la solera ..... 0.18 m
- □ Espesor de los laterales ..... 0.19 m
- □ Cartela horizontal ..... 0.10 m
- □ Cartela vertical ..... 0.15 m
- □ Longitud por pieza ..... 1.90 m



Marco Cerrado 2.00x2.50 18-19-18
F-3.50 (G)

* Tolerancias dimensionales según Ficha Técnica

4. ACCIONES

De acuerdo con el apartado «2. Normativa» del presente documento se han considerado para las acciones los valores que se detallan en los siguientes puntos.

4.1. Carga permanente

Se ha calculado la estructura considerando que se encuentra enterrada bajo una capa de 0.30 m de balasto más 3.20 m de relleno. Los pesos específicos adoptados para los distintos materiales han sido los siguientes

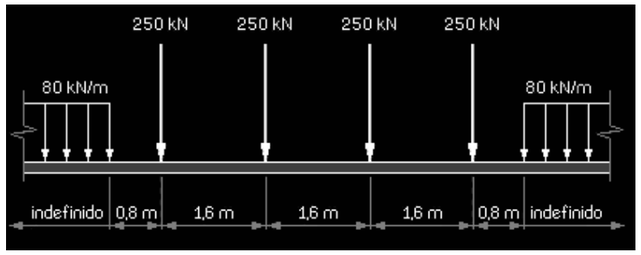
- □ Peso propio del hormigón armado ..... 2.50 t/m³
- □ Peso propio del acero corrugado ..... 7.85 t/m³
- □ Peso propio de las tierras ..... 2.00 t/m³
- □ Peso propio del balasto ..... 2.40 t/m³

4.2. Sobrecarga de tráfico de Ferrocarril (IAPF-07)

4.2.1. Tren de cargas

La carga estática producida por el peso de los vehículos ferroviarios sobre una vía se ha asimilado a la del tren UIC71, aplicada en el eje de la vía y a nivel de su plano de rodadura. Dicho tren queda definido por las acciones siguientes actuando simultáneamente:

- □ Cuatro ejes de 250 kN cada uno, separados longitudinalmente entre sí 1.60 m, en la posición más desfavorable para el elemento y efecto en estudio. Puede eliminarse alguna de estas cargas manteniendo las distancias entre las demás, si ello resulta más desfavorable.
- □ Una sobrecarga uniformemente repartida de 80 kN/m extendida en la longitud y posición que sea más desfavorable para el elemento y efecto en estudio. Puede situarse por tramos discontinuos, si ello resulta más desfavorable. Esta sobrecarga no actúa en una longitud igual a 6.4 m centrada con los cuatro ejes (ver figura).



Las acciones anteriores han sido multiplicadas por un coeficiente de clasificación α cuyo valor es:

α = 1.21 para vías de ancho RENFE o Internacional

α = 0.90 para vías de ancho métrico

4.2.2. Puentes con varias vías

En puentes con dos o más vías, las sobrecargas anteriores se han aplicado como máximo en dos vías simultáneamente, o en una sola vía, si esto último resultaba más desfavorable.

4.2.3. Reparto de cargas a través del relleno

En IAPF-07 no se indica nada acerca del reparto de las cargas puntuales en función del espesor del relleno. Se ha empleado la teoría de BOUSSINESQ por ser una de las más aceptadas y conocidas.

4.2.4. Características de la vía

- □ Número de vías sobre la estructura ..... 2 (Sep entre ejes = 4.70 m)
- □ Ancho de vía ..... Vía ancho RENFE
- □ Velocidad de proyecto ..... 300 km/h

4.2.5. Evaluación de los esfuerzos dinámicos

Para velocidades de circulación V <= 220 km/h, los esfuerzos dinámicos máximos producidos por todos los trenes reales se han obtenido multiplicando los esfuerzos estáticos debidos al tren UIC por el coeficiente de impacto envolvente.

4.2.6. Coeficiente de impacto envolvente Φ

A partir de la velocidad de proyecto del tren (V = 300 km/h), y considerando para la vía un grado de mantenimiento normal (V ≤ 120 km/h), se ha determinado el coeficiente de impacto envolvente según la expresión siguiente:

$$\Phi = \Phi_3 = \frac{2{,}16}{\sqrt{L_\Phi} - 0{,}2} + 0{,}73 \quad (con\ 1{,}00 \le \Phi_3 \le 2{,}00)$$

4.2.7. Reducción de los esfuerzos dinámicos

Dado que la cobertura (h) entre la cara superior de la traviesa y la estructura resistente es superior a 1.00 m, el coeficiente de impacto Φ se ha reducido de la siguiente manera:

$$\Phi^{red} = \Phi - \frac{h - 1{,}00}{10}$$

4.3. Empujes

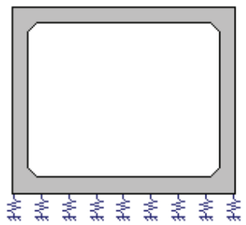
Se han caracterizado las acciones debidas al empuje del relleno mediante los siguientes parámetros:

- □ Peso específico del relleno γ ..... 2.00 t/m³
- □ Ángulo de rozamiento interno del relleno φ ..... 30.00 º
- □ Coeficiente de empuje horizontal en reposo Ko 0.500

Para determinar los empujes debidos a la acción del tráfico se ha aplicado, actuando en la parte superior del terraplén, una sobrecarga uniforme de α × 30 kN/m², siendo α el coeficiente de clasificación.

4.4. Módulo de balasto

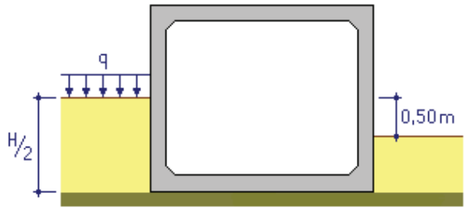
En el cálculo de la estructura se ha considerado la interacción suelo-cimiento disponiendo resortes en la base del marco. La constante elástica de estos muelles se ha determinado para una valor del módulo de balasto de 2100 t/m²/m.



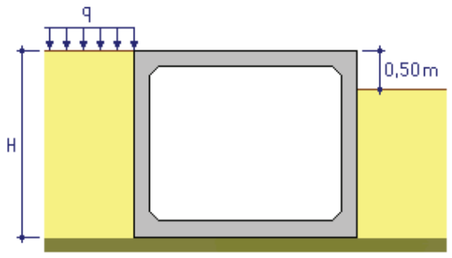
4.5. Acciones durante el montaje

Para evaluar las acciones derivadas del proceso constructivo se han comprobado las siguientes situaciones de montaje:

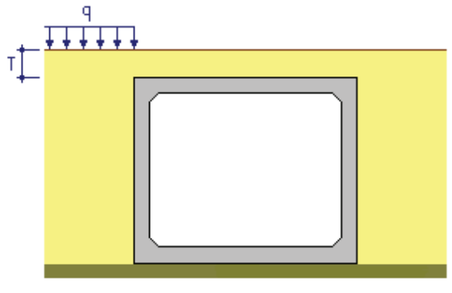
A) El relleno se encuentra, en uno de los hastiales, a la mitad de su altura y en fase de compactación (actúa una carga uniforme de 1 t/m²); en el otro hastial, el relleno está a una cota 0.50 m inferior y ya ha sido compactado.



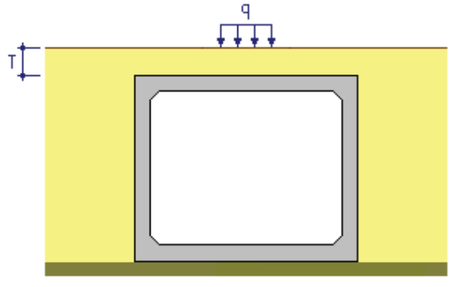
B) El relleno se encuentra, en uno de los hastiales, en toda su altura y en fase de compactación (actúa una carga uniforme de 1 t/m²); en el otro hastial, el relleno está a una cota 0.50 m inferior y ya ha sido compactado.



C) El relleno se encuentra, en uno de los hastiales, 0.40 m sobre el dintel y en fase de compactación (actúa una carga uniforme de 1 t/m²); en el otro hastial, el relleno está a la misma cota y ya ha sido compactado.



D) El relleno se encuentra a una cota de 0.40 m sobre el dintel y está siendo compactado en el centro del vano (actúa un vehículo formado por un eje de 20.00 t y 2.00 m de longitud).



4.6. Sismo

El apartado «8.6. Marcos enterrados» de NCSP-07 establece que si la montera de tierras sobre un marco es mayor que la mitad de su luz, el comportamiento en situación sísmica puede analizarse calculando la estructura sometida a los movimientos impuestos por la deformación sísmica del terreno en campo libre (compatibilidad cinemática entre la estructura y el terreno circundante).

Según este criterio, se ha supuesto que en el terreno se produce un campo de deformación tangencial uniforme con una deformación tangencial γ_s de valor:

$$\gamma_s = \frac{V_c}{V_s(a_c)}$$

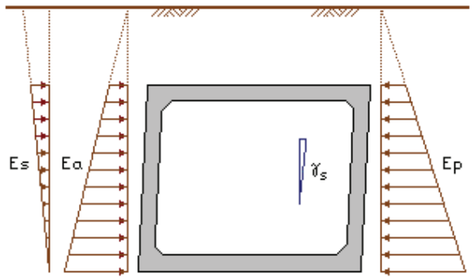
V_c Velocidad máxima del suelo.
$V_s(a_c)$ Velocidad de propagación de las ondas elásticas.

Para la obtención de la velocidad máxima del suelo (según NCSP-07) se ha caracterizado el sismo mediante los siguientes parámetros:

- □ Aceleración sísmica básica a_b ..... 0.04×g
- □ Coeficiente de contribución K 1.00
- □ Factor importancia estructura γ_I 1.30
- □ Periodo de retorno P_R ..... 500 años
- □ Coeficiente del terreno C 1.30

Resultando, según estos valores, una velocidad máxima del suelo de 0.06 m/s, y habiendo adoptado 750 m/s como velocidad de propagación de las ondas elásticas, se ha obtenido una deformación tangencial de 0.000074, tal y como se refleja en el anejo adjunto.

Asimismo, se ha considerado la actuación sobre uno de los hastiales del empuje activo de tierras (incluyendo la incidencia del sismo y siendo su sentido el mismo que el de la deformación tangencial), y sobre el otro hastial la respuesta del empuje pasivo (considerando solo la fracción de esta acción compatible con los desplazamientos previstos).



4.7. Sobrecarga por el interior

Se ha considerado una sobrecarga de valor 0,5 T/m^2 por el interior del marco.

5. MATERIALES. CONTROL DE EJECUCIÓN

5.1. Materiales

Las resistencias de los materiales adoptadas para el dimensionamiento del marco han sido las siguientes:

- □ Hormigón ..... HA-35.0 (35.0 N/mm²)
- □ Acero ..... B 500 SD (500 N/mm²)

Se ha previsto para los elementos prefabricados un control de fabricación INTENSO, y se han establecido los siguientes coeficientes de minoración para los materiales:

	E.L.U.	E.L.S.
□ Hormigón (γ_c)	1.50	1.00
□ Acero (γ_s)	1.15	1.00

5.2. Recubrimientos

EHE define como recubrimiento mínimo ($r_{mín}$) de una armadura pasiva aquel que debe cumplirse en cualquier punto de la misma. Además, para garantizar este valor mínimo, establece un valor nominal del recubrimiento (r_{nom}) definido como:

$$r_{nom} = r_{mín} + \Delta r$$

donde Δr es el margen de recubrimiento. En el caso de elementos prefabricados con control INTENSO, este valor vale 0 mm.

Según los criterios anteriores, y para la clase de exposición exigida a cada elemento estructural, se han fijado los siguientes recubrimientos mínimos y nominales para las armaduras:

	Dintel		Lateral		Solera	
	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior
Clase de exposición	IIa	IIa	IIa	IIa	IIa	IIa
Rec. mínimo ($r_{mín}$)	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm
Rec. nominal (r_{nom})	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm
Abertura de fisura ($w_{máx}$)	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm

5.3. Abertura de fisura

Para la combinación de acciones cuasipermanentes (hormigón armado) se ha comprobado que la abertura de fisura prevista en las distintas secciones era inferior a la máxima permitida $w_{máx}$ establecida por EHE en función de la clase de exposición exigida (ver tabla anterior).

5.4. Cementos especiales

El hormigón previsto para la fabricación de los marcos se ajustará a las prescripciones de dosificación y contenido de cemento que especifica EHE para cada tipo de exposición. Si fuera necesario disponer cemento sulforresistente, ISOLUX CORSÁN CORVIAM debe comunicarlo por escrito antes de que se inicie la fabricación.

5.5. Vida útil de la estructura

Se ha considerado, en función del tipo de estructura y de la normativa, que la vida útil nominal del elemento prefabricado ha de ser de 100 años.

6. COEF. PARCIALES DE SEGURIDAD. COMBINACIÓN DE ACCIONES

6.1. Clasificación de las acciones

En función de su variabilidad a lo largo del tiempo, se han clasificado las acciones como:

- Permanentes, al peso propio de la estructura.
- Permanentes de valor no constante, al peso del relleno y del firme sobre el dintel, al empuje del terreno sobre los hastiales.
- Variables, a la sobrecarga del tráfico sobre el dintel, al empuje generado por dicho tráfico sobre los hastiales.

6.2. Valores representativos de las acciones

Para la obtención de los valores representativos de las acciones variables se ha considerado el coeficiente $\Psi 0 = 0.60$ para el valor de combinación, y el coeficiente $\Psi 2 = 0.20$ para el valor cuasipermanente.

6.3. Coeficientes parciales de seguridad: E.L.U.

Como coeficientes parciales de seguridad de las acciones para las comprobaciones de los Estados Límite Últimos se han adoptado los valores reflejados en la tabla siguiente.

Tipo de acción	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente (γ_G)	1.00	1.35	1.00	1.00
Permanente no constante (γ_{G*})	1.00	1.50	1.00	1.00
Variable (γ_Q)	0.00	1.50	0.00	1.00
Accidental (γ_A)	- - -	- - -	1.00	1.00

6.4. Combinación de acciones: E.L.U.

Para las situaciones permanentes o transitorias se han comprobado las combinaciones definidas según la siguiente expresión:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j}\, G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j}\, G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1}\, Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i}\, \Psi_{0,i}\, Q_{k,i}$$

$G_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes.
$G^*_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante.
$Q_{k,1}$	Valor característico de la acción variable determinante.
$\Psi_{0,i} Q_{k,i}$	Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes.

En cada combinación, por tanto, se han incluido las acciones permanentes, las acciones permanentes de valor no constante, una acción variable considerada como determinante, y el resto de acciones variables concomitantes.

La situación sísmica se ha comprobado, adicionalmente, con las combinaciones definidas según la siguiente expresión:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j}\, G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j}\, G^*_{k,j} + \gamma_A\, A_{E,k} + \sum_{i\geq 1} \gamma_{Q,i}\, \Psi_{2,i}\, Q_{k,i}$$

Con estas combinaciones, que están especificadas en el anejo adjunto, se ha comprobado el estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (Artículo 42 EHE) y el estado límite de agotamiento frente a cortante (Artículo 44 EHE).

6.5. Coeficientes parciales de seguridad: E.L.S.

Como coeficientes parciales de seguridad de las acciones para las comprobaciones de los Estados Límite de Servicio se han adoptado los valores reflejados en la tabla siguiente.

Tipo de acción	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente (γ_G)	1.00	1.00
Permanente no constante (γ_{G^*})	1.00	1.00
Variable (γ_Q)	0.00	1.00

6.6. Combinación de acciones: E.L.S.

Para las situaciones cuasipermanentes se han comprobado las combinaciones definidas según la siguiente expresión:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j}\, G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j}\, G^*_{k,j} + \sum_{i\geq 1} \gamma_{Q,i}\, \Psi_{2,i}\, Q_{k,i}$$

$G_{k,j}$ Valor característico de las acciones permanentes.
$G^*_{k,j}$ Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante.
$\Psi_{2,i} Q_{k,i}$ Valor representativo cuasipermanente de las acciones variables.

Con estas combinaciones, que están especificadas en el anejo adjunto, se ha verificado el estado límite de fisuración (Artículo 49 EHE) y el estado límite de deformación (Artículo 50 EHE).

7. OTRAS CONSIDERACIONES

En la realización de este anejo se ha prestado especial interés a los siguientes aspectos:

- Cumplimiento de las prescripciones relativas al anclaje y solape de las armaduras.
- Cumplimiento de las prescripciones relativas al anclaje de cercos y armadura de cortante según Eurocódigo 2 EN 1992-1-1:2003, que en su artículo 8.5. indica lo siguiente:

  El anclaje se considerará satisfactorio en su totalidad:

  - Si la curvatura del gancho o de la patilla se extiende a lo largo de una longitud recta no menor de:

  5Ø ó 50 mm si es continuación de un ángulo de 135º o más.

  10Ø ó 70 mm si es continuación de un ángulo de 90º.

  - Si cerca del final de una barra recta existen:

  o dos barras transversales soldadas.

  o una barra transversal soldada sencilla cuyo diámetro no sea menor de 1.4 veces el diámetro del cerco.

8. CLASIFICACIÓN Y MARCADO

Para la buena organización y colocación en obra, los marcos dispondrán de un marcado en su interior con las siguientes claves:

FORTE XX

Fabricante / Código planta (VI, OR, CH ...)

CE-08-XXX-8001977-XX-1035

Marcado CE (Organismo notificado / Planta Fabricación)

UNE-EN 14844

200 x 250

Anchura interior x Altura interior (cm)

dd/mm/aa

Fecha de fabricación

XX-xx

Lote de control - Código planta

ND XXX xx

Nº de anejo asignado por la Oficina Técnica / Año de su elaboración

ANEXO 1: LISTADO DE CÁLCULO

MARCOS PREFABRICADOS - W2010 (12.10.2010)

Obra ..... LAV MADRID-FRANCIA. Tr.: La Sagrera-Nus de la Trinitat
Cliente ..... ISOLUX CORSÁN CORVIAM
Descripción ..... Marco Cerrado 2.00x2.50 18-19-18 F-3.50 (G)

1. GEOMETRÍA

< Tipo de marco	CERRADO
< Luz horizontal	2.00 m
< Luz vertical	2.50 m
< Canto del dintel	0.18 m
< Canto de los laterales	0.19 m
< Canto de la solera	0.18 m
< Cartela horizontal	0.10 m
< Cartela vertical	0.15 m
< Pendiente transversal	0.00 %
< Longitud del marco	1.90 m
< Peso del marco	8.72 t

2. MONTAJE

2.1. Características del relleno

< Espesor del relleno	3.20 m
< Espesor del firme	0.30 m
< Ángulo de roz. del relleno	30.00 º
< Peso específico del relleno	2.00 t/m³
< Peso específico del firme	2.40 t/m³
< Módulo de balasto	2100 t/m²/m

2.2. Tipo de instalación

< MARCO ÚNICO
< CARGA GRAVITATORIA
(No se tiene en cuenta la teoría de Marston)

< Coef. de Marston	1.000
< Carga del relleno	7.120 t/m²
< Coef. empuje	0.500 (Reposo)

3. MATERIALES

3.1. Propiedades de los materiales

< Resistencia característica del hormigón	35.0 N/mm²			
< Límite elástico del acero	500 N/mm²			
< Distancia del paramento exterior al eje de la arm.	3.5	3.5	3.5 cm	(D / L / S)
< Distancia del paramento interior al eje de la arm.	3.5	3.5	3.5 cm	(D / L / S)

3.2. Coeficientes de ponderación

	E.L.U.	E.L.S.
< Coef de minoración del hormigón	1.50	1.00
< Coef de minoración del acero	1.15	1.00
< Coef de mayoración de ac. permanentes ctes	1.35	1.00
< Coef de mayoración de ac. permanentes no ctes	1.50	1.00
< Coef de mayoración de ac. variables	1.50	1.00
< Tipo de control durante la ejecución	INTENSO	
< Ac. variables: Valor de combinación Ψ0	0.60	
< Ac. variables: Valor cuasipermanente Ψ2	0.20	

4. ACCIONES

4.1. Tipo de tráfico

< F.F.C.C. / UIC 71 (Tren 1000 kN)
< Vía ancho RENFE
< Grado de mantenimiento normal
< 2 vehículos (Sep. entre ejes de vehículos = 4.70 m)

< Coef. de impacto	2.118

4.2. Otras acciones

< Sobrecarga uniforme	0.00 t/m²
< Cota del nivel freático	0.00 m (desde la solera)

4.3. Acciones durante el montaje

< Espesor del relleno	0.40 m
< Número de ejes del compactador	1
< Carga por eje	20.00 t
< Longitud del eje	2.00 m
< Distancia entre ejes	1.50 m
< Empuje lateral del compactador	1 t/m²

4.4. Acción sísmica

< Aceleración sísmica básica Ab/g	0.04
< Coeficiente de contribución K	1.00
< Factor de importancia	1.30
< Periodo de retorno	500 años
< Coeficiente del terreno C	1.30
< Velocidad de las ondas elásticas	750 m/s
< Aceleración sísmica de cálculo Ac	0.531 m/s²
< Deformación tangencial	0.074 rad×10-3
< Deformación horizontal del marco	0.020 cm
< Coef. de empuje activo sísmico Kas	0.375
< Coef. de empuje pasivo sísmico Kps	0.500
< Fuerza estática equivalente F	53 kp

5. COMBINACIONES DE ESFUERZOS

5.1. Rotura

C001) 1.35×Pp + 1.35×Am,1
C002) 1.35×Pp + 1.35×Am,2
C003) 1.35×Pp + 1.35×Am,3
C004) 1.35×Pp + 1.35×Am,4
C005) 1.35×Pp + 1.35×Am,5
C006) 1.35×Pp + 1.35×Am,6
C007) 1.35×Pp + 1.35×Am,7
C008) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r
C009) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r
C010) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r
C011) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ev,r
C012) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ev,r
C013) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_A
C014) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A
C015) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_B
C016) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B
C017) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 1.50×Ev,r
C018) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 1.50×Ev,r
C019) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ti-A
C020) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ti-A
C021) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ti-A
C022) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A
C023) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A
C024) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_A + 0.90×Ti-A
C025) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 0.90×Ti-A
C026) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_B + 0.90×Ti-A
C027) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 0.90×Ti-A
C028) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A
C029) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A
C030) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A
C031) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A
C032) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Qv_A + 1.50×Ti-A
C033) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_A + 1.50×Ti-A
C034) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Qv_B + 1.50×Ti-A
C035) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_B + 1.50×Ti-A
C036) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_A + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A
C037) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_B + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A
C038) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×S =>
C039) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>
C040) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 1.00×S =>
C041) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 1.00×S =>
C042) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>
C043) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>
C044) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×S <=
C045) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=
C046) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 1.00×S <=
C047) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 1.00×S <=
C048) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=

C049) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=
C050) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C051) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C052) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C053) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C054) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C055) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C056) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C057) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C058) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C059) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C060) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C061) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

5.2. Fisuración

C001) 1.00×Pp + 0.20×Am,1
C002) 1.00×Pp + 0.20×Am,2
C003) 1.00×Pp + 0.20×Am,3
C004) 1.00×Pp + 0.20×Am,4
C005) 1.00×Pp + 0.20×Am,5
C006) 1.00×Pp + 0.20×Am,6
C007) 1.00×Pp + 0.20×Am,7
C008) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r
C009) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ev,r
C010) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A
C011) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B
C012) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r
C013) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r
C014) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ti-A
C015) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C016) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A
C017) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A
C018) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C019) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A

5.3. Deformaciones (Instantánea / Diferida)

C001) 1.00×Pp + 1.00×Am,1
1.00×Pp + 1.00×Am,1
C002) 1.00×Pp + 1.00×Am,2
1.00×Pp + 1.00×Am,2
C003) 1.00×Pp + 1.00×Am,3
1.00×Pp + 1.00×Am,3
C004) 1.00×Pp + 1.00×Am,4
1.00×Pp + 1.00×Am,4
C005) 1.00×Pp + 1.00×Am,5
1.00×Pp + 1.00×Am,5
C006) 1.00×Pp + 1.00×Am,6
1.00×Pp + 1.00×Am,6
C007) 1.00×Pp + 1.00×Am,7
1.00×Pp + 1.00×Am,7
C008) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r

C009) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Ev,r
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ev,r
C010) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A
C011) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B
C012) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A + 1.00×Ev,r
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r
C013) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B + 1.00×Ev,r
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r
C014) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ti-A
C015) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Ev,r + 0.60×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C016) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A + 0.60×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A
C017) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B + 0.60×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A
C018) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A + 1.00×Ev,r + 0.60×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C019) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B + 1.00×Ev,r + 0.60×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C020) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Ev,r + 1.00×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C021) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_A + 1.00×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A
C022) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_B + 1.00×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A
C023) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_A + 0.60×Ev,r + 1.00×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C024) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_B + 0.60×Ev,r + 1.00×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A

5.4. Tensiones sobre el terreno

C001) 1.00×Pp + 1.00×Am,1
C002) 1.00×Pp + 1.00×Am,2
C003) 1.00×Pp + 1.00×Am,3
C004) 1.00×Pp + 1.00×Am,4
C005) 1.00×Pp + 1.00×Am,5
C006) 1.00×Pp + 1.00×Am,6
C007) 1.00×Pp + 1.00×Am,7
C008) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r
C009) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Ev,r
C010) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A
C011) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B
C012) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A + 1.00×Ev,r
C013) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B + 1.00×Ev,r
C014) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Ti-A
C015) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Ev,r + 0.60×Ti-A
C016) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A + 0.60×Ti-A
C017) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B + 0.60×Ti-A

C018) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A + 1.00×Ev,r + 0.60×Ti-A
C019) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B + 1.00×Ev,r + 0.60×Ti-A
C020) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Ev,r + 1.00×Ti-A
C021) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_A + 1.00×Ti-A
C022) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_B + 1.00×Ti-A
C023) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_A + 0.60×Ev,r + 1.00×Ti-A
C024) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_B + 0.60×Ev,r + 1.00×Ti-A
C025) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×S =>
C026) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>
C027) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 1.00×S =>
C028) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 1.00×S =>
C029) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>
C030) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>
C031) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×S <=
C032) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=
C033) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 1.00×S <=
C034) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 1.00×S <=
C035) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=
C036) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=
C037) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C038) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C039) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C040) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C041) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C042) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C043) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C044) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C045) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C046) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C047) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C048) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

5.5. Hipótesis simples

Pp ..... Peso propio del marco prefabricado
Cr ..... Peso del relleno que gravita sobre el dintel
Er,r ..... Empuje horizontal de tierras sobre los laterales (reposo)
Qv_A..... Cargas sobre el dintel debidas a las sobrecargas (carro centrado)
Qv_B..... Cargas sobre el dintel debidas a las sobrecargas (carro desplazado)
Ev,r..... Empuje horizontal de las sobrecargas sobre los laterales (reposo)
Ti-A..... Acciones debidas al tráfico y/o a la presencia de agua en el interior
S =>..... Acciones debidas al sismo (==> izquierda)
S <=..... Acciones debidas al sismo (<== derecha)
Am,1 ..... Terraplenado: 1/2 H + Compactador (izq) --- 1/2 H - 0.50 m (der)
Am,2 ..... Terraplenado: 1/2 H - 0.50 m (izq) --- 1/2 H + Compactador (der)
Am,3 ..... Terraplenado: H + Compactador (izq) --- H - 0.50 m (der)
Am,4 ..... Terraplenado: H - 0.50 m (izq) --- H + Compactador (der)
Am,5 ..... Terraplenado: H + T + Compactador (izquierda)
Am,6 ..... Terraplenado: H + T + Compactador (derecha)
Am,7 ..... Terraplenado: H + T + Compactador (centrado)

6. OPCIONES DE CÁLCULO

< Peso específico del hormigón armado ..... 2.50 t/m³
< Incremento de peso de la armadura por despuntes ..... 0.0 %
< Inclinación de los estribos de cortante ..... 45.0 º
< Tensión máxima en las barras comprimidas ..... 400 N/mm²
< Armadura de reparto respecto a la principal ..... 25.0 %
< Cuantía geométrica mínima arm de reparto ..... 0.18 % de Ac
< Cuantía geométrica mínima arm long (laterales) ..... 0.18 % de Ac
< Cuantía geométrica mínima arm long (dintel/solera) ..... 0.18 % de Ac
< Cuantía mecánica mínima arm de tracción ..... 4.00 % de Uc

7. CRITERIOS DE ARMADO

< Armadura longitudinal según cuantía en dintel y solera
< Armadura longitudinal interior de refuerzo en dintel y solera
< Ref. interior distribuido en dos capas de distinta longitud
< Armadura longitudinal interior sin refuerzo en los laterales
< Escuadra de refuerzo exterior en las esquinas
< Escuadra de refuerzo exterior según cuantía en dintel y solera
< Longitud horizontal/vertical de la escuadra según cálculo
< Armadura de montaje (Mallazos arbitrarios)
< Armadura de cortante según cuantía en dintel y solera
< Armadura exterior de dintel y solera anclada a L/4
< Armadura exterior del lateral anclada a L/4

8. ESFUERZOS Y CUANTÍAS POR COMBINACIÓN

1.35×Pp + 1.35×Am,1

COMB 001	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-0.06	-0.06	13.64	13.64	-1.22	0.00
	1/8 L	-0.06	0.20	13.64	13.64	-0.76	0.00
	1/4 L	-0.06	0.37	13.64	13.64	-0.44	0.00
	3/8 L	-0.06	0.45	13.64	13.64	-0.13	0.00
	1/2 L	-0.06	0.44	13.64	13.64	0.19	0.00
LATERAL	1 L	-1.22	-0.06	14.40	14.40	0.06	0.00
	7/8 L	-1.73	-0.04	14.40	14.40	0.06	0.00
	3/4 L	-2.14	-0.02	14.40	14.40	0.06	0.00
	5/8 L	-2.55	0.00	14.40	14.40	0.06	0.00
	1/2 L	-2.95	0.02	14.40	14.40	0.06	0.00
	3/8 L	-3.36	-0.04	14.40	14.40	-0.51	0.00
	1/4 L	-3.77	-0.35	14.40	14.40	-1.37	0.00
	1/8 L	-4.18	-1.00	14.40	14.40	-2.52	0.00
	0 L	-4.69	-2.07	14.40	14.40	-3.96	0.00
SOLERA	0 L	-0.88	-2.07	14.90	13.64	-4.17	0.00
	1/8 L	-0.88	-0.95	13.64	13.64	-3.19	0.00
	1/4 L	-0.88	-0.04	13.64	13.64	-2.31	0.00
	3/8 L	-0.88	0.64	13.64	13.64	-1.35	0.00
	1/2 L	-0.88	1.05	13.64	13.64	-0.29	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,2

COMB 002	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-0.06	-0.47	13.64	13.64	-1.59	0.00
	1/8 L	-0.06	-0.11	13.64	13.64	-1.14	0.00
	1/4 L	-0.06	0.16	13.64	13.64	-0.82	0.00
	3/8 L	-0.06	0.34	13.64	13.64	-0.50	0.00
	1/2 L	-0.06	0.44	13.64	13.64	-0.19	0.00
LATERAL	1 L	-1.59	-0.47	14.40	14.40	0.06	0.00
	7/8 L	-2.10	-0.45	14.40	14.40	0.06	0.00
	3/4 L	-2.51	-0.43	14.40	14.40	0.06	0.00
	5/8 L	-2.92	-0.41	14.40	14.40	0.06	0.00
	1/2 L	-3.33	-0.39	14.40	14.40	0.06	0.00
	3/8 L	-3.74	-0.37	14.40	14.40	0.06	0.00
	1/4 L	-4.15	-0.35	14.40	14.40	-0.01	0.00
	1/8 L	-4.55	-0.40	14.40	14.40	-0.30	0.00
	0 L	-5.07	-0.59	14.40	14.40	-0.88	0.00
SOLERA	0 L	-0.88	-0.59	13.64	13.64	-4.00	0.00
	1/8 L	-0.88	0.40	13.64	13.64	-1.93	0.00
	1/4 L	-0.88	0.97	13.64	13.64	-0.58	0.00
	3/8 L	-0.88	1.18	13.64	13.64	0.61	0.00
	1/2 L	-0.88	1.05	13.64	13.64	1.67	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,3

COMB 003	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-2.78	0.37	13.64	13.64	-0.04	0.00
	1/8 L	-2.78	0.31	13.64	13.64	0.42	0.00
	1/4 L	-2.78	0.16	13.64	13.64	0.73	0.00
	3/8 L	-2.78	-0.09	13.64	13.64	1.05	0.00
	1/2 L	-2.78	-0.42	13.64	13.64	1.37	0.00
LATERAL	1 L	-0.04	0.37	14.40	14.40	2.78	0.00
	7/8 L	-0.55	1.22	14.40	14.40	2.21	0.00
	3/4 L	-0.96	1.82	14.40	15.05	1.34	0.00
	5/8 L	-1.37	2.09	14.40	16.77	0.19	0.00
	1/2 L	-1.78	1.92	14.40	15.22	-1.24	0.00
	3/8 L	-2.18	1.22	14.40	14.40	-2.97	0.00
	1/4 L	-2.59	-0.10	14.40	14.40	-4.98	0.00
	1/8 L	-3.00	-2.15	21.62	14.40	-7.28	0.00
	0 L	-3.51	-5.01	26.54	14.40	-9.87	0.00
SOLERA	0 L	-3.35	-5.01	31.20	13.64	-3.98	0.00
	1/8 L	-3.35	-3.80	29.66	13.64	-4.92	0.00
	1/4 L	-3.35	-2.41	21.52	13.64	-4.83	0.00
	3/8 L	-3.35	-1.04	13.64	13.64	-4.19	0.00
	1/2 L	-3.35	0.15	13.64	13.64	-3.05	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,4

COMB 004	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-2.78	-2.62	17.77	13.64	-2.77	0.00
	1/8 L	-2.78	-1.93	16.24	13.64	-2.31	0.00
	1/4 L	-2.78	-1.34	13.64	13.64	-2.00	0.00
	3/8 L	-2.78	-0.84	13.64	13.64	-1.68	0.00
	1/2 L	-2.78	-0.42	13.64	13.64	-1.37	0.00
LATERAL	1 L	-2.77	-2.62	15.54	14.40	2.78	0.00
	7/8 L	-3.28	-1.69	14.40	14.40	2.78	0.00
	3/4 L	-3.69	-0.76	14.40	14.40	2.71	0.00
	5/8 L	-4.10	0.10	14.40	14.40	2.42	0.00
	1/2 L	-4.51	0.82	14.40	14.40	1.84	0.00
	3/8 L	-4.92	1.30	14.40	14.40	0.97	0.00
	1/4 L	-5.32	1.44	14.40	14.40	-0.18	0.00
	1/8 L	-5.73	1.15	14.40	14.40	-1.62	0.00
	0 L	-6.25	0.32	14.40	14.40	-3.35	0.00
SOLERA	0 L	-3.35	0.32	13.64	13.64	-4.32	0.00
	1/8 L	-3.35	1.27	13.64	13.64	-0.49	0.00
	1/4 L	-3.35	1.45	13.64	13.64	1.71	0.00
	3/8 L	-3.35	1.02	13.64	13.64	3.36	0.00
	1/2 L	-3.35	0.15	13.64	13.64	4.51	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,5

COMB 005	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-5.55	-1.87	13.64	13.64	-3.34	0.00
	1/8 L	-5.55	-1.10	13.64	13.64	-2.32	0.00
	1/4 L	-5.55	-0.58	13.64	13.64	-1.45	0.00
	3/8 L	-5.55	-0.31	13.64	13.64	-0.57	0.00
	1/2 L	-5.55	-0.27	13.64	13.64	0.31	0.00
LATERAL	1 L	-3.34	-1.87	14.40	14.40	5.55	0.00
	7/8 L	-3.85	-0.17	14.40	14.40	4.56	0.00
	3/4 L	-4.26	1.15	14.40	14.40	3.28	0.00
	5/8 L	-4.67	2.00	14.40	14.40	1.71	0.00
	1/2 L	-5.08	2.27	14.40	15.56	-0.15	0.00
	3/8 L	-5.49	1.86	14.40	14.40	-2.30	0.00
	1/4 L	-5.89	0.69	14.40	14.40	-4.73	0.00
	1/8 L	-6.30	-1.34	14.40	14.40	-7.45	0.00
	0 L	-6.82	-4.33	19.11	14.40	-10.46	0.00
SOLERA	0 L	-10.46	-4.33	19.69	13.64	-6.20	0.00
	1/8 L	-10.46	-2.68	16.24	13.64	-4.82	0.00
	1/4 L	-10.46	-1.32	13.64	13.64	-3.48	0.00
	3/8 L	-10.46	-0.32	13.64	13.64	-1.98	0.00
	1/2 L	-10.46	0.26	13.64	13.64	-0.31	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,6

COMB 006	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-5.55	-2.55	13.64	13.64	-3.96	0.00
	1/8 L	-5.55	-1.61	13.64	13.64	-2.94	0.00
	1/4 L	-5.55	-0.92	13.64	13.64	-2.07	0.00
	3/8 L	-5.55	-0.48	13.64	13.64	-1.19	0.00
	1/2 L	-5.55	-0.27	13.64	13.64	-0.31	0.00
LATERAL	1 L	-3.96	-2.55	14.40	14.40	4.81	0.00
	7/8 L	-4.47	-1.02	14.40	14.40	4.24	0.00
	3/4 L	-4.88	0.27	14.40	14.40	3.39	0.00
	5/8 L	-5.29	1.22	14.40	14.40	2.25	0.00
	1/2 L	-5.70	1.74	14.40	14.40	0.82	0.00
	3/8 L	-6.11	1.74	14.40	14.40	-0.89	0.00
	1/4 L	-6.52	1.11	14.40	14.40	-2.90	0.00
	1/8 L	-6.92	-0.24	14.40	14.40	-5.19	0.00
	0 L	-7.44	-2.40	14.40	14.40	-7.77	0.00
SOLERA	0 L	-10.46	-2.40	13.64	13.64	-6.07	0.00
	1/8 L	-10.46	-0.90	13.64	13.64	-3.19	0.00
	1/4 L	-10.46	0.02	13.64	13.64	-1.20	0.00
	3/8 L	-10.46	0.39	13.64	13.64	0.63	0.00
	1/2 L	-10.46	0.26	13.64	13.64	2.29	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,7

COMB 007	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-4.95	-5.13	27.04	13.64	-14.10	0.00
	1/8 L	-4.95	-1.44	20.26	13.64	-12.83	0.00
	1/4 L	-4.95	1.86	13.64	13.64	-11.17	0.00
	3/8 L	-4.95	4.50	13.64	30.46	-7.61	0.00
	1/2 L	-4.95	5.62	13.64	37.05	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-14.10	-5.13	21.82	14.40	4.95	0.00
	7/8 L	-14.62	-3.55	18.78	14.40	4.39	0.00
	3/4 L	-15.02	-2.22	14.40	14.40	3.54	0.00
	5/8 L	-15.43	-1.22	14.40	14.40	2.39	0.00
	1/2 L	-15.84	-0.65	14.40	14.40	0.97	0.00
	3/8 L	-16.25	-0.60	14.40	14.40	-0.75	0.00
	1/4 L	-16.66	-1.18	14.40	14.40	-2.75	0.00
	1/8 L	-17.07	-2.48	14.40	14.40	-5.05	0.00
	0 L	-17.58	-4.60	14.40	14.40	-7.63	0.00
SOLERA	0 L	-7.63	-4.60	19.40	13.64	-15.14	0.00
	1/8 L	-7.63	-0.79	13.64	13.64	-9.56	0.00
	1/4 L	-7.63	1.87	13.64	13.64	-5.57	0.00
	3/8 L	-7.63	3.44	13.64	23.43	-1.73	0.00
	1/2 L	-7.63	3.95	13.64	26.58	2.05	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r

COMB 008	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-17.02	-9.16	34.48	13.64	-23.26	0.00
	1/8 L	-17.02	-3.61	25.77	13.64	-17.37	0.00
	1/4 L	-17.02	0.36	13.64	13.64	-11.58	0.00
	3/8 L	-17.02	2.73	13.64	13.64	-5.79	0.00
	1/2 L	-17.02	3.53	13.64	18.52	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-23.26	-9.16	27.34	14.40	17.02	0.00
	7/8 L	-23.64	-4.05	16.56	14.40	13.44	0.00
	3/4 L	-23.94	-0.19	14.40	14.40	9.53	0.00
	5/8 L	-24.24	2.30	14.40	14.40	5.30	0.00
	1/2 L	-24.55	3.32	14.40	14.40	0.75	0.00
	3/8 L	-24.85	2.77	14.40	14.40	-4.11	0.00
	1/4 L	-25.15	0.53	14.40	14.40	-9.30	0.00
	1/8 L	-25.45	-3.50	14.40	14.40	-14.81	0.00
	0 L	-25.83	-9.43	27.07	14.40	-20.63	0.00
SOLERA	0 L	-20.63	-9.43	31.84	13.64	-22.55	0.00
	1/8 L	-20.63	-3.77	20.62	13.64	-14.53	0.00
	1/4 L	-20.63	0.24	13.64	13.64	-8.59	0.00
	3/8 L	-20.63	2.63	13.64	13.64	-2.77	0.00
	1/2 L	-20.63	3.42	13.64	15.30	3.01	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r

COMB 009	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-11.17	-6.15	26.08	13.64	-16.22	0.00
	1/8 L	-11.17	-2.29	18.37	13.64	-12.06	0.00
	1/4 L	-11.17	0.47	13.64	13.64	-8.04	0.00
	3/8 L	-11.17	2.12	13.64	13.64	-4.02	0.00
	1/2 L	-11.17	2.67	13.64	15.62	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-16.22	-6.15	19.56	14.40	11.17	0.00
	7/8 L	-16.73	-2.80	14.40	14.40	8.78	0.00
	3/4 L	-17.14	-0.29	14.40	14.40	6.18	0.00
	5/8 L	-17.55	1.32	14.40	14.40	3.36	0.00
	1/2 L	-17.95	1.94	14.40	14.40	0.33	0.00
	3/8 L	-18.36	1.51	14.40	14.40	-2.92	0.00
	1/4 L	-18.77	-0.04	14.40	14.40	-6.38	0.00
	1/8 L	-19.18	-2.78	14.40	14.40	-10.05	0.00
	0 L	-19.69	-6.79	20.27	14.40	-13.93	0.00
SOLERA	0 L	-13.93	-6.79	26.05	13.64	-17.09	0.00
	1/8 L	-13.93	-2.49	15.38	13.64	-10.96	0.00
	1/4 L	-13.93	0.55	13.64	13.64	-6.44	0.00
	3/8 L	-13.93	2.36	13.64	13.64	-2.03	0.00
	1/2 L	-13.93	2.96	13.64	16.10	2.34	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r

COMB 010	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-16.93	-9.18	34.54	13.64	-23.62	0.00
	1/8 L	-16.93	-3.55	25.68	13.64	-17.61	0.00
	1/4 L	-16.93	0.47	13.64	13.64	-11.74	0.00
	3/8 L	-16.93	2.88	13.64	13.64	-5.87	0.00
	1/2 L	-16.93	3.69	13.64	19.79	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-23.62	-9.18	27.24	14.40	16.93	0.00
	7/8 L	-24.14	-4.10	16.62	14.40	13.35	0.00
	3/4 L	-24.55	-0.28	14.40	14.40	9.44	0.00
	5/8 L	-24.95	2.19	14.40	14.40	5.21	0.00
	1/2 L	-25.36	3.18	14.40	14.40	0.66	0.00
	3/8 L	-25.77	2.60	14.40	14.40	-4.20	0.00
	1/4 L	-26.18	0.33	14.40	14.40	-9.39	0.00
	1/8 L	-26.59	-3.73	14.40	14.40	-14.90	0.00
	0 L	-27.10	-9.69	27.37	14.40	-20.72	0.00
SOLERA	0 L	-20.72	-9.69	32.47	13.64	-23.60	0.00
	1/8 L	-20.72	-3.76	21.06	13.64	-15.18	0.00
	1/4 L	-20.72	0.44	13.64	13.64	-8.96	0.00
	3/8 L	-20.72	2.94	13.64	13.64	-2.86	0.00
	1/2 L	-20.72	3.77	13.64	18.03	3.18	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ev,r

COMB 011	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-18.16	-7.85	29.51	13.64	-15.85	0.00
	1/8 L	-18.16	-4.07	23.00	13.64	-11.81	0.00
	1/4 L	-18.16	-1.38	13.64	13.64	-7.87	0.00
	3/8 L	-18.16	0.24	13.64	13.64	-3.94	0.00
	1/2 L	-18.16	0.78	13.64	13.64	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-15.85	-7.85	26.89	14.40	18.16	0.00
	7/8 L	-16.23	-2.46	14.40	14.40	14.03	0.00
	3/4 L	-16.54	1.53	14.40	14.40	9.70	0.00
	5/8 L	-16.84	4.02	14.40	20.67	5.15	0.00
	1/2 L	-17.14	4.95	14.40	26.42	0.38	0.00
	3/8 L	-17.44	4.25	14.40	21.89	-4.60	0.00
	1/4 L	-17.75	1.85	14.40	14.40	-9.79	0.00
	1/8 L	-18.05	-2.33	14.40	14.40	-15.19	0.00
	0 L	-18.43	-8.35	27.18	14.40	-20.81	0.00
SOLERA	0 L	-20.81	-8.35	29.18	13.64	-16.16	0.00
	1/8 L	-20.81	-4.28	21.74	13.64	-10.57	0.00
	1/4 L	-20.81	-1.35	13.64	13.64	-6.28	0.00
	3/8 L	-20.81	0.40	13.64	13.64	-2.01	0.00
	1/2 L	-20.81	0.98	13.64	13.64	2.25	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ev,r

COMB 012	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-23.92	-10.89	39.57	13.64	-23.26	0.00
	1/8 L	-23.92	-5.33	29.36	13.64	-17.37	0.00
	1/4 L	-23.92	-1.37	13.64	13.64	-11.58	0.00
	3/8 L	-23.92	1.01	13.64	13.64	-5.79	0.00
	1/2 L	-23.92	1.80	13.64	13.64	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-23.26	-10.89	32.47	14.40	23.92	0.00
	7/8 L	-23.64	-3.76	19.71	14.40	18.60	0.00
	3/4 L	-23.94	1.54	14.40	14.40	12.96	0.00
	5/8 L	-24.24	4.89	14.40	22.24	7.00	0.00
	1/2 L	-24.55	6.19	14.40	29.73	0.72	0.00
	3/8 L	-24.85	5.33	14.40	24.78	-5.88	0.00
	1/4 L	-25.15	2.21	14.40	14.40	-12.80	0.00
	1/8 L	-25.45	-3.28	15.32	14.40	-20.04	0.00
	0 L	-25.83	-11.25	32.44	14.40	-27.60	0.00
SOLERA	0 L	-27.60	-11.25	36.93	13.64	-22.67	0.00
	1/8 L	-27.60	-5.54	26.40	13.64	-14.79	0.00
	1/4 L	-27.60	-1.46	13.64	13.64	-8.80	0.00
	3/8 L	-27.60	0.98	13.64	13.64	-2.85	0.00
	1/2 L	-27.60	1.79	13.64	13.64	3.08	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_A

COMB 013	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-11.38	-8.79	35.04	13.64	-29.10	0.00
	1/8 L	-11.38	-1.84	23.86	13.64	-21.76	0.00
	1/4 L	-11.38	3.13	13.64	19.10	-14.52	0.00
	3/8 L	-11.38	6.11	13.64	36.86	-7.27	0.00
	1/2 L	-11.38	7.11	13.64	44.31	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-29.10	-8.79	27.92	14.40	11.38	0.00
	7/8 L	-29.62	-5.37	22.42	14.40	8.99	0.00
	3/4 L	-30.03	-2.79	14.40	14.40	6.38	0.00
	5/8 L	-30.43	-1.12	14.40	14.40	3.57	0.00
	1/2 L	-30.84	-0.43	14.40	14.40	0.54	0.00
	3/8 L	-31.25	-0.78	14.40	14.40	-2.71	0.00
	1/4 L	-31.66	-2.26	14.40	14.40	-6.17	0.00
	1/8 L	-32.07	-4.94	17.83	14.40	-9.84	0.00
	0 L	-32.58	-8.88	24.62	14.40	-13.72	0.00
SOLERA	0 L	-13.72	-8.88	32.08	13.64	-28.22	0.00
	1/8 L	-13.72	-1.82	17.50	13.64	-17.89	0.00
	1/4 L	-13.72	3.12	13.64	17.54	-10.49	0.00
	3/8 L	-13.72	6.04	13.64	34.92	-3.36	0.00
	1/2 L	-13.72	7.00	13.64	42.14	3.68	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A

COMB 014	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-17.14	-11.82	44.47	13.64	-36.51	58.61
	1/8 L	-17.14	-3.10	28.78	13.64	-27.31	58.61
	1/4 L	-17.14	3.14	13.64	15.36	-18.22	0.00
	3/8 L	-17.14	6.88	13.64	39.23	-9.12	0.00
	1/2 L	-17.14	8.13	13.64	48.72	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-36.51	-11.82	33.38	14.40	17.14	0.00
	7/8 L	-37.02	-6.67	26.75	14.40	13.55	0.00
	3/4 L	-37.43	-2.78	14.40	14.40	9.65	0.00
	5/8 L	-37.84	-0.25	14.40	14.40	5.42	0.00
	1/2 L	-38.25	0.82	14.40	14.40	0.87	0.00
	3/8 L	-38.66	0.30	14.40	14.40	-3.99	0.00
	1/4 L	-39.06	-1.90	14.40	14.40	-9.18	0.00
	1/8 L	-39.47	-5.89	20.25	14.40	-14.69	0.00
	0 L	-39.99	-11.77	29.38	14.40	-20.51	0.00
SOLERA	0 L	-20.51	-11.77	39.62	13.64	-34.74	58.61
	1/8 L	-20.51	-3.08	22.89	13.64	-22.11	0.00
	1/4 L	-20.51	3.01	13.64	13.64	-13.01	0.00
	3/8 L	-20.51	6.62	13.64	35.28	-4.19	0.00
	1/2 L	-20.51	7.81	13.64	44.33	4.51	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_B

COMB 015	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-11.37	-8.68	34.67	13.64	-28.38	0.00
	1/8 L	-11.37	-1.89	23.84	13.64	-21.31	0.00
	1/4 L	-11.37	2.99	13.64	18.03	-14.31	0.00
	3/8 L	-11.37	5.94	13.64	35.59	-7.24	0.00
	1/2 L	-11.37	6.95	13.64	43.12	-0.11	0.00
LATERAL	1 L	-28.38	-8.68	27.67	14.40	11.37	0.00
	7/8 L	-28.89	-5.27	22.13	14.40	8.98	0.00
	3/4 L	-29.30	-2.69	14.40	14.40	6.38	0.00
	5/8 L	-29.71	-1.02	14.40	14.40	3.56	0.00
	1/2 L	-30.11	-0.33	14.40	14.40	0.53	0.00
	3/8 L	-30.52	-0.69	14.40	14.40	-2.72	0.00
	1/4 L	-30.93	-2.17	14.40	14.40	-6.17	0.00
	1/8 L	-31.34	-4.85	17.61	14.40	-9.84	0.00
	0 L	-31.85	-8.79	24.43	14.40	-13.73	0.00
SOLERA	0 L	-13.73	-8.79	31.93	13.64	-27.64	0.00
	1/8 L	-13.73	-1.87	17.60	13.64	-17.61	0.00
	1/4 L	-13.73	2.99	13.64	16.53	-10.39	0.00
	3/8 L	-13.73	5.88	13.64	33.76	-3.39	0.00
	1/2 L	-13.73	6.85	13.64	41.03	3.55	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B

COMB 016	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-17.13	-11.72	43.90	13.64	-35.78	58.61
	1/8 L	-17.13	-3.15	29.05	13.64	-26.87	58.61
	1/4 L	-17.13	3.00	13.64	14.19	-18.02	0.00
	3/8 L	-17.13	6.71	13.64	37.94	-9.09	0.00
	1/2 L	-17.13	7.97	13.64	47.51	-0.11	0.00
LATERAL	1 L	-35.78	-11.72	33.19	14.40	17.13	0.00
	7/8 L	-36.30	-6.57	26.49	14.40	13.55	0.00
	3/4 L	-36.70	-2.68	14.40	14.40	9.64	0.00
	5/8 L	-37.11	-0.15	14.40	14.40	5.41	0.00
	1/2 L	-37.52	0.91	14.40	14.40	0.87	0.00
	3/8 L	-37.93	0.40	14.40	14.40	-4.00	0.00
	1/4 L	-38.34	-1.80	14.40	14.40	-9.19	0.00
	1/8 L	-38.74	-5.80	20.03	14.40	-14.69	0.00
	0 L	-39.26	-11.69	29.22	14.40	-20.52	0.00
SOLERA	0 L	-20.52	-11.69	39.49	13.64	-34.15	58.61
	1/8 L	-20.52	-3.13	22.98	13.64	-21.83	0.00
	1/4 L	-20.52	2.89	13.64	13.64	-12.90	0.00
	3/8 L	-20.52	6.46	13.64	34.10	-4.23	0.00
	1/2 L	-20.52	7.66	13.64	43.20	4.38	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 1.50×Ev,r

COMB 017	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-24.04	-13.55	49.23	13.64	-36.51	58.61
	1/8 L	-24.04	-4.82	32.26	13.64	-27.31	58.61
	1/4 L	-24.04	1.41	13.64	13.64	-18.22	0.00
	3/8 L	-24.04	5.15	13.64	25.76	-9.12	0.00
	1/2 L	-24.04	6.40	13.64	32.04	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-36.51	-13.55	34.58	14.40	24.04	0.00
	7/8 L	-37.02	-6.38	24.97	14.40	18.72	0.00
	3/4 L	-37.43	-1.05	14.40	14.40	13.08	0.00
	5/8 L	-37.84	2.34	14.40	14.40	7.12	0.00
	1/2 L	-38.25	3.69	14.40	14.40	0.84	0.00
	3/8 L	-38.66	2.87	14.40	14.40	-5.76	0.00
	1/4 L	-39.06	-0.21	14.40	14.40	-12.68	0.00
	1/8 L	-39.47	-5.66	18.60	14.40	-19.92	0.00
	0 L	-39.99	-13.59	33.58	14.40	-27.48	0.00
SOLERA	0 L	-27.48	-13.59	45.90	13.64	-34.86	58.61
	1/8 L	-27.48	-4.86	27.39	13.64	-22.37	0.00
	1/4 L	-27.48	1.31	13.64	13.64	-13.21	0.00
	3/8 L	-27.48	4.97	13.64	22.81	-4.27	0.00
	1/2 L	-27.48	6.18	13.64	29.90	4.59	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 1.50×Ev,r

COMB 018	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-24.03	-13.45	49.35	13.64	-35.78	58.61
	1/8 L	-24.03	-4.88	32.47	13.64	-26.87	58.61
	1/4 L	-24.03	1.27	13.64	13.64	-18.02	0.00
	3/8 L	-24.03	4.98	13.64	24.70	-9.09	0.00
	1/2 L	-24.03	6.24	13.64	31.39	-0.11	0.00
LATERAL	1 L	-35.78	-13.45	34.53	14.40	24.03	0.00
	7/8 L	-36.30	-6.28	24.69	14.40	18.71	0.00
	3/4 L	-36.70	-0.95	14.40	14.40	13.07	0.00
	5/8 L	-37.11	2.44	14.40	14.40	7.11	0.00
	1/2 L	-37.52	3.78	14.40	14.40	0.83	0.00
	3/8 L	-37.93	2.96	14.40	14.40	-5.77	0.00
	1/4 L	-38.34	-0.12	14.40	14.40	-12.69	0.00
	1/8 L	-38.74	-5.57	18.38	14.40	-19.93	0.00
	0 L	-39.26	-13.51	33.59	14.40	-27.49	0.00
SOLERA	0 L	-27.49	-13.51	46.04	13.64	-34.27	58.61
	1/8 L	-27.49	-4.91	27.47	13.64	-22.09	0.00
	1/4 L	-27.49	1.18	13.64	13.64	-13.11	0.00
	3/8 L	-27.49	4.81	13.64	21.73	-4.30	0.00
	1/2 L	-27.49	6.03	13.64	29.17	4.46	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ti-A

COMB 019	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-17.05	-9.17	34.55	13.64	-23.26	0.00
	1/8 L	-17.05	-3.62	25.82	13.64	-17.37	0.00
	1/4 L	-17.05	0.34	13.64	13.64	-11.58	0.00
	3/8 L	-17.05	2.72	13.64	13.64	-5.79	0.00
	1/2 L	-17.05	3.51	13.64	18.40	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-23.26	-9.17	27.38	14.40	17.05	0.00
	7/8 L	-23.64	-4.05	16.60	14.40	13.46	0.00
	3/4 L	-23.94	-0.19	14.40	14.40	9.56	0.00
	5/8 L	-24.24	2.31	14.40	14.40	5.33	0.00
	1/2 L	-24.55	3.34	14.40	14.40	0.78	0.00
	3/8 L	-24.85	2.80	14.40	14.40	-4.08	0.00
	1/4 L	-25.15	0.57	14.40	14.40	-9.27	0.00
	1/8 L	-25.45	-3.45	14.40	14.40	-14.78	0.00
	0 L	-25.83	-9.37	26.86	14.40	-20.60	0.00
SOLERA	0 L	-20.60	-9.37	31.63	13.64	-22.38	0.00
	1/8 L	-20.60	-3.76	20.26	13.64	-14.19	0.00
	1/4 L	-20.60	0.21	13.64	13.64	-8.31	0.00
	3/8 L	-20.60	2.57	13.64	13.64	-2.55	0.00
	1/2 L	-20.60	3.36	13.64	14.79	3.17	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ti-A

COMB 020	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-11.20	-6.16	26.14	13.64	-16.22	0.00
	1/8 L	-11.20	-2.30	18.44	13.64	-12.06	0.00
	1/4 L	-11.20	0.45	13.64	13.64	-8.04	0.00
	3/8 L	-11.20	2.10	13.64	13.64	-4.02	0.00
	1/2 L	-11.20	2.65	13.64	15.49	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-16.22	-6.16	19.62	14.40	11.20	0.00
	7/8 L	-16.73	-2.80	14.40	14.40	8.81	0.00
	3/4 L	-17.14	-0.28	14.40	14.40	6.20	0.00
	5/8 L	-17.55	1.33	14.40	14.40	3.39	0.00
	1/2 L	-17.95	1.96	14.40	14.40	0.36	0.00
	3/8 L	-18.36	1.54	14.40	14.40	-2.89	0.00
	1/4 L	-18.77	0.00	14.40	14.40	-6.35	0.00
	1/8 L	-19.18	-2.73	14.40	14.40	-10.02	0.00
	0 L	-19.69	-6.73	20.02	14.40	-13.90	0.00
SOLERA	0 L	-13.90	-6.73	25.75	13.64	-16.92	0.00
	1/8 L	-13.90	-2.48	14.97	13.64	-10.62	0.00
	1/4 L	-13.90	0.52	13.64	13.64	-6.16	0.00
	3/8 L	-13.90	2.30	13.64	13.64	-1.81	0.00
	1/2 L	-13.90	2.90	13.64	15.61	2.51	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ti-A

COMB 021	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-16.96	-9.20	34.61	13.64	-23.62	0.00
	1/8 L	-16.96	-3.56	25.74	13.64	-17.61	0.00
	1/4 L	-16.96	0.46	13.64	13.64	-11.74	0.00
	3/8 L	-16.96	2.87	13.64	13.64	-5.87	0.00
	1/2 L	-16.96	3.67	13.64	19.67	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-23.62	-9.20	27.29	14.40	16.96	0.00
	7/8 L	-24.14	-4.11	16.66	14.40	13.37	0.00
	3/4 L	-24.55	-0.27	14.40	14.40	9.47	0.00
	5/8 L	-24.95	2.20	14.40	14.40	5.24	0.00
	1/2 L	-25.36	3.20	14.40	14.40	0.69	0.00
	3/8 L	-25.77	2.63	14.40	14.40	-4.17	0.00
	1/4 L	-26.18	0.37	14.40	14.40	-9.36	0.00
	1/8 L	-26.59	-3.68	14.40	14.40	-14.87	0.00
	0 L	-27.10	-9.63	27.17	14.40	-20.69	0.00
SOLERA	0 L	-20.69	-9.63	32.27	13.64	-23.43	0.00
	1/8 L	-20.69	-3.75	20.70	13.64	-14.84	0.00
	1/4 L	-20.69	0.41	13.64	13.64	-8.68	0.00
	3/8 L	-20.69	2.89	13.64	13.64	-2.64	0.00
	1/2 L	-20.69	3.70	13.64	17.56	3.35	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A

COMB 022	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-18.18	-7.86	29.54	13.64	-15.85	0.00
	1/8 L	-18.18	-4.08	23.04	13.64	-11.81	0.00
	1/4 L	-18.18	-1.39	13.64	13.64	-7.87	0.00
	3/8 L	-18.18	0.23	13.64	13.64	-3.94	0.00
	1/2 L	-18.18	0.77	13.64	13.64	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-15.85	-7.86	26.93	14.40	18.18	0.00
	7/8 L	-16.23	-2.46	14.44	14.40	14.05	0.00
	3/4 L	-16.54	1.53	14.40	14.40	9.71	0.00
	5/8 L	-16.84	4.03	14.40	20.73	5.16	0.00
	1/2 L	-17.14	4.96	14.40	26.51	0.40	0.00
	3/8 L	-17.44	4.27	14.40	22.03	-4.58	0.00
	1/4 L	-17.75	1.87	14.40	14.40	-9.77	0.00
	1/8 L	-18.05	-2.30	14.40	14.40	-15.17	0.00
	0 L	-18.43	-8.32	27.03	14.40	-20.79	0.00
SOLERA	0 L	-20.79	-8.32	29.02	13.64	-16.05	0.00
	1/8 L	-20.79	-4.27	21.71	13.64	-10.36	0.00
	1/4 L	-20.79	-1.37	13.64	13.64	-6.11	0.00
	3/8 L	-20.79	0.37	13.64	13.64	-1.88	0.00
	1/2 L	-20.79	0.95	13.64	13.64	2.35	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A

COMB 023	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-23.94	-10.90	39.62	13.64	-23.26	0.00
	1/8 L	-23.94	-5.34	29.39	13.64	-17.37	0.00
	1/4 L	-23.94	-1.38	13.64	13.64	-11.58	0.00
	3/8 L	-23.94	1.00	13.64	13.64	-5.79	0.00
	1/2 L	-23.94	1.79	13.64	13.64	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-23.26	-10.90	32.50	14.40	23.94	0.00
	7/8 L	-23.64	-3.76	19.74	14.40	18.62	0.00
	3/4 L	-23.94	1.54	14.40	14.40	12.98	0.00
	5/8 L	-24.24	4.90	14.40	22.30	7.02	0.00
	1/2 L	-24.55	6.20	14.40	29.80	0.74	0.00
	3/8 L	-24.85	5.35	14.40	24.91	-5.86	0.00
	1/4 L	-25.15	2.24	14.40	14.40	-12.78	0.00
	1/8 L	-25.45	-3.25	15.06	14.40	-20.02	0.00
	0 L	-25.83	-11.21	32.35	14.40	-27.58	0.00
SOLERA	0 L	-27.58	-11.21	36.70	13.64	-22.57	0.00
	1/8 L	-27.58	-5.54	26.38	13.64	-14.59	0.00
	1/4 L	-27.58	-1.48	13.64	13.64	-8.63	0.00
	3/8 L	-27.58	0.95	13.64	13.64	-2.71	0.00
	1/2 L	-27.58	1.75	13.64	13.64	3.18	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_A + 0.90×Ti-A

COMB 024	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-11.40	-8.80	35.08	13.64	-29.10	0.00
	1/8 L	-11.40	-1.85	23.90	13.64	-21.76	0.00
	1/4 L	-11.40	3.12	13.64	19.02	-14.52	0.00
	3/8 L	-11.40	6.10	13.64	36.79	-7.27	0.00
	1/2 L	-11.40	7.10	13.64	44.24	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-29.10	-8.80	27.94	14.40	11.40	0.00
	7/8 L	-29.62	-5.38	22.44	14.40	9.01	0.00
	3/4 L	-30.03	-2.79	14.40	14.40	6.40	0.00
	5/8 L	-30.43	-1.11	14.40	14.40	3.58	0.00
	1/2 L	-30.84	-0.41	14.40	14.40	0.55	0.00
	3/8 L	-31.25	-0.76	14.40	14.40	-2.69	0.00
	1/4 L	-31.66	-2.24	14.40	14.40	-6.15	0.00
	1/8 L	-32.07	-4.91	17.59	14.40	-9.82	0.00
	0 L	-32.58	-8.84	24.41	14.40	-13.71	0.00
SOLERA	0 L	-13.71	-8.84	31.95	13.64	-28.12	0.00
	1/8 L	-13.71	-1.81	17.26	13.64	-17.68	0.00
	1/4 L	-13.71	3.10	13.64	17.40	-10.32	0.00
	3/8 L	-13.71	6.00	13.64	34.69	-3.23	0.00
	1/2 L	-13.71	6.96	13.64	41.86	3.78	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 0.90×Ti-A

COMB 025	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-17.16	-11.83	44.50	13.64	-36.51	58.61
	1/8 L	-17.16	-3.11	28.81	13.64	-27.31	58.61
	1/4 L	-17.16	3.13	13.64	15.28	-18.22	0.00
	3/8 L	-17.16	6.87	13.64	39.16	-9.12	0.00
	1/2 L	-17.16	8.12	13.64	48.65	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-36.51	-11.83	33.40	14.40	17.16	0.00
	7/8 L	-37.02	-6.68	26.76	14.40	13.57	0.00
	3/4 L	-37.43	-2.78	14.40	14.40	9.66	0.00
	5/8 L	-37.84	-0.24	14.40	14.40	5.44	0.00
	1/2 L	-38.25	0.83	14.40	14.40	0.89	0.00
	3/8 L	-38.66	0.32	14.40	14.40	-3.98	0.00
	1/4 L	-39.06	-1.87	14.40	14.40	-9.16	0.00
	1/8 L	-39.47	-5.85	20.02	14.40	-14.67	0.00
	0 L	-39.99	-11.74	29.21	14.40	-20.50	0.00
SOLERA	0 L	-20.50	-11.74	39.40	13.64	-34.64	58.61
	1/8 L	-20.50	-3.08	22.69	13.64	-21.90	0.00
	1/4 L	-20.50	2.99	13.64	13.64	-12.84	0.00
	3/8 L	-20.50	6.58	13.64	35.04	-4.06	0.00
	1/2 L	-20.50	7.77	13.64	44.05	4.61	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_B + 0.90×Ti-A

COMB 026	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-11.39	-8.69	34.71	13.64	-28.38	0.00
	1/8 L	-11.39	-1.90	23.88	13.64	-21.31	0.00
	1/4 L	-11.39	2.98	13.64	17.96	-14.31	0.00
	3/8 L	-11.39	5.93	13.64	35.51	-7.24	0.00
	1/2 L	-11.39	6.94	13.64	43.05	-0.11	0.00
LATERAL	1 L	-28.38	-8.69	27.70	14.40	11.39	0.00
	7/8 L	-28.89	-5.27	22.15	14.40	9.00	0.00
	3/4 L	-29.30	-2.69	14.40	14.40	6.39	0.00
	5/8 L	-29.71	-1.01	14.40	14.40	3.58	0.00
	1/2 L	-30.11	-0.31	14.40	14.40	0.55	0.00
	3/8 L	-30.52	-0.67	14.40	14.40	-2.70	0.00
	1/4 L	-30.93	-2.15	14.40	14.40	-6.16	0.00
	1/8 L	-31.34	-4.82	17.38	14.40	-9.83	0.00
	0 L	-31.85	-8.76	24.23	14.40	-13.71	0.00
SOLERA	0 L	-13.71	-8.76	31.80	13.64	-27.54	0.00
	1/8 L	-13.71	-1.86	17.37	13.64	-17.40	0.00
	1/4 L	-13.71	2.98	13.64	16.39	-10.22	0.00
	3/8 L	-13.71	5.85	13.64	33.52	-3.26	0.00
	1/2 L	-13.71	6.82	13.64	40.75	3.65	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 0.90×Ti-A

COMB 027	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-17.15	-11.73	43.93	13.64	-35.78	58.61
	1/8 L	-17.15	-3.16	29.08	13.64	-26.87	58.61
	1/4 L	-17.15	2.99	13.64	14.10	-18.02	0.00
	3/8 L	-17.15	6.70	13.64	37.86	-9.09	0.00
	1/2 L	-17.15	7.96	13.64	47.44	-0.11	0.00
LATERAL	1 L	-35.78	-11.73	33.21	14.40	17.15	0.00
	7/8 L	-36.30	-6.57	26.50	14.40	13.56	0.00
	3/4 L	-36.70	-2.68	14.40	14.40	9.66	0.00
	5/8 L	-37.11	-0.14	14.40	14.40	5.43	0.00
	1/2 L	-37.52	0.93	14.40	14.40	0.88	0.00
	3/8 L	-37.93	0.42	14.40	14.40	-3.98	0.00
	1/4 L	-38.34	-1.78	14.40	14.40	-9.17	0.00
	1/8 L	-38.74	-5.76	19.80	14.40	-14.68	0.00
	0 L	-39.26	-11.65	29.05	14.40	-20.50	0.00
SOLERA	0 L	-20.50	-11.65	39.40	13.64	-34.05	58.61
	1/8 L	-20.50	-3.13	22.78	13.64	-21.63	0.00
	1/4 L	-20.50	2.87	13.64	13.64	-12.74	0.00
	3/8 L	-20.50	6.43	13.64	33.86	-4.09	0.00
	1/2 L	-20.50	7.62	13.64	42.92	4.48	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A

COMB 028	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-24.05	-13.56	49.28	13.64	-36.51	58.61
	1/8 L	-24.05	-4.83	32.28	13.64	-27.31	58.61
	1/4 L	-24.05	1.40	13.64	13.64	-18.22	0.00
	3/8 L	-24.05	5.14	13.64	25.71	-9.12	0.00
	1/2 L	-24.05	6.39	13.64	32.01	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-36.51	-13.56	34.61	14.40	24.05	0.00
	7/8 L	-37.02	-6.38	24.99	14.40	18.73	0.00
	3/4 L	-37.43	-1.04	14.40	14.40	13.09	0.00
	5/8 L	-37.84	2.35	14.40	14.40	7.13	0.00
	1/2 L	-38.25	3.70	14.40	14.40	0.85	0.00
	3/8 L	-38.66	2.89	14.40	14.40	-5.75	0.00
	1/4 L	-39.06	-0.19	14.40	14.40	-12.67	0.00
	1/8 L	-39.47	-5.63	18.37	14.40	-19.90	0.00
	0 L	-39.99	-13.56	33.50	14.40	-27.46	0.00
SOLERA	0 L	-27.46	-13.56	45.81	13.64	-34.76	58.61
	1/8 L	-27.46	-4.85	27.22	13.64	-22.16	0.00
	1/4 L	-27.46	1.29	13.64	13.64	-13.04	0.00
	3/8 L	-27.46	4.94	13.64	22.60	-4.14	0.00
	1/2 L	-27.46	6.14	13.64	29.72	4.69	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A

COMB 029	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-24.05	-13.45	49.40	13.64	-35.78	58.61
	1/8 L	-24.05	-4.89	32.49	13.64	-26.87	58.61
	1/4 L	-24.05	1.26	13.64	13.64	-18.02	0.00
	3/8 L	-24.05	4.97	13.64	24.64	-9.09	0.00
	1/2 L	-24.05	6.23	13.64	31.35	-0.11	0.00
LATERAL	1 L	-35.78	-13.45	34.56	14.40	24.05	0.00
	7/8 L	-36.30	-6.28	24.71	14.40	18.73	0.00
	3/4 L	-36.70	-0.94	14.40	14.40	13.09	0.00
	5/8 L	-37.11	2.45	14.40	14.40	7.13	0.00
	1/2 L	-37.52	3.80	14.40	14.40	0.85	0.00
	3/8 L	-37.93	2.98	14.40	14.40	-5.75	0.00
	1/4 L	-38.34	-0.09	14.40	14.40	-12.67	0.00
	1/8 L	-38.74	-5.54	18.14	14.40	-19.91	0.00
	0 L	-39.26	-13.47	33.51	14.40	-27.47	0.00
SOLERA	0 L	-27.47	-13.47	45.94	13.64	-34.17	58.61
	1/8 L	-27.47	-4.90	27.30	13.64	-21.89	0.00
	1/4 L	-27.47	1.16	13.64	13.64	-12.94	0.00
	3/8 L	-27.47	4.78	13.64	21.50	-4.17	0.00
	1/2 L	-27.47	6.00	13.64	28.98	4.56	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A

COMB 030	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-15.43	-7.18	28.23	13.64	-15.85	0.00
	1/8 L	-15.43	-3.40	21.31	13.64	-11.81	0.00
	1/4 L	-15.43	-0.70	13.64	13.64	-7.87	0.00
	3/8 L	-15.43	0.91	13.64	13.64	-3.94	0.00
	1/2 L	-15.43	1.45	13.64	13.64	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-15.85	-7.18	23.88	14.40	15.43	0.00
	7/8 L	-16.23	-2.58	14.40	14.40	12.00	0.00
	3/4 L	-16.54	0.84	14.40	14.40	8.35	0.00
	5/8 L	-16.84	3.00	14.40	14.40	4.50	0.00
	1/2 L	-17.14	3.83	14.40	19.12	0.42	0.00
	3/8 L	-17.44	3.26	14.40	14.60	-3.86	0.00
	1/4 L	-17.75	1.22	14.40	14.40	-8.36	0.00
	1/8 L	-18.05	-2.37	14.40	14.40	-13.07	0.00
	0 L	-18.43	-7.56	24.08	14.40	-17.99	0.00
SOLERA	0 L	-17.99	-7.56	27.34	13.64	-15.94	0.00
	1/8 L	-17.99	-3.56	18.15	13.64	-10.12	0.00
	1/4 L	-17.99	-0.70	13.64	13.64	-5.92	0.00
	3/8 L	-17.99	1.01	13.64	13.64	-1.76	0.00
	1/2 L	-17.99	1.57	13.64	13.64	2.38	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A

COMB 031	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-21.19	-10.21	37.58	13.64	-23.26	0.00
	1/8 L	-21.19	-4.66	28.04	13.64	-17.37	0.00
	1/4 L	-21.19	-0.69	13.64	13.64	-11.58	0.00
	3/8 L	-21.19	1.68	13.64	13.64	-5.79	0.00
	1/2 L	-21.19	2.47	13.64	13.64	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-23.26	-10.21	30.56	14.40	21.19	0.00
	7/8 L	-23.64	-3.88	18.53	14.40	16.56	0.00
	3/4 L	-23.94	0.85	14.40	14.40	11.61	0.00
	5/8 L	-24.24	3.87	14.40	14.71	6.35	0.00
	1/2 L	-24.55	5.07	14.40	23.24	0.76	0.00
	3/8 L	-24.85	4.34	14.40	17.98	-5.15	0.00
	1/4 L	-25.15	1.58	14.40	14.40	-11.37	0.00
	1/8 L	-25.45	-3.31	14.40	14.40	-17.92	0.00
	0 L	-25.83	-10.46	30.33	14.40	-24.78	0.00
SOLERA	0 L	-24.78	-10.46	34.21	13.64	-22.45	0.00
	1/8 L	-24.78	-4.82	23.28	13.64	-14.34	0.00
	1/4 L	-24.78	-0.81	13.64	13.64	-8.43	0.00
	3/8 L	-24.78	1.59	13.64	13.64	-2.59	0.00
	1/2 L	-24.78	2.38	13.64	13.64	3.22	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Qv_A + 1.50×Ti-A

COMB 032	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-11.33	-7.75	31.24	13.64	-23.95	0.00
	1/8 L	-11.33	-2.03	21.84	13.64	-17.88	0.00
	1/4 L	-11.33	2.05	13.64	13.64	-11.93	0.00
	3/8 L	-11.33	4.50	13.64	27.90	-5.97	0.00
	1/2 L	-11.33	5.32	13.64	31.73	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-23.95	-7.75	24.40	14.40	11.33	0.00
	7/8 L	-24.46	-4.35	18.28	14.40	8.93	0.00
	3/4 L	-24.87	-1.79	14.40	14.40	6.33	0.00
	5/8 L	-25.28	-0.13	14.40	14.40	3.51	0.00
	1/2 L	-25.69	0.54	14.40	14.40	0.48	0.00
	3/8 L	-26.10	0.17	14.40	14.40	-2.76	0.00
	1/4 L	-26.50	-1.33	14.40	14.40	-6.22	0.00
	1/8 L	-26.91	-4.03	14.40	14.40	-9.89	0.00
	0 L	-27.43	-7.98	21.49	14.40	-13.78	0.00
SOLERA	0 L	-13.78	-7.98	29.71	13.64	-23.60	0.00
	1/8 L	-13.78	-2.08	16.27	13.64	-14.77	0.00
	1/4 L	-13.78	2.06	13.64	13.64	-8.59	0.00
	3/8 L	-13.78	4.51	13.64	26.86	-2.60	0.00
	1/2 L	-13.78	5.32	13.64	30.92	3.31	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_A + 1.50×Ti-A

COMB 033	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-17.09	-10.78	42.21	13.64	-31.36	58.61
	1/8 L	-17.09	-3.29	28.38	13.64	-23.43	0.00
	1/4 L	-17.09	2.06	13.64	13.64	-15.63	0.00
	3/8 L	-17.09	5.27	13.64	29.44	-7.82	0.00
	1/2 L	-17.09	6.34	13.64	35.18	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-31.36	-10.78	30.69	14.40	17.09	0.00
	7/8 L	-31.87	-5.65	23.00	14.40	13.50	0.00
	3/4 L	-32.28	-1.77	14.40	14.40	9.59	0.00
	5/8 L	-32.69	0.74	14.40	14.40	5.36	0.00
	1/2 L	-33.09	1.78	14.40	14.40	0.82	0.00
	3/8 L	-33.50	1.25	14.40	14.40	-4.05	0.00
	1/4 L	-33.91	-0.96	14.40	14.40	-9.24	0.00
	1/8 L	-34.32	-4.97	16.61	14.40	-14.74	0.00
	0 L	-34.83	-10.88	27.91	14.40	-20.57	0.00
SOLERA	0 L	-20.57	-10.88	37.57	13.64	-30.11	0.00
	1/8 L	-20.57	-3.34	21.83	13.64	-19.00	0.00
	1/4 L	-20.57	1.95	13.64	13.64	-11.11	0.00
	3/8 L	-20.57	5.09	13.64	27.04	-3.44	0.00
	1/2 L	-20.57	6.13	13.64	32.04	4.14	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Qv_B + 1.50×Ti-A

COMB 034	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-11.32	-7.68	31.11	13.64	-23.51	0.00
	1/8 L	-11.32	-2.06	21.83	13.64	-17.61	0.00
	1/4 L	-11.32	1.96	13.64	13.64	-11.80	0.00
	3/8 L	-11.32	4.40	13.64	27.34	-5.95	0.00
	1/2 L	-11.32	5.22	13.64	31.34	-0.07	0.00
LATERAL	1 L	-23.51	-7.68	24.24	14.40	11.32	0.00
	7/8 L	-24.03	-4.29	18.10	14.40	8.93	0.00
	3/4 L	-24.43	-1.72	14.40	14.40	6.33	0.00
	5/8 L	-24.84	-0.07	14.40	14.40	3.51	0.00
	1/2 L	-25.25	0.60	14.40	14.40	0.48	0.00
	3/8 L	-25.66	0.22	14.40	14.40	-2.77	0.00
	1/4 L	-26.07	-1.28	14.40	14.40	-6.23	0.00
	1/8 L	-26.47	-3.97	14.40	14.40	-9.90	0.00
	0 L	-26.99	-7.93	21.38	14.40	-13.78	0.00
SOLERA	0 L	-13.78	-7.93	29.60	13.64	-23.25	0.00
	1/8 L	-13.78	-2.11	16.33	13.64	-14.61	0.00
	1/4 L	-13.78	1.99	13.64	13.64	-8.53	0.00
	3/8 L	-13.78	4.42	13.64	26.33	-2.62	0.00
	1/2 L	-13.78	5.23	13.64	30.53	3.23	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_B + 1.50×Ti-A

COMB 035	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-17.08	-10.72	42.02	13.64	-30.92	0.00
	1/8 L	-17.08	-3.32	28.37	13.64	-23.17	0.00
	1/4 L	-17.08	1.97	13.64	13.64	-15.51	0.00
	3/8 L	-17.08	5.16	13.64	28.93	-7.80	0.00
	1/2 L	-17.08	6.24	13.64	34.47	-0.07	0.00
LATERAL	1 L	-30.92	-10.72	30.56	14.40	17.08	0.00
	7/8 L	-31.43	-5.59	22.83	14.40	13.49	0.00
	3/4 L	-31.84	-1.71	14.40	14.40	9.59	0.00
	5/8 L	-32.25	0.80	14.40	14.40	5.36	0.00
	1/2 L	-32.66	1.84	14.40	14.40	0.81	0.00
	3/8 L	-33.06	1.31	14.40	14.40	-4.05	0.00
	1/4 L	-33.47	-0.91	14.40	14.40	-9.24	0.00
	1/8 L	-33.88	-4.92	16.47	14.40	-14.75	0.00
	0 L	-34.40	-10.82	27.93	14.40	-20.57	0.00
SOLERA	0 L	-20.57	-10.82	37.39	13.64	-29.76	0.00
	1/8 L	-20.57	-3.37	21.88	13.64	-18.83	0.00
	1/4 L	-20.57	1.88	13.64	13.64	-11.04	0.00
	3/8 L	-20.57	5.00	13.64	26.50	-3.46	0.00
	1/2 L	-20.57	6.04	13.64	31.69	4.07	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_A + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A

COMB 036	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-21.22	-11.82	45.37	13.64	-31.36	0.00
	1/8 L	-21.22	-4.33	30.33	13.64	-23.43	0.00
	1/4 L	-21.22	1.02	13.64	13.64	-15.63	0.00
	3/8 L	-21.22	4.23	13.64	21.18	-7.82	0.00
	1/2 L	-21.22	5.30	13.64	27.91	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-31.36	-11.82	32.00	14.40	21.22	0.00
	7/8 L	-31.87	-5.47	21.82	14.40	16.60	0.00
	3/4 L	-32.28	-0.73	14.40	14.40	11.65	0.00
	5/8 L	-32.69	2.30	14.40	14.40	6.38	0.00
	1/2 L	-33.09	3.51	14.40	14.40	0.80	0.00
	3/8 L	-33.50	2.79	14.40	14.40	-5.11	0.00
	1/4 L	-33.91	0.05	14.40	14.40	-11.34	0.00
	1/8 L	-34.32	-4.84	15.55	14.40	-17.88	0.00
	0 L	-34.83	-11.97	31.19	14.40	-24.75	0.00
SOLERA	0 L	-24.75	-11.97	41.05	13.64	-30.19	0.00
	1/8 L	-24.75	-4.41	24.71	13.64	-19.15	0.00
	1/4 L	-24.75	0.93	13.64	13.64	-11.23	0.00
	3/8 L	-24.75	4.10	13.64	18.08	-3.48	0.00
	1/2 L	-24.75	5.15	13.64	25.42	4.19	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_B + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A

COMB 037	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-21.22	-11.75	45.14	13.64	-30.92	0.00
	1/8 L	-21.22	-4.36	30.32	13.64	-23.17	0.00
	1/4 L	-21.22	0.94	13.64	13.64	-15.51	0.00
	3/8 L	-21.22	4.13	13.64	20.44	-7.80	0.00
	1/2 L	-21.22	5.21	13.64	27.38	-0.07	0.00
LATERAL	1 L	-30.92	-11.75	31.98	14.40	21.22	0.00
	7/8 L	-31.43	-5.41	21.64	14.40	16.59	0.00
	3/4 L	-31.84	-0.67	14.40	14.40	11.65	0.00
	5/8 L	-32.25	2.35	14.40	14.40	6.38	0.00
	1/2 L	-32.66	3.56	14.40	14.40	0.79	0.00
	3/8 L	-33.06	2.85	14.40	14.40	-5.11	0.00
	1/4 L	-33.47	0.10	14.40	14.40	-11.34	0.00
	1/8 L	-33.88	-4.78	15.41	14.40	-17.89	0.00
	0 L	-34.40	-11.92	31.20	14.40	-24.75	0.00
SOLERA	0 L	-24.75	-11.92	40.88	13.64	-29.83	0.00
	1/8 L	-24.75	-4.44	24.76	13.64	-18.98	0.00
	1/4 L	-24.75	0.86	13.64	13.64	-11.17	0.00
	3/8 L	-24.75	4.01	13.64	17.34	-3.50	0.00
	1/2 L	-24.75	5.06	13.64	24.87	4.11	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×S =>

COMB 038	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-9.57	-7.20	32.12	13.64	-17.26	0.00
	1/8 L	-9.57	-3.04	26.14	13.64	-13.22	0.00
	1/4 L	-9.57	0.04	13.64	13.64	-9.28	0.00
	3/8 L	-9.57	2.05	13.64	13.64	-5.35	0.00
	1/2 L	-9.57	2.97	13.64	19.04	-1.41	0.00
LATERAL	1 L	-17.26	-7.20	26.87	14.40	9.52	0.00
	7/8 L	-17.64	-4.30	22.11	14.40	7.79	0.00
	3/4 L	-17.94	-1.99	14.40	14.40	5.94	0.00
	5/8 L	-18.25	-0.33	14.40	14.40	3.97	0.00
	1/2 L	-18.55	0.65	14.40	14.40	1.87	0.00
	3/8 L	-18.85	0.91	14.40	14.40	-0.36	0.00
	1/4 L	-19.15	0.40	14.40	14.40	-2.70	0.00
	1/8 L	-19.46	-0.92	14.40	14.40	-5.18	0.00
	0 L	-19.84	-3.09	14.40	14.40	-7.77	0.00
SOLERA	0 L	-15.48	-3.09	13.64	13.64	-16.13	0.00
	1/8 L	-15.48	0.78	13.64	13.64	-7.80	0.00
	1/4 L	-15.48	2.95	13.64	14.94	-2.47	0.00
	3/8 L	-15.48	3.65	13.64	20.43	2.18	0.00
	1/2 L	-15.48	3.09	13.64	16.10	6.24	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>

COMB 039	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-10.49	-7.43	32.45	13.64	-17.26	0.00
	1/8 L	-10.49	-3.27	26.63	13.64	-13.22	0.00
	1/4 L	-10.49	-0.19	13.64	13.64	-9.28	0.00
	3/8 L	-10.49	1.82	13.64	13.64	-5.35	0.00
	1/2 L	-10.49	2.74	13.64	16.68	-1.41	0.00
LATERAL	1 L	-17.26	-7.43	27.04	14.40	10.44	0.00
	7/8 L	-17.64	-4.26	21.85	14.40	8.48	0.00
	3/4 L	-17.94	-1.76	14.40	14.40	6.40	0.00
	5/8 L	-18.25	0.01	14.40	14.40	4.19	0.00
	1/2 L	-18.55	1.03	14.40	14.40	1.86	0.00
	3/8 L	-18.85	1.25	14.40	14.40	-0.59	0.00
	1/4 L	-19.15	0.62	14.40	14.40	-3.17	0.00
	1/8 L	-19.46	-0.89	14.40	14.40	-5.87	0.00
	0 L	-19.84	-3.33	14.40	14.40	-8.70	0.00
SOLERA	0 L	-16.41	-3.33	13.64	13.64	-16.14	0.00
	1/8 L	-16.41	0.54	13.64	13.64	-7.84	0.00
	1/4 L	-16.41	2.72	13.64	13.64	-2.49	0.00
	3/8 L	-16.41	3.43	13.64	18.22	2.17	0.00
	1/2 L	-16.41	2.87	13.64	13.65	6.25	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 1.00×S =>

COMB 040	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-9.60	-7.56	33.38	13.64	-18.98	0.00
	1/8 L	-9.60	-2.98	26.74	13.64	-14.51	0.00
	1/4 L	-9.60	0.40	13.64	13.64	-10.15	0.00
	3/8 L	-9.60	2.58	13.64	16.00	-5.78	0.00
	1/2 L	-9.60	3.56	13.64	23.17	-1.41	0.00
LATERAL	1 L	-18.98	-7.56	27.97	14.40	9.55	0.00
	7/8 L	-19.36	-4.64	23.38	14.40	7.82	0.00
	3/4 L	-19.66	-2.33	14.40	14.40	5.97	0.00
	5/8 L	-19.96	-0.66	14.40	14.40	3.99	0.00
	1/2 L	-20.27	0.33	14.40	14.40	1.89	0.00
	3/8 L	-20.57	0.60	14.40	14.40	-0.33	0.00
	1/4 L	-20.87	0.10	14.40	14.40	-2.68	0.00
	1/8 L	-21.17	-1.21	14.40	14.40	-5.15	0.00
	0 L	-21.55	-3.36	14.40	14.40	-7.74	0.00
SOLERA	0 L	-15.45	-3.36	13.64	13.64	-17.61	0.00
	1/8 L	-15.45	0.87	13.64	13.64	-8.73	0.00
	1/4 L	-15.45	3.29	13.64	17.71	-3.01	0.00
	3/8 L	-15.45	4.14	13.64	23.81	2.00	0.00
	1/2 L	-15.45	3.63	13.64	20.26	6.42	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 1.00×S =>

COMB 041	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-9.60	-7.54	33.33	13.64	-18.88	0.00
	1/8 L	-9.60	-2.98	26.74	13.64	-14.45	0.00
	1/4 L	-9.60	0.38	13.64	13.64	-10.12	0.00
	3/8 L	-9.60	2.56	13.64	15.81	-5.77	0.00
	1/2 L	-9.60	3.54	13.64	23.03	-1.42	0.00
LATERAL	1 L	-18.88	-7.54	27.94	14.40	9.55	0.00
	7/8 L	-19.26	-4.63	23.34	14.40	7.82	0.00
	3/4 L	-19.56	-2.32	14.40	14.40	5.97	0.00
	5/8 L	-19.87	-0.64	14.40	14.40	3.99	0.00
	1/2 L	-20.17	0.35	14.40	14.40	1.89	0.00
	3/8 L	-20.47	0.61	14.40	14.40	-0.33	0.00
	1/4 L	-20.77	0.11	14.40	14.40	-2.68	0.00
	1/8 L	-21.08	-1.20	14.40	14.40	-5.15	0.00
	0 L	-21.46	-3.35	14.40	14.40	-7.74	0.00
SOLERA	0 L	-15.45	-3.35	13.64	13.64	-17.53	0.00
	1/8 L	-15.45	0.86	13.64	13.64	-8.69	0.00
	1/4 L	-15.45	3.27	13.64	17.58	-2.99	0.00
	3/8 L	-15.45	4.12	13.64	23.67	2.00	0.00
	1/2 L	-15.45	3.61	13.64	20.11	6.40	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>

COMB 042	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-10.52	-7.79	34.02	13.64	-18.98	0.00
	1/8 L	-10.52	-3.21	27.21	13.64	-14.51	0.00
	1/4 L	-10.52	0.17	13.64	13.64	-10.15	0.00
	3/8 L	-10.52	2.35	13.64	13.64	-5.78	0.00
	1/2 L	-10.52	3.33	13.64	21.08	-1.41	0.00
LATERAL	1 L	-18.98	-7.79	28.13	14.40	10.47	0.00
	7/8 L	-19.36	-4.60	23.13	14.40	8.51	0.00
	3/4 L	-19.66	-2.10	14.40	14.40	6.43	0.00
	5/8 L	-19.96	-0.31	14.40	14.40	4.22	0.00
	1/2 L	-20.27	0.72	14.40	14.40	1.89	0.00
	3/8 L	-20.57	0.94	14.40	14.40	-0.56	0.00
	1/4 L	-20.87	0.32	14.40	14.40	-3.14	0.00
	1/8 L	-21.17	-1.18	14.40	14.40	-5.85	0.00
	0 L	-21.55	-3.61	14.40	14.40	-8.67	0.00
SOLERA	0 L	-16.38	-3.61	13.64	13.64	-17.63	0.00
	1/8 L	-16.38	0.63	13.64	13.64	-8.76	0.00
	1/4 L	-16.38	3.06	13.64	15.27	-3.03	0.00
	3/8 L	-16.38	3.92	13.64	21.82	1.99	0.00
	1/2 L	-16.38	3.41	13.64	18.05	6.43	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>

COMB 043	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-10.52	-7.77	33.98	13.64	-18.88	0.00
	1/8 L	-10.52	-3.21	27.21	13.64	-14.45	0.00
	1/4 L	-10.52	0.15	13.64	13.64	-10.12	0.00
	3/8 L	-10.52	2.33	13.64	13.64	-5.77	0.00
	1/2 L	-10.52	3.31	13.64	20.94	-1.42	0.00
LATERAL	1 L	-18.88	-7.77	28.10	14.40	10.47	0.00
	7/8 L	-19.26	-4.59	23.09	14.40	8.51	0.00
	3/4 L	-19.56	-2.08	14.40	14.40	6.43	0.00
	5/8 L	-19.87	-0.30	14.40	14.40	4.22	0.00
	1/2 L	-20.17	0.73	14.40	14.40	1.89	0.00
	3/8 L	-20.47	0.95	14.40	14.40	-0.57	0.00
	1/4 L	-20.77	0.34	14.40	14.40	-3.14	0.00
	1/8 L	-21.08	-1.17	14.40	14.40	-5.85	0.00
	0 L	-21.46	-3.59	14.40	14.40	-8.67	0.00
SOLERA	0 L	-16.38	-3.59	13.64	13.64	-17.55	0.00
	1/8 L	-16.38	0.62	13.64	13.64	-8.72	0.00
	1/4 L	-16.38	3.04	13.64	15.13	-3.02	0.00
	3/8 L	-16.38	3.90	13.64	21.68	1.99	0.00
	1/2 L	-16.38	3.39	13.64	17.90	6.41	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×S <=

COMB 044	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-9.57	-4.12	14.90	13.64	-14.44	0.00
	1/8 L	-9.57	-0.72	13.64	13.64	-10.40	0.00
	1/4 L	-9.57	1.59	13.64	13.64	-6.47	0.00
	3/8 L	-9.57	2.82	13.64	17.88	-2.53	0.00
	1/2 L	-9.57	2.97	13.64	19.04	1.41	0.00
LATERAL	1 L	-14.44	-4.12	14.40	14.40	9.63	0.00
	7/8 L	-14.83	-1.29	14.40	14.40	7.23	0.00
	3/4 L	-15.13	0.70	14.40	14.40	4.63	0.00
	5/8 L	-15.43	1.79	14.40	14.40	1.81	0.00
	1/2 L	-15.73	1.89	14.40	14.40	-1.22	0.00
	3/8 L	-16.03	0.95	14.40	14.40	-4.46	0.00
	1/4 L	-16.34	-1.12	14.40	14.40	-7.92	0.00
	1/8 L	-16.64	-4.38	25.07	14.40	-11.59	0.00
	0 L	-17.02	-8.91	31.80	14.40	-15.48	0.00
SOLERA	0 L	-15.48	-8.91	38.01	13.64	-15.87	0.00
	1/8 L	-15.48	-4.74	29.85	13.64	-12.66	0.00
	1/4 L	-15.48	-1.24	13.64	13.64	-9.57	0.00
	3/8 L	-15.48	1.41	13.64	13.64	-6.01	0.00
	1/2 L	-15.48	3.09	13.64	16.10	-1.95	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=

COMB 045	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-10.49	-4.35	15.00	13.64	-14.44	0.00
	1/8 L	-10.49	-0.95	13.64	13.64	-10.40	0.00
	1/4 L	-10.49	1.35	13.64	13.64	-6.47	0.00
	3/8 L	-10.49	2.59	13.64	15.44	-2.53	0.00
	1/2 L	-10.49	2.74	13.64	16.68	1.41	0.00
LATERAL	1 L	-14.44	-4.35	14.40	14.40	10.55	0.00
	7/8 L	-14.83	-1.25	14.40	14.40	7.92	0.00
	3/4 L	-15.13	0.94	14.40	14.40	5.09	0.00
	5/8 L	-15.43	2.13	14.40	14.40	2.04	0.00
	1/2 L	-15.73	2.28	14.40	14.40	-1.22	0.00
	3/8 L	-16.03	1.29	14.40	14.40	-4.70	0.00
	1/4 L	-16.34	-0.90	14.40	14.40	-8.39	0.00
	1/8 L	-16.64	-4.35	25.48	14.40	-12.29	0.00
	0 L	-17.02	-9.15	32.42	14.40	-16.41	0.00
SOLERA	0 L	-16.41	-9.15	38.76	13.64	-15.89	0.00
	1/8 L	-16.41	-4.97	30.30	13.64	-12.70	0.00
	1/4 L	-16.41	-1.47	13.64	13.64	-9.60	0.00
	3/8 L	-16.41	1.19	13.64	13.64	-6.02	0.00
	1/2 L	-16.41	2.87	13.64	13.65	-1.94	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 1.00×S <=

COMB 046	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-9.60	-4.47	16.90	13.64	-16.16	0.00
	1/8 L	-9.60	-0.66	13.64	13.64	-11.70	0.00
	1/4 L	-9.60	1.94	13.64	13.64	-7.33	0.00
	3/8 L	-9.60	3.35	13.64	21.74	-2.96	0.00
	1/2 L	-9.60	3.56	13.64	23.17	1.41	0.00
LATERAL	1 L	-16.16	-4.47	14.40	14.40	9.65	0.00
	7/8 L	-16.54	-1.63	14.40	14.40	7.26	0.00
	3/4 L	-16.85	0.37	14.40	14.40	4.66	0.00
	5/8 L	-17.15	1.46	14.40	14.40	1.84	0.00
	1/2 L	-17.45	1.58	14.40	14.40	-1.19	0.00
	3/8 L	-17.75	0.64	14.40	14.40	-4.44	0.00
	1/4 L	-18.06	-1.42	14.40	14.40	-7.89	0.00
	1/8 L	-18.36	-4.67	25.06	14.40	-11.57	0.00
	0 L	-18.74	-9.19	31.79	14.40	-15.45	0.00
SOLERA	0 L	-15.45	-9.19	39.24	13.64	-17.36	0.00
	1/8 L	-15.45	-4.65	30.02	13.64	-13.59	0.00
	1/4 L	-15.45	-0.90	13.64	13.64	-10.11	0.00
	3/8 L	-15.45	1.90	13.64	13.64	-6.19	0.00
	1/2 L	-15.45	3.63	13.64	20.26	-1.77	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 1.00×S <=

COMB 047	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-9.60	-4.46	16.83	13.64	-16.07	0.00
	1/8 L	-9.60	-0.67	13.64	13.64	-11.64	0.00
	1/4 L	-9.60	1.92	13.64	13.64	-7.30	0.00
	3/8 L	-9.60	3.33	13.64	21.59	-2.96	0.00
	1/2 L	-9.60	3.54	13.64	23.03	1.39	0.00
LATERAL	1 L	-16.07	-4.46	14.40	14.40	9.65	0.00
	7/8 L	-16.45	-1.62	14.40	14.40	7.26	0.00
	3/4 L	-16.75	0.38	14.40	14.40	4.66	0.00
	5/8 L	-17.05	1.48	14.40	14.40	1.84	0.00
	1/2 L	-17.35	1.59	14.40	14.40	-1.19	0.00
	3/8 L	-17.66	0.66	14.40	14.40	-4.44	0.00
	1/4 L	-17.96	-1.40	14.40	14.40	-7.89	0.00
	1/8 L	-18.26	-4.66	25.09	14.40	-11.57	0.00
	0 L	-18.64	-9.18	31.81	14.40	-15.45	0.00
SOLERA	0 L	-15.45	-9.18	39.20	13.64	-17.28	0.00
	1/8 L	-15.45	-4.66	30.02	13.64	-13.55	0.00
	1/4 L	-15.45	-0.91	13.64	13.64	-10.09	0.00
	3/8 L	-15.45	1.88	13.64	13.64	-6.19	0.00
	1/2 L	-15.45	3.61	13.64	20.11	-1.79	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=

COMB 048	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-10.52	-4.70	17.11	13.64	-16.16	0.00
	1/8 L	-10.52	-0.89	13.64	13.64	-11.70	0.00
	1/4 L	-10.52	1.71	13.64	13.64	-7.33	0.00
	3/8 L	-10.52	3.12	13.64	19.55	-2.96	0.00
	1/2 L	-10.52	3.33	13.64	21.08	1.41	0.00
LATERAL	1 L	-16.16	-4.70	14.40	14.40	10.57	0.00
	7/8 L	-16.54	-1.59	14.40	14.40	7.95	0.00
	3/4 L	-16.85	0.60	14.40	14.40	5.12	0.00
	5/8 L	-17.15	1.81	14.40	14.40	2.07	0.00
	1/2 L	-17.45	1.96	14.40	14.40	-1.20	0.00
	3/8 L	-17.75	0.98	14.40	14.40	-4.67	0.00
	1/4 L	-18.06	-1.19	14.40	14.40	-8.36	0.00
	1/8 L	-18.36	-4.64	25.47	14.40	-12.26	0.00
	0 L	-18.74	-9.43	32.42	14.40	-16.38	0.00
SOLERA	0 L	-16.38	-9.43	40.00	13.64	-17.37	0.00
	1/8 L	-16.38	-4.89	30.46	13.64	-13.62	0.00
	1/4 L	-16.38	-1.12	13.64	13.64	-10.14	0.00
	3/8 L	-16.38	1.68	13.64	13.64	-6.20	0.00
	1/2 L	-16.38	3.41	13.64	18.05	-1.76	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=

COMB 049	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-10.52	-4.69	17.02	13.64	-16.07	0.00
	1/8 L	-10.52	-0.90	13.64	13.64	-11.64	0.00
	1/4 L	-10.52	1.69	13.64	13.64	-7.30	0.00
	3/8 L	-10.52	3.10	13.64	19.39	-2.96	0.00
	1/2 L	-10.52	3.31	13.64	20.94	1.39	0.00
LATERAL	1 L	-16.07	-4.69	14.40	14.40	10.57	0.00
	7/8 L	-16.45	-1.58	14.40	14.40	7.95	0.00
	3/4 L	-16.75	0.61	14.40	14.40	5.11	0.00
	5/8 L	-17.05	1.82	14.40	14.40	2.07	0.00
	1/2 L	-17.35	1.97	14.40	14.40	-1.20	0.00
	3/8 L	-17.66	1.00	14.40	14.40	-4.67	0.00
	1/4 L	-17.96	-1.18	14.40	14.40	-8.36	0.00
	1/8 L	-18.26	-4.63	25.49	14.40	-12.26	0.00
	0 L	-18.64	-9.42	32.43	14.40	-16.38	0.00
SOLERA	0 L	-16.38	-9.42	39.96	13.64	-17.29	0.00
	1/8 L	-16.38	-4.89	30.47	13.64	-13.58	0.00
	1/4 L	-16.38	-1.14	13.64	13.64	-10.12	0.00
	3/8 L	-16.38	1.66	13.64	13.64	-6.20	0.00
	1/2 L	-16.38	3.39	13.64	17.90	-1.78	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>

COMB 050	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-9.58	-7.20	32.12	13.64	-17.26	0.00
	1/8 L	-9.58	-3.04	26.15	13.64	-13.22	0.00
	1/4 L	-9.58	0.04	13.64	13.64	-9.28	0.00
	3/8 L	-9.58	2.04	13.64	13.64	-5.35	0.00
	1/2 L	-9.58	2.97	13.64	19.03	-1.41	0.00
LATERAL	1 L	-17.26	-7.20	26.88	14.40	9.52	0.00
	7/8 L	-17.64	-4.30	22.11	14.40	7.80	0.00
	3/4 L	-17.94	-1.99	14.40	14.40	5.95	0.00
	5/8 L	-18.25	-0.33	14.40	14.40	3.97	0.00
	1/2 L	-18.55	0.65	14.40	14.40	1.87	0.00
	3/8 L	-18.85	0.91	14.40	14.40	-0.35	0.00
	1/4 L	-19.15	0.40	14.40	14.40	-2.70	0.00
	1/8 L	-19.46	-0.91	14.40	14.40	-5.17	0.00
	0 L	-19.84	-3.08	14.40	14.40	-7.77	0.00
SOLERA	0 L	-15.47	-3.08	13.64	13.64	-16.11	0.00
	1/8 L	-15.47	0.78	13.64	13.64	-7.76	0.00
	1/4 L	-15.47	2.94	13.64	14.91	-2.43	0.00
	3/8 L	-15.47	3.65	13.64	20.38	2.21	0.00
	1/2 L	-15.47	3.08	13.64	16.04	6.27	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>

COMB 051	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-10.50	-7.43	32.45	13.64	-17.26	0.00
	1/8 L	-10.50	-3.27	26.64	13.64	-13.22	0.00
	1/4 L	-10.50	-0.19	13.64	13.64	-9.28	0.00
	3/8 L	-10.50	1.81	13.64	13.64	-5.35	0.00
	1/2 L	-10.50	2.74	13.64	16.66	-1.41	0.00
LATERAL	1 L	-17.26	-7.43	27.04	14.40	10.44	0.00
	7/8 L	-17.64	-4.26	21.85	14.40	8.49	0.00
	3/4 L	-17.94	-1.76	14.40	14.40	6.40	0.00
	5/8 L	-18.25	0.02	14.40	14.40	4.20	0.00
	1/2 L	-18.55	1.03	14.40	14.40	1.87	0.00
	3/8 L	-18.85	1.25	14.40	14.40	-0.59	0.00
	1/4 L	-19.15	0.63	14.40	14.40	-3.17	0.00
	1/8 L	-19.46	-0.88	14.40	14.40	-5.87	0.00
	0 L	-19.84	-3.32	14.40	14.40	-8.70	0.00
SOLERA	0 L	-16.40	-3.32	13.64	13.64	-16.12	0.00
	1/8 L	-16.40	0.54	13.64	13.64	-7.79	0.00
	1/4 L	-16.40	2.72	13.64	13.64	-2.46	0.00
	3/8 L	-16.40	3.43	13.64	18.16	2.20	0.00
	1/2 L	-16.40	2.86	13.64	13.64	6.28	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>

COMB 052	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-9.60	-7.56	33.39	13.64	-18.98	0.00
	1/8 L	-9.60	-2.98	26.75	13.64	-14.51	0.00
	1/4 L	-9.60	0.40	13.64	13.64	-10.15	0.00
	3/8 L	-9.60	2.58	13.64	15.98	-5.78	0.00
	1/2 L	-9.60	3.56	13.64	23.16	-1.41	0.00
LATERAL	1 L	-18.98	-7.56	27.98	14.40	9.55	0.00
	7/8 L	-19.36	-4.64	23.38	14.40	7.82	0.00
	3/4 L	-19.66	-2.33	14.40	14.40	5.97	0.00
	5/8 L	-19.96	-0.65	14.40	14.40	4.00	0.00
	1/2 L	-20.27	0.34	14.40	14.40	1.90	0.00
	3/8 L	-20.57	0.60	14.40	14.40	-0.32	0.00
	1/4 L	-20.87	0.11	14.40	14.40	-2.67	0.00
	1/8 L	-21.17	-1.20	14.40	14.40	-5.14	0.00
	0 L	-21.55	-3.36	14.40	14.40	-7.74	0.00
SOLERA	0 L	-15.45	-3.36	13.64	13.64	-17.59	0.00
	1/8 L	-15.45	0.87	13.64	13.64	-8.68	0.00
	1/4 L	-15.45	3.28	13.64	17.68	-2.97	0.00
	3/8 L	-15.45	4.14	13.64	23.76	2.03	0.00
	1/2 L	-15.45	3.62	13.64	20.20	6.44	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>

COMB 053	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-9.60	-7.54	33.34	13.64	-18.88	0.00
	1/8 L	-9.60	-2.99	26.74	13.64	-14.45	0.00
	1/4 L	-9.60	0.38	13.64	13.64	-10.12	0.00
	3/8 L	-9.60	2.55	13.64	15.79	-5.77	0.00
	1/2 L	-9.60	3.54	13.64	23.02	-1.42	0.00
LATERAL	1 L	-18.88	-7.54	27.95	14.40	9.55	0.00
	7/8 L	-19.26	-4.63	23.35	14.40	7.82	0.00
	3/4 L	-19.56	-2.31	14.40	14.40	5.97	0.00
	5/8 L	-19.87	-0.64	14.40	14.40	4.00	0.00
	1/2 L	-20.17	0.35	14.40	14.40	1.90	0.00
	3/8 L	-20.47	0.62	14.40	14.40	-0.33	0.00
	1/4 L	-20.77	0.12	14.40	14.40	-2.67	0.00
	1/8 L	-21.08	-1.19	14.40	14.40	-5.15	0.00
	0 L	-21.46	-3.34	14.40	14.40	-7.74	0.00
SOLERA	0 L	-15.45	-3.34	13.64	13.64	-17.51	0.00
	1/8 L	-15.45	0.86	13.64	13.64	-8.64	0.00
	1/4 L	-15.45	3.27	13.64	17.55	-2.96	0.00
	3/8 L	-15.45	4.12	13.64	23.63	2.03	0.00
	1/2 L	-15.45	3.60	13.64	20.06	6.43	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>

COMB 054	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-10.52	-7.79	34.03	13.64	-18.98	0.00
	1/8 L	-10.52	-3.21	27.22	13.64	-14.51	0.00
	1/4 L	-10.52	0.17	13.64	13.64	-10.15	0.00
	3/8 L	-10.52	2.35	13.64	13.64	-5.78	0.00
	1/2 L	-10.52	3.33	13.64	21.07	-1.41	0.00
LATERAL	1 L	-18.98	-7.79	28.14	14.40	10.47	0.00
	7/8 L	-19.36	-4.60	23.13	14.40	8.51	0.00
	3/4 L	-19.66	-2.10	14.40	14.40	6.43	0.00
	5/8 L	-19.96	-0.31	14.40	14.40	4.22	0.00
	1/2 L	-20.27	0.72	14.40	14.40	1.89	0.00
	3/8 L	-20.57	0.95	14.40	14.40	-0.56	0.00
	1/4 L	-20.87	0.33	14.40	14.40	-3.14	0.00
	1/8 L	-21.17	-1.17	14.40	14.40	-5.84	0.00
	0 L	-21.55	-3.60	14.40	14.40	-8.67	0.00
SOLERA	0 L	-16.37	-3.60	13.64	13.64	-17.61	0.00
	1/8 L	-16.37	0.63	13.64	13.64	-8.72	0.00
	1/4 L	-16.37	3.06	13.64	15.24	-3.00	0.00
	3/8 L	-16.37	3.92	13.64	21.77	2.02	0.00
	1/2 L	-16.37	3.40	13.64	17.99	6.45	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>

COMB 055	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-10.52	-7.77	33.98	13.64	-18.88	0.00
	1/8 L	-10.52	-3.22	27.22	13.64	-14.45	0.00
	1/4 L	-10.52	0.15	13.64	13.64	-10.12	0.00
	3/8 L	-10.52	2.32	13.64	13.64	-5.77	0.00
	1/2 L	-10.52	3.31	13.64	20.92	-1.42	0.00
LATERAL	1 L	-18.88	-7.77	28.11	14.40	10.47	0.00
	7/8 L	-19.26	-4.59	23.10	14.40	8.51	0.00
	3/4 L	-19.56	-2.08	14.40	14.40	6.43	0.00
	5/8 L	-19.87	-0.30	14.40	14.40	4.22	0.00
	1/2 L	-20.17	0.73	14.40	14.40	1.89	0.00
	3/8 L	-20.47	0.96	14.40	14.40	-0.56	0.00
	1/4 L	-20.77	0.34	14.40	14.40	-3.14	0.00
	1/8 L	-21.08	-1.16	14.40	14.40	-5.84	0.00
	0 L	-21.46	-3.59	14.40	14.40	-8.67	0.00
SOLERA	0 L	-16.38	-3.59	13.64	13.64	-17.53	0.00
	1/8 L	-16.38	0.63	13.64	13.64	-8.68	0.00
	1/4 L	-16.38	3.04	13.64	15.10	-2.98	0.00
	3/8 L	-16.38	3.90	13.64	21.63	2.02	0.00
	1/2 L	-16.38	3.38	13.64	17.84	6.44	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

COMB 056	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-9.58	-4.12	14.91	13.64	-14.44	0.00
	1/8 L	-9.58	-0.73	13.64	13.64	-10.40	0.00
	1/4 L	-9.58	1.58	13.64	13.64	-6.47	0.00
	3/8 L	-9.58	2.81	13.64	17.87	-2.53	0.00
	1/2 L	-9.58	2.97	13.64	19.03	1.41	0.00
LATERAL	1 L	-14.44	-4.12	14.40	14.40	9.63	0.00
	7/8 L	-14.83	-1.29	14.40	14.40	7.24	0.00
	3/4 L	-15.13	0.70	14.40	14.40	4.63	0.00
	5/8 L	-15.43	1.79	14.40	14.40	1.82	0.00
	1/2 L	-15.73	1.90	14.40	14.40	-1.22	0.00
	3/8 L	-16.03	0.95	14.40	14.40	-4.46	0.00
	1/4 L	-16.34	-1.11	14.40	14.40	-7.92	0.00
	1/8 L	-16.64	-4.38	25.02	14.40	-11.59	0.00
	0 L	-17.02	-8.90	31.76	14.40	-15.47	0.00
SOLERA	0 L	-15.47	-8.90	37.96	13.64	-15.85	0.00
	1/8 L	-15.47	-4.74	29.82	13.64	-12.62	0.00
	1/4 L	-15.47	-1.24	13.64	13.64	-9.53	0.00
	3/8 L	-15.47	1.40	13.64	13.64	-5.98	0.00
	1/2 L	-15.47	3.08	13.64	16.04	-1.93	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

COMB 057	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-10.50	-4.35	15.01	13.64	-14.44	0.00
	1/8 L	-10.50	-0.96	13.64	13.64	-10.40	0.00
	1/4 L	-10.50	1.35	13.64	13.64	-6.47	0.00
	3/8 L	-10.50	2.58	13.64	15.43	-2.53	0.00
	1/2 L	-10.50	2.74	13.64	16.66	1.41	0.00
LATERAL	1 L	-14.44	-4.35	14.40	14.40	10.55	0.00
	7/8 L	-14.83	-1.25	14.40	14.40	7.93	0.00
	3/4 L	-15.13	0.94	14.40	14.40	5.09	0.00
	5/8 L	-15.43	2.14	14.40	14.40	2.04	0.00
	1/2 L	-15.73	2.28	14.40	14.40	-1.22	0.00
	3/8 L	-16.03	1.30	14.40	14.40	-4.70	0.00
	1/4 L	-16.34	-0.89	14.40	14.40	-8.38	0.00
	1/8 L	-16.64	-4.35	25.43	14.40	-12.29	0.00
	0 L	-17.02	-9.15	32.39	14.40	-16.40	0.00
SOLERA	0 L	-16.40	-9.15	38.71	13.64	-15.87	0.00
	1/8 L	-16.40	-4.97	30.27	13.64	-12.65	0.00
	1/4 L	-16.40	-1.47	13.64	13.64	-9.56	0.00
	3/8 L	-16.40	1.18	13.64	13.64	-5.99	0.00
	1/2 L	-16.40	2.86	13.64	13.64	-1.92	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

COMB 058	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-9.60	-4.47	16.90	13.64	-16.16	0.00
	1/8 L	-9.60	-0.67	13.64	13.64	-11.70	0.00
	1/4 L	-9.60	1.94	13.64	13.64	-7.33	0.00
	3/8 L	-9.60	3.35	13.64	21.73	-2.96	0.00
	1/2 L	-9.60	3.56	13.64	23.16	1.41	0.00
LATERAL	1 L	-16.16	-4.47	14.40	14.40	9.66	0.00
	7/8 L	-16.54	-1.63	14.40	14.40	7.27	0.00
	3/4 L	-16.85	0.37	14.40	14.40	4.66	0.00
	5/8 L	-17.15	1.47	14.40	14.40	1.84	0.00
	1/2 L	-17.45	1.58	14.40	14.40	-1.19	0.00
	3/8 L	-17.75	0.65	14.40	14.40	-4.43	0.00
	1/4 L	-18.06	-1.41	14.40	14.40	-7.89	0.00
	1/8 L	-18.36	-4.66	25.01	14.40	-11.56	0.00
	0 L	-18.74	-9.18	31.76	14.40	-15.45	0.00
SOLERA	0 L	-15.45	-9.18	39.19	13.64	-17.33	0.00
	1/8 L	-15.45	-4.65	29.98	13.64	-13.54	0.00
	1/4 L	-15.45	-0.90	13.64	13.64	-10.07	0.00
	3/8 L	-15.45	1.89	13.64	13.64	-6.16	0.00
	1/2 L	-15.45	3.62	13.64	20.20	-1.75	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

COMB 059	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-9.60	-4.46	16.84	13.64	-16.07	0.00
	1/8 L	-9.60	-0.67	13.64	13.64	-11.64	0.00
	1/4 L	-9.60	1.92	13.64	13.64	-7.30	0.00
	3/8 L	-9.60	3.32	13.64	21.57	-2.96	0.00
	1/2 L	-9.60	3.54	13.64	23.02	1.39	0.00
LATERAL	1 L	-16.07	-4.46	14.40	14.40	9.66	0.00
	7/8 L	-16.45	-1.62	14.40	14.40	7.27	0.00
	3/4 L	-16.75	0.38	14.40	14.40	4.66	0.00
	5/8 L	-17.05	1.48	14.40	14.40	1.84	0.00
	1/2 L	-17.35	1.60	14.40	14.40	-1.19	0.00
	3/8 L	-17.66	0.66	14.40	14.40	-4.43	0.00
	1/4 L	-17.96	-1.40	14.40	14.40	-7.89	0.00
	1/8 L	-18.26	-4.65	25.04	14.40	-11.56	0.00
	0 L	-18.64	-9.17	31.77	14.40	-15.45	0.00
SOLERA	0 L	-15.45	-9.17	39.15	13.64	-17.26	0.00
	1/8 L	-15.45	-4.65	29.99	13.64	-13.50	0.00
	1/4 L	-15.45	-0.92	13.64	13.64	-10.06	0.00
	3/8 L	-15.45	1.87	13.64	13.64	-6.16	0.00
	1/2 L	-15.45	3.60	13.64	20.06	-1.77	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

COMB 060	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-10.52	-4.70	17.11	13.64	-16.16	0.00
	1/8 L	-10.52	-0.90	13.64	13.64	-11.70	0.00
	1/4 L	-10.52	1.71	13.64	13.64	-7.33	0.00
	3/8 L	-10.52	3.12	13.64	19.54	-2.96	0.00
	1/2 L	-10.52	3.33	13.64	21.07	1.41	0.00
LATERAL	1 L	-16.16	-4.70	14.40	14.40	10.58	0.00
	7/8 L	-16.54	-1.59	14.40	14.40	7.95	0.00
	3/4 L	-16.85	0.60	14.40	14.40	5.12	0.00
	5/8 L	-17.15	1.81	14.40	14.40	2.07	0.00
	1/2 L	-17.45	1.96	14.40	14.40	-1.19	0.00
	3/8 L	-17.75	0.99	14.40	14.40	-4.67	0.00
	1/4 L	-18.06	-1.19	14.40	14.40	-8.36	0.00
	1/8 L	-18.36	-4.63	25.42	14.40	-12.26	0.00
	0 L	-18.74	-9.42	32.38	14.40	-16.37	0.00
SOLERA	0 L	-16.37	-9.42	39.94	13.64	-17.35	0.00
	1/8 L	-16.37	-4.88	30.43	13.64	-13.57	0.00
	1/4 L	-16.37	-1.13	13.64	13.64	-10.10	0.00
	3/8 L	-16.37	1.67	13.64	13.64	-6.17	0.00
	1/2 L	-16.37	3.40	13.64	17.99	-1.74	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

COMB 061	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-10.52	-4.69	17.02	13.64	-16.07	0.00
	1/8 L	-10.52	-0.90	13.64	13.64	-11.64	0.00
	1/4 L	-10.52	1.69	13.64	13.64	-7.30	0.00
	3/8 L	-10.52	3.09	13.64	19.37	-2.96	0.00
	1/2 L	-10.52	3.31	13.64	20.92	1.39	0.00
LATERAL	1 L	-16.07	-4.69	14.40	14.40	10.58	0.00
	7/8 L	-16.45	-1.58	14.40	14.40	7.95	0.00
	3/4 L	-16.75	0.62	14.40	14.40	5.12	0.00
	5/8 L	-17.05	1.83	14.40	14.40	2.07	0.00
	1/2 L	-17.35	1.98	14.40	14.40	-1.19	0.00
	3/8 L	-17.66	1.00	14.40	14.40	-4.67	0.00
	1/4 L	-17.96	-1.17	14.40	14.40	-8.36	0.00
	1/8 L	-18.26	-4.62	25.45	14.40	-12.26	0.00
	0 L	-18.64	-9.41	32.40	14.40	-16.38	0.00
SOLERA	0 L	-16.38	-9.41	39.90	13.64	-17.27	0.00
	1/8 L	-16.38	-4.89	30.44	13.64	-13.54	0.00
	1/4 L	-16.38	-1.15	13.64	13.64	-10.08	0.00
	3/8 L	-16.38	1.65	13.64	13.64	-6.17	0.00
	1/2 L	-16.38	3.38	13.64	17.84	-1.76	0.00

9. ENVOLVENTE DE CUANTÍAS

ENV	Sección (m)	Us,e (t)	R,e (t/m)	Us,i (t)	R,i (t/m)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	49.40	7.18	13.64	7.18	58.61
	1/8 L	32.49	7.18	13.64	7.18	58.61
	1/4 L	13.64	7.18	19.10	7.18	0.00
	3/8 L	13.64	7.18	39.23	7.18	0.00
	1/2 L	13.64	7.18	48.72	7.18	0.00
LATERAL	1 L	34.61	7.58	14.40	7.58	0.00
	7/8 L	26.76	7.58	14.40	7.58	0.00
	3/4 L	14.40	7.58	15.05	7.58	0.00
	5/8 L	14.40	7.58	22.30	7.58	0.00
	1/2 L	14.40	7.58	29.80	7.58	0.00
	3/8 L	14.40	7.58	24.91	7.58	0.00
	1/4 L	14.40	7.58	14.40	7.58	0.00
	1/8 L	25.49	7.58	14.40	7.58	0.00
	0 L	33.59	7.58	14.40	7.58	0.00
SOLERA	0 L	46.04	7.18	13.64	7.18	58.61
	1/8 L	30.47	7.18	13.64	7.18	0.00
	1/4 L	21.52	7.18	17.71	7.18	0.00
	3/8 L	13.64	7.18	35.28	7.18	0.00
	1/2 L	13.64	7.18	44.33	7.18	0.00

Acero = 122.91 kp/ml Hormigón = 1.84 m³/ml

10. ENVOLVENTE DE CUANTÍAS SIN CONSIDERAR EL EFECTO DEL AXIL

	SECCION	ENVOLVENTE MOMENTOS MAXIMOS M(tm)	ENVOLVENTE DE CUANTÍAS t/pieza
DINTEL	0 L	-13.56	-46.74
	E0	*-10.24*	*-35.15*
	E1	*-9.15*	*-37.97*
	E2	*-8.1*	*-42.51*
	E3	*-7.09*	*-50.77*
	1/8 L	-4.89	-34.59
	2/8L	3.13	21.94
	3/8 L	6.88	49.2
	4/8 L	8.13	58.56
LATERALES	0 L	-13.56	-54.46
	E0	*-11.46*	*-45.85*
	E1	*-10.35*	*-48.21*
	E2	*-9.27*	*-50.26*
	E3	*-8.44*	*-56.75*
	1/8 L	-6.68	-44.41
	2/8L	1.82	11.84
	3/8 L	4.9	32.36
	4/8 L	6.2	42.21
	5/8 L	5.35	35.41
	6/8 L	2.24	14.6
	7/8 L	-4.35	-28.61
	E3	*-5.6*	*-37.11*
	E2	*-6.42*	*-34.48*
	E1	*-7.61*	*-41.03*
	E0	*-8.86*	*-35.29*
	L	-13.51	-54.26
SOLERA	0 L	-13.59	-46.89
	E0	*-10.27*	*-35.28*
	E1	*-9.18*	*-38.13*
	E2	*-8.13*	*-42.73*
	E3	*-7.13*	*-51.17*
	1/8 L	-4.89	-34.65
	2/8L	3.29	23.1
	3/8 L	6.62	47.37
	4/8 L	7.81	56.28

11. TENSIONES POR COMBINACIÓN: BASE DE LA SOLERA (kp/cm²)

COMB	0 L	1/8 L	1/4 L	3/8 L	1/2 L	5/8 L	3/4 L	7/8 L	1 L
C001	0.14	0.16	0.17	0.18	0.20	0.21	0.24	0.26	0.29
C002	0.29	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14
C003	-0.13	-0.03	0.06	0.14	0.21	0.28	0.36	0.44	0.53
C004	0.53	0.44	0.36	0.28	0.21	0.14	0.06	-0.03	-0.13
C005	0.17	0.21	0.24	0.26	0.28	0.30	0.33	0.35	0.37
C006	0.37	0.35	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.21	0.17
C007	0.67	0.64	0.61	0.59	0.58	0.59	0.61	0.64	0.67
C008	0.88	0.88	0.86	0.84	0.83	0.84	0.86	0.88	0.88
C009	0.85	0.87	0.87	0.86	0.85	0.86	0.87	0.87	0.85
C010	1.32	1.28	1.23	1.19	1.18	1.19	1.23	1.28	1.32
C011	1.28	1.25	1.20	1.17	1.16	1.18	1.22	1.27	1.32
C012	1.29	1.27	1.23	1.21	1.19	1.21	1.23	1.27	1.29
C013	1.25	1.24	1.21	1.19	1.18	1.20	1.23	1.27	1.29
C014	0.93	0.92	0.90	0.88	0.88	0.88	0.90	0.92	0.93
C015	0.88	0.89	0.89	0.88	0.88	0.88	0.89	0.89	0.88
C016	1.34	1.30	1.25	1.22	1.20	1.22	1.25	1.30	1.34
C017	1.31	1.27	1.23	1.20	1.19	1.21	1.25	1.30	1.34
C018	1.31	1.29	1.26	1.23	1.22	1.23	1.26	1.29	1.31
C019	1.28	1.26	1.24	1.21	1.21	1.22	1.26	1.29	1.31
COMB	0 L	1/8 L	1/4 L	3/8 L	1/2 L	5/8 L	3/4 L	7/8 L	1 L
C020	0.91	0.91	0.90	0.89	0.89	0.89	0.90	0.91	0.91
C021	1.18	1.16	1.12	1.09	1.08	1.09	1.12	1.16	1.18
C022	1.16	1.14	1.11	1.08	1.07	1.09	1.12	1.16	1.19
C023	1.17	1.15	1.13	1.10	1.09	1.10	1.13	1.15	1.17
C024	1.15	1.14	1.11	1.09	1.09	1.10	1.12	1.15	1.17
C025	1.37	1.22	1.07	0.94	0.83	0.73	0.64	0.54	0.42
C026	1.36	1.22	1.07	0.94	0.83	0.73	0.64	0.54	0.42
C027	1.46	1.30	1.14	1.01	0.89	0.80	0.71	0.62	0.51
C028	1.45	1.29	1.14	1.00	0.89	0.80	0.71	0.62	0.51
C029	1.45	1.30	1.15	1.01	0.90	0.80	0.71	0.62	0.50
C030	1.44	1.29	1.14	1.01	0.90	0.80	0.71	0.62	0.51
C031	0.42	0.54	0.64	0.73	0.83	0.94	1.07	1.22	1.37
C032	0.42	0.54	0.64	0.73	0.83	0.94	1.07	1.22	1.36
C033	0.51	0.62	0.71	0.80	0.89	1.01	1.14	1.30	1.46
C034	0.50	0.62	0.71	0.80	0.89	1.01	1.14	1.30	1.46
C035	0.50	0.62	0.71	0.80	0.90	1.01	1.15	1.30	1.45
C036	0.50	0.61	0.71	0.80	0.90	1.01	1.15	1.30	1.45
C037	1.38	1.23	1.08	0.95	0.83	0.74	0.65	0.55	0.43
C038	1.37	1.22	1.08	0.95	0.84	0.74	0.65	0.55	0.43
C039	1.46	1.31	1.15	1.02	0.90	0.81	0.72	0.63	0.52
C040	1.46	1.30	1.15	1.01	0.90	0.81	0.72	0.63	0.52
C041	1.46	1.30	1.15	1.02	0.91	0.81	0.72	0.63	0.51
C042	1.45	1.30	1.15	1.02	0.90	0.81	0.72	0.63	0.51
C043	0.43	0.55	0.65	0.74	0.83	0.95	1.08	1.23	1.38
C044	0.43	0.55	0.65	0.74	0.84	0.95	1.08	1.22	1.37

C045	0.52	0.63	0.72	0.81	0.90	1.02	1.15	1.31	1.46
C046	0.51	0.62	0.72	0.80	0.90	1.02	1.15	1.31	1.46
C047	0.51	0.63	0.72	0.81	0.91	1.02	1.15	1.30	1.46
C048	0.51	0.62	0.72	0.81	0.90	1.02	1.15	1.30	1.46

12. ENVOLVENTE DE ABERTURAS DE FISURA

ENVOLVENTE	Sección (m)	Wk,e (mm)	Wk,i (mm)
DINTEL	0 L	0.084	0.007
	1/8 L	0.053	0.009
Wmax,e = 0.30 mm	1/4 L	0.000	0.021
Wmax,i = 0.30 mm	3/8 L	0.000	0.055
	1/2 L	0.000	0.068
LATERAL	1 L	0.092	0.002
	7/8 L	0.060	0.002
Wmax,e = 0.30 mm	3/4 L	0.011	0.003
Wmax,i = 0.30 mm	5/8 L	0.019	0.068
	1/2 L	0.019	0.095
	3/8 L	0.022	0.078
	1/4 L	0.014	0.015
	1/8 L	0.063	0.000
	0 L	0.111	0.000
SOLERA	0 L	0.101	0.001
	1/8 L	0.064	0.010
Wmax,e = 0.30 mm	1/4 L	0.000	0.026
Wmax,i = 0.30 mm	3/8 L	0.000	0.064
	1/2 L	0.000	0.079

13. DEFORMACIONES MÁXIMAS

	Dintel	Solera
Flecha instant.	0.088 cm	-0.077 cm
Flecha diferida	0.095 cm	-0.094 cm
Flecha TOTAL	0.183 cm	-0.171 cm

ANEXO 2: PLANILLA DE ARMADO

Obra: **LAV MADRID–FRANCIA. Tr.: La Sagrera–Nus de la Trinitat**
Cliente: **ISOLUX CORSÁN CORVIAM**

Documento: **ND_370_10**
Revisión: **C**
Fecha: **12/01/2011**

Geometría: MARCO CERRADO

Ancho L = **2.00 m**
Alto H = **2.50 m**
Espesor a = **0.18 m**
Espesor b = **0.18 m**
Espesor c = **0.19 m**
Cartela h = **0.10 m**
Cartela v = **0.15 m**
Longitud = **1.90 m**

Acciones:

× Cobertura = **3.50 m**
× CARGA GRAVITATORIA
× MARCO ÚNICO
× F.F.C.C. / UIC 71 (Tren 1000 kN)
(C. Impacto = 2.118)

Materiales:

Hormigón: **HA-35.0** Vida útil: **100 años**

Recubrimientos:	Dintel	Lateral	Solera
Exterior	25 mm IIa	25 mm IIa	25 mm IIa
Interior	25 mm IIa	25 mm IIa	25 mm IIa

Tipo de cemento: **NORMAL**
Acero B 500 SD (Barras corrugadas)

Acero: 134.66 kg/ml Hormigón: 1.84 m^3/ml

Marcado:

F3.5 ND_370_10

MARCAR CON TINTA LA PALABRA DINTEL EN LA CARA INTERIOR DEL MARCO Y A MEDIA ALTURA

MEDICIÓN DE ARMADURAS (total por pieza)

S = Distancia desde la cara exterior del marco hasta el centro del 1er estribo (espesor de la pared)

7905

CÁLCULO DE MARCO PREFABRICADO
Tráfico de Carreteras (IAP-98)
Marco Cerrado 2.00x2.50 18-19-18

Proyecto:

LAV MADRID-FRANCIAS. Tr.:La Sagrera-Nus de la Trinitat

Cliente:

ISOLUX CORSÁN CORVIAM

Documento: *ND_369_10*
Tipo marco: *Marco Cerrado 2.00x2.50 18-19-18 T-12.00 (G)*
Revisión: *D*
Fecha: *13/01/2011*

FORTE Hormigones Tecnológicos, s.l.

Autovía de Levante Km 52.5
03400 Villena (Alicante)
Tel: 902.400.150
Fax: 902.401.629
Web: http://www.forte.es

< FORTE Hormigones Tecnológicos, s.l. >

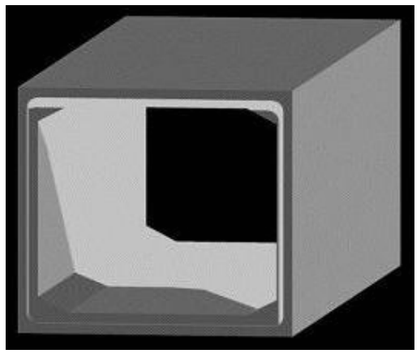
MEMORIA

1. OBJETO

La finalidad del presente estudio es el cálculo de los marcos prefabricados cerrados de hormigón armado que van a instalarse en la obra objeto del Proyecto constructivo **LAV MADRID-FRANCIAS. Tr.:La Sagrera-Nus de la Trinitat** de acuerdo a la petición hecha por D. Miguel Abellán, en representación de la empresa adjudicataria **ISOLUX CORSÁN CORVIAM**.

La estructura se diseña totalmente prefabricada y de tal manera que la sección transversal de cada módulo está compuesta por una única pieza con forma de marco. Dispone de dos losas horizontales: el dintel, capaz de soportar las acciones verticales, y la solera, encargada de la correcta transmisión de las cargas al terreno. Estos elementos se unen entre sí mediante dos hastiales verticales que soportan los empujes horizontales del terreno.

La geometría de la sección rectangular se ha acartelado en las esquinas con la intención de dar mayor rigidez a la estructura.



* Perspectiva genérica: el tipo de junta, machiembrada o plana, depende del marco ofertado.

2. NORMATIVA

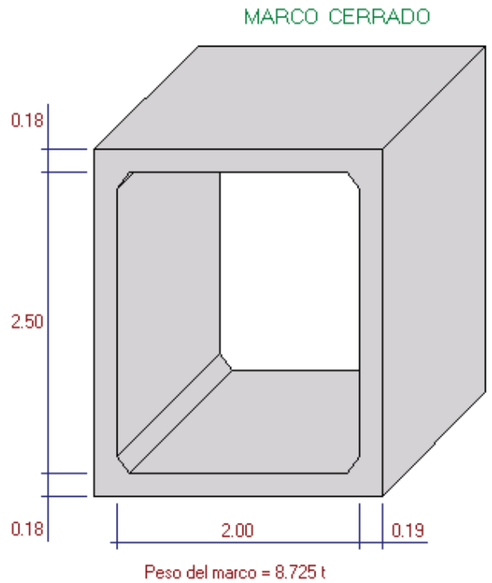
Para el dimensionado de la estructura incluida en el presente proyecto se han adoptado las disposiciones de las siguientes normas:

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08
- Eurocódigo 2 EN 1992-1-1:2003 (Proyecto de Estructuras de Hormigón: Reglas generales)
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera IAP-98
- Norma de construcción sismorresistente: Puentes NCSP-07

3. GEOMETRÍA

A partir de las indicaciones y de los planos facilitados por **ISOLUX CORSÁN CORVIAM**, y en base a las acciones previstas, se han establecido para la estructura las siguientes dimensiones:

- □ Luz libre horizontal ..... 2.00 m
- □ Luz libre vertical ..... 2.50 m
- □ Espesor del dintel ..... 0.18 m
- □ Espesor de la solera ..... 0.18 m
- □ Espesor de los laterales ..... 0.19 m
- □ Cartela horizontal ..... 0.10 m
- □ Cartela vertical ..... 0.15 m
- □ Longitud por pieza ..... 1.90 m



* Tolerancias dimensionales según Ficha Técnica

4. ACCIONES

De acuerdo con el apartado «2. Normativa» del presente documento se han considerado para las acciones los valores que se detallan en los siguientes puntos.

4.1. Carga permanente

Se ha calculado la estructura considerando que se encuentra enterrada bajo una capa de 0.50 m de firme más 11.50 m de relleno. Los pesos específicos adoptados para los distintos materiales han sido los siguientes

- □ Peso propio del hormigón armado ..... 2.50 t/m³
- □ Peso propio del acero corrugado ..... 7.85 t/m³
- □ Peso propio de las tierras ..... 2.00 t/m³
- □ Peso propio del firme ..... 2.40 t/m³

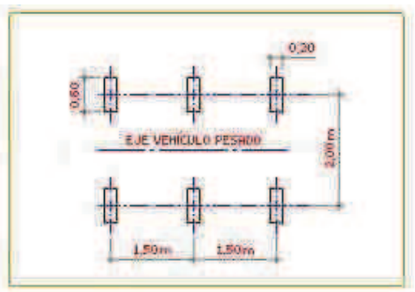
4.2. Sobrecarga de tráfico de Carreteras (IAP-98)

4.2.1. Tren de cargas

Se han considerado las componentes verticales del tren de cargas definido según las acciones siguientes actuando simultáneamente:

- □ Una sobrecarga uniforme de 4 kN/m² extendida en toda la plataforma del tablero o en parte de ella, según sea más desfavorable para el elemento en estudio.
- □ Uno o dos vehículos de 600 kN, cuyo eje longitudinal se considera paralelo al de la calzada, y formado cada uno por seis cargas de 100 kN.

  La separación entre cargas en sentido longitudinal es de 1.50 m, y en sentido transversal de 2.00 m. La superficie de apoyo sobre la que actúa cada carga es de 0.20 m, paralelamente al eje del vehículo, por 0.60 m de ancho (ver figura).



En todos los valores de las cargas definidas en este apartado se considera ya incluido el correspondiente coeficiente de impacto, que tiene en cuenta el carácter dinámico de las cargas, y que se suponen aplicadas estáticamente.

4.2.2. Reparto de cargas a través del relleno

En IAP-98 no se indica nada acerca del reparto de las cargas puntuales en función del espesor del relleno. Se ha empleado la teoría de BOUSSINESQ por ser una de las más aceptadas y conocidas.

4.3. Empujes

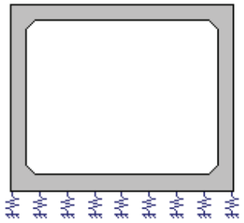
Se han caracterizado las acciones debidas al empuje del relleno mediante los siguientes parámetros:

- □ Peso específico del relleno γ ..... 2.00 t/m³
- □ Ángulo de rozamiento interno del relleno φ ..... 30.00 º
- □ Coeficiente de empuje horizontal en reposo Ko 0.500

Para determinar los empujes debidos a la acción del tráfico se ha aplicado, actuando en la parte superior del terraplén, una sobrecarga uniforme de 10 kN/m².

4.4. Módulo de balasto

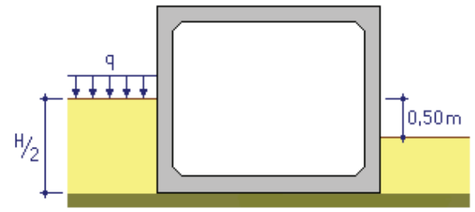
En el cálculo de la estructura se ha considerado la interacción suelo-cimiento disponiendo resortes en la base del marco. La constante elástica de estos muelles se ha determinado para una valor del módulo de balasto de 2100 t/m²/m.



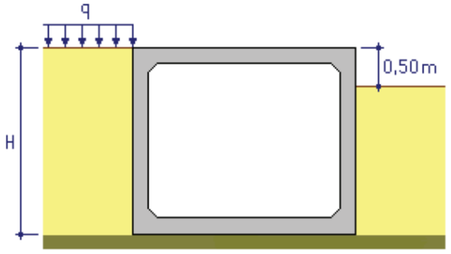
4.5. Acciones durante el montaje

Para evaluar las acciones derivadas del proceso constructivo se han comprobado las siguientes situaciones de montaje:

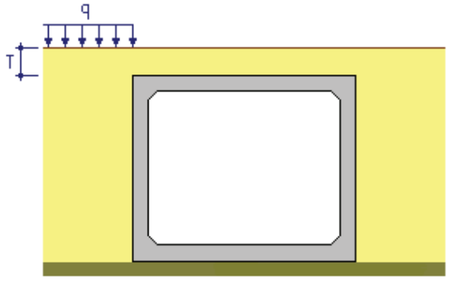
A) El relleno se encuentra, en uno de los hastiales, a la mitad de su altura y en fase de compactación (actúa una carga uniforme de 1 t/m²); en el otro hastial, el relleno está a una cota 0.50 m inferior y ya ha sido compactado.



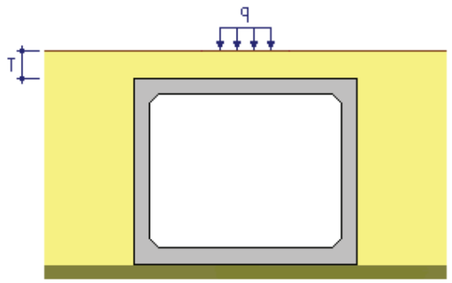
B) El relleno se encuentra, en uno de los hastiales, en toda su altura y en fase de compactación (actúa una carga uniforme de 1 t/m²); en el otro hastial, el relleno está a una cota 0.50 m inferior y ya ha sido compactado.



C) El relleno se encuentra, en uno de los hastiales, 0.40 m sobre el dintel y en fase de compactación (actúa una carga uniforme de 1 t/m²); en el otro hastial, el relleno está a la misma cota y ya ha sido compactado.



D) El relleno se encuentra a una cota de 0.40 m sobre el dintel y está siendo compactado en el centro del vano (actúa un vehículo formado por un eje de 20.00 t y 2.00 m de longitud).



4.6. Sismo

El apartado «8.6. Marcos enterrados» de NCSP-07 establece que si la montera de tierras sobre un marco es mayor que la mitad de su luz, el comportamiento en situación sísmica puede analizarse calculando la estructura sometida a los movimientos impuestos por la deformación sísmica del terreno en campo libre (compatibilidad cinemática entre la estructura y el terreno circundante).

Según este criterio, se ha supuesto que en el terreno se produce un campo de deformación tangencial uniforme con una deformación tangencial γ_s de valor:

$$\gamma_s = \frac{V_c}{V_s(a_c)}$$

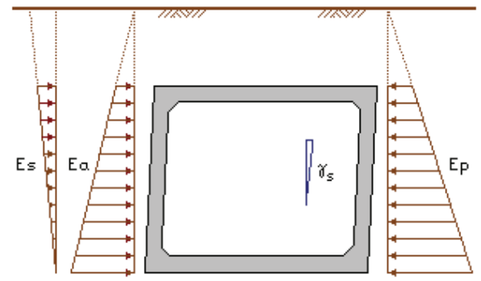
V_c Velocidad máxima del suelo.
$V_s(a_c)$ Velocidad de propagación de las ondas elásticas.

Para la obtención de la velocidad máxima del suelo (según NCSP-07) se ha caracterizado el sismo mediante los siguientes parámetros:

- □ Aceleración sísmica básica a_b ..... 0.04×g
- □ Coeficiente de contribución K 1.00
- □ Factor importancia estructura γ_I 1.30
- □ Periodo de retorno P_R ..... 500 años
- □ Coeficiente del terreno C 1.30

Resultando, según estos valores, una velocidad máxima del suelo de 0.06 m/s, y habiendo adoptado 750 m/s como velocidad de propagación de las ondas elásticas, se ha obtenido una deformación tangencial de 0.000074, tal y como se refleja en el anejo adjunto.

Asimismo, se ha considerado la actuación sobre uno de los hastiales del empuje activo de tierras (incluyendo la incidencia del sismo y siendo su sentido el mismo que el de la deformación tangencial), y sobre el otro hastial la respuesta del empuje pasivo (considerando solo la fracción de esta acción compatible con los desplazamientos previstos).



4.7. Sobrecarga por el interior

Se ha considerado una sobrecarga de valor 0,5 T/m^2 por el interior del marco.

5. MATERIALES. CONTROL DE EJECUCIÓN

5.1. Materiales

Las resistencias de los materiales adoptadas para el dimensionamiento del marco han sido las siguientes:

- □ Hormigón ..... HA-35.0 (35.0 N/mm²)
- □ Acero ..... B 500 SD (500 N/mm²)

Se ha previsto para los elementos prefabricados un control de fabricación INTENSO, y se han establecido los siguientes coeficientes de minoración para los materiales:

	E.L.U.	E.L.S.
□ Hormigón (γ_c)	1.50	1.00
□ Acero (γ_s)	1.15	1.00

5.2. Recubrimientos

EHE define como recubrimiento mínimo ($r_{mín}$) de una armadura pasiva aquel que debe cumplirse en cualquier punto de la misma. Además, para garantizar este valor mínimo, establece un valor nominal del recubrimiento (r_{nom}) definido como:

$$r_{nom} = r_{mín} + \Delta r$$

donde Δr es el margen de recubrimiento. En el caso de elementos prefabricados con control INTENSO, este valor vale 0 mm.

Según los criterios anteriores, y para la clase de exposición exigida a cada elemento estructural, se han fijado los siguientes recubrimientos mínimos y nominales para las armaduras:

	Dintel		Lateral		Solera	
	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior
Clase de exposición	IIa	IIa	IIa	IIa	IIa	IIa
Rec. mínimo ($r_{mín}$)	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm
Rec. nominal (r_{nom})	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm
Abertura de fisura ($w_{máx}$)	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm

5.3. Abertura de fisura

Para la combinación de acciones cuasipermanentes (hormigón armado) se ha comprobado que la abertura de fisura prevista en las distintas secciones era inferior a la máxima permitida $w_{máx}$ establecida por EHE en función de la clase de exposición exigida (ver tabla anterior).

5.4. Cementos especiales

El hormigón previsto para la fabricación de los marcos se ajustará a las prescripciones de dosificación y contenido de cemento que especifica EHE para cada tipo de exposición. Si fuera necesario disponer cemento sulforresistente, ISOLUX CORSÁN CORVIAM debe comunicarlo por escrito antes de que se inicie la fabricación.

5.5. Vida útil de la estructura

Se ha considerado, en función del tipo de estructura y de la normativa, que la vida útil nominal del elemento prefabricado ha de ser de 100 años.

6. COEF. PARCIALES DE SEGURIDAD. COMBINACIÓN DE ACCIONES

6.1. Clasificación de las acciones

En función de su variabilidad a lo largo del tiempo, se han clasificado las acciones como:

- Permanentes, al peso propio de la estructura.
- Permanentes de valor no constante, al peso del relleno y del firme sobre el dintel, al empuje del terreno sobre los hastiales.
- Variables, a la sobrecarga del tráfico sobre el dintel, al empuje generado por dicho tráfico sobre los hastiales.

6.2. Valores representativos de las acciones

Para la obtención de los valores representativos de las acciones variables se ha considerado el coeficiente $\Psi 0 = 0.60$ para el valor de combinación, y el coeficiente $\Psi 2 = 0.20$ para el valor cuasipermanente.

6.3. Coeficientes parciales de seguridad: E.L.U.

Como coeficientes parciales de seguridad de las acciones para las comprobaciones de los Estados Límite Últimos se han adoptado los valores reflejados en la tabla siguiente.

Tipo de acción	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente (γ_G)	1.00	1.35	1.00	1.00
Permanente no constante (γ_{G*})	1.00	1.50	1.00	1.00
Variable (γ_Q)	0.00	1.50	0.00	1.00
Accidental (γ_A)	- - -	- - -	1.00	1.00

6.4. Combinación de acciones: E.L.U.

Para las situaciones permanentes o transitorias se han comprobado las combinaciones definidas según la siguiente expresión:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j}\, G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j}\, G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1}\, Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i}\, \Psi_{0,i}\, Q_{k,i}$$

$G_{k,j}$ Valor característico de las acciones permanentes.
$G^*_{k,j}$ Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante.
$Q_{k,1}$ Valor característico de la acción variable determinante.
$\Psi_{0,i} Q_{k,i}$ Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes.

En cada combinación, por tanto, se han incluido las acciones permanentes, las acciones permanentes de valor no constante, una acción variable considerada como determinante, y el resto de acciones variables concomitantes.

La situación sísmica se ha comprobado, adicionalmente, con las combinaciones definidas según la siguiente expresión:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j}\, G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j}\, G^*_{k,j} + \gamma_A\, A_{E,k} + \sum_{i\geq 1} \gamma_{Q,i}\, \Psi_{2,i}\, Q_{k,i}$$

Con estas combinaciones, que están especificadas en el anejo adjunto, se ha comprobado el estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (Artículo 42 EHE) y el estado límite de agotamiento frente a cortante (Artículo 44 EHE).

6.5. Coeficientes parciales de seguridad: E.L.S.

Como coeficientes parciales de seguridad de las acciones para las comprobaciones de los Estados Límite de Servicio se han adoptado los valores reflejados en la tabla siguiente.

Tipo de acción	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente (γ_G)	1.00	1.00
Permanente no constante (γ_{G*})	1.00	1.00
Variable (γ_Q)	0.00	1.00

6.6. Combinación de acciones: E.L.S.

Para las situaciones cuasipermanentes se han comprobado las combinaciones definidas según la siguiente expresión:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j}\, G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j}\, G^*_{k,j} + \sum_{i\geq 1} \gamma_{Q,i}\, \Psi_{2,i}\, Q_{k,i}$$

$G_{k,j}$ Valor característico de las acciones permanentes.
$G^*_{k,j}$ Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante.
$\Psi_{2,i} Q_{k,i}$ Valor representativo cuasipermanente de las acciones variables.

Con estas combinaciones, que están especificadas en el anejo adjunto, se ha verificado el estado límite de fisuración (Artículo 49 EHE) y el estado límite de deformación (Artículo 50 EHE).

7. OTRAS CONSIDERACIONES

En la realización de este anejo se ha prestado especial interés a los siguientes aspectos:

- Cumplimiento de las prescripciones relativas al anclaje y solape de las armaduras.
- Cumplimiento de las prescripciones relativas al anclaje de cercos y armadura de cortante según Eurocódigo 2 EN 1992-1-1:2003, que en su artículo 8.5. indica lo siguiente:

  El anclaje se considerará satisfactorio en su totalidad:

  - Si la curvatura del gancho o de la patilla se extiende a lo largo de una longitud recta no menor de:

  5Ø ó 50 mm si es continuación de un ángulo de 135º o más.

  10Ø ó 70 mm si es continuación de un ángulo de 90º.

  - Si cerca del final de una barra recta existen:

  o dos barras transversales soldadas.

  o una barra transversal soldada sencilla cuyo diámetro no sea menor de 1.4 veces el diámetro del cerco.

8. CLASIFICACIÓN Y MARCADO

Para la buena organización y colocación en obra, los marcos dispondrán de un marcado en su interior con las siguientes claves:

FORTE XX

Fabricante / Código planta (VI, OR, CH ...)

CE-08-XXX-8001977-XX-1035

Marcado CE (Organismo notificado / Planta Fabricación)

UNE-EN 14844

200 x 250

Anchura interior x Altura interior (cm)

dd/mm/aa

Fecha de fabricación

XX-xx

Lote de control - Código planta

ND XXX xx

Nº de anejo asignado por la Oficina Técnica / Año de su elaboración

ANEXO 1: LISTADO DE CÁLCULO

MARCOS PREFABRICADOS - W2010 (12.10.2010)

Obra ..... LAV MADRID-FRANCIAS. Tr.:La Sagrera-Nus de la Trinitat
Cliente ..... ISOLUX CORSÁN CORVIAM
Descripción ..... Marco Cerrado 2.00x2.50 18-19-18 T-12.00 (G)

1. GEOMETRÍA

< Tipo de marco	CERRADO
< Luz horizontal	2.00 m
< Luz vertical	2.50 m
< Canto del dintel	0.18 m
< Canto de los laterales	0.19 m
< Canto de la solera	0.18 m
< Cartela horizontal	0.10 m
< Cartela vertical	0.15 m
< Pendiente transversal	0.00 %
< Longitud del marco	1.90 m
< Peso del marco	8.72 t

2. MONTAJE

2.1. Características del relleno

< Espesor del relleno	11.50 m
< Espesor del firme	0.50 m
< Ángulo de roz. del relleno	30.00 º
< Peso específico del relleno	2.00 t/m³
< Peso específico del firme	2.40 t/m³
< Módulo de balasto	2100 t/m²/m

2.2. Tipo de instalación

< MARCO ÚNICO
< CARGA GRAVITATORIA
(No se tiene en cuenta la teoría de Marston)

< Coef. de Marston	1.000
< Carga del relleno	24.200 t/m²
< Coef. empuje	0.500 (Reposo)

3. MATERIALES

3.1. Propiedades de los materiales

< Resistencia característica del hormigón	35.0 N/mm²			
< Límite elástico del acero	500 N/mm²			
< Distancia del paramento exterior al eje de la arm.	3.5	3.5	3.5 cm	(D / L / S)
< Distancia del paramento interior al eje de la arm.	3.5	3.5	3.5 cm	(D / L / S)

3.2. Coeficientes de ponderación

	E.L.U.	E.L.S.
< Coef de minoración del hormigón	1.50	1.00
< Coef de minoración del acero	1.15	1.00
< Coef de mayoración de ac. permanentes ctes	1.35	1.00
< Coef de mayoración de ac. permanentes no ctes	1.50	1.00
< Coef de mayoración de ac. variables	1.50	1.00
< Tipo de control durante la ejecución	INTENSO	
< Ac. variables: Valor de combinación Ψ0	0.60	
< Ac. variables: Valor cuasipermanente Ψ2	0.20	

4. ACCIONES

4.1. Tipo de tráfico

< CARRETERAS (600 kN + 4 kN/m2)
< 1 vehículo
< Coef. de impacto 1.000

4.2. Otras acciones

< Sobrecarga uniforme ..... 0.00 t/m²
< Cota del nivel freático ..... 0.00 m (desde la solera)

4.3. Acciones durante el montaje

< Espesor del relleno ..... 0.40 m
< Número de ejes del compactador 1
< Carga por eje ..... 20.00 t
< Longitud del eje ..... 2.00 m
< Distancia entre ejes ..... 1.50 m
< Empuje lateral del compactador ..... 1 t/m²

4.4. Acción sísmica

< Aceleración sísmica básica Ab/g 0.04
< Coeficiente de contribución K 1.00
< Factor de importancia 1.30
< Periodo de retorno ..... 500 años
< Coeficiente del terreno C 1.30
< Velocidad de las ondas elásticas ..... 750 m/s
< Aceleración sísmica de cálculo Ac ..... 0.531 m/s²
< Deformación tangencial ..... 0.074 rad×10-3
< Deformación horizontal del marco ..... 0.020 cm
< Coef. de empuje activo sísmico Kas 0.375
< Coef. de empuje pasivo sísmico Kps 0.500
< Fuerza estática equivalente F ..... 53 kp

5. COMBINACIONES DE ESFUERZOS

5.1. Rotura

C001) 1.35×Pp + 1.35×Am,1
C002) 1.35×Pp + 1.35×Am,2
C003) 1.35×Pp + 1.35×Am,3
C004) 1.35×Pp + 1.35×Am,4
C005) 1.35×Pp + 1.35×Am,5
C006) 1.35×Pp + 1.35×Am,6
C007) 1.35×Pp + 1.35×Am,7
C008) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r
C009) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r
C010) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r
C011) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ev,r
C012) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ev,r
C013) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_A
C014) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A
C015) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_B
C016) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B
C017) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 1.50×Ev,r
C018) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 1.50×Ev,r
C019) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ti-A
C020) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ti-A
C021) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ti-A
C022) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A
C023) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A
C024) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_A + 0.90×Ti-A
C025) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 0.90×Ti-A
C026) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_B + 0.90×Ti-A
C027) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 0.90×Ti-A
C028) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A
C029) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A
C030) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A
C031) 1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A
C032) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Qv_A + 1.50×Ti-A
C033) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_A + 1.50×Ti-A
C034) 1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Qv_B + 1.50×Ti-A
C035) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_B + 1.50×Ti-A
C036) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_A + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A
C037) 1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_B + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A
C038) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×S =>
C039) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>
C040) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 1.00×S =>
C041) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 1.00×S =>
C042) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>
C043) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>
C044) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×S <=
C045) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=
C046) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 1.00×S <=
C047) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 1.00×S <=
C048) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=

C049) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=
C050) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C051) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C052) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C053) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C054) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C055) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C056) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C057) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C058) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C059) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C060) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C061) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

5.2. Fisuración

C001) 1.00×Pp + 0.20×Am,1
C002) 1.00×Pp + 0.20×Am,2
C003) 1.00×Pp + 0.20×Am,3
C004) 1.00×Pp + 0.20×Am,4
C005) 1.00×Pp + 0.20×Am,5
C006) 1.00×Pp + 0.20×Am,6
C007) 1.00×Pp + 0.20×Am,7
C008) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r
C009) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ev,r
C010) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A
C011) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B
C012) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r
C013) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r
C014) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ti-A
C015) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C016) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A
C017) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A
C018) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C019) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A

5.3. Deformaciones (Instantánea / Diferida)

C001) 1.00×Pp + 1.00×Am,1
1.00×Pp + 1.00×Am,1
C002) 1.00×Pp + 1.00×Am,2
1.00×Pp + 1.00×Am,2
C003) 1.00×Pp + 1.00×Am,3
1.00×Pp + 1.00×Am,3
C004) 1.00×Pp + 1.00×Am,4
1.00×Pp + 1.00×Am,4
C005) 1.00×Pp + 1.00×Am,5
1.00×Pp + 1.00×Am,5
C006) 1.00×Pp + 1.00×Am,6
1.00×Pp + 1.00×Am,6
C007) 1.00×Pp + 1.00×Am,7
1.00×Pp + 1.00×Am,7
C008) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r

C009) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Ev,r
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ev,r
C010) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A
C011) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B
C012) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A + 1.00×Ev,r
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r
C013) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B + 1.00×Ev,r
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r
C014) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ti-A
C015) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Ev,r + 0.60×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C016) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A + 0.60×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A
C017) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B + 0.60×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A
C018) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A + 1.00×Ev,r + 0.60×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C019) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B + 1.00×Ev,r + 0.60×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C020) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Ev,r + 1.00×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C021) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_A + 1.00×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A
C022) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_B + 1.00×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A
C023) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_A + 0.60×Ev,r + 1.00×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A
C024) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_B + 0.60×Ev,r + 1.00×Ti-A
1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A

5.4. Tensiones sobre el terreno

C001) 1.00×Pp + 1.00×Am,1
C002) 1.00×Pp + 1.00×Am,2
C003) 1.00×Pp + 1.00×Am,3
C004) 1.00×Pp + 1.00×Am,4
C005) 1.00×Pp + 1.00×Am,5
C006) 1.00×Pp + 1.00×Am,6
C007) 1.00×Pp + 1.00×Am,7
C008) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r
C009) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Ev,r
C010) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A
C011) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B
C012) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A + 1.00×Ev,r
C013) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B + 1.00×Ev,r
C014) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Ti-A
C015) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Ev,r + 0.60×Ti-A
C016) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A + 0.60×Ti-A
C017) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B + 0.60×Ti-A

C018) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_A + 1.00×Ev,r + 0.60×Ti-A
C019) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.00×Qv_B + 1.00×Ev,r + 0.60×Ti-A
C020) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Ev,r + 1.00×Ti-A
C021) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_A + 1.00×Ti-A
C022) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_B + 1.00×Ti-A
C023) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_A + 0.60×Ev,r + 1.00×Ti-A
C024) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.60×Qv_B + 0.60×Ev,r + 1.00×Ti-A
C025) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×S =>
C026) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>
C027) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 1.00×S =>
C028) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 1.00×S =>
C029) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>
C030) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>
C031) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×S <=
C032) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=
C033) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 1.00×S <=
C034) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 1.00×S <=
C035) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=
C036) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=
C037) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C038) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C039) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C040) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C041) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C042) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>
C043) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C044) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C045) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C046) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C047) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=
C048) 1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

5.5. Hipótesis simples

Pp ..... Peso propio del marco prefabricado
Cr ..... Peso del relleno que gravita sobre el dintel
Er,r ..... Empuje horizontal de tierras sobre los laterales (reposo)
Qv_A..... Cargas sobre el dintel debidas a las sobrecargas (carro centrado)
Qv_B..... Cargas sobre el dintel debidas a las sobrecargas (carro desplazado)
Ev,r..... Empuje horizontal de las sobrecargas sobre los laterales (reposo)
Ti-A..... Acciones debidas al tráfico y/o a la presencia de agua en el interior
S =>..... Acciones debidas al sismo (==> izquierda)
S <=..... Acciones debidas al sismo (<== derecha)
Am,1 ..... Terraplenado: 1/2 H + Compactador (izq) --- 1/2 H - 0.50 m (der)
Am,2 ..... Terraplenado: 1/2 H - 0.50 m (izq) --- 1/2 H + Compactador (der)
Am,3 ..... Terraplenado: H + Compactador (izq) --- H - 0.50 m (der)
Am,4 ..... Terraplenado: H - 0.50 m (izq) --- H + Compactador (der)
Am,5 ..... Terraplenado: H + T + Compactador (izquierda)
Am,6 ..... Terraplenado: H + T + Compactador (derecha)
Am,7 ..... Terraplenado: H + T + Compactador (centrado)

6. OPCIONES DE CÁLCULO

< Peso específico del hormigón armado ..... 2.50 t/m³
< Incremento de peso de la armadura por despuntes ..... 0.0 %
< Inclinación de los estribos de cortante ..... 45.0 º
< Tensión máxima en las barras comprimidas ..... 400 N/mm²
< Armadura de reparto respecto a la principal ..... 25.0 %
< Cuantía geométrica mínima arm de reparto ..... 0.18 % de Ac
< Cuantía geométrica mínima arm long (laterales) ..... 0.18 % de Ac
< Cuantía geométrica mínima arm long (dintel/solera) ..... 0.18 % de Ac
< Cuantía mecánica mínima arm de tracción ..... 4.00 % de Uc

7. CRITERIOS DE ARMADO

< Armadura longitudinal según cuantía en dintel y solera
< Armadura longitudinal interior de refuerzo en dintel y solera
< Ref. interior distribuido en dos capas de distinta longitud
< Armadura longitudinal interior sin refuerzo en los laterales
< Escuadra de refuerzo exterior en las esquinas
< Escuadra de refuerzo exterior según cuantía en dintel y solera
< Longitud horizontal/vertical de la escuadra según cálculo
< Armadura de montaje (Mallazos arbitrarios)
< Armadura de cortante según cuantía en dintel y solera
< Armadura exterior de dintel y solera anclada a L/4
< Armadura exterior del lateral anclada a L/4

8. ESFUERZOS Y CUANTÍAS POR COMBINACIÓN

1.35×Pp + 1.35×Am,1

COMB 001	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-0.06	-0.06	13.64	13.64	-1.22	0.00
	1/8 L	-0.06	0.20	13.64	13.64	-0.76	0.00
	1/4 L	-0.06	0.37	13.64	13.64	-0.44	0.00
	3/8 L	-0.06	0.45	13.64	13.64	-0.13	0.00
	1/2 L	-0.06	0.44	13.64	13.64	0.19	0.00
LATERAL	1 L	-1.22	-0.06	14.40	14.40	0.06	0.00
	7/8 L	-1.73	-0.04	14.40	14.40	0.06	0.00
	3/4 L	-2.14	-0.02	14.40	14.40	0.06	0.00
	5/8 L	-2.55	0.00	14.40	14.40	0.06	0.00
	1/2 L	-2.95	0.02	14.40	14.40	0.06	0.00
	3/8 L	-3.36	-0.04	14.40	14.40	-0.51	0.00
	1/4 L	-3.77	-0.35	14.40	14.40	-1.37	0.00
	1/8 L	-4.18	-1.00	14.40	14.40	-2.52	0.00
	0 L	-4.69	-2.07	14.40	14.40	-3.96	0.00
SOLERA	0 L	-0.88	-2.07	14.90	13.64	-4.17	0.00
	1/8 L	-0.88	-0.95	13.64	13.64	-3.19	0.00
	1/4 L	-0.88	-0.04	13.64	13.64	-2.31	0.00
	3/8 L	-0.88	0.64	13.64	13.64	-1.35	0.00
	1/2 L	-0.88	1.05	13.64	13.64	-0.29	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,2

COMB 002	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-0.06	-0.47	13.64	13.64	-1.59	0.00
	1/8 L	-0.06	-0.11	13.64	13.64	-1.14	0.00
	1/4 L	-0.06	0.16	13.64	13.64	-0.82	0.00
	3/8 L	-0.06	0.34	13.64	13.64	-0.50	0.00
	1/2 L	-0.06	0.44	13.64	13.64	-0.19	0.00
LATERAL	1 L	-1.59	-0.47	14.40	14.40	0.06	0.00
	7/8 L	-2.10	-0.45	14.40	14.40	0.06	0.00
	3/4 L	-2.51	-0.43	14.40	14.40	0.06	0.00
	5/8 L	-2.92	-0.41	14.40	14.40	0.06	0.00
	1/2 L	-3.33	-0.39	14.40	14.40	0.06	0.00
	3/8 L	-3.74	-0.37	14.40	14.40	0.06	0.00
	1/4 L	-4.15	-0.35	14.40	14.40	-0.01	0.00
	1/8 L	-4.55	-0.40	14.40	14.40	-0.30	0.00
	0 L	-5.07	-0.59	14.40	14.40	-0.88	0.00
SOLERA	0 L	-0.88	-0.59	13.64	13.64	-4.00	0.00
	1/8 L	-0.88	0.40	13.64	13.64	-1.93	0.00
	1/4 L	-0.88	0.97	13.64	13.64	-0.58	0.00
	3/8 L	-0.88	1.18	13.64	13.64	0.61	0.00
	1/2 L	-0.88	1.05	13.64	13.64	1.67	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,3

COMB 003	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-2.78	0.37	13.64	13.64	-0.04	0.00
	1/8 L	-2.78	0.31	13.64	13.64	0.42	0.00
	1/4 L	-2.78	0.16	13.64	13.64	0.73	0.00
	3/8 L	-2.78	-0.09	13.64	13.64	1.05	0.00
	1/2 L	-2.78	-0.42	13.64	13.64	1.37	0.00
LATERAL	1 L	-0.04	0.37	14.40	14.40	2.78	0.00
	7/8 L	-0.55	1.22	14.40	14.40	2.21	0.00
	3/4 L	-0.96	1.82	14.40	15.05	1.34	0.00
	5/8 L	-1.37	2.09	14.40	16.77	0.19	0.00
	1/2 L	-1.78	1.92	14.40	15.22	-1.24	0.00
	3/8 L	-2.18	1.22	14.40	14.40	-2.97	0.00
	1/4 L	-2.59	-0.10	14.40	14.40	-4.98	0.00
	1/8 L	-3.00	-2.15	21.62	14.40	-7.28	0.00
	0 L	-3.51	-5.01	26.54	14.40	-9.87	0.00
SOLERA	0 L	-3.35	-5.01	31.20	13.64	-3.98	0.00
	1/8 L	-3.35	-3.80	29.66	13.64	-4.92	0.00
	1/4 L	-3.35	-2.41	21.52	13.64	-4.83	0.00
	3/8 L	-3.35	-1.04	13.64	13.64	-4.19	0.00
	1/2 L	-3.35	0.15	13.64	13.64	-3.05	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,4

COMB 004	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-2.78	-2.62	17.77	13.64	-2.77	0.00
	1/8 L	-2.78	-1.93	16.24	13.64	-2.31	0.00
	1/4 L	-2.78	-1.34	13.64	13.64	-2.00	0.00
	3/8 L	-2.78	-0.84	13.64	13.64	-1.68	0.00
	1/2 L	-2.78	-0.42	13.64	13.64	-1.37	0.00
LATERAL	1 L	-2.77	-2.62	15.54	14.40	2.78	0.00
	7/8 L	-3.28	-1.69	14.40	14.40	2.78	0.00
	3/4 L	-3.69	-0.76	14.40	14.40	2.71	0.00
	5/8 L	-4.10	0.10	14.40	14.40	2.42	0.00
	1/2 L	-4.51	0.82	14.40	14.40	1.84	0.00
	3/8 L	-4.92	1.30	14.40	14.40	0.97	0.00
	1/4 L	-5.32	1.44	14.40	14.40	-0.18	0.00
	1/8 L	-5.73	1.15	14.40	14.40	-1.62	0.00
	0 L	-6.25	0.32	14.40	14.40	-3.35	0.00
SOLERA	0 L	-3.35	0.32	13.64	13.64	-4.32	0.00
	1/8 L	-3.35	1.27	13.64	13.64	-0.49	0.00
	1/4 L	-3.35	1.45	13.64	13.64	1.71	0.00
	3/8 L	-3.35	1.02	13.64	13.64	3.36	0.00
	1/2 L	-3.35	0.15	13.64	13.64	4.51	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,5

COMB 005	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-5.55	-1.87	13.64	13.64	-3.34	0.00
	1/8 L	-5.55	-1.10	13.64	13.64	-2.32	0.00
	1/4 L	-5.55	-0.58	13.64	13.64	-1.45	0.00
	3/8 L	-5.55	-0.31	13.64	13.64	-0.57	0.00
	1/2 L	-5.55	-0.27	13.64	13.64	0.31	0.00
LATERAL	1 L	-3.34	-1.87	14.40	14.40	5.55	0.00
	7/8 L	-3.85	-0.17	14.40	14.40	4.56	0.00
	3/4 L	-4.26	1.15	14.40	14.40	3.28	0.00
	5/8 L	-4.67	2.00	14.40	14.40	1.71	0.00
	1/2 L	-5.08	2.27	14.40	15.56	-0.15	0.00
	3/8 L	-5.49	1.86	14.40	14.40	-2.30	0.00
	1/4 L	-5.89	0.69	14.40	14.40	-4.73	0.00
	1/8 L	-6.30	-1.34	14.40	14.40	-7.45	0.00
	0 L	-6.82	-4.33	19.11	14.40	-10.46	0.00
SOLERA	0 L	-10.46	-4.33	19.69	13.64	-6.20	0.00
	1/8 L	-10.46	-2.68	16.24	13.64	-4.82	0.00
	1/4 L	-10.46	-1.32	13.64	13.64	-3.48	0.00
	3/8 L	-10.46	-0.32	13.64	13.64	-1.98	0.00
	1/2 L	-10.46	0.26	13.64	13.64	-0.31	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,6

COMB 006	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-5.55	-2.55	13.64	13.64	-3.96	0.00
	1/8 L	-5.55	-1.61	13.64	13.64	-2.94	0.00
	1/4 L	-5.55	-0.92	13.64	13.64	-2.07	0.00
	3/8 L	-5.55	-0.48	13.64	13.64	-1.19	0.00
	1/2 L	-5.55	-0.27	13.64	13.64	-0.31	0.00
LATERAL	1 L	-3.96	-2.55	14.40	14.40	4.81	0.00
	7/8 L	-4.47	-1.02	14.40	14.40	4.24	0.00
	3/4 L	-4.88	0.27	14.40	14.40	3.39	0.00
	5/8 L	-5.29	1.22	14.40	14.40	2.25	0.00
	1/2 L	-5.70	1.74	14.40	14.40	0.82	0.00
	3/8 L	-6.11	1.74	14.40	14.40	-0.89	0.00
	1/4 L	-6.52	1.11	14.40	14.40	-2.90	0.00
	1/8 L	-6.92	-0.24	14.40	14.40	-5.19	0.00
	0 L	-7.44	-2.40	14.40	14.40	-7.77	0.00
SOLERA	0 L	-10.46	-2.40	13.64	13.64	-6.07	0.00
	1/8 L	-10.46	-0.90	13.64	13.64	-3.19	0.00
	1/4 L	-10.46	0.02	13.64	13.64	-1.20	0.00
	3/8 L	-10.46	0.39	13.64	13.64	0.63	0.00
	1/2 L	-10.46	0.26	13.64	13.64	2.29	0.00

1.35×Pp + 1.35×Am,7

COMB 007	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-4.95	-5.13	27.04	13.64	-14.10	0.00
	1/8 L	-4.95	-1.44	20.26	13.64	-12.83	0.00
	1/4 L	-4.95	1.86	13.64	13.64	-11.17	0.00
	3/8 L	-4.95	4.50	13.64	30.46	-7.61	0.00
	1/2 L	-4.95	5.62	13.64	37.05	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-14.10	-5.13	21.82	14.40	4.95	0.00
	7/8 L	-14.62	-3.55	18.78	14.40	4.39	0.00
	3/4 L	-15.02	-2.22	14.40	14.40	3.54	0.00
	5/8 L	-15.43	-1.22	14.40	14.40	2.39	0.00
	1/2 L	-15.84	-0.65	14.40	14.40	0.97	0.00
	3/8 L	-16.25	-0.60	14.40	14.40	-0.75	0.00
	1/4 L	-16.66	-1.18	14.40	14.40	-2.75	0.00
	1/8 L	-17.07	-2.48	14.40	14.40	-5.05	0.00
	0 L	-17.58	-4.60	14.40	14.40	-7.63	0.00
SOLERA	0 L	-7.63	-4.60	19.40	13.64	-15.14	0.00
	1/8 L	-7.63	-0.79	13.64	13.64	-9.56	0.00
	1/4 L	-7.63	1.87	13.64	13.64	-5.57	0.00
	3/8 L	-7.63	3.44	13.64	23.43	-1.73	0.00
	1/2 L	-7.63	3.95	13.64	26.58	2.05	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r

COMB 008	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-50.16	-28.13	83.23	13.64	-76.56	180.71
	1/8 L	-50.16	-9.81	43.74	13.64	-57.34	150.56
	1/4 L	-50.16	3.27	13.64	13.64	-38.23	58.61
	3/8 L	-50.16	11.12	13.64	53.80	-19.11	0.00
	1/2 L	-50.16	13.74	13.64	75.68	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-76.56	-28.13	80.96	14.40	50.16	58.61
	7/8 L	-76.94	-13.28	50.04	14.40	38.45	58.61
	3/4 L	-77.24	-2.40	14.40	14.40	26.43	0.00
	5/8 L	-77.55	4.39	14.40	14.40	14.09	0.00
	1/2 L	-77.85	7.00	14.40	14.40	1.43	0.00
	3/8 L	-78.15	5.31	14.40	14.40	-11.56	0.00
	1/4 L	-78.45	-0.78	14.40	14.40	-24.86	0.00
	1/8 L	-78.76	-11.38	34.30	14.40	-38.48	58.61
	0 L	-79.14	-26.60	68.79	14.40	-52.42	58.61
SOLERA	0 L	-52.42	-26.60	74.66	13.64	-69.17	144.32
	1/8 L	-52.42	-9.31	37.88	13.64	-44.40	78.95
	1/4 L	-52.42	2.88	13.64	13.64	-26.29	0.00
	3/8 L	-52.42	10.11	13.64	44.32	-8.63	0.00
	1/2 L	-52.42	12.50	13.64	64.04	8.86	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r

COMB 009	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-33.26	-18.80	59.72	13.64	-51.75	80.76
	1/8 L	-33.26	-6.42	34.60	13.64	-38.71	60.65
	1/4 L	-33.26	2.41	13.64	13.64	-25.81	0.00
	3/8 L	-33.26	7.71	13.64	36.18	-12.90	0.00
	1/2 L	-33.26	9.47	13.64	49.97	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-51.75	-18.80	49.46	14.40	33.26	0.00
	7/8 L	-52.27	-8.95	32.29	14.40	25.46	0.00
	3/4 L	-52.67	-1.76	14.40	14.40	17.45	0.00
	5/8 L	-53.08	2.71	14.40	14.40	9.22	0.00
	1/2 L	-53.49	4.39	14.40	14.40	0.78	0.00
	3/8 L	-53.90	3.21	14.40	14.40	-7.88	0.00
	1/4 L	-54.31	-0.91	14.40	14.40	-16.75	0.00
	1/8 L	-54.71	-8.04	26.45	14.40	-25.83	0.00
	0 L	-55.23	-18.24	44.44	14.40	-35.12	0.00
SOLERA	0 L	-35.12	-18.24	55.16	13.64	-48.17	62.94
	1/8 L	-35.12	-6.19	31.66	13.64	-30.87	58.61
	1/4 L	-35.12	2.31	13.64	13.64	-18.24	0.00
	3/8 L	-35.12	7.35	13.64	32.44	-5.93	0.00
	1/2 L	-35.12	9.01	13.64	45.30	6.25	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r

COMB 010	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-50.07	-28.15	82.97	13.64	-76.93	182.18
	1/8 L	-50.07	-9.75	43.35	13.64	-57.59	151.95
	1/4 L	-50.07	3.39	13.64	13.64	-38.39	58.61
	3/8 L	-50.07	11.27	13.64	55.08	-19.20	0.00
	1/2 L	-50.07	13.90	13.64	77.11	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-76.93	-28.15	81.08	14.40	50.07	58.61
	7/8 L	-77.44	-13.33	50.18	14.40	38.36	58.61
	3/4 L	-77.85	-2.49	14.40	14.40	26.34	0.00
	5/8 L	-78.26	4.28	14.40	14.40	14.00	0.00
	1/2 L	-78.66	6.86	14.40	14.40	1.34	0.00
	3/8 L	-79.07	5.14	14.40	14.40	-11.65	0.00
	1/4 L	-79.48	-0.98	14.40	14.40	-24.95	0.00
	1/8 L	-79.89	-11.61	35.43	14.40	-38.57	58.61
	0 L	-80.40	-26.86	69.33	14.40	-52.51	58.61
SOLERA	0 L	-52.51	-26.86	75.13	13.64	-70.23	149.02
	1/8 L	-52.51	-9.30	37.75	13.64	-45.05	82.42
	1/4 L	-52.51	3.08	13.64	13.64	-26.66	0.00
	3/8 L	-52.51	10.42	13.64	46.79	-8.72	0.00
	1/2 L	-52.51	12.85	13.64	66.92	9.04	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ev,r

COMB 011	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-35.25	-19.25	61.82	13.64	-51.39	78.00
	1/8 L	-35.25	-6.96	36.68	13.64	-38.46	58.61
	1/4 L	-35.25	1.82	13.64	13.64	-25.64	0.00
	3/8 L	-35.25	7.08	13.64	31.30	-12.82	0.00
	1/2 L	-35.25	8.84	13.64	43.82	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-51.39	-19.25	50.80	14.40	35.25	0.00
	7/8 L	-51.77	-8.82	31.87	14.40	26.97	0.00
	3/4 L	-52.07	-1.20	14.40	14.40	18.48	0.00
	5/8 L	-52.37	3.54	14.40	14.40	9.77	0.00
	1/2 L	-52.68	5.32	14.40	14.40	0.86	0.00
	3/8 L	-52.98	4.09	14.40	14.40	-8.28	0.00
	1/4 L	-53.28	-0.25	14.40	14.40	-17.62	0.00
	1/8 L	-53.58	-7.74	25.18	14.40	-27.18	0.00
	0 L	-53.96	-18.48	46.14	14.40	-36.95	0.00
SOLERA	0 L	-36.95	-18.48	56.74	13.64	-47.15	58.61
	1/8 L	-36.95	-6.68	32.80	13.64	-30.29	58.61
	1/4 L	-36.95	1.64	13.64	13.64	-17.93	0.00
	3/8 L	-36.95	6.58	13.64	28.20	-5.86	0.00
	1/2 L	-36.95	8.22	13.64	38.03	6.10	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ev,r

COMB 012	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-52.06	-28.61	85.76	13.64	-76.56	180.14
	1/8 L	-52.06	-10.29	45.96	13.64	-57.34	149.32
	1/4 L	-52.06	2.79	13.64	13.64	-38.23	58.61
	3/8 L	-52.06	10.64	13.64	48.86	-19.11	0.00
	1/2 L	-52.06	13.26	13.64	70.62	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-76.56	-28.61	81.47	14.40	52.06	58.61
	7/8 L	-76.94	-13.20	49.41	14.40	39.88	58.61
	3/4 L	-77.24	-1.93	14.40	14.40	27.38	0.00
	5/8 L	-77.55	5.11	14.40	14.40	14.56	0.00
	1/2 L	-77.85	7.79	14.40	14.40	1.42	0.00
	3/8 L	-78.15	6.02	14.40	14.40	-12.04	0.00
	1/4 L	-78.45	-0.31	14.40	14.40	-25.82	0.00
	1/8 L	-78.76	-11.32	34.06	14.40	-39.92	58.61
	0 L	-79.14	-27.10	71.05	14.40	-54.34	58.61
SOLERA	0 L	-54.34	-27.10	77.90	13.64	-69.21	143.53
	1/8 L	-54.34	-9.80	40.73	13.64	-44.47	78.08
	1/4 L	-54.34	2.41	13.64	13.64	-26.35	0.00
	3/8 L	-54.34	9.66	13.64	39.59	-8.65	0.00
	1/2 L	-54.34	12.06	13.64	59.26	8.88	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_A

COMB 013	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-33.29	-19.17	60.08	13.64	-53.57	88.83
	1/8 L	-33.29	-6.36	34.08	13.64	-40.08	68.04
	1/4 L	-33.29	2.78	13.64	13.64	-26.72	0.00
	3/8 L	-33.29	8.27	13.64	40.53	-13.36	0.00
	1/2 L	-33.29	10.10	13.64	54.92	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-53.57	-19.17	51.23	14.40	33.29	0.00
	7/8 L	-54.09	-9.32	33.25	14.40	25.49	0.00
	3/4 L	-54.49	-2.11	14.40	14.40	17.47	0.00
	5/8 L	-54.90	2.37	14.40	14.40	9.25	0.00
	1/2 L	-55.31	4.06	14.40	14.40	0.80	0.00
	3/8 L	-55.72	2.88	14.40	14.40	-7.85	0.00
	1/4 L	-56.13	-1.23	14.40	14.40	-16.72	0.00
	1/8 L	-56.54	-8.34	27.43	14.40	-25.80	0.00
	0 L	-57.05	-18.54	44.75	14.40	-35.09	0.00
SOLERA	0 L	-35.09	-18.54	55.22	13.64	-49.75	69.80
	1/8 L	-35.09	-6.09	31.26	13.64	-31.85	58.61
	1/4 L	-35.09	2.67	13.64	13.64	-18.82	0.00
	3/8 L	-35.09	7.87	13.64	36.36	-6.12	0.00
	1/2 L	-35.09	9.59	13.64	49.82	6.44	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A

COMB 014	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-50.10	-28.53	83.36	13.64	-78.75	190.33
	1/8 L	-50.10	-9.69	42.80	13.64	-58.96	159.34
	1/4 L	-50.10	3.76	13.64	13.64	-39.30	58.61
	3/8 L	-50.10	11.83	13.64	59.72	-19.65	0.00
	1/2 L	-50.10	14.52	13.64	82.48	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-78.75	-28.53	83.23	14.40	50.10	58.61
	7/8 L	-79.26	-13.70	52.09	14.40	38.39	58.61
	3/4 L	-79.67	-2.84	14.40	14.40	26.37	0.00
	5/8 L	-80.08	3.94	14.40	14.40	14.03	0.00
	1/2 L	-80.49	6.52	14.40	14.40	1.37	0.00
	3/8 L	-80.89	4.82	14.40	14.40	-11.62	0.00
	1/4 L	-81.30	-1.29	14.40	14.40	-24.92	0.00
	1/8 L	-81.71	-11.91	36.82	14.40	-38.54	58.61
	0 L	-82.22	-27.15	69.75	14.40	-52.48	58.61
SOLERA	0 L	-52.48	-27.15	75.18	13.64	-71.80	155.87
	1/8 L	-52.48	-9.20	37.01	13.64	-46.03	87.75
	1/4 L	-52.48	3.44	13.64	13.64	-27.23	0.00
	3/8 L	-52.48	10.94	13.64	51.05	-8.91	0.00
	1/2 L	-52.48	13.42	13.64	71.77	9.23	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_B

COMB 015	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-33.29	-19.17	60.08	13.64	-53.57	88.81
	1/8 L	-33.29	-6.36	34.08	13.64	-40.07	68.02
	1/4 L	-33.29	2.78	13.64	13.64	-26.72	0.00
	3/8 L	-33.29	8.27	13.64	40.52	-13.36	0.00
	1/2 L	-33.29	10.10	13.64	54.91	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-53.57	-19.17	51.23	14.40	33.29	0.00
	7/8 L	-54.08	-9.32	33.25	14.40	25.49	0.00
	3/4 L	-54.49	-2.11	14.40	14.40	17.47	0.00
	5/8 L	-54.90	2.37	14.40	14.40	9.25	0.00
	1/2 L	-55.30	4.06	14.40	14.40	0.80	0.00
	3/8 L	-55.71	2.88	14.40	14.40	-7.85	0.00
	1/4 L	-56.12	-1.23	14.40	14.40	-16.72	0.00
	1/8 L	-56.53	-8.34	27.43	14.40	-25.80	0.00
	0 L	-57.04	-18.54	44.75	14.40	-35.09	0.00
SOLERA	0 L	-35.09	-18.54	55.23	13.64	-49.74	69.78
	1/8 L	-35.09	-6.09	31.27	13.64	-31.85	58.61
	1/4 L	-35.09	2.67	13.64	13.64	-18.82	0.00
	3/8 L	-35.09	7.86	13.64	36.35	-6.12	0.00
	1/2 L	-35.09	9.58	13.64	49.82	6.44	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B

COMB 016	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-50.10	-28.53	83.36	13.64	-78.74	190.31
	1/8 L	-50.10	-9.69	42.81	13.64	-58.95	159.32
	1/4 L	-50.10	3.76	13.64	13.64	-39.30	58.61
	3/8 L	-50.10	11.83	13.64	59.71	-19.65	0.00
	1/2 L	-50.10	14.52	13.64	82.47	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-78.74	-28.53	83.22	14.40	50.10	58.61
	7/8 L	-79.25	-13.69	52.09	14.40	38.39	58.61
	3/4 L	-79.66	-2.84	14.40	14.40	26.37	0.00
	5/8 L	-80.07	3.94	14.40	14.40	14.03	0.00
	1/2 L	-80.48	6.53	14.40	14.40	1.37	0.00
	3/8 L	-80.89	4.82	14.40	14.40	-11.62	0.00
	1/4 L	-81.30	-1.29	14.40	14.40	-24.92	0.00
	1/8 L	-81.70	-11.91	36.82	14.40	-38.54	58.61
	0 L	-82.22	-27.15	69.75	14.40	-52.48	58.61
SOLERA	0 L	-52.48	-27.15	75.19	13.64	-71.79	155.86
	1/8 L	-52.48	-9.20	37.01	13.64	-46.03	87.74
	1/4 L	-52.48	3.44	13.64	13.64	-27.23	0.00
	3/8 L	-52.48	10.94	13.64	51.04	-8.91	0.00
	1/2 L	-52.48	13.42	13.64	71.76	9.23	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 1.50×Ev,r

COMB 017	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-52.00	-29.00	85.87	13.64	-78.75	189.79
	1/8 L	-52.00	-10.16	44.99	13.64	-58.96	158.10
	1/4 L	-52.00	3.29	13.64	13.64	-39.30	58.61
	3/8 L	-52.00	11.36	13.64	54.75	-19.65	0.00
	1/2 L	-52.00	14.05	13.64	77.38	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-78.75	-29.00	83.74	14.40	52.00	58.61
	7/8 L	-79.26	-13.61	51.45	14.40	39.82	58.61
	3/4 L	-79.67	-2.36	14.40	14.40	27.32	0.00
	5/8 L	-80.08	4.65	14.40	14.40	14.50	0.00
	1/2 L	-80.49	7.32	14.40	14.40	1.36	0.00
	3/8 L	-80.89	5.52	14.40	14.40	-12.10	0.00
	1/4 L	-81.30	-0.83	14.40	14.40	-25.88	0.00
	1/8 L	-81.71	-11.85	36.34	14.40	-39.98	58.61
	0 L	-82.22	-27.65	72.01	14.40	-54.40	58.61
SOLERA	0 L	-54.40	-27.65	78.42	13.64	-71.83	155.17
	1/8 L	-54.40	-9.69	39.86	13.64	-46.10	86.88
	1/4 L	-54.40	2.97	13.64	13.64	-27.29	0.00
	3/8 L	-54.40	10.49	13.64	46.28	-8.93	0.00
	1/2 L	-54.40	12.97	13.64	66.94	9.25	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 1.50×Ev,r

COMB 018	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-52.00	-29.00	85.87	13.64	-78.74	189.77
	1/8 L	-52.00	-10.16	44.99	13.64	-58.95	158.08
	1/4 L	-52.00	3.29	13.64	13.64	-39.30	58.61
	3/8 L	-52.00	11.36	13.64	54.74	-19.65	0.00
	1/2 L	-52.00	14.05	13.64	77.37	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-78.74	-29.00	83.74	14.40	52.00	58.61
	7/8 L	-79.25	-13.61	51.45	14.40	39.82	58.61
	3/4 L	-79.66	-2.36	14.40	14.40	27.32	0.00
	5/8 L	-80.07	4.65	14.40	14.40	14.50	0.00
	1/2 L	-80.48	7.32	14.40	14.40	1.36	0.00
	3/8 L	-80.89	5.52	14.40	14.40	-12.10	0.00
	1/4 L	-81.30	-0.83	14.40	14.40	-25.88	0.00
	1/8 L	-81.70	-11.85	36.34	14.40	-39.98	58.61
	0 L	-82.22	-27.65	72.02	14.40	-54.40	58.61
SOLERA	0 L	-54.40	-27.65	78.43	13.64	-71.83	155.16
	1/8 L	-54.40	-9.69	39.86	13.64	-46.10	86.87
	1/4 L	-54.40	2.97	13.64	13.64	-27.29	0.00
	3/8 L	-54.40	10.48	13.64	46.27	-8.93	0.00
	1/2 L	-54.40	12.97	13.64	66.94	9.25	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ti-A

COMB 019	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-50.19	-28.15	83.32	13.64	-76.56	180.71
	1/8 L	-50.19	-9.83	43.83	13.64	-57.34	150.54
	1/4 L	-50.19	3.26	13.64	13.64	-38.23	58.61
	3/8 L	-50.19	11.11	13.64	53.67	-19.11	0.00
	1/2 L	-50.19	13.72	13.64	75.54	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-76.56	-28.15	81.02	14.40	50.19	58.61
	7/8 L	-76.94	-13.29	50.08	14.40	38.48	58.61
	3/4 L	-77.24	-2.40	14.40	14.40	26.46	0.00
	5/8 L	-77.55	4.41	14.40	14.40	14.12	0.00
	1/2 L	-77.85	7.02	14.40	14.40	1.45	0.00
	3/8 L	-78.15	5.34	14.40	14.40	-11.53	0.00
	1/4 L	-78.45	-0.74	14.40	14.40	-24.83	0.00
	1/8 L	-78.76	-11.33	34.10	14.40	-38.45	58.61
	0 L	-79.14	-26.53	68.52	14.40	-52.39	58.61
SOLERA	0 L	-52.39	-26.53	74.47	13.64	-69.00	143.01
	1/8 L	-52.39	-9.30	37.82	13.64	-44.06	77.11
	1/4 L	-52.39	2.85	13.64	13.64	-26.01	0.00
	3/8 L	-52.39	10.05	13.64	43.89	-8.41	0.00
	1/2 L	-52.39	12.44	13.64	63.53	9.03	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ti-A

COMB 020	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-33.29	-18.81	59.80	13.64	-51.75	80.74
	1/8 L	-33.29	-6.44	34.68	13.64	-38.71	60.63
	1/4 L	-33.29	2.39	13.64	13.64	-25.81	0.00
	3/8 L	-33.29	7.69	13.64	36.06	-12.90	0.00
	1/2 L	-33.29	9.46	13.64	49.84	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-51.75	-18.81	49.52	14.40	33.29	0.00
	7/8 L	-52.27	-8.96	32.31	14.40	25.49	0.00
	3/4 L	-52.67	-1.76	14.40	14.40	17.47	0.00
	5/8 L	-53.08	2.73	14.40	14.40	9.25	0.00
	1/2 L	-53.49	4.41	14.40	14.40	0.80	0.00
	3/8 L	-53.90	3.24	14.40	14.40	-7.85	0.00
	1/4 L	-54.31	-0.87	14.40	14.40	-16.72	0.00
	1/8 L	-54.71	-7.99	26.13	14.40	-25.80	0.00
	0 L	-55.23	-18.18	44.17	14.40	-35.09	0.00
SOLERA	0 L	-35.09	-18.18	54.99	13.64	-48.00	61.63
	1/8 L	-35.09	-6.18	31.63	13.64	-30.53	58.61
	1/4 L	-35.09	2.28	13.64	13.64	-17.96	0.00
	3/8 L	-35.09	7.29	13.64	32.23	-5.71	0.00
	1/2 L	-35.09	8.95	13.64	44.83	6.42	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ti-A

COMB 021	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-50.10	-28.17	83.06	13.64	-76.93	182.18
	1/8 L	-50.10	-9.76	43.43	13.64	-57.59	151.93
	1/4 L	-50.10	3.37	13.64	13.64	-38.39	58.61
	3/8 L	-50.10	11.26	13.64	54.95	-19.20	0.00
	1/2 L	-50.10	13.88	13.64	76.97	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-76.93	-28.17	81.14	14.40	50.10	58.61
	7/8 L	-77.44	-13.34	50.22	14.40	38.39	58.61
	3/4 L	-77.85	-2.48	14.40	14.40	26.37	0.00
	5/8 L	-78.26	4.29	14.40	14.40	14.03	0.00
	1/2 L	-78.66	6.88	14.40	14.40	1.36	0.00
	3/8 L	-79.07	5.17	14.40	14.40	-11.62	0.00
	1/4 L	-79.48	-0.94	14.40	14.40	-24.92	0.00
	1/8 L	-79.89	-11.56	35.03	14.40	-38.54	58.61
	0 L	-80.40	-26.80	69.05	14.40	-52.48	58.61
SOLERA	0 L	-52.48	-26.80	74.94	13.64	-70.06	147.70
	1/8 L	-52.48	-9.29	37.69	13.64	-44.71	80.58
	1/4 L	-52.48	3.05	13.64	13.64	-26.38	0.00
	3/8 L	-52.48	10.37	13.64	46.36	-8.50	0.00
	1/2 L	-52.48	12.79	13.64	66.41	9.21	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A

COMB 022	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-35.27	-19.26	61.87	13.64	-51.39	77.99
	1/8 L	-35.27	-6.97	36.73	13.64	-38.46	58.61
	1/4 L	-35.27	1.81	13.64	13.64	-25.64	0.00
	3/8 L	-35.27	7.07	13.64	31.25	-12.82	0.00
	1/2 L	-35.27	8.83	13.64	43.75	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-51.39	-19.26	50.84	14.40	35.27	0.00
	7/8 L	-51.77	-8.82	31.88	14.40	26.99	0.00
	3/4 L	-52.07	-1.20	14.40	14.40	18.50	0.00
	5/8 L	-52.37	3.54	14.40	14.40	9.79	0.00
	1/2 L	-52.68	5.34	14.40	14.40	0.87	0.00
	3/8 L	-52.98	4.11	14.40	14.40	-8.26	0.00
	1/4 L	-53.28	-0.22	14.40	14.40	-17.60	0.00
	1/8 L	-53.58	-7.71	24.98	14.40	-27.16	0.00
	0 L	-53.96	-18.44	45.98	14.40	-36.94	0.00
SOLERA	0 L	-36.94	-18.44	56.64	13.64	-47.05	58.61
	1/8 L	-36.94	-6.68	32.78	13.64	-30.09	58.61
	1/4 L	-36.94	1.62	13.64	13.64	-17.76	0.00
	3/8 L	-36.94	6.55	13.64	28.03	-5.73	0.00
	1/2 L	-36.94	8.18	13.64	37.75	6.20	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A

COMB 023	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-52.07	-28.62	85.83	13.64	-76.56	180.15
	1/8 L	-52.07	-10.30	46.02	13.64	-57.34	149.31
	1/4 L	-52.07	2.79	13.64	13.64	-38.23	58.61
	3/8 L	-52.07	10.64	13.64	48.79	-19.11	0.00
	1/2 L	-52.07	13.25	13.64	70.54	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-76.56	-28.62	81.50	14.40	52.07	58.61
	7/8 L	-76.94	-13.20	49.43	14.40	39.89	58.61
	3/4 L	-77.24	-1.92	14.40	14.40	27.39	0.00
	5/8 L	-77.55	5.11	14.40	14.40	14.57	0.00
	1/2 L	-77.85	7.80	14.40	14.40	1.43	0.00
	3/8 L	-78.15	6.04	14.40	14.40	-12.03	0.00
	1/4 L	-78.45	-0.29	14.40	14.40	-25.81	0.00
	1/8 L	-78.76	-11.29	33.94	14.40	-39.90	58.61
	0 L	-79.14	-27.06	70.89	14.40	-54.32	58.61
SOLERA	0 L	-54.32	-27.06	77.78	13.64	-69.10	142.73
	1/8 L	-54.32	-9.79	40.70	13.64	-44.27	76.98
	1/4 L	-54.32	2.39	13.64	13.64	-26.18	0.00
	3/8 L	-54.32	9.62	13.64	39.34	-8.52	0.00
	1/2 L	-54.32	12.02	13.64	58.95	8.98	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_A + 0.90×Ti-A

COMB 024	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-33.31	-19.18	60.13	13.64	-53.57	88.82
	1/8 L	-33.31	-6.37	34.13	13.64	-40.08	68.03
	1/4 L	-33.31	2.78	13.64	13.64	-26.72	0.00
	3/8 L	-33.31	8.26	13.64	40.45	-13.36	0.00
	1/2 L	-33.31	10.09	13.64	54.84	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-53.57	-19.18	51.27	14.40	33.31	0.00
	7/8 L	-54.09	-9.32	33.26	14.40	25.51	0.00
	3/4 L	-54.49	-2.11	14.40	14.40	17.49	0.00
	5/8 L	-54.90	2.38	14.40	14.40	9.26	0.00
	1/2 L	-55.31	4.07	14.40	14.40	0.82	0.00
	3/8 L	-55.72	2.90	14.40	14.40	-7.83	0.00
	1/4 L	-56.13	-1.20	14.40	14.40	-16.70	0.00
	1/8 L	-56.54	-8.31	27.25	14.40	-25.78	0.00
	0 L	-57.05	-18.50	44.59	14.40	-35.08	0.00
SOLERA	0 L	-35.08	-18.50	55.13	13.64	-49.65	69.01
	1/8 L	-35.08	-6.09	31.25	13.64	-31.65	58.61
	1/4 L	-35.08	2.65	13.64	13.64	-18.65	0.00
	3/8 L	-35.08	7.83	13.64	36.11	-5.99	0.00
	1/2 L	-35.08	9.55	13.64	49.54	6.54	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 0.90×Ti-A

COMB 025	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-50.11	-28.53	83.42	13.64	-78.75	190.33
	1/8 L	-50.11	-9.69	42.85	13.64	-58.96	159.33
	1/4 L	-50.11	3.75	13.64	13.64	-39.30	58.61
	3/8 L	-50.11	11.82	13.64	59.64	-19.65	0.00
	1/2 L	-50.11	14.51	13.64	82.39	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-78.75	-28.53	83.26	14.40	50.11	58.61
	7/8 L	-79.26	-13.70	52.11	14.40	38.41	58.61
	3/4 L	-79.67	-2.84	14.40	14.40	26.39	0.00
	5/8 L	-80.08	3.95	14.40	14.40	14.04	0.00
	1/2 L	-80.49	6.54	14.40	14.40	1.38	0.00
	3/8 L	-80.89	4.84	14.40	14.40	-11.60	0.00
	1/4 L	-81.30	-1.27	14.40	14.40	-24.90	0.00
	1/8 L	-81.71	-11.88	36.58	14.40	-38.52	58.61
	0 L	-82.22	-27.12	69.58	14.40	-52.47	58.61
SOLERA	0 L	-52.47	-27.12	75.07	13.64	-71.70	155.09
	1/8 L	-52.47	-9.20	36.97	13.64	-45.83	86.64
	1/4 L	-52.47	3.42	13.64	13.64	-27.06	0.00
	3/8 L	-52.47	10.91	13.64	50.79	-8.78	0.00
	1/2 L	-52.47	13.38	13.64	71.46	9.33	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 1.50×Qv_B + 0.90×Ti-A

COMB 026	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-33.31	-19.18	60.13	13.64	-53.57	88.80
	1/8 L	-33.31	-6.37	34.13	13.64	-40.07	68.01
	1/4 L	-33.31	2.77	13.64	13.64	-26.72	0.00
	3/8 L	-33.31	8.26	13.64	40.44	-13.36	0.00
	1/2 L	-33.31	10.09	13.64	54.83	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-53.57	-19.18	51.26	14.40	33.31	0.00
	7/8 L	-54.08	-9.32	33.26	14.40	25.51	0.00
	3/4 L	-54.49	-2.11	14.40	14.40	17.49	0.00
	5/8 L	-54.90	2.38	14.40	14.40	9.26	0.00
	1/2 L	-55.30	4.07	14.40	14.40	0.82	0.00
	3/8 L	-55.71	2.90	14.40	14.40	-7.83	0.00
	1/4 L	-56.12	-1.20	14.40	14.40	-16.70	0.00
	1/8 L	-56.53	-8.31	27.25	14.40	-25.78	0.00
	0 L	-57.04	-18.50	44.59	14.40	-35.08	0.00
SOLERA	0 L	-35.08	-18.50	55.13	13.64	-49.64	69.00
	1/8 L	-35.08	-6.09	31.25	13.64	-31.64	58.61
	1/4 L	-35.08	2.65	13.64	13.64	-18.65	0.00
	3/8 L	-35.08	7.83	13.64	36.11	-5.99	0.00
	1/2 L	-35.08	9.55	13.64	49.53	6.54	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 0.90×Ti-A

COMB 027	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-50.11	-28.53	83.42	13.64	-78.74	190.31
	1/8 L	-50.11	-9.70	42.86	13.64	-58.95	159.31
	1/4 L	-50.11	3.75	13.64	13.64	-39.30	58.61
	3/8 L	-50.11	11.82	13.64	59.63	-19.65	0.00
	1/2 L	-50.11	14.51	13.64	82.39	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-78.74	-28.53	83.26	14.40	50.11	58.61
	7/8 L	-79.25	-13.70	52.11	14.40	38.41	58.61
	3/4 L	-79.66	-2.83	14.40	14.40	26.39	0.00
	5/8 L	-80.07	3.95	14.40	14.40	14.04	0.00
	1/2 L	-80.48	6.54	14.40	14.40	1.38	0.00
	3/8 L	-80.89	4.84	14.40	14.40	-11.60	0.00
	1/4 L	-81.30	-1.27	14.40	14.40	-24.90	0.00
	1/8 L	-81.70	-11.88	36.57	14.40	-38.52	58.61
	0 L	-82.22	-27.11	69.58	14.40	-52.47	58.61
SOLERA	0 L	-52.47	-27.11	75.07	13.64	-71.69	155.07
	1/8 L	-52.47	-9.20	36.97	13.64	-45.82	86.63
	1/4 L	-52.47	3.42	13.64	13.64	-27.06	0.00
	3/8 L	-52.47	10.91	13.64	50.78	-8.78	0.00
	1/2 L	-52.47	13.38	13.64	71.45	9.33	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_A + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A

COMB 028	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-52.01	-29.01	85.93	13.64	-78.75	189.79
	1/8 L	-52.01	-10.17	45.05	13.64	-58.96	158.08
	1/4 L	-52.01	3.28	13.64	13.64	-39.30	58.61
	3/8 L	-52.01	11.35	13.64	54.67	-19.65	0.00
	1/2 L	-52.01	14.04	13.64	77.29	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-78.75	-29.01	83.78	14.40	52.01	58.61
	7/8 L	-79.26	-13.62	51.47	14.40	39.83	58.61
	3/4 L	-79.67	-2.36	14.40	14.40	27.33	0.00
	5/8 L	-80.08	4.66	14.40	14.40	14.51	0.00
	1/2 L	-80.49	7.33	14.40	14.40	1.37	0.00
	3/8 L	-80.89	5.54	14.40	14.40	-12.09	0.00
	1/4 L	-81.30	-0.80	14.40	14.40	-25.87	0.00
	1/8 L	-81.71	-11.82	36.10	14.40	-39.97	58.61
	0 L	-82.22	-27.62	71.85	14.40	-54.38	58.61
SOLERA	0 L	-54.38	-27.62	78.31	13.64	-71.73	154.37
	1/8 L	-54.38	-9.69	39.82	13.64	-45.90	85.77
	1/4 L	-54.38	2.95	13.64	13.64	-27.06	0.00
	3/8 L	-54.38	10.45	13.64	46.02	-8.80	0.00
	1/2 L	-54.38	12.94	13.64	66.63	9.35	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 1.50×Qv_B + 1.50×Ev,r + 0.90×Ti-A

COMB 029	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-52.01	-29.01	85.93	13.64	-78.74	189.77
	1/8 L	-52.01	-10.17	45.05	13.64	-58.95	158.07
	1/4 L	-52.01	3.28	13.64	13.64	-39.30	58.61
	3/8 L	-52.01	11.35	13.64	54.66	-19.65	0.00
	1/2 L	-52.01	14.04	13.64	77.29	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-78.74	-29.01	83.77	14.40	52.01	58.61
	7/8 L	-79.25	-13.62	51.47	14.40	39.83	58.61
	3/4 L	-79.66	-2.36	14.40	14.40	27.33	0.00
	5/8 L	-80.07	4.66	14.40	14.40	14.51	0.00
	1/2 L	-80.48	7.33	14.40	14.40	1.37	0.00
	3/8 L	-80.89	5.54	14.40	14.40	-12.09	0.00
	1/4 L	-81.30	-0.80	14.40	14.40	-25.87	0.00
	1/8 L	-81.70	-11.82	36.10	14.40	-39.97	58.61
	0 L	-82.22	-27.62	71.85	14.40	-54.38	58.61
SOLERA	0 L	-54.38	-27.62	78.31	13.64	-71.73	154.35
	1/8 L	-54.38	-9.69	39.82	13.64	-45.90	85.76
	1/4 L	-54.38	2.95	13.64	13.64	-27.12	0.00
	3/8 L	-54.38	10.45	13.64	46.01	-8.80	0.00
	1/2 L	-54.38	12.94	13.64	66.63	9.35	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A

COMB 030	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-34.52	-19.07	61.15	13.64	-51.39	78.48
	1/8 L	-34.52	-6.78	36.08	13.64	-38.46	58.61
	1/4 L	-34.52	1.99	13.64	13.64	-25.64	0.00
	3/8 L	-34.52	7.26	13.64	32.26	-12.82	0.00
	1/2 L	-34.52	9.01	13.64	45.62	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-51.39	-19.07	50.05	14.40	34.52	0.00
	7/8 L	-51.77	-8.86	32.04	14.40	26.43	0.00
	3/4 L	-52.07	-1.39	14.40	14.40	18.13	0.00
	5/8 L	-52.37	3.26	14.40	14.40	9.62	0.00
	1/2 L	-52.68	5.03	14.40	14.40	0.89	0.00
	3/8 L	-52.98	3.84	14.40	14.40	-8.05	0.00
	1/4 L	-53.28	-0.39	14.40	14.40	-17.21	0.00
	1/8 L	-53.58	-7.72	25.00	14.40	-26.58	0.00
	0 L	-53.96	-18.22	45.01	14.40	-36.16	0.00
SOLERA	0 L	-36.16	-18.22	55.78	13.64	-46.97	58.61
	1/8 L	-36.16	-6.48	32.29	13.64	-29.92	58.61
	1/4 L	-36.16	1.80	13.64	13.64	-17.63	0.00
	3/8 L	-36.16	6.71	13.64	29.20	-5.63	0.00
	1/2 L	-36.16	8.34	13.64	39.40	6.25	0.00

1.00×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A

COMB 031	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-51.33	-28.43	84.61	13.64	-76.56	180.34
	1/8 L	-51.33	-10.11	44.95	13.64	-57.34	149.80
	1/4 L	-51.33	2.97	13.64	13.64	-38.23	58.61
	3/8 L	-51.33	10.82	13.64	50.71	-19.11	0.00
	1/2 L	-51.33	13.44	13.64	72.51	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-76.56	-28.43	81.32	14.40	51.33	58.61
	7/8 L	-76.94	-13.24	49.70	14.40	39.34	58.61
	3/4 L	-77.24	-2.11	14.40	14.40	27.03	0.00
	5/8 L	-77.55	4.83	14.40	14.40	14.40	0.00
	1/2 L	-77.85	7.50	14.40	14.40	1.45	0.00
	3/8 L	-78.15	5.77	14.40	14.40	-11.82	0.00
	1/4 L	-78.45	-0.46	14.40	14.40	-25.41	0.00
	1/8 L	-78.76	-11.29	33.95	14.40	-39.32	58.61
	0 L	-79.14	-26.84	69.87	14.40	-53.54	58.61
SOLERA	0 L	-53.54	-26.84	76.40	13.64	-69.02	142.45
	1/8 L	-53.54	-9.59	39.53	13.64	-44.10	76.59
	1/4 L	-53.54	2.57	13.64	13.64	-26.05	0.00
	3/8 L	-53.54	9.78	13.64	41.06	-8.42	0.00
	1/2 L	-53.54	12.17	13.64	60.66	9.04	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Qv_A + 1.50×Ti-A

COMB 032	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-33.31	-19.03	60.02	13.64	-52.84	85.58
	1/8 L	-33.31	-6.40	34.37	13.64	-39.53	65.07
	1/4 L	-33.31	2.62	13.64	13.64	-26.35	0.00
	3/8 L	-33.31	8.03	13.64	38.66	-13.18	0.00
	1/2 L	-33.31	9.83	13.64	52.81	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-52.84	-19.03	50.58	14.40	33.31	0.00
	7/8 L	-53.36	-9.18	32.89	14.40	25.51	0.00
	3/4 L	-53.77	-1.97	14.40	14.40	17.49	0.00
	5/8 L	-54.17	2.52	14.40	14.40	9.26	0.00
	1/2 L	-54.58	4.21	14.40	14.40	0.82	0.00
	3/8 L	-54.99	3.05	14.40	14.40	-7.83	0.00
	1/4 L	-55.40	-1.06	14.40	14.40	-16.70	0.00
	1/8 L	-55.81	-8.17	26.73	14.40	-25.78	0.00
	0 L	-56.32	-18.36	44.36	14.40	-35.08	0.00
SOLERA	0 L	-35.08	-18.36	55.03	13.64	-48.95	65.75
	1/8 L	-35.08	-6.12	31.40	13.64	-31.12	58.61
	1/4 L	-35.08	2.50	13.64	13.64	-18.30	0.00
	3/8 L	-35.08	7.60	13.64	34.34	-5.82	0.00
	1/2 L	-35.08	9.29	13.64	47.53	6.53	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_A + 1.50×Ti-A

COMB 033	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-50.11	-28.39	83.30	13.64	-78.02	187.07
	1/8 L	-50.11	-9.73	43.10	13.64	-58.41	156.37
	1/4 L	-50.11	3.60	13.64	13.64	-38.94	58.61
	3/8 L	-50.11	11.59	13.64	57.73	-19.47	0.00
	1/2 L	-50.11	14.26	13.64	80.19	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-78.02	-28.39	82.42	14.40	50.11	58.61
	7/8 L	-78.53	-13.55	51.36	14.40	38.41	58.61
	3/4 L	-78.94	-2.69	14.40	14.40	26.39	0.00
	5/8 L	-79.35	4.09	14.40	14.40	14.04	0.00
	1/2 L	-79.76	6.68	14.40	14.40	1.38	0.00
	3/8 L	-80.16	4.98	14.40	14.40	-11.60	0.00
	1/4 L	-80.57	-1.13	14.40	14.40	-24.90	0.00
	1/8 L	-80.98	-11.74	35.86	14.40	-38.52	58.61
	0 L	-81.50	-26.97	69.30	14.40	-52.47	58.61
SOLERA	0 L	-52.47	-26.97	74.97	13.64	-71.00	151.82
	1/8 L	-52.47	-9.23	37.24	13.64	-45.30	83.78
	1/4 L	-52.47	3.27	13.64	13.64	-26.72	0.00
	3/8 L	-52.47	10.68	13.64	48.91	-8.61	0.00
	1/2 L	-52.47	13.13	13.64	69.31	9.32	0.00

1.35×Pp + 1.00×Cr + 1.00×Er,r + 0.90×Qv_B + 1.50×Ti-A

COMB 034	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-33.31	-19.03	60.02	13.64	-52.84	85.57
	1/8 L	-33.31	-6.40	34.37	13.64	-39.53	65.05
	1/4 L	-33.31	2.62	13.64	13.64	-26.35	0.00
	3/8 L	-33.31	8.03	13.64	38.66	-13.18	0.00
	1/2 L	-33.31	9.83	13.64	52.80	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-52.84	-19.03	50.58	14.40	33.31	0.00
	7/8 L	-53.35	-9.18	32.89	14.40	25.51	0.00
	3/4 L	-53.76	-1.97	14.40	14.40	17.49	0.00
	5/8 L	-54.17	2.52	14.40	14.40	9.26	0.00
	1/2 L	-54.58	4.21	14.40	14.40	0.82	0.00
	3/8 L	-54.99	3.05	14.40	14.40	-7.83	0.00
	1/4 L	-55.40	-1.06	14.40	14.40	-16.70	0.00
	1/8 L	-55.80	-8.17	26.73	14.40	-25.78	0.00
	0 L	-56.32	-18.36	44.36	14.40	-35.08	0.00
SOLERA	0 L	-35.08	-18.36	55.03	13.64	-48.95	65.74
	1/8 L	-35.08	-6.12	31.40	13.64	-31.12	58.61
	1/4 L	-35.08	2.49	13.64	13.64	-18.30	0.00
	3/8 L	-35.08	7.60	13.64	34.34	-5.82	0.00
	1/2 L	-35.08	9.29	13.64	47.53	6.53	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_B + 1.50×Ti-A

COMB 035	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-50.11	-28.39	83.30	13.64	-78.01	187.06
	1/8 L	-50.11	-9.73	43.11	13.64	-58.41	156.36
	1/4 L	-50.11	3.60	13.64	13.64	-38.94	58.61
	3/8 L	-50.11	11.59	13.64	57.72	-19.47	0.00
	1/2 L	-50.11	14.26	13.64	80.18	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-78.01	-28.39	82.42	14.40	50.11	58.61
	7/8 L	-78.53	-13.55	51.36	14.40	38.41	58.61
	3/4 L	-78.94	-2.69	14.40	14.40	26.39	0.00
	5/8 L	-79.34	4.09	14.40	14.40	14.04	0.00
	1/2 L	-79.75	6.68	14.40	14.40	1.38	0.00
	3/8 L	-80.16	4.98	14.40	14.40	-11.60	0.00
	1/4 L	-80.57	-1.13	14.40	14.40	-24.90	0.00
	1/8 L	-80.98	-11.74	35.86	14.40	-38.52	58.61
	0 L	-81.49	-26.97	69.30	14.40	-52.47	58.61
SOLERA	0 L	-52.47	-26.97	74.97	13.64	-71.00	151.81
	1/8 L	-52.47	-9.23	37.24	13.64	-45.30	83.77
	1/4 L	-52.47	3.26	13.64	13.64	-26.72	0.00
	3/8 L	-52.47	10.68	13.64	48.90	-8.61	0.00
	1/2 L	-52.47	13.13	13.64	69.30	9.32	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_A + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A

COMB 036	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-51.25	-28.68	84.59	13.64	-78.02	186.71
	1/8 L	-51.25	-10.01	44.22	13.64	-58.41	155.62
	1/4 L	-51.25	3.31	13.64	13.64	-38.94	58.61
	3/8 L	-51.25	11.31	13.64	54.75	-19.47	0.00
	1/2 L	-51.25	13.97	13.64	77.13	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-78.02	-28.68	82.73	14.40	51.25	58.61
	7/8 L	-78.53	-13.51	50.98	14.40	39.26	58.61
	3/4 L	-78.94	-2.41	14.40	14.40	26.95	0.00
	5/8 L	-79.35	4.52	14.40	14.40	14.33	0.00
	1/2 L	-79.76	7.16	14.40	14.40	1.38	0.00
	3/8 L	-80.16	5.40	14.40	14.40	-11.89	0.00
	1/4 L	-80.57	-0.85	14.40	14.40	-25.48	0.00
	1/8 L	-80.98	-11.70	35.58	14.40	-39.39	58.61
	0 L	-81.50	-27.27	70.66	14.40	-53.62	58.61
SOLERA	0 L	-53.62	-27.27	76.91	13.64	-71.02	151.26
	1/8 L	-53.62	-9.53	38.95	13.64	-45.34	83.26
	1/4 L	-53.62	2.98	13.64	13.64	-26.76	0.00
	3/8 L	-53.62	10.40	13.64	46.06	-8.62	0.00
	1/2 L	-53.62	12.86	13.64	66.42	9.33	0.00

1.35×Pp + 1.50×Cr + 1.50×Er,r + 0.90×Qv_B + 0.90×Ev,r + 1.50×Ti-A

COMB 037	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-51.25	-28.68	84.59	13.64	-78.01	186.69
	1/8 L	-51.25	-10.01	44.22	13.64	-58.41	155.61
	1/4 L	-51.25	3.31	13.64	13.64	-38.94	58.61
	3/8 L	-51.25	11.31	13.64	54.74	-19.47	0.00
	1/2 L	-51.25	13.97	13.64	77.13	0.00	0.00
LATERAL	1 L	-78.01	-28.68	82.73	14.40	51.25	58.61
	7/8 L	-78.53	-13.51	50.98	14.40	39.26	58.61
	3/4 L	-78.94	-2.41	14.40	14.40	26.95	0.00
	5/8 L	-79.34	4.52	14.40	14.40	14.33	0.00
	1/2 L	-79.75	7.16	14.40	14.40	1.38	0.00
	3/8 L	-80.16	5.40	14.40	14.40	-11.89	0.00
	1/4 L	-80.57	-0.85	14.40	14.40	-25.48	0.00
	1/8 L	-80.98	-11.70	35.58	14.40	-39.39	58.61
	0 L	-81.49	-27.27	70.66	14.40	-53.62	58.61
SOLERA	0 L	-53.62	-27.27	76.91	13.64	-71.02	151.25
	1/8 L	-53.62	-9.53	38.95	13.64	-45.34	83.25
	1/4 L	-53.62	2.98	13.64	13.64	-26.76	0.00
	3/8 L	-53.62	10.40	13.64	46.05	-8.63	0.00
	1/2 L	-53.62	12.86	13.64	66.41	9.33	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×S =>

COMB 038	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.07	-22.56	88.98	13.64	-56.08	108.14
	1/8 L	-28.07	-8.98	60.00	13.64	-43.16	88.16
	1/4 L	-28.07	1.08	13.64	13.64	-30.34	0.00
	3/8 L	-28.07	7.63	13.64	38.60	-17.52	0.00
	1/2 L	-28.07	10.67	13.64	62.42	-4.70	0.00
LATERAL	1 L	-56.08	-22.56	84.74	14.40	28.02	0.00
	7/8 L	-56.46	-14.06	66.97	14.40	22.69	0.00
	3/4 L	-56.77	-7.37	20.88	14.40	17.23	0.00
	5/8 L	-57.07	-2.53	14.40	14.40	11.66	0.00
	1/2 L	-57.37	0.43	14.40	14.40	5.95	0.00
	3/8 L	-57.67	1.45	14.40	14.40	0.13	0.00
	1/4 L	-57.98	0.50	14.40	14.40	-5.82	0.00
	1/8 L	-58.28	-2.47	14.40	14.40	-11.90	0.00
	0 L	-58.66	-7.49	14.40	14.40	-18.10	0.00
SOLERA	0 L	-40.26	-7.49	13.64	13.64	-47.66	58.61
	1/8 L	-40.26	3.83	13.64	13.64	-22.53	0.00
	1/4 L	-40.26	10.03	13.64	50.43	-6.66	0.00
	3/8 L	-40.26	11.88	13.64	65.49	7.00	0.00
	1/2 L	-40.26	10.00	13.64	50.21	18.79	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>

COMB 039	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.33	-22.62	89.25	13.64	-56.08	107.98
	1/8 L	-28.33	-9.04	60.24	13.64	-43.16	87.99
	1/4 L	-28.33	1.02	13.64	13.64	-30.34	0.00
	3/8 L	-28.33	7.57	13.64	37.96	-17.52	0.00
	1/2 L	-28.33	10.61	13.64	61.77	-4.70	0.00
LATERAL	1 L	-56.08	-22.62	84.80	14.40	28.27	0.00
	7/8 L	-56.46	-14.05	66.89	14.40	22.88	0.00
	3/4 L	-56.77	-7.31	20.41	14.40	17.36	0.00
	5/8 L	-57.07	-2.43	14.40	14.40	11.72	0.00
	1/2 L	-57.37	0.53	14.40	14.40	5.95	0.00
	3/8 L	-57.67	1.54	14.40	14.40	0.06	0.00
	1/4 L	-57.98	0.56	14.40	14.40	-5.95	0.00
	1/8 L	-58.28	-2.46	14.40	14.40	-12.09	0.00
	0 L	-58.66	-7.56	14.40	14.40	-18.35	0.00
SOLERA	0 L	-40.52	-7.56	13.64	13.64	-47.66	58.61
	1/8 L	-40.52	3.76	13.64	13.64	-22.54	0.00
	1/4 L	-40.52	9.96	13.64	49.79	-6.67	0.00
	3/8 L	-40.52	11.82	13.64	64.85	7.00	0.00
	1/2 L	-40.52	9.94	13.64	49.59	18.80	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 1.00×S =>

COMB 040	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.08	-22.61	89.03	13.64	-56.33	109.22
	1/8 L	-28.08	-8.97	59.93	13.64	-43.34	89.14
	1/4 L	-28.08	1.13	13.64	13.64	-30.46	0.00
	3/8 L	-28.08	7.71	13.64	39.17	-17.58	0.00
	1/2 L	-28.08	10.75	13.64	63.09	-4.70	0.00
LATERAL	1 L	-56.33	-22.61	85.01	14.40	28.02	0.00
	7/8 L	-56.71	-14.11	67.22	14.40	22.69	0.00
	3/4 L	-57.01	-7.42	21.08	14.40	17.24	0.00
	5/8 L	-57.31	-2.57	14.40	14.40	11.66	0.00
	1/2 L	-57.61	0.38	14.40	14.40	5.96	0.00
	3/8 L	-57.92	1.40	14.40	14.40	0.06	0.00
	1/4 L	-58.22	0.45	14.40	14.40	-5.82	0.00
	1/8 L	-58.52	-2.51	14.40	14.40	-11.90	0.00
	0 L	-58.90	-7.53	14.40	14.40	-18.10	0.00
SOLERA	0 L	-40.26	-7.53	13.64	13.64	-47.86	58.61
	1/8 L	-40.26	3.84	13.64	13.64	-22.66	0.00
	1/4 L	-40.26	10.07	13.64	50.82	-6.74	0.00
	3/8 L	-40.26	11.95	13.64	66.06	6.97	0.00
	1/2 L	-40.26	10.07	13.64	50.82	18.82	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 1.00×S =>

COMB 041	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.08	-22.61	89.03	13.64	-56.33	109.22
	1/8 L	-28.08	-8.97	59.93	13.64	-43.34	89.14
	1/4 L	-28.08	1.13	13.64	13.64	-30.46	0.00
	3/8 L	-28.08	7.71	13.64	39.17	-17.58	0.00
	1/2 L	-28.08	10.75	13.64	63.09	-4.70	0.00
LATERAL	1 L	-56.33	-22.61	85.01	14.40	28.02	0.00
	7/8 L	-56.71	-14.11	67.22	14.40	22.69	0.00
	3/4 L	-57.01	-7.42	21.08	14.40	17.24	0.00
	5/8 L	-57.31	-2.57	14.40	14.40	11.66	0.00
	1/2 L	-57.61	0.38	14.40	14.40	5.96	0.00
	3/8 L	-57.92	1.40	14.40	14.40	0.13	0.00
	1/4 L	-58.22	0.46	14.40	14.40	-5.82	0.00
	1/8 L	-58.52	-2.51	14.40	14.40	-11.90	0.00
	0 L	-58.90	-7.53	14.40	14.40	-18.10	0.00
SOLERA	0 L	-40.26	-7.53	13.64	13.64	-47.86	58.61
	1/8 L	-40.26	3.84	13.64	13.64	-22.66	0.00
	1/4 L	-40.26	10.07	13.64	50.82	-6.74	0.00
	3/8 L	-40.26	11.95	13.64	66.06	6.97	0.00
	1/2 L	-40.26	10.07	13.64	50.82	18.82	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>

COMB 042	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.33	-22.67	89.30	13.64	-56.33	109.05
	1/8 L	-28.33	-9.03	60.17	13.64	-43.34	88.98
	1/4 L	-28.33	1.07	13.64	13.64	-30.46	0.00
	3/8 L	-28.33	7.64	13.64	38.54	-17.58	0.00
	1/2 L	-28.33	10.69	13.64	62.44	-4.70	0.00
LATERAL	1 L	-56.33	-22.67	85.07	14.40	28.28	0.00
	7/8 L	-56.71	-14.10	67.14	14.40	22.88	0.00
	3/4 L	-57.01	-7.35	20.62	14.40	17.36	0.00
	5/8 L	-57.31	-2.48	14.40	14.40	11.72	0.00
	1/2 L	-57.61	0.49	14.40	14.40	5.96	0.00
	3/8 L	-57.92	1.50	14.40	14.40	0.06	0.00
	1/4 L	-58.22	0.52	14.40	14.40	-5.95	0.00
	1/8 L	-58.52	-2.50	14.40	14.40	-12.09	0.00
	0 L	-58.90	-7.60	14.40	14.40	-18.35	0.00
SOLERA	0 L	-40.51	-7.60	13.64	13.64	-47.87	58.61
	1/8 L	-40.51	3.78	13.64	13.64	-22.67	0.00
	1/4 L	-40.51	10.01	13.64	50.18	-6.75	0.00
	3/8 L	-40.51	11.89	13.64	65.43	6.97	0.00
	1/2 L	-40.51	10.01	13.64	50.20	18.82	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 1.00×S =>

COMB 043	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.33	-22.67	89.30	13.64	-56.33	109.05
	1/8 L	-28.33	-9.03	60.17	13.64	-43.34	88.98
	1/4 L	-28.33	1.07	13.64	13.64	-30.46	0.00
	3/8 L	-28.33	7.64	13.64	38.54	-17.58	0.00
	1/2 L	-28.33	10.69	13.64	62.44	-4.70	0.00
LATERAL	1 L	-56.33	-22.67	85.07	14.40	28.28	0.00
	7/8 L	-56.71	-14.10	67.14	14.40	22.88	0.00
	3/4 L	-57.01	-7.35	20.62	14.40	17.36	0.00
	5/8 L	-57.31	-2.48	14.40	14.40	11.72	0.00
	1/2 L	-57.61	0.49	14.40	14.40	5.96	0.00
	3/8 L	-57.92	1.50	14.40	14.40	0.06	0.00
	1/4 L	-58.22	0.52	14.40	14.40	-5.95	0.00
	1/8 L	-58.52	-2.50	14.40	14.40	-12.09	0.00
	0 L	-58.90	-7.60	14.40	14.40	-18.35	0.00
SOLERA	0 L	-40.51	-7.60	13.64	13.64	-47.87	58.61
	1/8 L	-40.51	3.78	13.64	13.64	-22.67	0.00
	1/4 L	-40.51	10.01	13.64	50.18	-6.75	0.00
	3/8 L	-40.51	11.89	13.64	65.43	6.97	0.00
	1/2 L	-40.51	10.01	13.64	50.20	18.82	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 1.00×S <=

COMB 044	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.07	-12.27	35.90	13.64	-46.69	58.61
	1/8 L	-28.07	-1.27	13.64	13.64	-33.77	0.00
	1/4 L	-28.07	6.22	13.64	29.88	-20.95	0.00
	3/8 L	-28.07	10.20	13.64	58.68	-8.13	0.00
	1/2 L	-28.07	10.67	13.64	62.42	4.70	0.00
LATERAL	1 L	-46.69	-12.27	27.40	14.40	28.12	0.00
	7/8 L	-47.07	-4.15	14.40	14.40	20.32	0.00
	3/4 L	-47.38	1.32	14.40	14.40	12.31	0.00
	5/8 L	-47.68	4.07	14.40	14.40	4.08	0.00
	1/2 L	-47.98	4.03	14.40	14.40	-4.36	0.00
	3/8 L	-48.28	1.12	14.40	14.40	-13.02	0.00
	1/4 L	-48.58	-4.72	14.40	14.40	-21.88	0.00
	1/8 L	-48.89	-13.56	70.51	14.40	-30.97	0.00
	0 L	-49.27	-25.49	94.93	14.40	-40.26	58.61
SOLERA	0 L	-40.26	-25.49	112.02	13.64	-46.38	76.31
	1/8 L	-40.26	-13.31	82.98	13.64	-37.49	58.61
	1/4 L	-40.26	-3.02	13.64	13.64	-28.76	58.61
	3/8 L	-40.26	4.89	13.64	14.28	-18.56	0.00
	1/2 L	-40.26	10.00	13.64	50.21	-6.77	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=

COMB 045	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.33	-12.34	36.04	13.64	-46.69	58.61
	1/8 L	-28.33	-1.33	13.64	13.64	-33.77	0.00
	1/4 L	-28.33	6.16	13.64	29.47	-20.95	0.00
	3/8 L	-28.33	10.14	13.64	58.03	-8.13	0.00
	1/2 L	-28.33	10.61	13.64	61.77	4.70	0.00
LATERAL	1 L	-46.69	-12.34	27.61	14.40	28.38	0.00
	7/8 L	-47.07	-4.14	14.40	14.40	20.51	0.00
	3/4 L	-47.38	1.38	14.40	14.40	12.43	0.00
	5/8 L	-47.68	4.17	14.40	14.40	4.14	0.00
	1/2 L	-47.98	4.13	14.40	14.40	-4.36	0.00
	3/8 L	-48.28	1.22	14.40	14.40	-13.08	0.00
	1/4 L	-48.58	-4.65	14.40	14.40	-22.01	0.00
	1/8 L	-48.89	-13.55	70.59	14.40	-31.16	0.00
	0 L	-49.27	-25.55	95.02	14.40	-40.52	58.61
SOLERA	0 L	-40.52	-25.55	112.34	13.64	-46.39	76.22
	1/8 L	-40.52	-13.38	83.27	13.64	-37.50	58.61
	1/4 L	-40.52	-3.08	13.64	13.64	-28.77	58.61
	3/8 L	-40.52	4.83	13.64	13.64	-18.56	0.00
	1/2 L	-40.52	9.94	13.64	49.59	-6.76	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 1.00×S <=

COMB 046	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.08	-12.32	36.11	13.64	-46.93	58.61
	1/8 L	-28.08	-1.26	13.64	13.64	-33.95	0.00
	1/4 L	-28.08	6.27	13.64	30.12	-21.07	0.00
	3/8 L	-28.08	10.28	13.64	59.27	-8.19	0.00
	1/2 L	-28.08	10.75	13.64	63.09	4.70	0.00
LATERAL	1 L	-46.93	-12.32	27.46	14.40	28.13	0.00
	7/8 L	-47.32	-4.20	14.40	14.40	20.33	0.00
	3/4 L	-47.62	1.27	14.40	14.40	12.31	0.00
	5/8 L	-47.92	4.02	14.40	14.40	4.08	0.00
	1/2 L	-48.22	3.98	14.40	14.40	-4.36	0.00
	3/8 L	-48.53	1.08	14.40	14.40	-13.01	0.00
	1/4 L	-48.83	-4.76	14.40	14.40	-21.88	0.00
	1/8 L	-49.13	-13.60	70.54	14.40	-30.96	0.00
	0 L	-49.51	-25.53	95.01	14.40	-40.26	58.61
SOLERA	0 L	-40.26	-25.53	112.03	13.64	-46.59	77.24
	1/8 L	-40.26	-13.30	82.88	13.64	-37.62	58.61
	1/4 L	-40.26	-2.97	13.64	13.64	-28.83	58.61
	3/8 L	-40.26	4.96	13.64	14.88	-18.58	0.00
	1/2 L	-40.26	10.07	13.64	50.82	-6.74	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 1.00×S <=

COMB 047	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.08	-12.32	36.11	13.64	-46.93	58.61
	1/8 L	-28.08	-1.26	13.64	13.64	-33.95	0.00
	1/4 L	-28.08	6.27	13.64	30.11	-21.07	0.00
	3/8 L	-28.08	10.28	13.64	59.27	-8.19	0.00
	1/2 L	-28.08	10.75	13.64	63.09	4.70	0.00
LATERAL	1 L	-46.93	-12.32	27.46	14.40	28.13	0.00
	7/8 L	-47.31	-4.20	14.40	14.40	20.33	0.00
	3/4 L	-47.62	1.27	14.40	14.40	12.31	0.00
	5/8 L	-47.92	4.02	14.40	14.40	4.08	0.00
	1/2 L	-48.22	3.98	14.40	14.40	-4.36	0.00
	3/8 L	-48.52	1.08	14.40	14.40	-13.01	0.00
	1/4 L	-48.83	-4.76	14.40	14.40	-21.88	0.00
	1/8 L	-49.13	-13.60	70.54	14.40	-30.96	0.00
	0 L	-49.51	-25.53	95.01	14.40	-40.26	58.61
SOLERA	0 L	-40.26	-25.53	112.03	13.64	-46.59	77.24
	1/8 L	-40.26	-13.30	82.88	13.64	-37.62	58.61
	1/4 L	-40.26	-2.97	13.64	13.64	-28.83	58.61
	3/8 L	-40.26	4.96	13.64	14.88	-18.58	0.00
	1/2 L	-40.26	10.07	13.64	50.82	-6.74	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=

COMB 048	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.33	-12.39	36.25	13.64	-46.93	58.61
	1/8 L	-28.33	-1.32	13.64	13.64	-33.95	0.00
	1/4 L	-28.33	6.21	13.64	29.71	-21.07	0.00
	3/8 L	-28.33	10.21	13.64	58.62	-8.19	0.00
	1/2 L	-28.33	10.69	13.64	62.44	4.70	0.00
LATERAL	1 L	-46.93	-12.39	27.67	14.40	28.38	0.00
	7/8 L	-47.32	-4.19	14.40	14.40	20.52	0.00
	3/4 L	-47.62	1.34	14.40	14.40	12.44	0.00
	5/8 L	-47.92	4.12	14.40	14.40	4.15	0.00
	1/2 L	-48.22	4.09	14.40	14.40	-4.36	0.00
	3/8 L	-48.53	1.17	14.40	14.40	-13.08	0.00
	1/4 L	-48.83	-4.70	14.40	14.40	-22.01	0.00
	1/8 L	-49.13	-13.60	70.66	14.40	-31.15	0.00
	0 L	-49.51	-25.59	95.10	14.40	-40.51	58.61
SOLERA	0 L	-40.51	-25.59	112.35	13.64	-46.60	77.15
	1/8 L	-40.51	-13.37	83.16	13.64	-37.63	58.61
	1/4 L	-40.51	-3.03	13.64	13.64	-28.83	58.61
	3/8 L	-40.51	4.89	13.64	14.18	-18.59	0.00
	1/2 L	-40.51	10.01	13.64	50.20	-6.74	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 1.00×S <=

COMB 049	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.33	-12.39	36.25	13.64	-46.93	58.61
	1/8 L	-28.33	-1.32	13.64	13.64	-33.95	0.00
	1/4 L	-28.33	6.21	13.64	29.71	-21.07	0.00
	3/8 L	-28.33	10.21	13.64	58.62	-8.19	0.00
	1/2 L	-28.33	10.69	13.64	62.44	4.70	0.00
LATERAL	1 L	-46.93	-12.39	27.67	14.40	28.38	0.00
	7/8 L	-47.31	-4.19	14.40	14.40	20.52	0.00
	3/4 L	-47.62	1.34	14.40	14.40	12.44	0.00
	5/8 L	-47.92	4.12	14.40	14.40	4.15	0.00
	1/2 L	-48.22	4.09	14.40	14.40	-4.36	0.00
	3/8 L	-48.52	1.18	14.40	14.40	-13.08	0.00
	1/4 L	-48.83	-4.70	14.40	14.40	-22.01	0.00
	1/8 L	-49.13	-13.60	70.66	14.40	-31.15	0.00
	0 L	-49.51	-25.59	95.10	14.40	-40.51	58.61
SOLERA	0 L	-40.51	-25.59	112.35	13.64	-46.60	77.15
	1/8 L	-40.51	-13.37	83.17	13.64	-37.63	58.61
	1/4 L	-40.51	-3.03	13.64	13.64	-28.84	58.61
	3/8 L	-40.51	4.89	13.64	14.18	-18.59	0.00
	1/2 L	-40.51	10.01	13.64	50.20	-6.74	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>

COMB 050	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.08	-22.56	88.99	13.64	-56.08	108.14
	1/8 L	-28.08	-8.98	60.01	13.64	-43.16	88.16
	1/4 L	-28.08	1.08	13.64	13.64	-30.34	0.00
	3/8 L	-28.08	7.63	13.64	38.58	-17.52	0.00
	1/2 L	-28.08	10.67	13.64	62.40	-4.70	0.00
LATERAL	1 L	-56.08	-22.56	84.75	14.40	28.02	0.00
	7/8 L	-56.46	-14.06	66.98	14.40	22.69	0.00
	3/4 L	-56.77	-7.37	20.87	14.40	17.24	0.00
	5/8 L	-57.07	-2.52	14.40	14.40	11.66	0.00
	1/2 L	-57.37	0.43	14.40	14.40	5.96	0.00
	3/8 L	-57.67	1.45	14.40	14.40	0.13	0.00
	1/4 L	-57.98	0.50	14.40	14.40	-5.82	0.00
	1/8 L	-58.28	-2.46	14.40	14.40	-11.90	0.00
	0 L	-58.66	-7.48	14.40	14.40	-18.10	0.00
SOLERA	0 L	-40.26	-7.48	13.64	13.64	-47.63	58.61
	1/8 L	-40.26	3.83	13.64	13.64	-22.48	0.00
	1/4 L	-40.26	10.02	13.64	50.40	-6.63	0.00
	3/8 L	-40.26	11.88	13.64	65.43	7.03	0.00
	1/2 L	-40.26	9.99	13.64	50.15	18.81	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>

COMB 051	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.33	-22.62	89.26	13.64	-56.08	107.98
	1/8 L	-28.33	-9.04	60.25	13.64	-43.16	87.99
	1/4 L	-28.33	1.02	13.64	13.64	-30.34	0.00
	3/8 L	-28.33	7.57	13.64	37.95	-17.52	0.00
	1/2 L	-28.33	10.61	13.64	61.75	-4.70	0.00
LATERAL	1 L	-56.08	-22.62	84.81	14.40	28.28	0.00
	7/8 L	-56.46	-14.05	66.90	14.40	22.88	0.00
	3/4 L	-56.77	-7.30	20.40	14.40	17.36	0.00
	5/8 L	-57.07	-2.43	14.40	14.40	11.72	0.00
	1/2 L	-57.37	0.53	14.40	14.40	5.96	0.00
	3/8 L	-57.67	1.55	14.40	14.40	0.06	0.00
	1/4 L	-57.98	0.56	14.40	14.40	-5.95	0.00
	1/8 L	-58.28	-2.45	14.40	14.40	-12.09	0.00
	0 L	-58.66	-7.55	14.40	14.40	-18.35	0.00
SOLERA	0 L	-40.51	-7.55	13.64	13.64	-47.64	58.61
	1/8 L	-40.51	3.76	13.64	13.64	-22.49	0.00
	1/4 L	-40.51	9.96	13.64	49.76	-6.63	0.00
	3/8 L	-40.51	11.81	13.64	64.80	7.03	0.00
	1/2 L	-40.51	9.93	13.64	49.53	18.82	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>

COMB 052	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.08	-22.61	89.04	13.64	-56.33	109.22
	1/8 L	-28.08	-8.97	59.94	13.64	-43.34	89.14
	1/4 L	-28.08	1.13	13.64	13.64	-30.46	0.00
	3/8 L	-28.08	7.70	13.64	39.15	-17.58	0.00
	1/2 L	-28.08	10.75	13.64	63.07	-4.70	0.00
LATERAL	1 L	-56.33	-22.61	85.02	14.40	28.03	0.00
	7/8 L	-56.71	-14.11	67.23	14.40	22.70	0.00
	3/4 L	-57.01	-7.42	21.08	14.40	17.24	0.00
	5/8 L	-57.31	-2.57	14.40	14.40	11.66	0.00
	1/2 L	-57.61	0.39	14.40	14.40	5.96	0.00
	3/8 L	-57.92	1.41	14.40	14.40	0.13	0.00
	1/4 L	-58.22	0.46	14.40	14.40	-5.95	0.00
	1/8 L	-58.52	-2.50	14.40	14.40	-12.09	0.00
	0 L	-58.90	-7.52	14.40	14.40	-18.09	0.00
SOLERA	0 L	-40.25	-7.52	13.64	13.64	-47.84	58.61
	1/8 L	-40.25	3.84	13.64	13.64	-22.61	0.00
	1/4 L	-40.25	10.07	13.64	50.79	-6.70	0.00
	3/8 L	-40.25	11.94	13.64	66.01	7.00	0.00
	1/2 L	-40.25	10.07	13.64	50.76	18.84	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>

COMB 053	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.08	-22.61	89.04	13.64	-56.33	109.21
	1/8 L	-28.08	-8.97	59.94	13.64	-43.34	89.14
	1/4 L	-28.08	1.13	13.64	13.64	-30.46	0.00
	3/8 L	-28.08	7.70	13.64	39.15	-17.58	0.00
	1/2 L	-28.08	10.75	13.64	63.07	-4.70	0.00
LATERAL	1 L	-56.33	-22.61	85.02	14.40	28.03	0.00
	7/8 L	-56.71	-14.11	67.23	14.40	22.70	0.00
	3/4 L	-57.01	-7.42	21.08	14.40	17.24	0.00
	5/8 L	-57.31	-2.57	14.40	14.40	11.66	0.00
	1/2 L	-57.61	0.39	14.40	14.40	5.96	0.00
	3/8 L	-57.92	1.41	14.40	14.40	0.13	0.00
	1/4 L	-58.22	0.46	14.40	14.40	-5.82	0.00
	1/8 L	-58.52	-2.50	14.40	14.40	-11.89	0.00
	0 L	-58.90	-7.52	14.40	14.40	-18.09	0.00
SOLERA	0 L	-40.25	-7.52	13.64	13.64	-47.84	58.61
	1/8 L	-40.25	3.84	13.64	13.64	-22.61	0.00
	1/4 L	-40.25	10.07	13.64	50.79	-6.70	0.00
	3/8 L	-40.25	11.94	13.64	66.01	7.00	0.00
	1/2 L	-40.25	10.07	13.64	50.76	18.84	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>

COMB 054	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.33	-22.67	89.31	13.64	-56.33	109.05
	1/8 L	-28.33	-9.04	60.18	13.64	-43.34	88.98
	1/4 L	-28.33	1.07	13.64	13.64	-30.46	0.00
	3/8 L	-28.33	7.64	13.64	38.52	-17.58	0.00
	1/2 L	-28.33	10.69	13.64	62.42	-4.70	0.00
LATERAL	1 L	-56.33	-22.67	85.08	14.40	28.28	0.00
	7/8 L	-56.71	-14.10	67.15	14.40	22.89	0.00
	3/4 L	-57.01	-7.35	20.61	14.40	17.37	0.00
	5/8 L	-57.31	-2.48	14.40	14.40	11.73	0.00
	1/2 L	-57.61	0.49	14.40	14.40	5.96	0.00
	3/8 L	-57.92	1.50	14.40	14.40	0.07	0.00
	1/4 L	-58.22	0.52	14.40	14.40	-5.95	0.00
	1/8 L	-58.52	-2.49	14.40	14.40	-12.08	0.00
	0 L	-58.90	-7.59	14.40	14.40	-18.35	0.00
SOLERA	0 L	-40.51	-7.59	13.64	13.64	-47.85	58.61
	1/8 L	-40.51	3.78	13.64	13.64	-22.62	0.00
	1/4 L	-40.51	10.01	13.64	50.15	-6.71	0.00
	3/8 L	-40.51	11.88	13.64	65.37	7.00	0.00
	1/2 L	-40.51	10.01	13.64	50.14	18.84	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S =>

COMB 055	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.33	-22.67	89.31	13.64	-56.33	109.05
	1/8 L	-28.33	-9.04	60.18	13.64	-43.34	88.97
	1/4 L	-28.33	1.07	13.64	13.64	-30.46	0.00
	3/8 L	-28.33	7.64	13.64	38.52	-17.58	0.00
	1/2 L	-28.33	10.69	13.64	62.42	-4.70	0.00
LATERAL	1 L	-56.33	-22.67	85.08	14.40	28.28	0.00
	7/8 L	-56.71	-14.10	67.15	14.40	22.89	0.00
	3/4 L	-57.01	-7.35	20.61	14.40	17.37	0.00
	5/8 L	-57.31	-2.48	14.40	14.40	11.73	0.00
	1/2 L	-57.61	0.49	14.40	14.40	5.96	0.00
	3/8 L	-57.92	1.50	14.40	14.40	0.07	0.00
	1/4 L	-58.22	0.52	14.40	14.40	-5.95	0.00
	1/8 L	-58.52	-2.49	14.40	14.40	-12.08	0.00
	0 L	-58.90	-7.59	14.40	14.40	-18.35	0.00
SOLERA	0 L	-40.51	-7.59	13.64	13.64	-47.85	58.61
	1/8 L	-40.51	3.78	13.64	13.64	-22.62	0.00
	1/4 L	-40.51	10.01	13.64	50.15	-6.71	0.00
	3/8 L	-40.51	11.88	13.64	65.37	7.00	0.00
	1/2 L	-40.51	10.01	13.64	50.14	18.84	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

COMB 056	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.08	-12.28	35.91	13.64	-46.69	58.61
	1/8 L	-28.08	-1.27	13.64	13.64	-33.77	0.00
	1/4 L	-28.08	6.22	13.64	29.86	-20.95	0.00
	3/8 L	-28.08	10.20	13.64	58.66	-8.13	0.00
	1/2 L	-28.08	10.67	13.64	62.40	4.70	0.00
LATERAL	1 L	-46.69	-12.28	27.40	14.40	28.13	0.00
	7/8 L	-47.07	-4.15	14.40	14.40	20.33	0.00
	3/4 L	-47.38	1.32	14.40	14.40	12.31	0.00
	5/8 L	-47.68	4.07	14.40	14.40	4.08	0.00
	1/2 L	-47.98	4.03	14.40	14.40	-4.36	0.00
	3/8 L	-48.28	1.13	14.40	14.40	-13.01	0.00
	1/4 L	-48.58	-4.71	14.40	14.40	-21.88	0.00
	1/8 L	-48.89	-13.56	70.45	14.40	-30.96	0.00
	0 L	-49.27	-25.48	94.87	14.40	-40.26	58.61
SOLERA	0 L	-40.26	-25.48	111.99	13.64	-46.36	76.13
	1/8 L	-40.26	-13.31	82.97	13.64	-37.45	58.61
	1/4 L	-40.26	-3.02	13.64	13.64	-28.72	58.61
	3/8 L	-40.26	4.88	13.64	14.22	-18.53	0.00
	1/2 L	-40.26	9.99	13.64	50.15	-6.74	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

COMB 057	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.33	-12.34	36.04	13.64	-46.69	58.61
	1/8 L	-28.33	-1.33	13.64	13.64	-33.77	0.00
	1/4 L	-28.33	6.16	13.64	29.46	-20.95	0.00
	3/8 L	-28.33	10.14	13.64	58.01	-8.13	0.00
	1/2 L	-28.33	10.61	13.64	61.75	4.70	0.00
LATERAL	1 L	-46.69	-12.34	27.62	14.40	28.38	0.00
	7/8 L	-47.07	-4.14	14.40	14.40	20.52	0.00
	3/4 L	-47.38	1.38	14.40	14.40	12.44	0.00
	5/8 L	-47.68	4.17	14.40	14.40	4.15	0.00
	1/2 L	-47.98	4.14	14.40	14.40	-4.36	0.00
	3/8 L	-48.28	1.22	14.40	14.40	-13.08	0.00
	1/4 L	-48.58	-4.65	14.40	14.40	-22.01	0.00
	1/8 L	-48.89	-13.55	70.54	14.40	-31.15	0.00
	0 L	-49.27	-25.55	94.96	14.40	-40.51	58.61
SOLERA	0 L	-40.51	-25.55	112.32	13.64	-46.37	76.04
	1/8 L	-40.51	-13.38	83.26	13.64	-37.46	58.61
	1/4 L	-40.51	-3.08	13.64	13.64	-28.73	58.61
	3/8 L	-40.51	4.82	13.64	13.64	-18.53	0.00
	1/2 L	-40.51	9.93	13.64	49.53	-6.74	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

COMB 058	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.08	-12.32	36.12	13.64	-46.93	58.61
	1/8 L	-28.08	-1.26	13.64	13.64	-33.95	0.00
	1/4 L	-28.08	6.27	13.64	30.10	-21.07	0.00
	3/8 L	-28.08	10.28	13.64	59.25	-8.19	0.00
	1/2 L	-28.08	10.75	13.64	63.07	4.70	0.00
LATERAL	1 L	-46.93	-12.32	27.47	14.40	28.13	0.00
	7/8 L	-47.32	-4.20	14.40	14.40	20.33	0.00
	3/4 L	-47.62	1.27	14.40	14.40	12.32	0.00
	5/8 L	-47.92	4.03	14.40	14.40	4.09	0.00
	1/2 L	-48.22	3.99	14.40	14.40	-4.35	0.00
	3/8 L	-48.53	1.09	14.40	14.40	-13.01	0.00
	1/4 L	-48.83	-4.75	14.40	14.40	-21.88	0.00
	1/8 L	-49.13	-13.60	70.48	14.40	-30.96	0.00
	0 L	-49.51	-25.52	94.95	14.40	-40.25	58.61
SOLERA	0 L	-40.25	-25.52	112.00	13.64	-46.57	77.06
	1/8 L	-40.25	-13.30	82.87	13.64	-37.58	58.61
	1/4 L	-40.25	-2.97	13.64	13.64	-28.80	58.61
	3/8 L	-40.25	4.95	13.64	14.82	-18.55	0.00
	1/2 L	-40.25	10.07	13.64	50.76	-6.72	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

COMB 059	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.08	-12.32	36.12	13.64	-46.93	58.61
	1/8 L	-28.08	-1.26	13.64	13.64	-33.95	0.00
	1/4 L	-28.08	6.27	13.64	30.10	-21.07	0.00
	3/8 L	-28.08	10.27	13.64	59.25	-8.19	0.00
	1/2 L	-28.08	10.75	13.64	63.07	4.70	0.00
LATERAL	1 L	-46.93	-12.32	27.47	14.40	28.13	0.00
	7/8 L	-47.31	-4.20	14.40	14.40	20.33	0.00
	3/4 L	-47.62	1.27	14.40	14.40	12.32	0.00
	5/8 L	-47.92	4.03	14.40	14.40	4.09	0.00
	1/2 L	-48.22	3.99	14.40	14.40	-4.35	0.00
	3/8 L	-48.52	1.09	14.40	14.40	-13.01	0.00
	1/4 L	-48.83	-4.75	14.40	14.40	-21.88	0.00
	1/8 L	-49.13	-13.60	70.49	14.40	-30.96	0.00
	0 L	-49.51	-25.52	94.95	14.40	-40.25	58.61
SOLERA	0 L	-40.25	-25.52	112.00	13.64	-46.57	77.06
	1/8 L	-40.25	-13.30	82.87	13.64	-37.58	58.61
	1/4 L	-40.25	-2.97	13.64	13.64	-28.80	58.61
	3/8 L	-40.25	4.95	13.64	14.82	-18.55	0.00
	1/2 L	-40.25	10.07	13.64	50.76	-6.72	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_A + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

COMB 060	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.33	-12.39	36.26	13.64	-46.93	58.61
	1/8 L	-28.33	-1.32	13.64	13.64	-33.95	0.00
	1/4 L	-28.33	6.21	13.64	29.70	-21.07	0.00
	3/8 L	-28.33	10.21	13.64	58.61	-8.19	0.00
	1/2 L	-28.33	10.69	13.64	62.42	4.70	0.00
LATERAL	1 L	-46.93	-12.39	27.68	14.40	28.39	0.00
	7/8 L	-47.32	-4.19	14.40	14.40	20.52	0.00
	3/4 L	-47.62	1.34	14.40	14.40	12.44	0.00
	5/8 L	-47.92	4.12	14.40	14.40	4.15	0.00
	1/2 L	-48.22	4.09	14.40	14.40	-4.36	0.00
	3/8 L	-48.53	1.18	14.40	14.40	-13.07	0.00
	1/4 L	-48.83	-4.69	14.40	14.40	-22.01	0.00
	1/8 L	-49.13	-13.59	70.61	14.40	-31.15	0.00
	0 L	-49.51	-25.59	95.04	14.40	-40.51	58.61
SOLERA	0 L	-40.51	-25.59	112.33	13.64	-46.58	76.97
	1/8 L	-40.51	-13.37	83.16	13.64	-37.59	58.61
	1/4 L	-40.51	-3.04	13.64	13.64	-28.80	58.61
	3/8 L	-40.51	4.89	13.64	14.12	-18.56	0.00
	1/2 L	-40.51	10.01	13.64	50.14	-6.72	0.00

1.00×Pp + 1.00×Cr + 0.20×Qv_B + 0.20×Ev,r + 0.20×Ti-A + 1.00×S <=

COMB 061	Sección (m)	Nd (t)	Md (t.m)	Us,e (t)	Us,i (t)	Vd (t)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	-28.33	-12.39	36.26	13.64	-46.93	58.61
	1/8 L	-28.33	-1.32	13.64	13.64	-33.95	0.00
	1/4 L	-28.33	6.21	13.64	29.70	-21.07	0.00
	3/8 L	-28.33	10.21	13.64	58.61	-8.19	0.00
	1/2 L	-28.33	10.69	13.64	62.42	4.70	0.00
LATERAL	1 L	-46.93	-12.39	27.68	14.40	28.39	0.00
	7/8 L	-47.31	-4.19	14.40	14.40	20.52	0.00
	3/4 L	-47.62	1.34	14.40	14.40	12.44	0.00
	5/8 L	-47.92	4.12	14.40	14.40	4.15	0.00
	1/2 L	-48.22	4.09	14.40	14.40	-4.36	0.00
	3/8 L	-48.52	1.18	14.40	14.40	-13.07	0.00
	1/4 L	-48.83	-4.69	14.40	14.40	-22.01	0.00
	1/8 L	-49.13	-13.59	70.61	14.40	-31.15	0.00
	0 L	-49.51	-25.59	95.04	14.40	-40.51	58.61
SOLERA	0 L	-40.51	-25.59	112.33	13.64	-46.58	76.97
	1/8 L	-40.51	-13.37	83.16	13.64	-37.59	58.61
	1/4 L	-40.51	-3.04	13.64	13.64	-28.80	58.61
	3/8 L	-40.51	4.89	13.64	14.12	-18.56	0.00
	1/2 L	-40.51	10.01	13.64	50.14	-6.72	0.00

9. ENVOLVENTE DE CUANTÍAS

ENV	Sección (m)	Us,e (t)	R,e (t/m)	Us,i (t)	R,i (t/m)	Ust (t/m)
DINTEL	0 L	89.31	11.75	13.64	7.18	190.33
	1/8 L	60.25	7.93	13.64	7.18	159.34
	1/4 L	13.64	7.18	30.12	7.18	58.61
	3/8 L	13.64	7.18	59.72	7.86	0.00
	1/2 L	13.64	7.18	82.48	10.85	0.00
LATERAL	1 L	85.08	11.19	14.40	7.58	58.61
	7/8 L	67.23	8.85	14.40	7.58	58.61
	3/4 L	21.08	7.58	15.05	7.58	0.00
	5/8 L	14.40	7.58	16.77	7.58	0.00
	1/2 L	14.40	7.58	15.56	7.58	0.00
	3/8 L	14.40	7.58	14.40	7.58	0.00
	1/4 L	14.40	7.58	14.40	7.58	0.00
	1/8 L	70.66	9.30	14.40	7.58	58.61
	0 L	95.10	12.51	14.40	7.58	58.61
SOLERA	0 L	112.35	14.78	13.64	7.18	155.87
	1/8 L	83.27	10.96	13.64	7.18	87.75
	1/4 L	21.52	7.18	50.82	7.18	58.61
	3/8 L	13.64	7.18	66.06	8.69	0.00
	1/2 L	13.64	7.18	71.77	9.44	0.00

Acero = 256.97 kp/ml Hormigón = 1.84 m³/ml

10. ENVOLVENTE DE CUANTÍAS SIN CONSIDERAR EL EFECTO DEL AXIL

	SECCION	ENVOLVENTE MOMENTOS MAXIMOS M(tm)	ENVOLVENTE DE CUANTÍAS t/pieza
DINTEL	0 L	-13.56	-46.74
	E0	*-10.24*	*-35.15*
	E1	*-9.15*	*-37.97*
	E2	*-8.1*	*-42.51*
	E3	*-7.09*	*-50.77*
	1/8 L	-4.89	-34.59
	2/8L	3.13	21.94
	3/8 L	6.88	49.2
	4/8 L	8.13	58.56
LATERALES	0 L	-13.56	-54.46
	E0	*-11.46*	*-45.85*
	E1	*-10.35*	*-48.21*
	E2	*-9.27*	*-50.26*
	E3	*-8.44*	*-56.75*
	1/8 L	-6.68	-44.41
	2/8L	1.82	11.84
	3/8 L	4.9	32.36
	4/8 L	6.2	42.21
	5/8 L	5.35	35.41
	6/8 L	2.24	14.6
	7/8 L	-4.35	-28.61
	E3	*-5.6*	*-37.11*
	E2	*-6.42*	*-34.48*
	E1	*-7.61*	*-41.03*
	E0	*-8.86*	*-35.29*
	L	-13.51	-54.26
SOLERA	0 L	-13.59	-46.89
	E0	*-10.27*	*-35.28*
	E1	*-9.18*	*-38.13*
	E2	*-8.13*	*-42.73*
	E3	*-7.13*	*-51.17*
	1/8 L	-4.89	-34.65
	2/8L	3.29	23.1
	3/8 L	6.62	47.37
	4/8 L	7.81	56.28

11. TENSIONES POR COMBINACIÓN: BASE DE LA SOLERA (kp/cm²)

COMB	0 L	1/8 L	1/4 L	3/8 L	1/2 L	5/8 L	3/4 L	7/8 L	1 L
C001	0.14	0.16	0.17	0.18	0.20	0.21	0.24	0.26	0.29
C002	0.29	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14
C003	-0.13	-0.03	0.06	0.14	0.21	0.28	0.36	0.44	0.53
C004	0.53	0.44	0.36	0.28	0.21	0.14	0.06	-0.03	-0.13
C005	0.17	0.21	0.24	0.26	0.28	0.30	0.33	0.35	0.37
C006	0.37	0.35	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.21	0.17
C007	0.67	0.64	0.61	0.59	0.58	0.59	0.61	0.64	0.67
C008	2.53	2.49	2.42	2.36	2.34	2.36	2.42	2.49	2.53
C009	2.52	2.48	2.42	2.36	2.34	2.36	2.42	2.48	2.52
C010	2.59	2.54	2.47	2.41	2.38	2.41	2.47	2.54	2.59
C011	2.59	2.54	2.47	2.41	2.38	2.41	2.47	2.54	2.59
C012	2.58	2.54	2.47	2.41	2.39	2.41	2.47	2.54	2.58
C013	2.58	2.54	2.47	2.41	2.39	2.41	2.47	2.54	2.58
C014	2.57	2.53	2.46	2.40	2.38	2.40	2.46	2.53	2.57
C015	2.54	2.51	2.45	2.39	2.37	2.39	2.45	2.51	2.54
C016	2.61	2.57	2.50	2.43	2.41	2.43	2.50	2.57	2.61
C017	2.61	2.57	2.50	2.43	2.41	2.43	2.50	2.57	2.61
C018	2.61	2.57	2.50	2.44	2.42	2.44	2.50	2.57	2.61
C019	2.61	2.56	2.50	2.44	2.42	2.44	2.50	2.57	2.61
COMB	0 L	1/8 L	1/4 L	3/8 L	1/2 L	5/8 L	3/4 L	7/8 L	1 L
C020	2.56	2.53	2.46	2.40	2.38	2.40	2.46	2.53	2.56
C021	2.61	2.56	2.49	2.43	2.41	2.43	2.49	2.56	2.61
C022	2.61	2.56	2.49	2.43	2.41	2.43	2.49	2.56	2.61
C023	2.60	2.56	2.49	2.43	2.41	2.43	2.49	2.56	2.60
C024	2.60	2.56	2.49	2.43	2.41	2.43	2.49	2.56	2.60
C025	4.06	3.57	3.09	2.67	2.31	2.01	1.72	1.42	1.06
C026	4.06	3.57	3.09	2.67	2.31	2.01	1.72	1.42	1.06
C027	4.08	3.58	3.11	2.68	2.32	2.02	1.73	1.43	1.08
C028	4.08	3.58	3.10	2.68	2.32	2.02	1.73	1.43	1.08
C029	4.07	3.58	3.11	2.68	2.32	2.02	1.74	1.43	1.08
C030	4.07	3.58	3.11	2.68	2.32	2.02	1.74	1.43	1.08
C031	1.06	1.42	1.72	2.01	2.31	2.67	3.09	3.57	4.06
C032	1.06	1.42	1.72	2.01	2.31	2.67	3.09	3.57	4.06
C033	1.08	1.43	1.73	2.02	2.32	2.68	3.11	3.58	4.08
C034	1.08	1.43	1.73	2.02	2.32	2.68	3.11	3.58	4.08
C035	1.08	1.43	1.74	2.02	2.32	2.68	3.11	3.58	4.07
C036	1.08	1.43	1.74	2.02	2.32	2.68	3.11	3.58	4.07
C037	4.07	3.58	3.10	2.68	2.32	2.01	1.73	1.43	1.07
C038	4.07	3.58	3.10	2.68	2.32	2.02	1.73	1.43	1.07
C039	4.08	3.59	3.11	2.69	2.33	2.02	1.74	1.44	1.09
C040	4.08	3.59	3.11	2.69	2.33	2.02	1.74	1.44	1.09
C041	4.08	3.59	3.11	2.69	2.33	2.03	1.74	1.44	1.08
C042	4.08	3.59	3.11	2.69	2.33	2.03	1.74	1.44	1.08
C043	1.07	1.43	1.73	2.01	2.32	2.68	3.10	3.58	4.07

C044	1.07	1.43	1.73	2.02	2.32	2.68	3.10	3.58	4.07
C045	1.09	1.44	1.74	2.02	2.33	2.69	3.11	3.59	4.08
C046	1.09	1.44	1.74	2.02	2.33	2.69	3.11	3.59	4.08
C047	1.08	1.44	1.74	2.03	2.33	2.69	3.11	3.59	4.08
C048	1.08	1.44	1.74	2.03	2.33	2.69	3.11	3.59	4.08

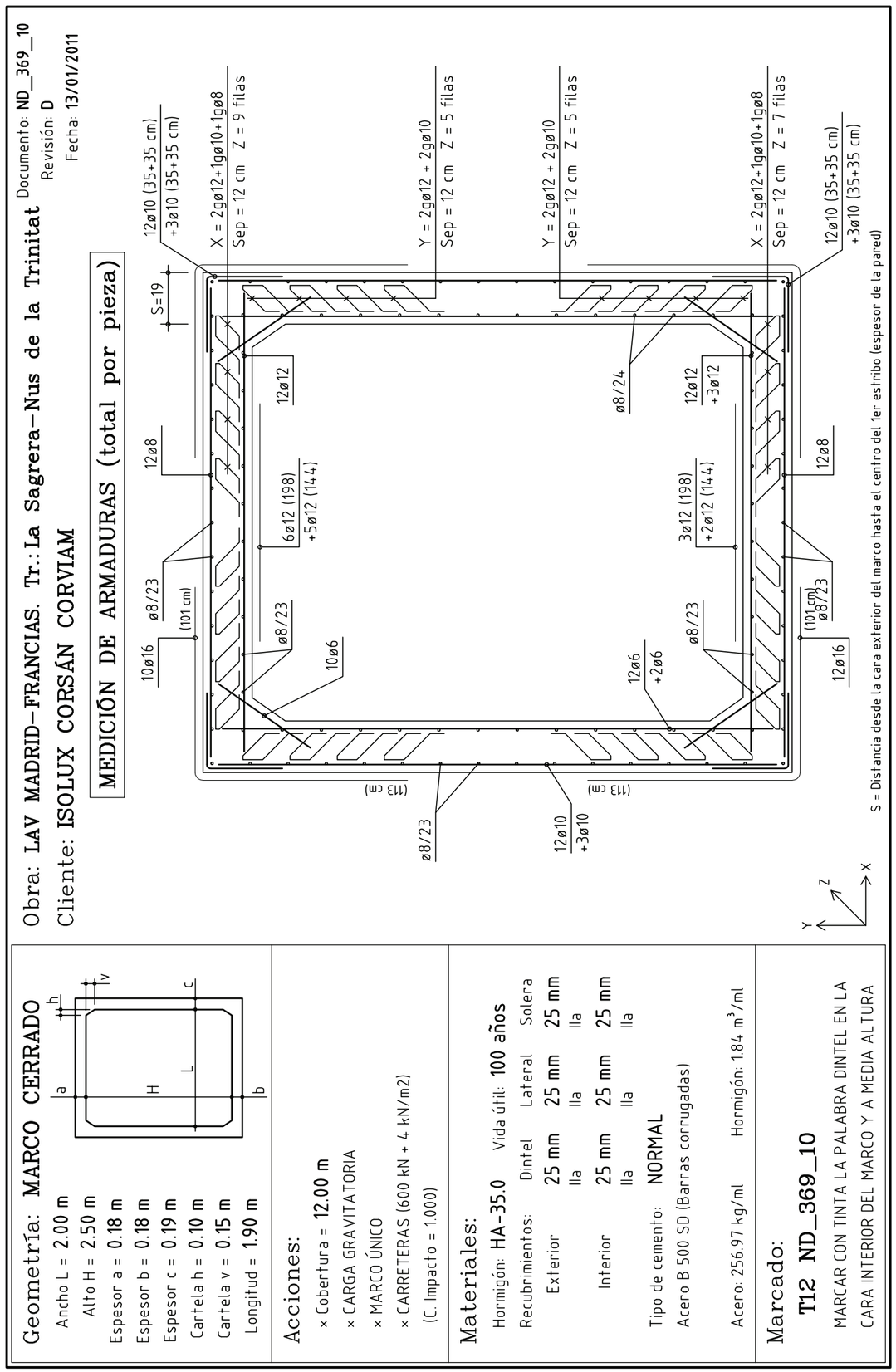
12. ENVOLVENTE DE ABERTURAS DE FISURA

ENVOLVENTE	Sección (m)	Wk,e (mm)	Wk,i (mm)
DINTEL	0 L	0.191	0.003
	1/8 L	0.103	0.004
Wmax,e = 0.30 mm	1/4 L	0.000	0.028
Wmax,i = 0.30 mm	3/8 L	0.000	0.124
	1/2 L	0.000	0.169
LATERAL	1 L	0.166	0.003
	7/8 L	0.117	0.004
Wmax,e = 0.30 mm	3/4 L	0.011	0.005
Wmax,i = 0.30 mm	5/8 L	0.010	0.188
	1/2 L	0.009	0.298
	3/8 L	0.011	0.224
	1/4 L	0.004	0.000
	1/8 L	0.080	0.000
	0 L	0.130	0.000
SOLERA	0 L	0.148	0.000
	1/8 L	0.077	0.003
Wmax,e = 0.30 mm	1/4 L	0.000	0.026
Wmax,i = 0.30 mm	3/8 L	0.000	0.135
	1/2 L	0.000	0.186

13. DEFORMACIONES MÁXIMAS

	Dintel	Solera
Flecha instant.	0.296 cm	-0.257 cm
Flecha diferida	0.189 cm	-0.170 cm
Flecha TOTAL	0.485 cm	-0.427 cm

ANEXO 2: PLANILLA DE ARMADO



INOCSA
Una Empresa AECOM

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V.
MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA.
TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

GALERÍA DE RED ELÉCTRICA. MARCOS TIPO 4 (rev C) Y 5 (rev D).

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica de los documentos relativos a los "Tramos 4 y 5 de la Galería Eléctrica" en sus ediciones REV-C y REV-D (respectivamente) recibidos durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación recibida con información vigente sobre la solución prefabricada propuesta para los marcos tipo 4 y 5 propuestos para resolver la galería de red eléctrica; a saber:

- DOCUMENTO: "ND_369_10 – Revisión D"; del que se asume como vigente para el MARCO TIPO 5 la generalidad de la Memoria de Cálculo y el esquema de armado adjunto para la sección tipo.

- DOCUMENTO: "ND_370_10 – Revisión C"; del que se asume como vigente para el MARCO TIPO 4 la generalidad de la Memoria de Cálculo y el esquema de armado adjunto para la sección tipo.

La documentación citada es emitida por la empresa FORTE Hormigones Tecnológicos S.L. como responsables de los cálculos estructurales de los marcos en estudio, y en ella se pretende dar respuesta a las observaciones realizadas en las fase previas de supervisión sobre las versiones anteriores de los documentos en el que se definía la solución prefabricada propuesta para la galería de red eléctrica.

En el presente informe se realiza una revisión de las correcciones realizadas en el desarrollo de los cálculos presentados como justificación de la validez estructural de la

propuesta y de las modificaciones recogidas en los esquemas de armado con los que se pretende su definición para proceder a su ejecución.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Revisada la documentación recibida, se puede decir que en la nueva versión de los documentes en estudio (Revisión C del marco tipo 4 / Revisión D del marco tipo 5) se recogen las correcciones que dan respuesta a las observaciones realizadas en los informes de supervisión previos, resultando, de forma general, satisfactorias.

Asimismo, en los esquemas de armado de sección tipo adjuntos se incluyen las correcciones / modificaciones solicitadas en coherencia con la nueva versión de los cálculos estructurales justificativos.

Por tanto, la validez estructural validez estructural de la propuesta de prefabricados para los marcos tipo 4 y 5 adoptados para la galería de red eléctrica se considera suficientemente justificada con la documentación recibida, por lo que no se encuentra impedimento para comenzar su ejecución conforme a su definición en los esquemas de armado vigentes.

Madrid, 14 de enero de 2011

INOCSA, Una Empresa AECOM

6 - HINCA BAJO VÍAS

amatria
ingenieria
www.amatria.com

PROYECTO: 817 AVE SAGRERA-TRINIDAD
Memoria de cálculo del dimensionamiento de un muro y terraplén de tierras como elementos de soporte para el empuje de una galería eléctrica bajo las vías de trenes Vilanova - Mataró en servicio.

INOCSA
Una Empresa AECOM
29 ENE 2011
ENTRADA Nº 5942 ARCHIVO 6.3

1. ANTECEDENTES

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

4. MÉTODO DE CÁLCULO Y DE COMPROBACIÓN

5. NORMATIVA APLICADA

6. MATERIALES

7. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

8. ANÁLISIS DEL LA ESTRUCTURA DE SOPORTE CON PLAXIS 3D

9. RESULTADOS

10. CONCLUSIONES

Referencia: 817
Fecha: ENERO 2011
Nombre de la obra: ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA EMPUJE DE COLECTOR BAJO VÍAS

1. ANTECEDENTES

Dentro de las obras que configuran la llegada de la alta velocidad ferroviaria a Barcelona en el tramo Sagrera - Nus de la Trinitat se realiza la reposición de una galería eléctrica. Un tramo de la nueva galería eléctrica transcurre por debajo de la línea Vilanova-Mataró. El reposicionamiento de este tramo de la galería eléctrica por debajo de la línea del tren sin cortar el servicio de tráfico ferroviario se ejecutará mediante un empuje con gatos hidráulicos. Concretamente se hinca un tramo de galería de sección circular de 2.0m de diámetro y 24.39m de longitud

Objeto del presente informe es el dimensionamiento de un muro y del terraplén de tierras en su trasdós como elemento conjunto de soporte para poder realizar el empuje del tramo de galería eléctrica hincado y estudiar las deformaciones del terreno por debajo de las vías de trenes para comprobar la viabilidad de la hinca. Según informaciones proporcionadas por la empresa constructora la durada esperada para el proceso de hinca es del orden de tres semanas como máximo.

Para el diseño de la estructura de soporte se ha utilizado los parámetros geotécnicos indicados en el proyecto original.

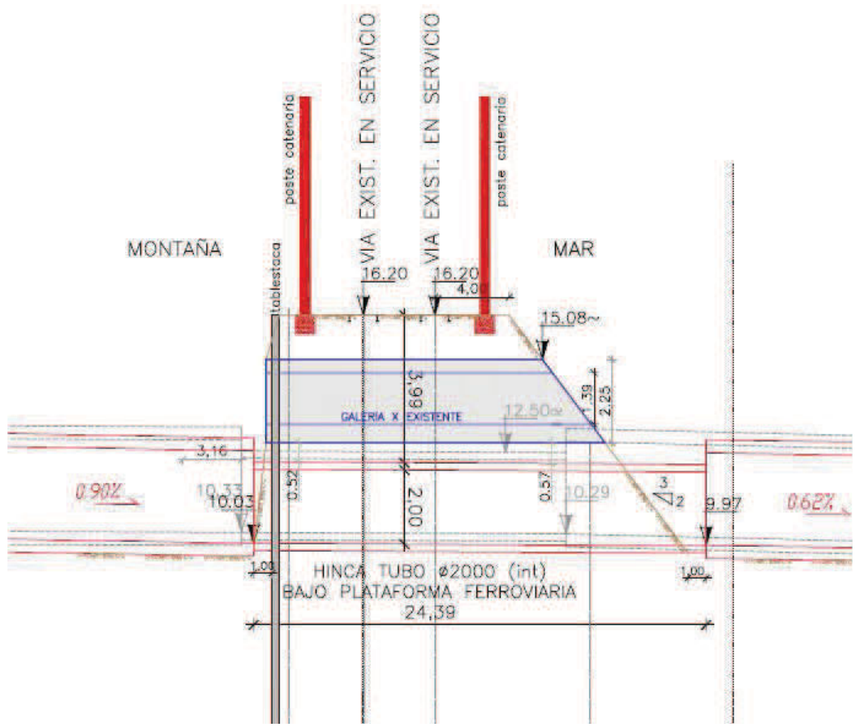


Figura 1: croquis general del perfil de la galería empujada, se pueden observar las vías y la galería existente.

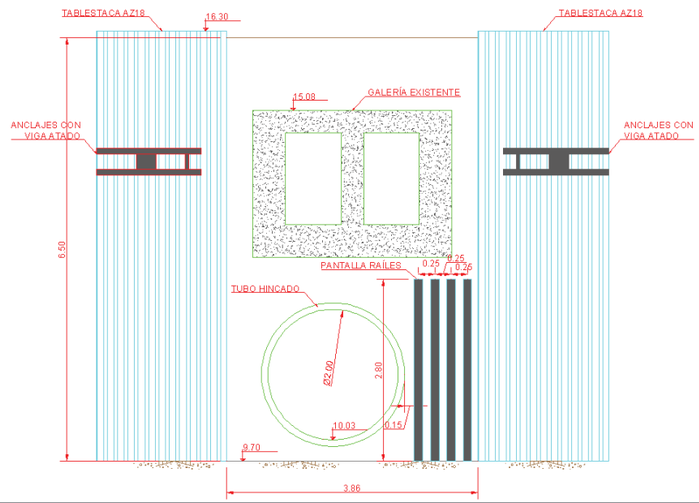


Figura 2: croquis general del alzado del frente de la hinca de la galería empujada, se pueden observar la galería existente, el tubo de hinca, las tablestacas y la pantalla de raíles.

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Como estructura de soporte para la placa de carga de 2.4m de ancho por 2.4m de alto se propone un muro en L de hormigón armado de 3.3m de alto por 5m de ancho. El fuste del muro y la zapata de cimentación son de 0.5m de canto. Para evitar el desprendimiento de tierras del talud se dispone de dos aletas laterales de contención de tierras y desconectadas del muro de apoyo. Estas aletas son de hormigón en masa, disponen de un canto de 0.6m y están inclinadas siguiendo en el talud 4:1 del terraplén.

Dicho muro se apoya en un terraplén de tierras en su trasdós de forma triangular de 8.43m de ancho, 14.50m de largo y 3.3m de alto tal y como se indica en la imagen adjunta. Uno de los lados del terraplén está delimitado por la tablestaca AZ18, en el otro lado se apoya el muro de soporte para el empuje de colector con un talud 4:1 y el lado que queda libre se dispone un talud 1:1.

Según las informaciones proporcionadas por la empresa constructora el sistema de hinca se realiza por medio de una excavación, de profundidad dependiente de las condiciones del terreno, delante del tubo de hinca para luego seguir con el avance del tubo para cubrir la zona excavada.

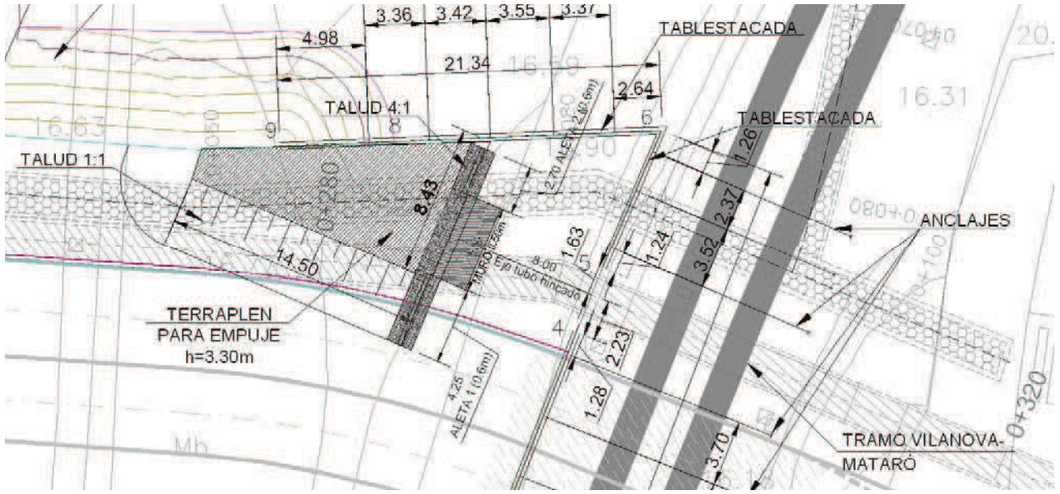


Figura 3: Planta general del terraplén, muro y aletas propuestas para el empuje de la galería eléctrica bajo las vías.

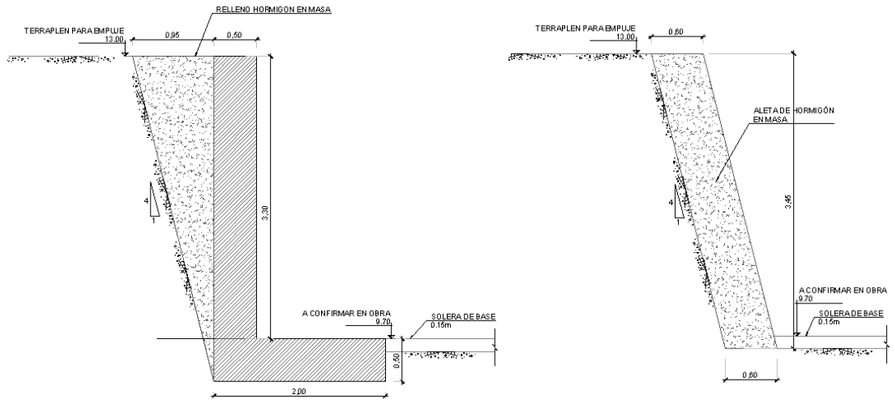


Figura 4: secciones tipo del muro y las aletas.

3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Según lo indicado en el informe “Nota acerca de los criterios a utilizar en el dimensionamiento de pantallas del Sector Sagrera del tramo Sagrera-Nus de la Trinidad” los parámetros geotécnicos del terreno que se deberían considerar son los de proyecto original.

Para el estudio del empuje del colector se ha considerado la estratigrafía encontrada en el sondeo S-9 como sondeo más próximo a la zona de estudio.

Litología sondeo 9	Cotas
1) RU Relleno Antrópico	De +16.50m hasta +15.40m
2) Qc	De +15.40m hasta +15.10m
3) Qa-arcilla roja cuaternario	De +15.10m hasta +0.2.20m

Nivel freático: +04.30m.

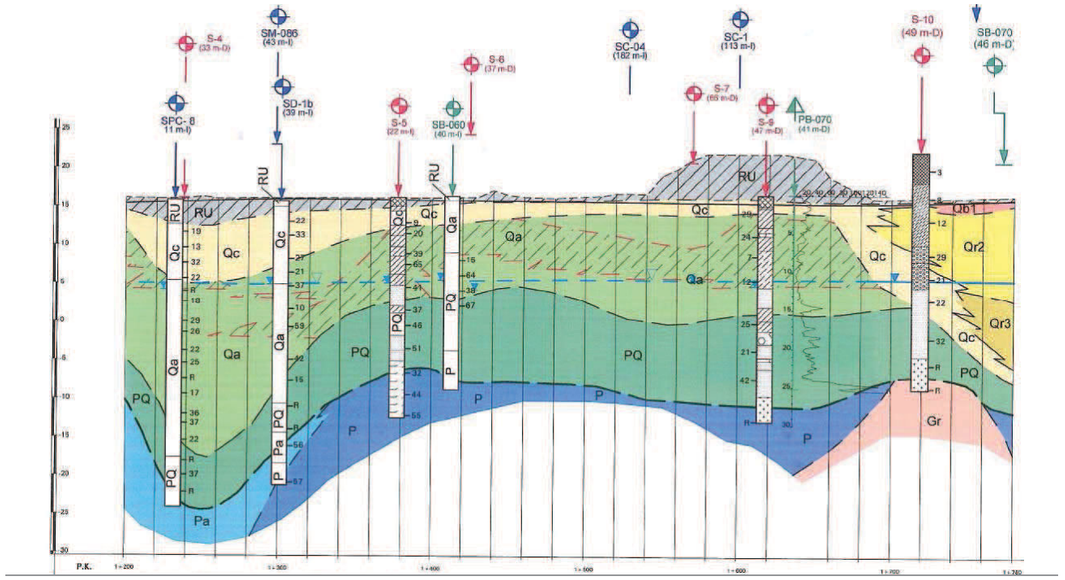


Figura 5: corte geológico de la zona de empuje de los colectores (sondeo 9

4. MÉTODO DE CÁLCULO Y DE COMPROBACIÓN

Se ha realizado un modelo de elementos finitos con el programa PLAXIS 3D del conjunto terreno, pantallas de tablestacas, terraplén y muro de apoyo para valorar el comportamiento del terraplén bajo las cargas de empuje de la galería eléctrica. Con el modelo de PLAXIS 3D se valora el coeficiente de seguridad del talud a la rotura al aplicar la carga de empuje del colector. Del modelo también obtenemos los esfuerzos de dimensionamiento del muro. Para estudiar los efectos de la hinca en las vías se ha incluido en el modelo estas estructuras y las fases de avance de la hinca.

Con el prontuario informático de la EHE se ha dimensionado las secciones resistentes de hormigón armado del muro en L.

5. NORMATIVA APLICADA

Para el cálculo y la comprobación de los diferentes elementos estructurales se ha seguido:

Estructura Hormigón	Instrucción de hormigón estructural EHE-98.
	Guía de cimentaciones en obras de carretera GCOC
Hipótesis de Carga y Combinaciones	Instrucción de hormigón estructural EHE-98
	Eurocódigos.
	Una norma española UNE

6. MATERIALES

Hormigón:

Hormigón en pantallas.....HA-25 (fck = 25 N/mm²)

.

Acero corrugado:

Acero en las pantallas.....B 500 S (fyk = 500 N/mm²)

Acero raíl:

Acero raíl tipo RENFE 45 B-..... ……(fyk=700N/mm²)

7. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Hormigón armado:

En situación persistente o transitoria

Coeficiente de seguridad del hormigón.....γc = 1.50
Coeficiente de seguridad del acero.....γs = 1.15
Coeficiente de seguridad del acero.....γ_{Mo} = 1.10

Coeficientes de seguridad para acciones

Coeficiente de seguridad para acciones variables de carácter provisional…….....1.35
Coeficiente de seguridad para acciones variables……..……...1.5
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes……..1.35
Coeficiente de seguridad para acciones accidentales…....1
Coeficiente de seguridad para acciones simultaneas.....0.6

8. A ANÁLISIS DEL LA ESTRUCTURA DE SOPORTE CON PLAXIS 3D

8.1 Descripción general

Se ha modelizado con el programa PLAXIS3D el terreno, las pantallas de tablestacas y de raíles, el terraplén, el muro de reacción, la galería existente y el tubo de hinca, estudiando las fases de ejecución en obra.

Se ha utilizado el modelo de suelo con endurecimiento (Hardening-Soil) para modelizar el terreno en el que se realizará la excavación, debido a que la utilización de un modelo elástico convencional (Morh-Coulomb) suele exagerar el levantamiento del terreno en zona de excavaciones.

Según lo indicado por UPC en la nota “Nota acerca de los parámetros a utilizar en el análisis de excavaciones mediante elementos finitos”, los datos a introducir en el programa PLAXIS correspondientes al modelo tenso-deformacional Hardening-Soil son los siguientes:

Litología	γ (t/m³)	C’ (t/m²)	φ	E_{50}^{ref} (kPa)	E_{oed}^{ref} (kPa)	E_{ur}^{ref} (kPa)	υ
Relleno	2.0	0.0	28.0º	19416	15533	58248	0.35
Qa-arcilla roja cuaternario	2.15	1.5	33.0º	18787	15029	56360	0.35

En el programa se introduce un coeficiente de reducción de los parámetros del terreno en contacto con las pantallas y el túnel R=0.66.

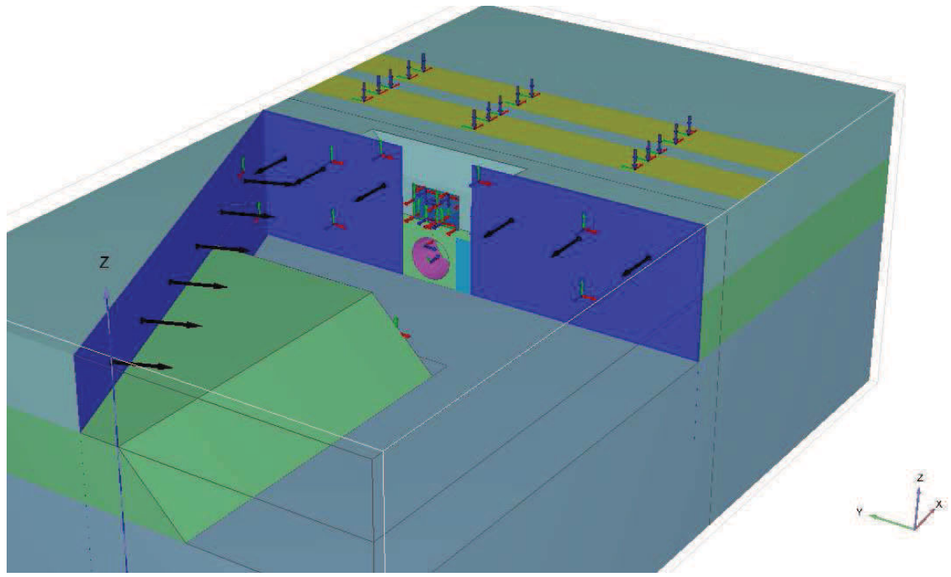


Figura 6: Perspectiva 3D del modelo PLAXIS conjunto terreno, pantallas, galería existente y tubo hincado.

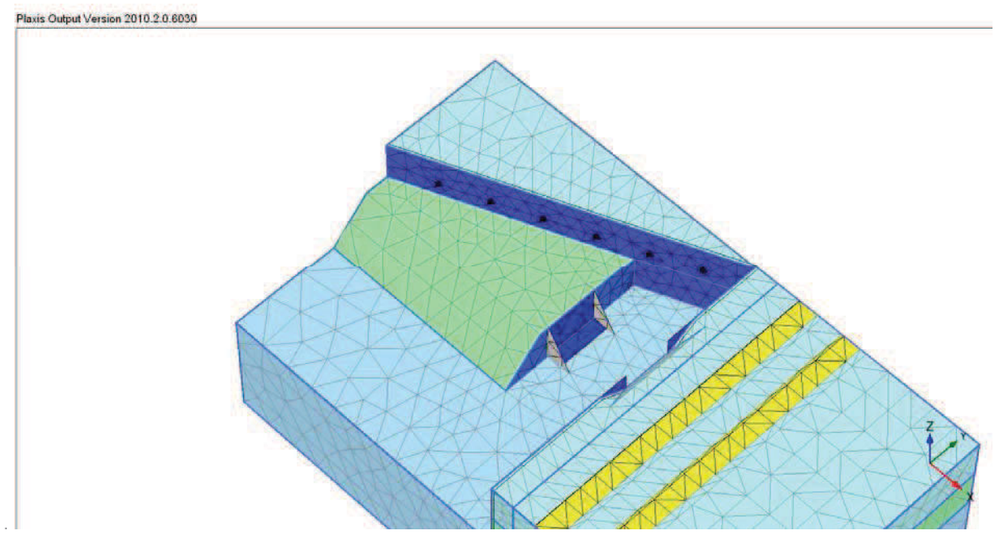


Figura 5: Perspectiva 3D del modelo PLAXIS conjunto terreno, pantallas, muro de reacción.

8.2 Descripción de los elementos estructurales

- **Muro en L y aletas:** se han definido como elementos “plate” con sus espesores correspondientes, 0.5m para el fuste y la zapata del muro de apoyo, 0.3m para el fuste de las aletas y 0.5 para la zapata de las aletas. El muro de reacción está separado de las aletas.

- **Terraplén:** presenta una forma triangular de 8m de ancho, 14.75m de largo y 3.60m de alto tal. Uno de los lados del terraplén está en contacto con la tablestaca AZ18, en el otro lado se apoya el muro de soporte para el empuje de la galería eléctrica y el lado que queda libre hay un talud 1:1. Según la estratigrafía del sondeo 9 el material de este terraplén corresponde a un Qa. En el modelo el lado donde se ejecutará el muro se excava en vertical.

- **Tablestacas:** se han definido como elementos “plate” de espesor equivalente obtenido por medio de la inercia de la tablestaca, se trata de tablestacas tipo AZ18 de acero laminado (momento de inercia It = 34200cm^4/ml). Su longitud es de 11.0m y tiene una línea de anclajes a la cota 14.30m.

- **Anclajes:** se han definido como elemento “fixed end anchor” con una rigidez genérica de 1.0x10^{6}kN.

- **Galería existente:** se trata de un elemento que se sitúa verticalmente entre el nuevo colector empujado y las vías. Es de hormigón en masa. Se ha definido por medio de elementos “plate” con los espesores correspondientes.

- **Tubo hincado:** se ha definido como elemento plate” de espesor 0.20m. Se ha modelizado por medio de elementos de 2.0m de longitud, para observar la afección de la correspondiente excavación-empuje.

- **Vías tren:** se han modelizado como dos elementos “plate” con espesor despreciable, sirven para evidenciar la posición de las vías y para poder observar las deformaciones del terreno por debajo de ellas.

- **Pantalla de raíles:** se han definido como elementos “plate” de espesor equivalente obtenido por medio de la inercia de los raíles, se trata de pantalla realizada con elementos raíles de 45kg con espaciamiento de 0.25m, ya utilizados en otras actuaciones de la misma obra (momento de inercia Ir = 5825cm^4/ml). Sirven para contener el terreno lateralmente al tubo hincado.

8.2 Descripción de las cargas

- **Empuje del colector:** se considera una carga de empuje de los colectores de 3000kN. Esta carga se ha valorado según la norma UNE 127.010 correspondiente al rozamiento envolvente necesario para avanzar el tubo según la fórmula que se adjunta a continuación.

  F=ml · pi · De · L donde F= fuerza ejercida por el rozamiento
  Ml= coeficiente de fricción, se considera el valor más restrictivo de 20kN/m^2
  De= Diámetro exterior 2.4m
  L=longitud de hincado 20m

  A esta carga no le hemos añadido la resistencia al corte del terreno ya que este se retirará mediante medios mecánicos a medida que se hinque la galería eléctrica.

- **Carga tren:** se considera la carga definida por la IAPF para el tren UIC71 compuesta por cuatro ejes de 250kN separados 1.60m entre sí, acompañados de sobrecargas repartidas anterior y posterior de 80kN/m con longitud indefinida. En el modelo realizado con el programa PLAXIS, se han repartido las cuatro cargas concentradas de los ejes en una superficie de 6.40mx2.60m, siendo 6.40m el ancho ocupado por los ejes y 2.60m la longitud de las traviesas, y la carga lineal de 80kN/m se ha repartido en una superficie de 2.60m de ancho. Se ha aplicado esta carga en la fase inicial, que representa el estado actual, y en algunas de las fases de ejecución del tubo de hinca como se explicará a continuación.

8.3 Fases de cálculo

Las fases de cálculo consideradas en el modelo de PLAXIS 3D son las siguientes:

Fases determinantes para el estudio del muro de reacción

Fase 0: Fase actual con galería existente y vías trenes, en esta fase se aplica la carga del tren.
Fase 1: ejecución de las tablestacas.
Fase 2: excavación hasta la cota de ejecución de los anclajes.
Fase 3: ejecución de los anclajes.
Fase 4: excavación máxima del terreno hasta cota 9.70m dejando el terraplén necesario a la reacción de la hinca*.
Fase 5: ejecución del muro de reacción.
Fase 6: aplicación de la carga de empuje al muro de reacción.

* En el modelo se ha realizado una excavación vertical del terraplén de reacción siendo un terreno con una cierta cohesión y siendo la fase provisional. Se ha comprobado el coeficiente de seguridad de esta excavación.

Fases determinantes para el estudio de la hinca

Se ha realizado el estudio analizando la posibilidad de una excavación máxima de 0.50m de profundidad delante del tubo de hinca en diferentes puntos a lo largo del trazado de la hinca.

Para estimar la afección del proceso de hinca del tubo a las vías tanto con carga de tren como sin carga de tren en ellas, se han analizado las fases 7-8 y 9-10 con carga de tren y sin carga de tren, mientra las demás fases se han analizado con carga de tren.

Fase 7: ejecución primer tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación en su interior (con carga de tren en las dos vías y sin carga de tren).
Fase 8: excavación de 0.50m de profundidad delante del primer tramo de tubo ejecutado (con carga de tren en las dos vías y sin carga de tren).
Fase 9: ejecución segundo tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación en su interior (con carga de tren en las dos vías y sin carga de tren).
Fase 10: excavación de 0.50m de profundidad delante del segundo tramo de tubo ejecutado (con carga de tren en las dos vías y sin carga de tren).
Fase 11: ejecución tercer tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación en su interior (con carga de tren).
Fase 12: excavación de 0.50m de profundidad delante del tercer tramo de tubo ejecutado (con carga de tren).
Fase 13: ejecución cuarto tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación en su interior (con carga de tren).
Fase 14: excavación de 0.50m de profundidad delante del cuarto tramo de tubo ejecutado (con carga de tren).
Fase 15: ejecución quinto tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación en su interior (con carga de tren).

Se ha finalizado el estudio en correspondencia de la fase 15 cuando la hinca del tubo supera la zona de afección a las vías

A estas fases se añadien las fases introducidas para la comprobación del coeficiente de seguridad de las actuaciones más criticas, en los resultados se muestran los valores encontrados

9. RESULTADOS

9.1 Deformaciones del terreno

A continuación se adjuntan los diagramas donde se muestran las deformaciones del terreno observadas.

Deformaciones en el terraplén de reacción del la hinca

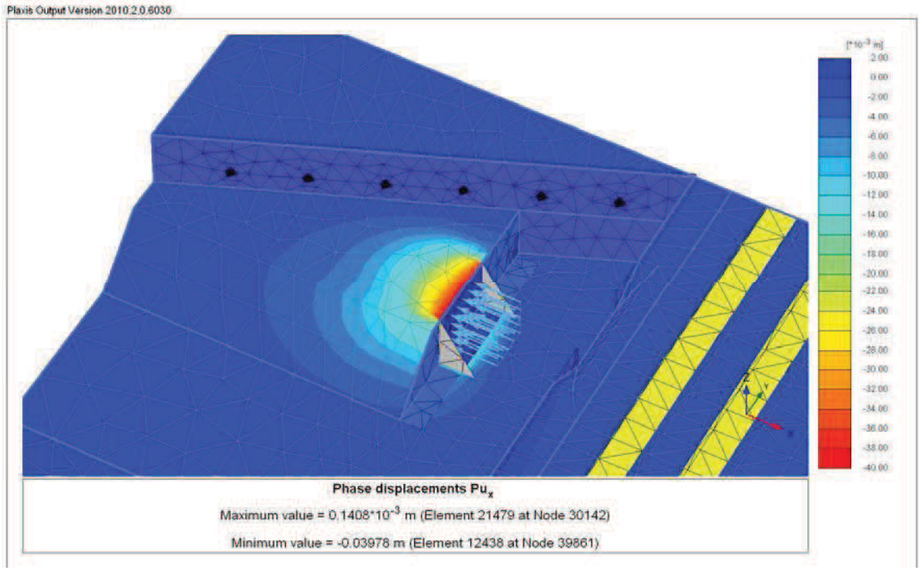
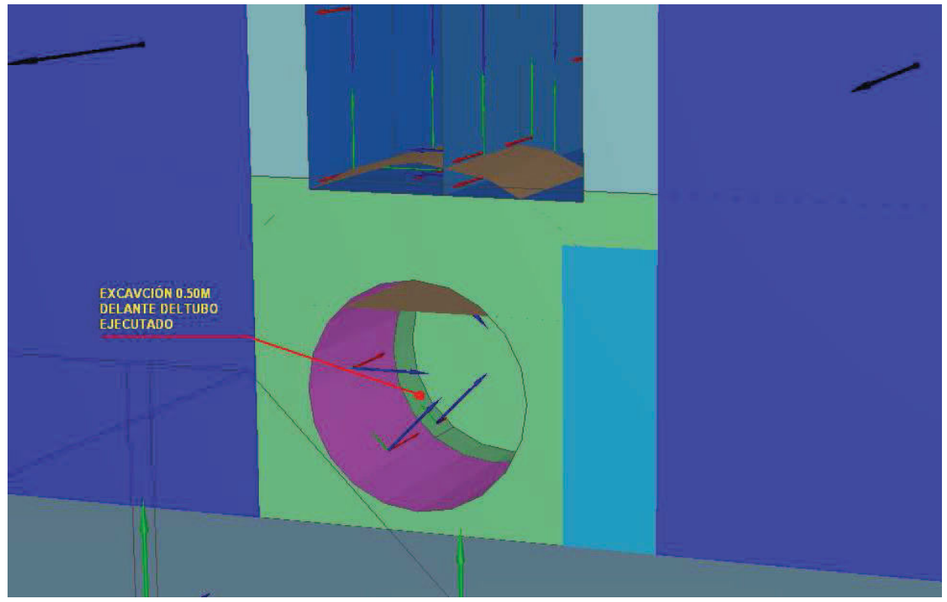


Figura 7: deformaciones del terraplén bajo las cargas de empuje de los colectores def.máx = 40mm. PLAXIS 3D

Deformaciones del terreno en zonas de excavación delante del tubo ejecutado

A continuación se muestran los resultados para las fases más representativas:

Fase 8



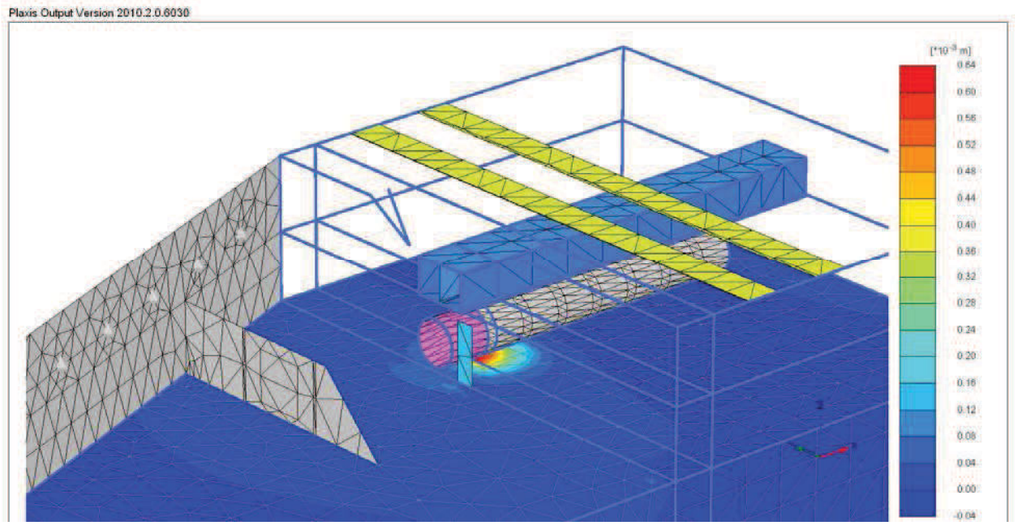


Figura 8: croquis representativos de la fase 8, se observa la ejecución de del primer tramo del tubo y la excavación de los 0.50m delante del tubo ya ejecutado. PLAXIS 3D.

Fase 8 caso sin carga de tren

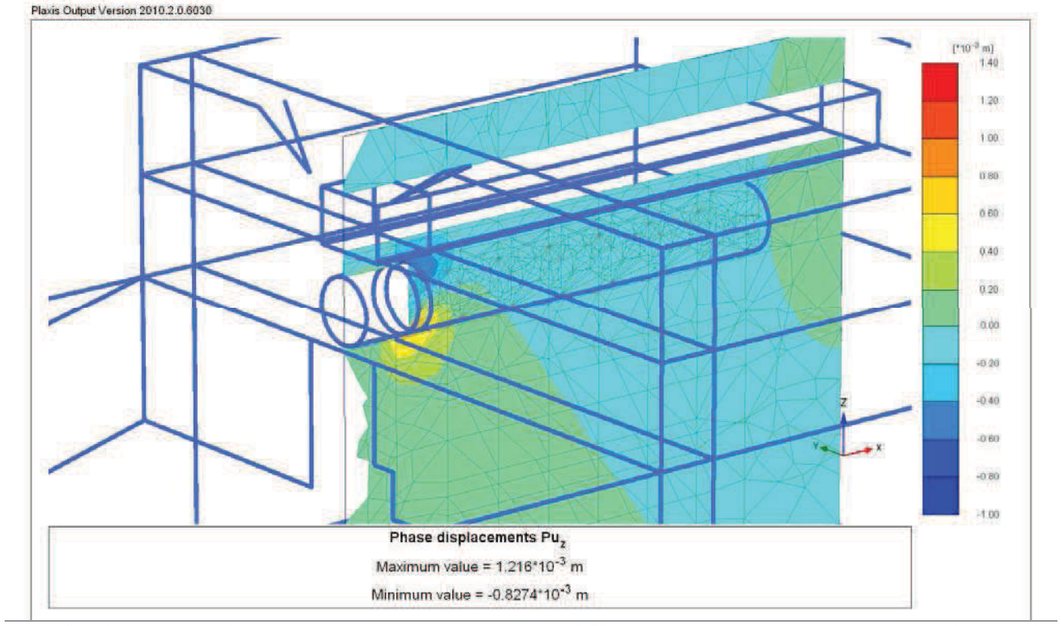


Figura 9: deformaciones verticales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def.máx = 1.21mm. . Fase 8 sin carga de tren. PLAXIS 3D.

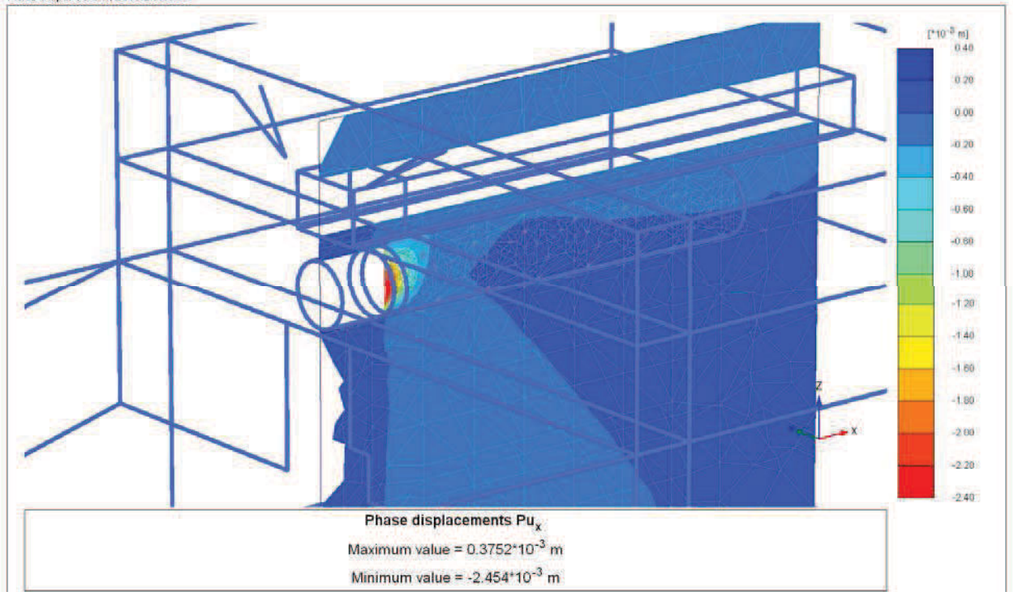


Figura 10: deformaciones horizontales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def.máx = -2.45mm. . Fase 8 sin carga de tren. PLAXIS 3D.

Fase 8 caso con carga de tren en las dos vías

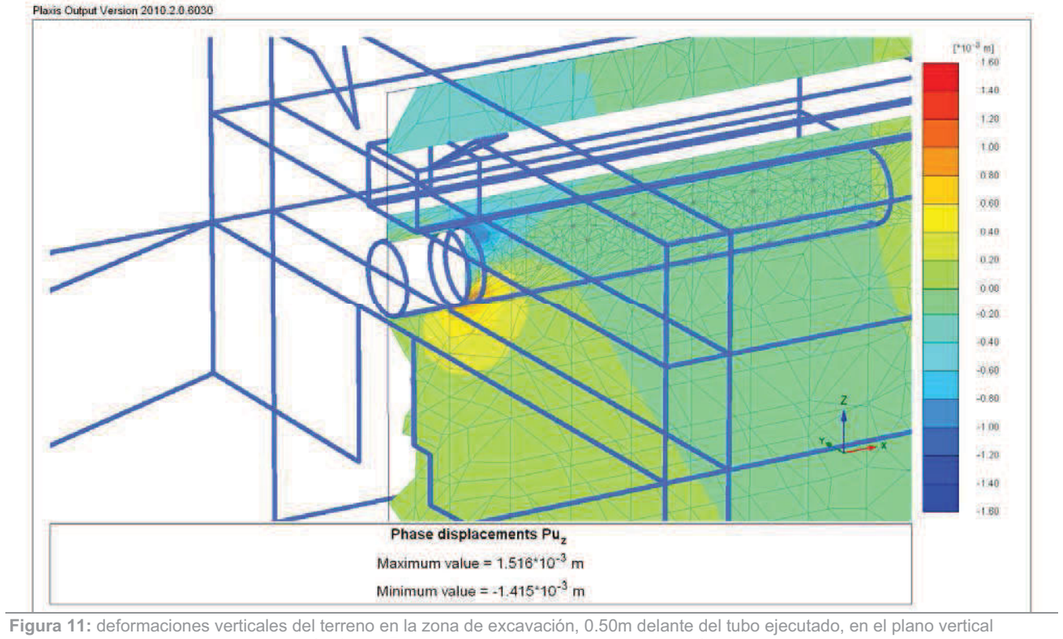


Figura 11: deformaciones verticales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def.máx = 1.51mm. Fase 8 con carga de tren. PLAXIS 3D.

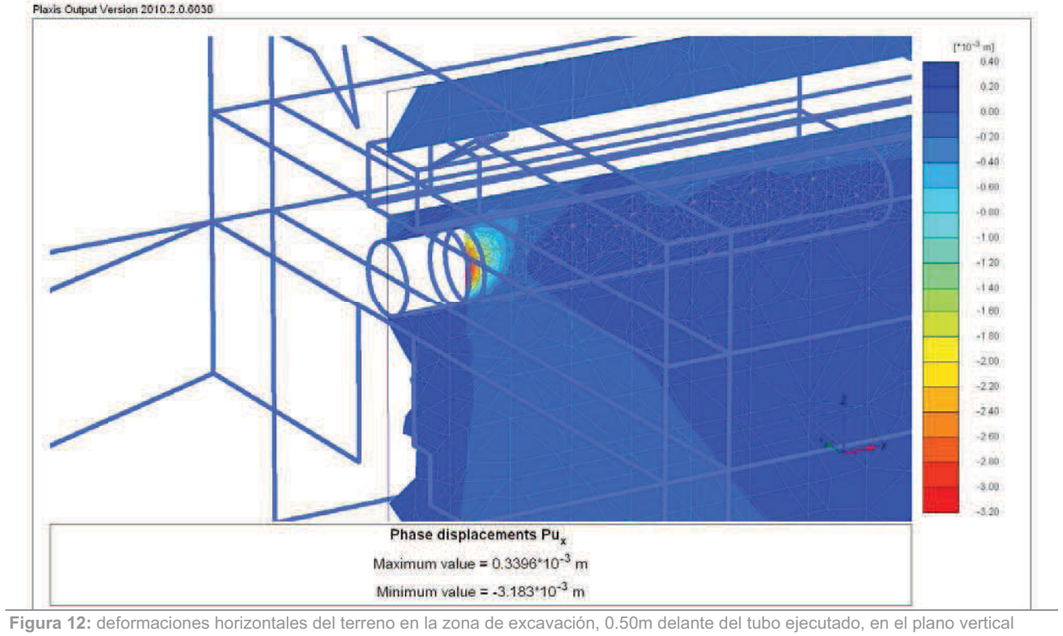
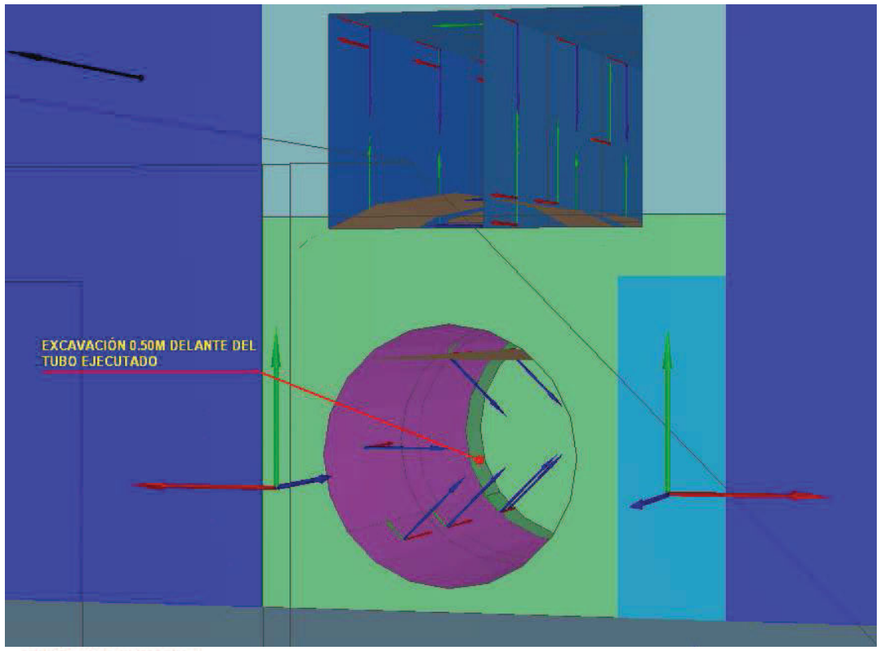


Figura 12: deformaciones horizontales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def.máx = -3.183mm. Fase 8 con carga de tren. PLAXIS 3D.

Fase 10



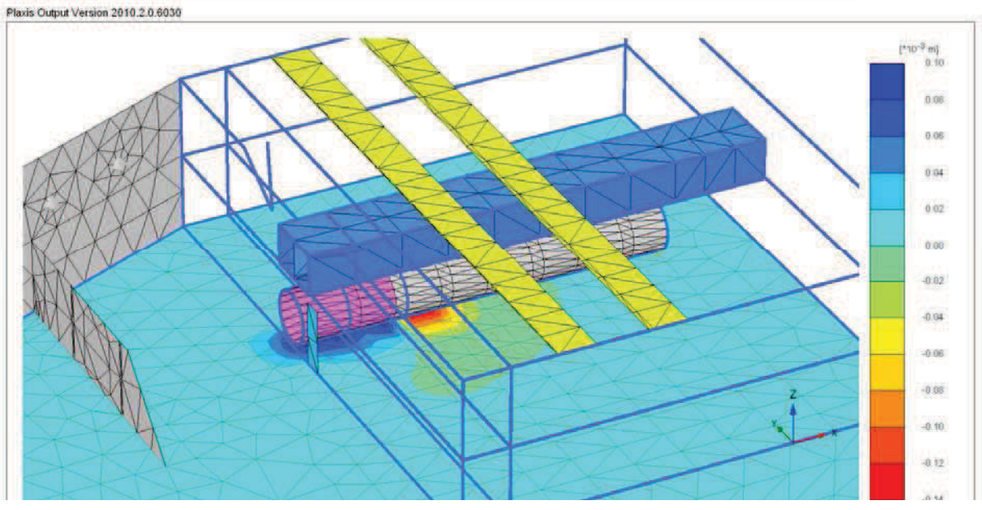


Figura 13: croquis representativos de la fase 10, se observa la ejecución de los dos tramos del tubo y la excavación de los 0.50m delante de los tubos ya ejecutados. PLAXIS 3D.

Fase 10 caso sin carga de tren

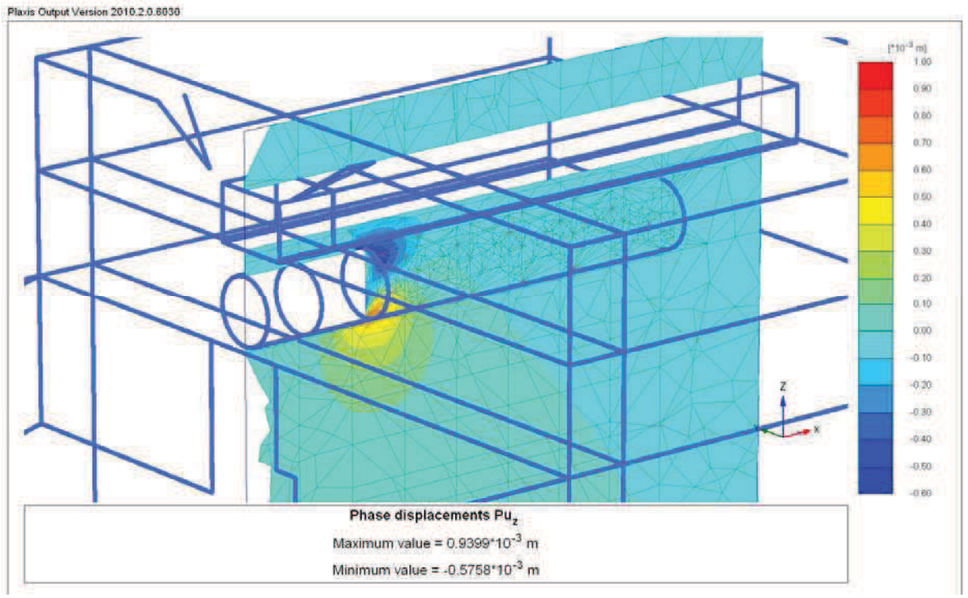


Figura 14: deformaciones verticales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def.máx = 0.94mm. Fase 10 sin carga de tren. PLAXIS 3D.

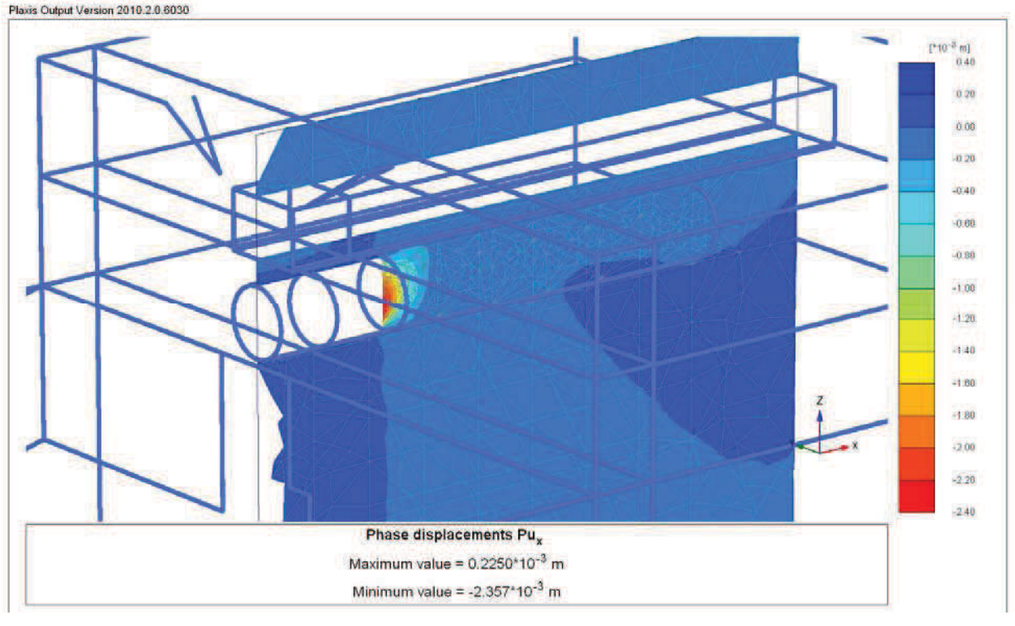


Figura 15: deformaciones horizontales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def.máx = -2.36mm. Fase 10 sin carga de tren. PLAXIS 3D.

Fase 10 caso con carga de tren en las dos vías

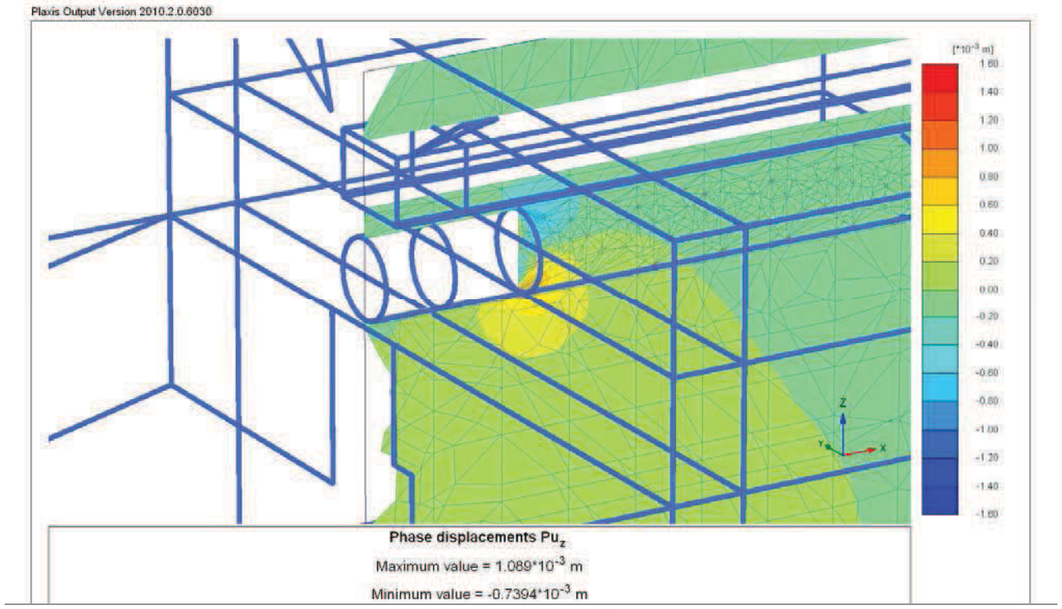


Figura 16: deformaciones verticales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def.máx = 1.10mm. Fase 10 con carga de tren. PLAXIS 3D.

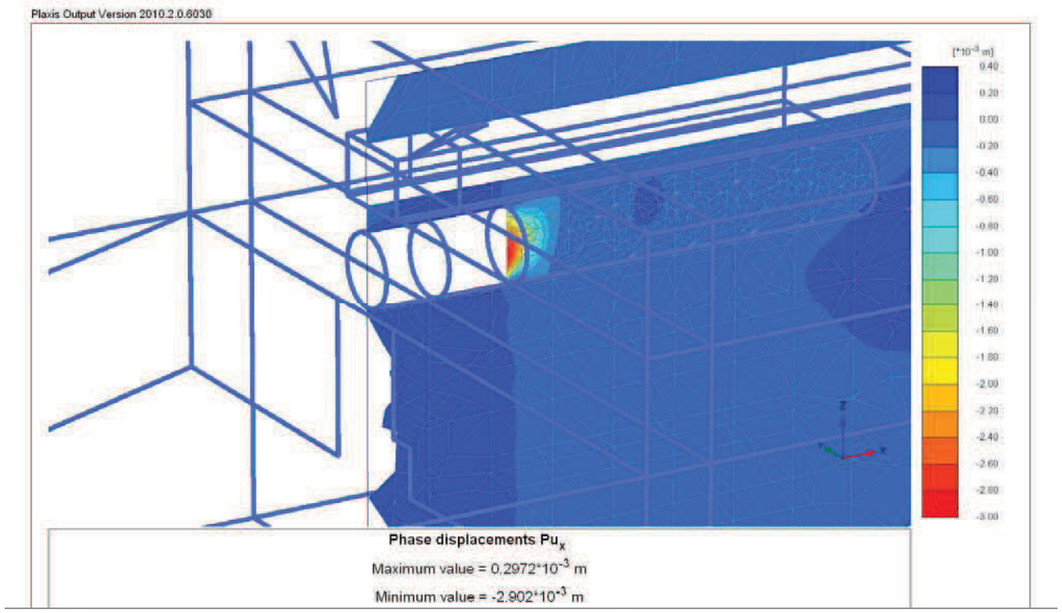
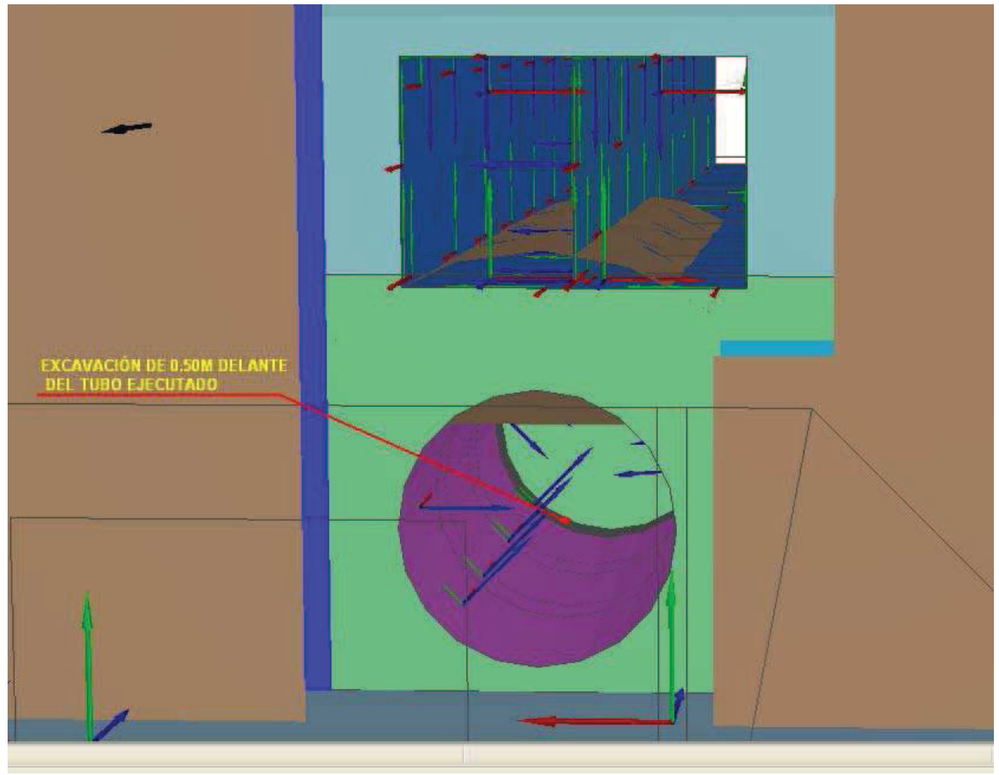


Figura 17: deformaciones horizontales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def.máx = -2.97mm. Fase 10 con carga de tren. PLAXIS 3D.

Fase 12



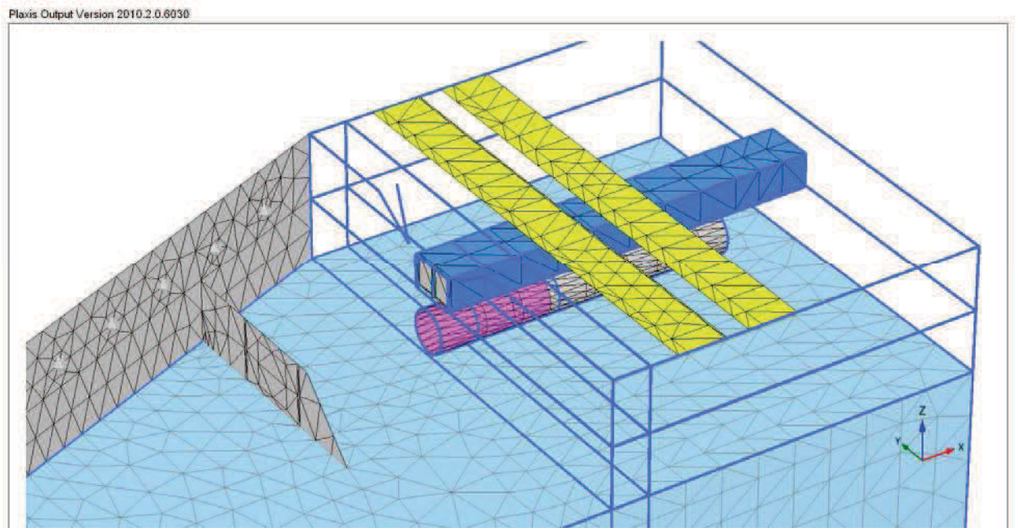


Figura 18: croquis representativos de la fase 12, se observa la ejecución de los tres tramos del tubo y la excavación de los 0.50m delante de los tubos ya ejecutados. PLAXIS 3D.

Fase 12

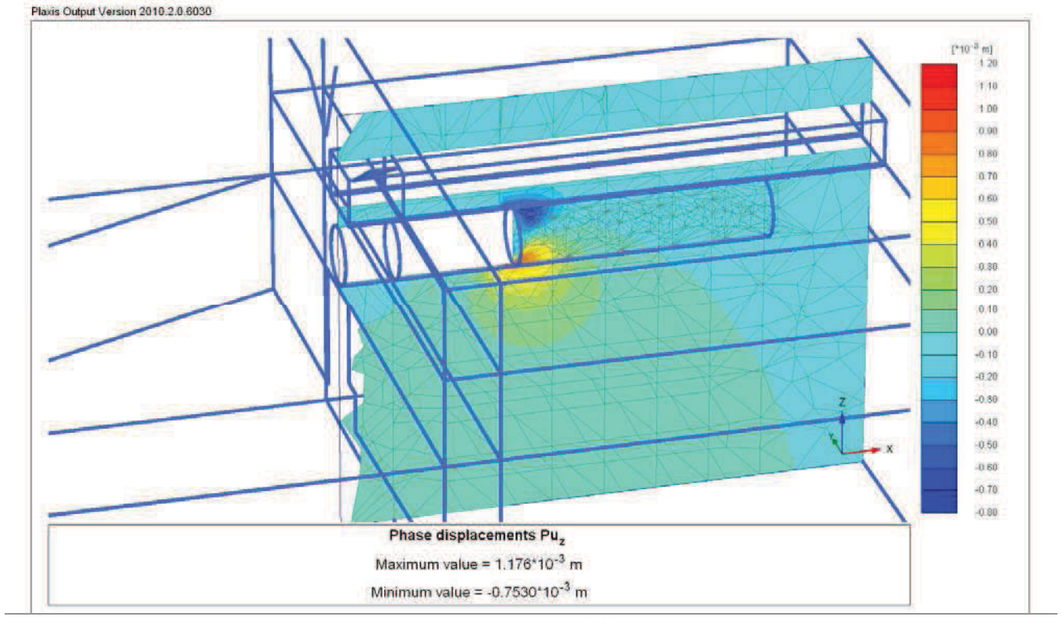


Figura 19: deformaciones verticales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def.máx = 1.18mm. . Fase 12. PLAXIS 3D.

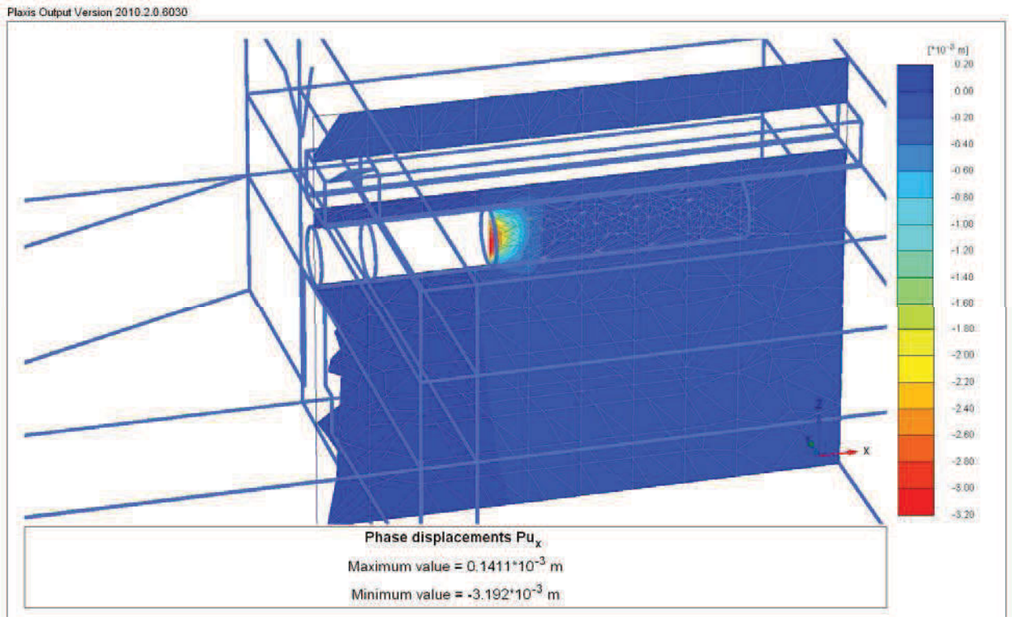


Figura 20: deformaciones horizontales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def.máx = -3.20mm. Fase 12. PLAXIS 3D.

Deformaciones en las vías del tren

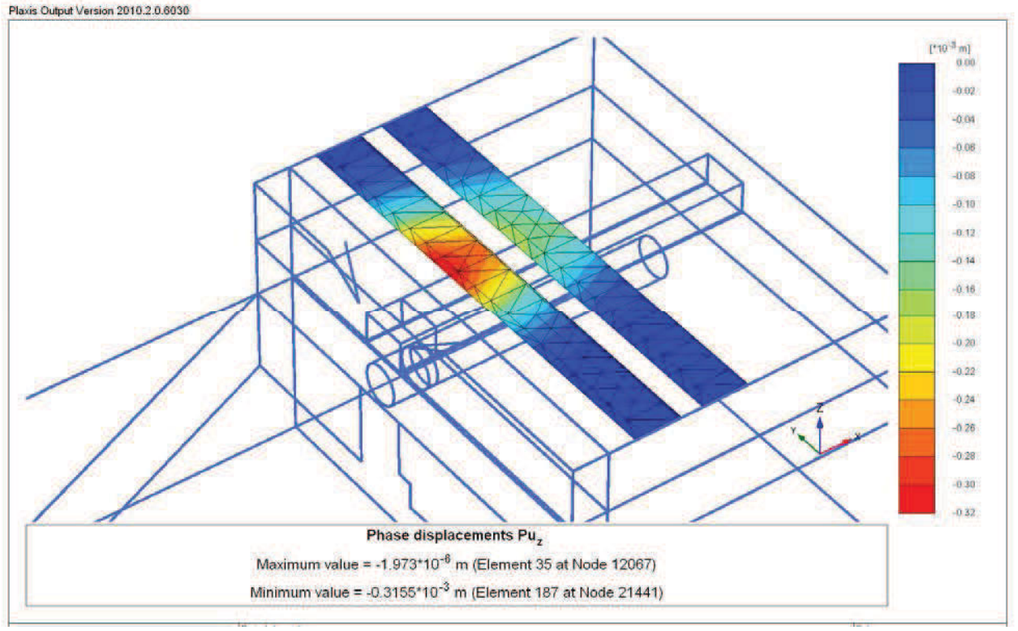


Figura 21: deformaciones verticales en las vías de tren observadas en la fase 8, def.máx = -0.32mm. PLAXIS 3D

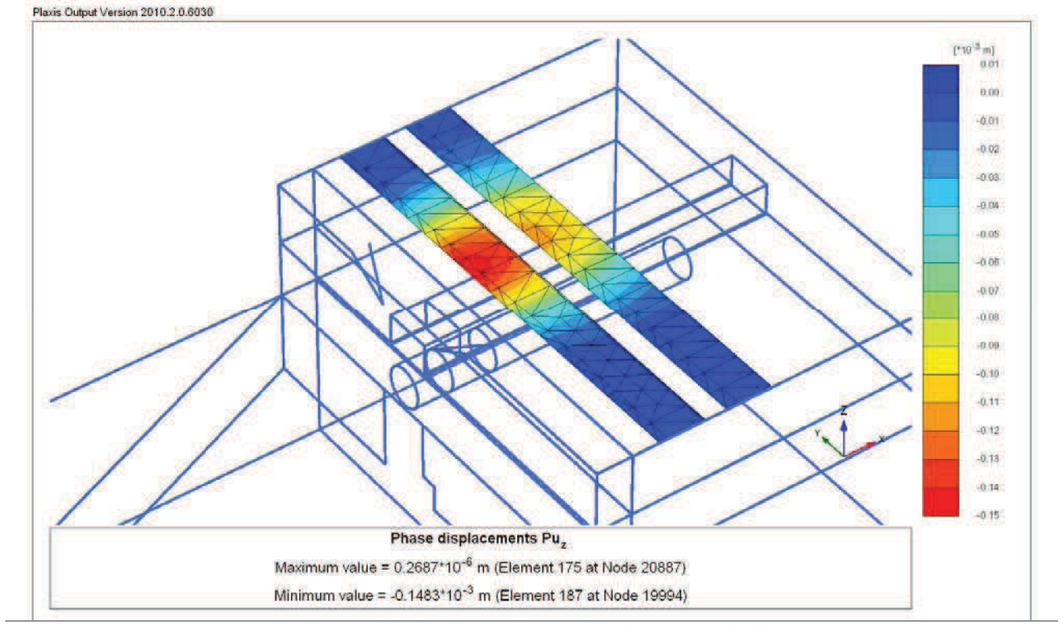


Figura 22: deformaciones verticales en las vías de tren observadas en la fase 10, def.máx = -0.15mm. PLAXIS 3D

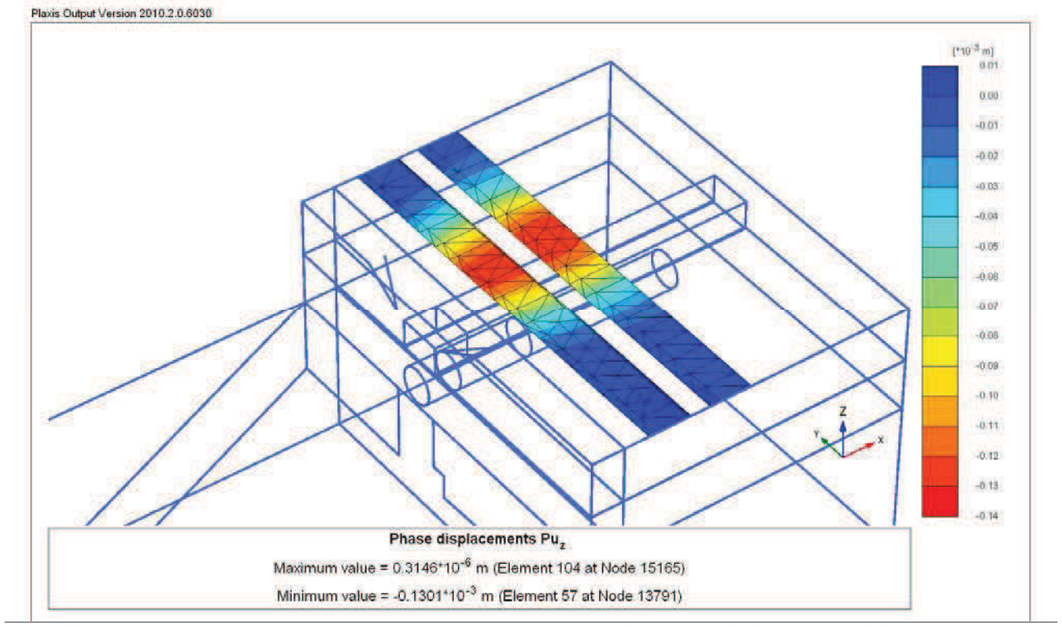


Figura 23: deformaciones verticales en las vías de tren observadas en la fase 12, def.máx = -0.13mm. PLAXIS 3D

Como se puede observar de los diagramas anteriores los asientos o levantamientos producidos en las vías por la hinca son muy pequeños y inferiores a los 0.32mm.

Se han obtenido coeficientes de seguridad de estabilidad del terreno y de las estructuras superiores a 1.40 para la fase de empuje en el muro de reacción y del orden de 1.20 para las fases de ejecución del tubo de hinca. A titulo de ejemplo se muestran los valores obtenidos para la fase 6 de aplicación de la carga de hinca al muro de reacción y una de las fases representativas de la hinca del tubo, en concreto la fase 12.

Factor de seguridad para la Fase 6. Aplicación carga de hinca al muro de reacción

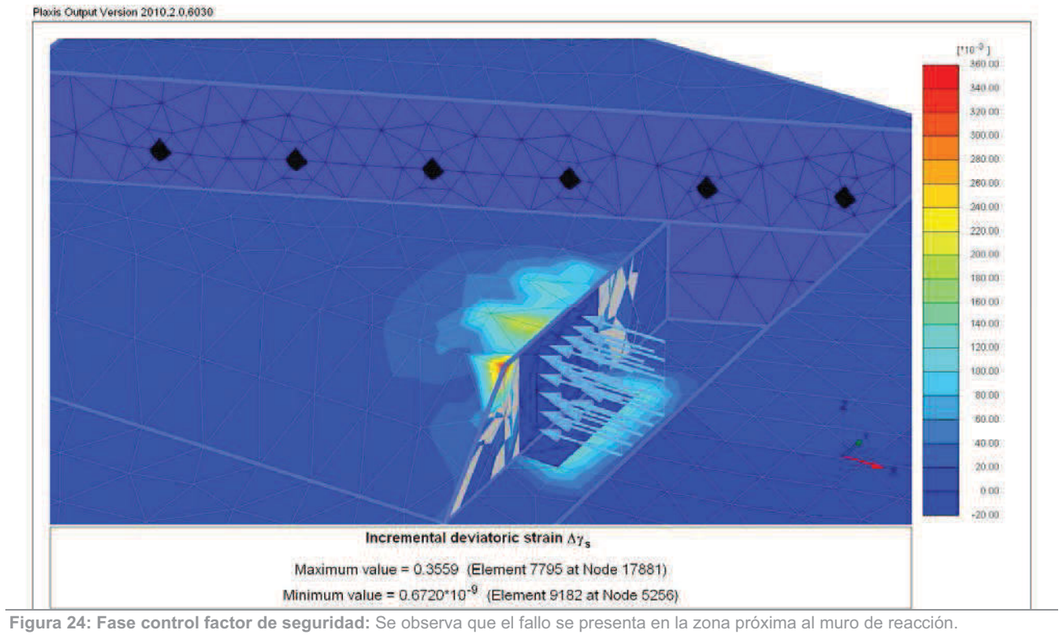


Figura 24: Fase control factor de seguridad: Se observa que el fallo se presenta en la zona próxima al muro de reacción.

PLAXIS — essential for geotechnical professionals

Project description	: Muro Rx0.5_2	Output Version 2010.2.0.6030
User name	: Amatria Ingeniería SL	
Project filename	: Muro Rx0.5_2	Date : 25/01/2011
Output	: Calculation information	Page : 1

Step info				
Phase	Phase_7 [Phase_7]			
Step	112 of 112			
Step type	Safety			
Kernel type	32 bit			
Extrapolation factor	1.000			
Relative stiffness	2.784E-6			
Multipliers				
Prescribed displacements	M_{Disp}	0.000	ΣM_{Disp}	0.000
Load system A	M_{LoadA}	0.000	ΣM_{LoadA}	1.000
Load system B	M_{LoadB}	0.000	ΣM_{LoadB}	1.000
Soil weight	M_{Weight}	0.000	ΣM_{Weight}	1.000
Strength reduction factor	M_{sf}	0.4834E-3	ΣM_{sf}	1.463
Time	Increment	0.000	End time	0.000
Stage construction				
Active proportion total area	M_{Area}	0.000	ΣM_{Area}	0.8409
Active proportion of stage	M_{Stage}	0.000	ΣM_{Stage}	0.000

F.S. Logrado

Figura 25: Fase control factor de seguridad: Resultados de cálculo de estabilidad de la fase 6. F.S.=1.46.

Factor de seguridad para la Fase 12. Ejecución segundo tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación de los 0.50m delante del tubo.

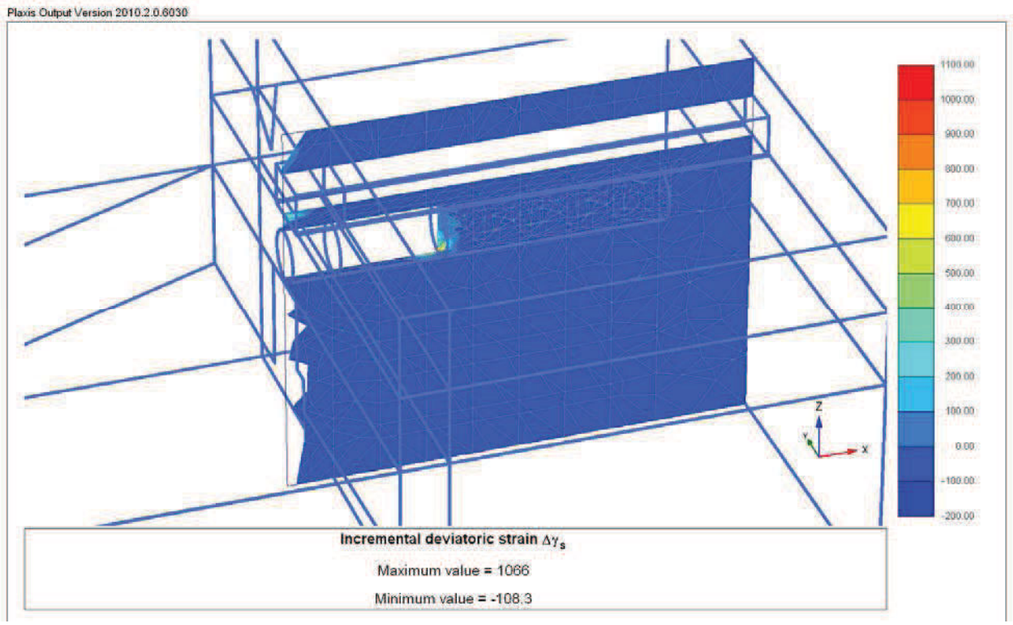


Figura 26: Fase control factor de seguridad: Se observan las zonas donde se produce el fallo.

PLAXIS *essential for geotechnical professionals*

Project description	: hinca tubo	**Output Version 2010.2.0.6030**
User name	: Amatria Ingeniería SL	
Project filename	: hinca tubo	Date : 26/01/2011
Output	: Calculation information	Page : 1

Step info				
Phase	Phase_12 [Phase_12]			
Step	75 of 75			
Step type	Safety			
Kernel type	32 bit			
Extrapolation factor	0.5000			
Relative stiffness	0.3440E-9			
Multipliers				
Prescribed displacements	M_{Disp}	0.000	ΣM_{Disp}	0.000
Load system A	M_{LoadA}	0.000	ΣM_{LoadA}	1.000
Load system B	M_{LoadB}	0.000	ΣM_{LoadB}	1.000
Soil weight	M_{Weight}	0.000	ΣM_{Weight}	1.000
Strength reduction factor	M_{sf}	5.000E-3	ΣM_{sf}	1.207
Time	Increment	0.000	End time	0.000

F.S. Logrado

Figura 27: Fase control factor de seguridad: Resultados de cálculo de estabilidad de la fase 12. F.S.=1.20

9.2 Esfuerzos en el muro de apoyo y pantalla de raíles

A continuación se adjuntan los diagramas donde se muestran los esfuerzos del muro de apoyo. Al tratarse de una obra de carácter no se comprueba la fisuración.

Muro de reacción

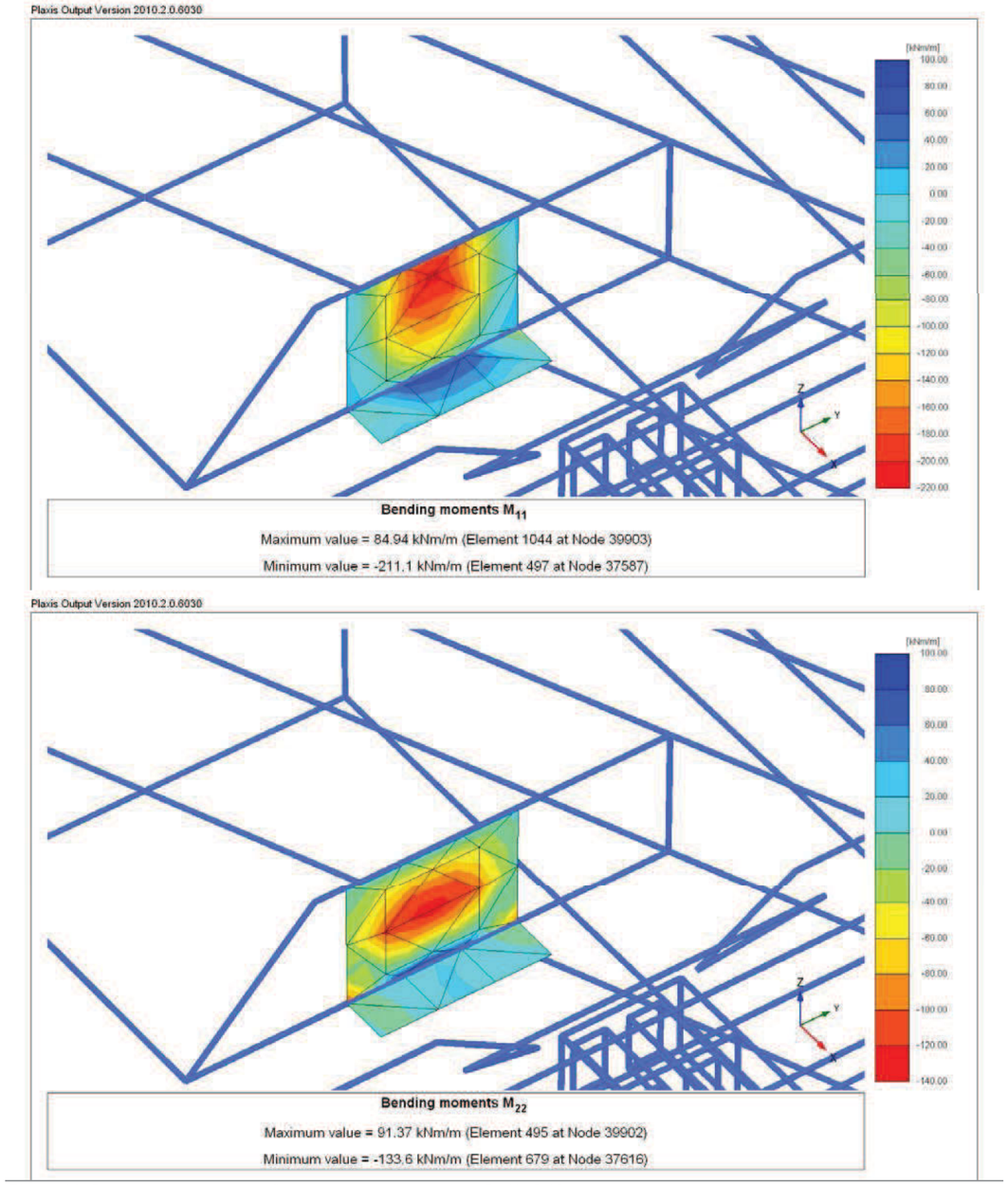
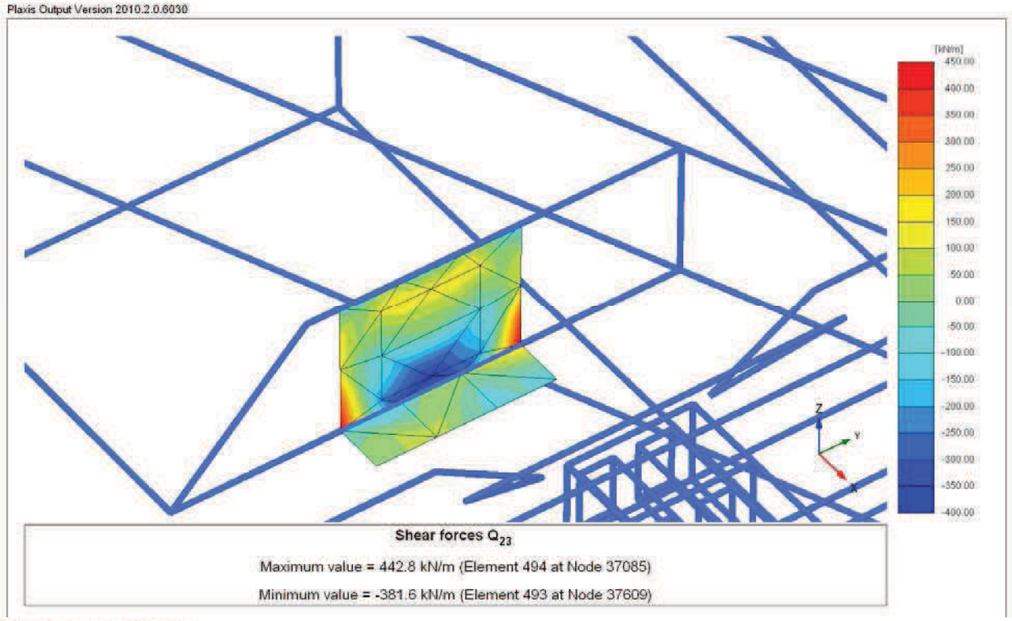


Figura 28: Diagrama de momentos flectores en el muro en kNm. PLAXIS 3D.



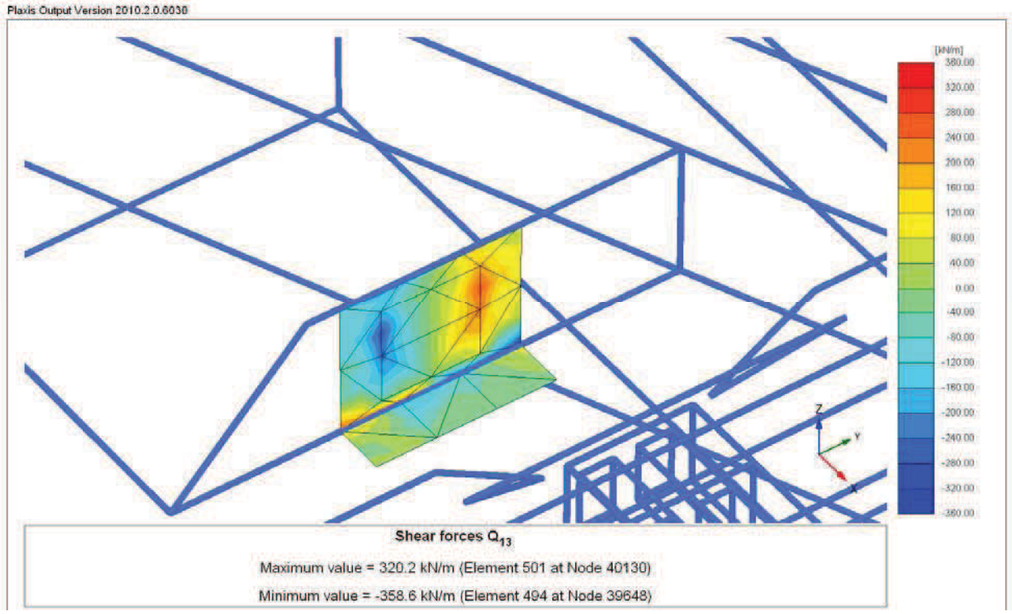
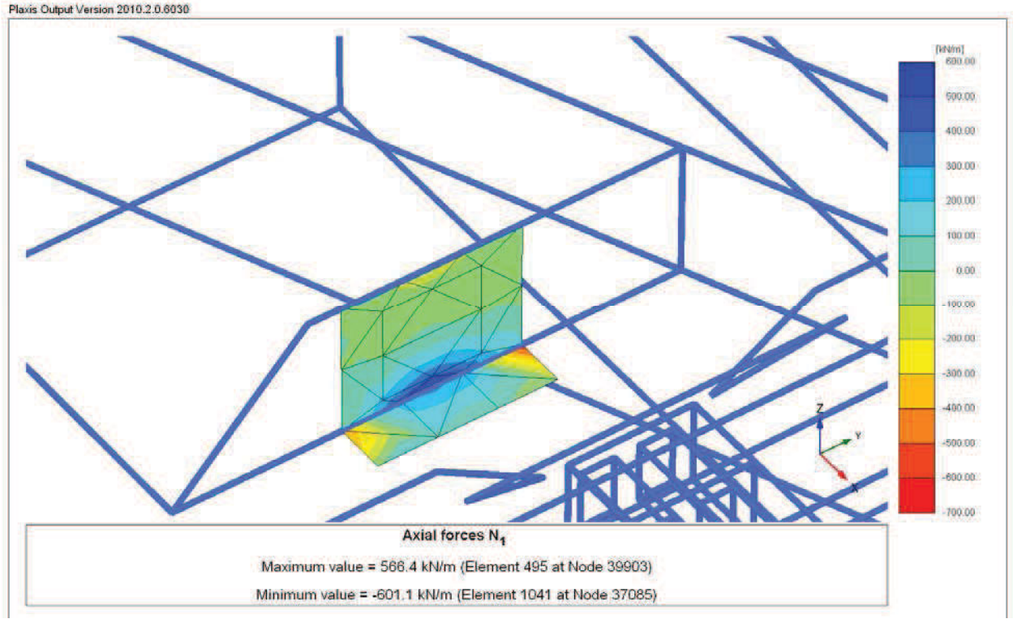


Figura 29: Diagrama de esfuerzos cortantes en en el muro en kN. PLAXIS 3D.



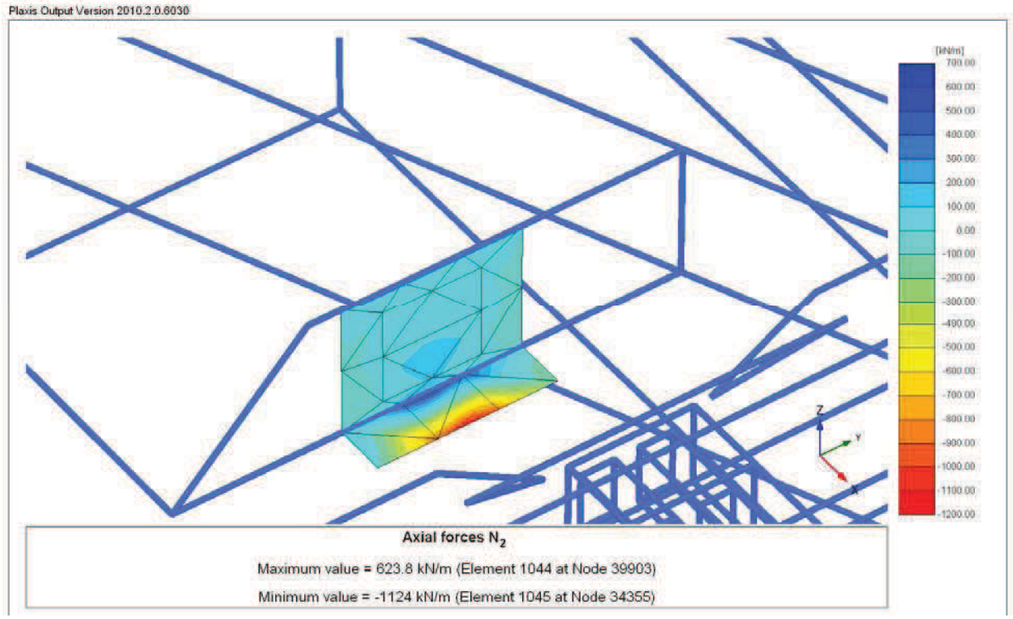


Figura 30: Diagrama de esfuerzos axiles en en el muro en kN. PLAXIS 3D.

Muro de apoyo fuste e=0.5

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Valor**	**Coef. seg**
N1dmax*	-	764.6kN	1.11
M11d**	10d20	339kNm	

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Valor**	**Coef. seg**
N2dmax*	-	184.8kN	1.08
M22d**	10d16	293.2kNm	

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Qd***	1r.d16/0.2x0.2m	769.2	872.3

N1dmin* y N2dmin* son los axiles de tracción máximos observados mayorados por 1.35
M11d** M22d** se obtienen de sumarles $IM_{12}I$ concomitante mayorado por 1.35
Qd*** es la suma vectorial de Q13d y Q23d

Muro de apoyo zapata e=0.5

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Valor**	**Coef. seg**
N1dmax*	-	455.1kN	1.47
M11d**	10d16	150kNm	

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Valor**	**Coef. seg**
N2dmax*	-	842.3kN	1.46
M22d**	10d16	69.5kNm	

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Qd***	1r.d10/0.2x0.2m	328.9	357.5

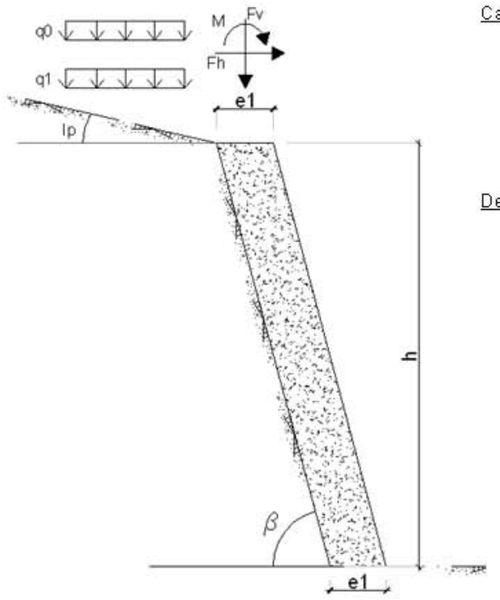
N1dmin* y N2dmin* son los axiles de tracción máximos observados mayorados por 1.35
M11d** M22d** se obtienen de sumarles $IM_{12}I$ concomitante mayorado por 1.35
Qd*** es la suma vectorial de Q13d y Q23d

Comprobación de estabilidad de la aleta de hormigón en masa

Proyecto: "AVE Sagrera: proyecto de hinca de una galería eléctrica bajo la línea de trenes Vilanova- Mataró "

Introducción de datos

Aleta : *aleta inclinada de hormigón en masa*



Cargas sobre la aletas:

$q_o := 10\frac{kN}{m^2}$ $q_1 := 0\frac{kN}{m^2}$

$F_v := 0kN$ $F_h := 0kN$ $M := 0kNm$

Definición geometría:

$h := 3.45m$

$e_1 := 0.6m$

$b := 1.00m$ Ancho muro considerado

$\phi := 30deg$ Ángulo de rozamiento terreno

$c_t := 15\frac{kN}{m^2}$ Cohesión del terreno

$\beta := 76\,deg$

$\delta m := \frac{2}{3}\phi$

$\delta m = 20\,deg$ angulo de rozamiento entre muro y el hormigón

$i_p := 0deg$

$$k_a := \left(\frac{\frac{1}{\sin(\beta)}\sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta m)} + \sqrt{\frac{\sin(\delta m + \phi)\sin(\phi - i_p)}{\sin(\beta - i_p)}}} \right)^2$$

$k_a = 0.208$ Coeficiente empuje activo inclinado

$k := k_a$

Coeficientes de seguridad

$Cv := 1.80$ Coeficiente al Vuelco

$Cd := 1.30$ Coeficiente al Deslizamiento

Propiedades de los materiales

$\gamma_h := 24.00\frac{kN}{m^3}$ Peso específico del hormigón

$\gamma_t := 21.50\frac{kN}{m^3}$ Peso específico del terreno

$\mu := 0.57$ Coeficiente de rozamiento entre hormigón y terreno

Comprobación de la estabilidad al vuelco:

Momentos volcadores:

-*De las sobrecargas:* $M_{v1} := k\left(q_o + q_1\right)\frac{h^2}{2}\,b$ $M_{v1} = 12.38\,kN\,m$

-*De las tierras:* $M_{v2} := \frac{1}{2}\,h\left(k\,\gamma_t\,h - 2\,c_t\sqrt{k}\right)\frac{1}{3}\,h\,b$ $M_{v2} = 3.46\,kN\,m$

-*Momento actuante* $M_{v3} := M$ $M_{v3} = 0.00\,kN\,m$

-*F horizontales* $M_{v4} := F_h\,h$ $M_{v4} = 0.00\,kN\,m$

$M_v := M_{v1} + M_{v2} + M_{v3} + M_{v4}$ $M_v = 15.84\,kN\,m$ *Momento volcador*

Momentos estabilizantes:

-*De la estructura:*

Alzado $M_{e1} := h\,e_1\,\gamma_h\left(\frac{h}{2\tan(\beta)} + \frac{e_1}{2}\right)b$ $M_{e1} = 36.27\,kN\,m$

-*Sobrecargas en muro* $M_{e2} := F_v\left(\frac{h}{2\tan(\beta)} + \frac{e_1}{2}\right)$ $M_{e2} = 0.00\,kN\,m$

$M_e := M_{e1} + M_{e2}$ $M_e = 36.27\,m\,kN$ *Momento estabilizante*

$C_v := \frac{M_e}{M_v}$ $C_v = 2.3$ Coeficiente de seguridad al vuelco

$Comprobación_al_vuelco := if\left(Cv < C_v, "Cumple", "No_Cumple"\right)$

$Comprobación_al_vuelco = "Cumple"$

Deslizamiento

Comprobación de la estabilidad al deslizamiento:

Cargas horizontales

-*Sobrecargas:* $H_1 := k\left(q_o + q_1\right)h\,b$ $H_1 = 7.18\,kN$

-*Tierras:* $H_2 := \frac{1}{2}\,h\left(k\,\gamma_t\,h - 2c_t\sqrt{k}\right)b$ $H_2 = 3.01\,kN$

-*F horizontales:* $H_3 := F_h$ $H_3 = 0.00\,kN$

$H_T := H_1 + H_2 + H_3$ $H_T = 10.19\,kN$ *Carga horizontal*

Cargas verticales

-*Pesos estructuras:*

Alzado $V_1 := h\,e_1\,\gamma_h\,b$ $V_1 = 49.68\,kN$

-*Sobrecargas en muro* $V_2 := F_v$ $V_2 = 0.00\,kN$

$V_T := V_1 + V_2$ $V_T = 49.68\,kN$ *carga vertical total*

$\mu = 0.57$ Coeficiente de rozamiento muro-suelo:

$C_d := \frac{\mu\,V_T}{H_T}$ $C_d = 2.78$ Coeficiente de seguridad al deslizamiento:

$Comprobación_al_deslizamiento := if\left(Cd < C_d, "Cumple", "No_Cumple"\right)$

$Comprobación_al_deslizamiento = "Cumple"$

Pantalla de raíles

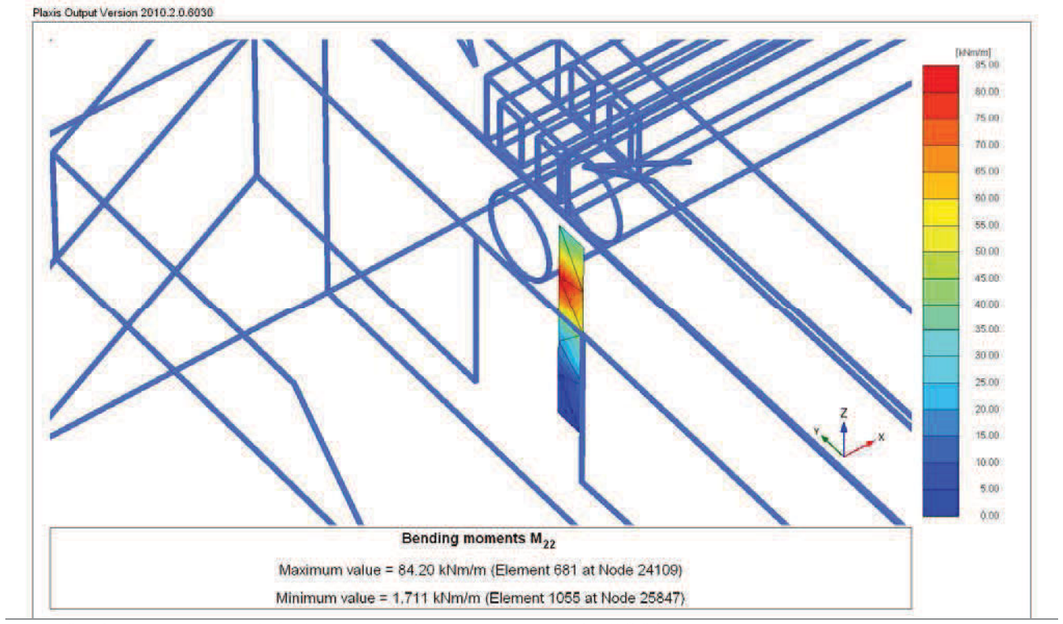


Figura 31: Diagrama de momento flectoresen la pantalla de raíles en kN. PLAXIS 3D.

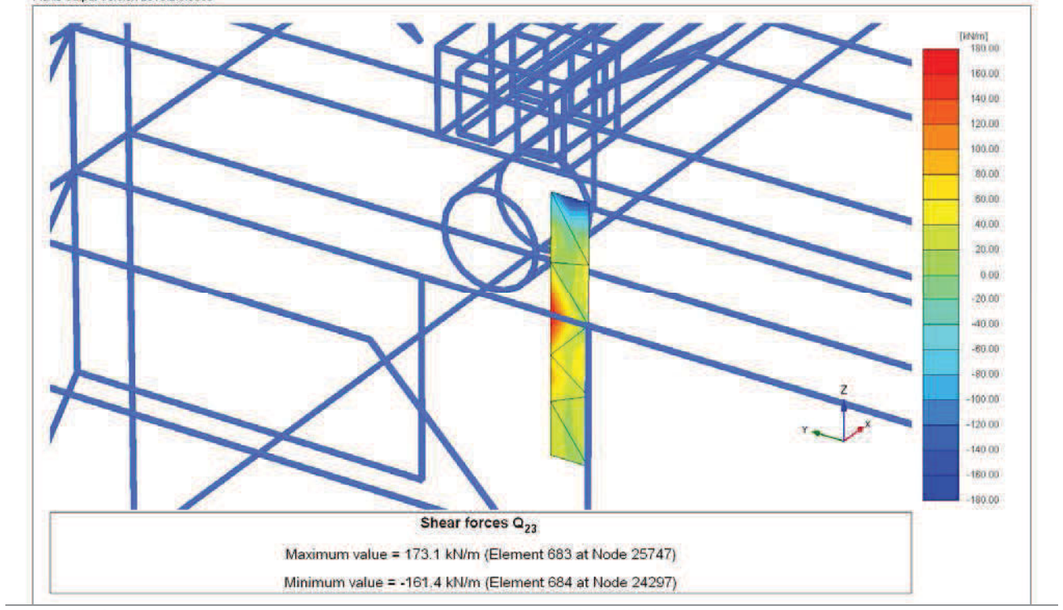


Figura 32: Diagrama de esfuerzo cortante en la pantalla de raíles en kN. PLAXIS 3D.

Para los estados limites últimos de la pantalla, los esfuerzos han sido mayorados por γ = 1,35 al tratarse de una obra provisional según eurocódigo 1.

A continuación se muestra un resumen de los esfuerzos de cálculo y los valores de resistencia de la pantalla. Valores considerados para el dimensionamiento del raíl:

	Md kN·m	Vd kN	McRD kNm	VcRD kN
Rail	28.50	58.45	139.10	860.8

Nota: los valores por rail se obtienen multiplicando por el espaciamiento entre ellos, 0.25m, los valores por ml de salida del estudio de la pantalla con el programa PLAXIS.

En los cálculos adjuntos se muestran las comprobaciones del raíl.

COMPROBACIÓN RAIL 45Kg

Características material y sección

$f_{yk} := 700 \frac{N}{mm^2}$ $\gamma_{M0} := 1.0$ $Et := 200000 \frac{N}{mm^2}$

$Hr := 142mm$ canto sección $h1 := 68.75mm$ distancia borde inferior de centro sección

$h2 := 73.25mm$ distancia borde superior de centro sección

$tp := 15mm$ espesor mínimo alma $Atot := 5705.49mm^2$ area total sección

$Ip := 1456.25cm^4$ inercia sección $Wel1 := \frac{Ip}{h1}$ $Wel1 = 211.82\,cm^3$ modulos sección

$Wel2 := \frac{Ip}{h2}$ $Wel2 = 198.81\,cm^3$

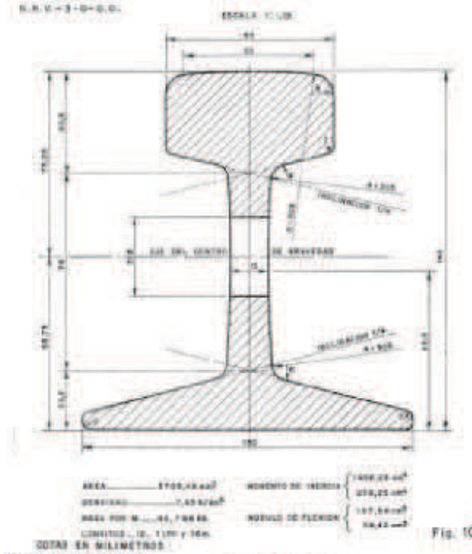


Fig. 10. 0.1.

Valores resistencia perfil clase 3

$M_{cRd} := Wel2 \frac{fyk}{\gamma_{M0}}$ $M_{cRd} = 139.16\,kN\,m$

$Av := Hr \cdot tp$ $Av = 2130\,mm^2$ Area resistente a cortante

$V_{plRd} := Av \left(\frac{fyk}{\sqrt{3}}\right) \frac{1}{\gamma_{M0}}$ $V_{plRd} = 860.83\,kN$

10. Conclusiones

La solución propuesta del conjunto muro terraplén es técnicamente viable para el empuje de los colectores. Las deformaciones de las vías debido al la realización de la hinca del tubo son muy pequeñas y inferiores a los 0.32mm.

Se ha analizado la posibilidad de excavación de 0.50m por delante del tubo hincado en diferentes momentos de la hinca a lo largo del trazado del tubo, las deformaciones del terreno son pequeñas y inferiores a 3.20mm y los coeficientes de seguridad obtenidos son del orden de 1.20.

Por todo ello se concluye que la actuación es viable y la afección a las vías es despreciable.

Jose Mª Velasco

Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Enero de 2011

Sanchez Rodriguez, Gloria

De: Angela Diez Ruiz [adiez@isoluxcorsan.com]
Enviado el: martes, 01 de febrero de 2011 18:49
Para: Calvo Perales, Isaac; Sanchez Rodriguez, Gloria; Verdejo Vicente, Gemma
CC: Jose Vicente Peñas Bermudez; Jose Joaquin Asensio Rodriguez
Asunto: Cambio en las aletas que contienen el talud de las tierras del trasdós del muro de reacción.
Datos adjuntos: 20110201184231197.pdf

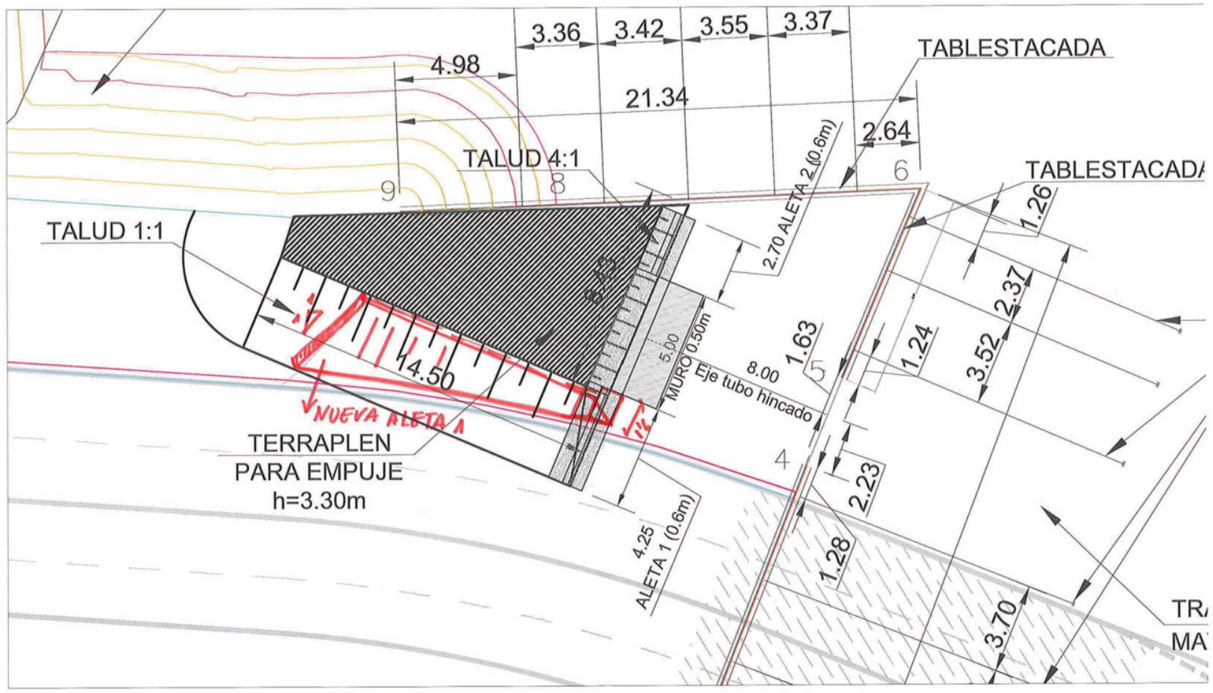
Buenas tardes,

Respecto al informe de la hinca de Rambla Prim que estáis revisando, comentaros que nos gustaría que se contemplara la opción de modificar la geometría de la aleta 1, que en el informe está prevista para que contenga sólo las tierras del frontal del terraplén de empuje, haciendo un total de 4.25m perpendicular al eje de la hinca. Puesto que tanto el talud alineado con el eje de hinca como dicha aleta invade la traza del colector del 11 de Septiembre, vemos viable reducir la aleta en el frontal a 1.6m de largo y prolongarla, de tal forma que acompañe a todo el talud longitudinal hasta que consigamos el talud estable 1:1, manteniendo la sección de aleta de 60cm contemplada en el informe de Amatria.

Adjunto un croquis de la modificación propuesta.

Un saludo.

Ángela Díez Ruiz
Jefe de Producción
L.A.V. Tramo La Sagrera-Nudo de la Trinidad
Corsán Corviam Construcción
Teléfono: 93.352.97.65



INOCSA
Una Empresa AECOM
0 3 FEB 2011
ENTRADA Nº 979 ARCHIVO 642

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V.
MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA.
TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

CÁLCULO DE MURO Y TERRAPLÉN DE TIERRAS COMO ELEMENTOS DE SOPORTE PARA EL EMPUJE DE UNA GALERÍA ELÉCTRICA BAJO LAS VÍAS DE TRENES VILANOVA-MATARÓ EN SERVICIO

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica de los documentos relativos al "muro y terraplén de tierras como elementos de soporte para el empuje de una galería eléctrica bajo las vías de trenes Vilanova-Mataró en servicio" recibidos durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación con la propuesta de elementos de sostenimiento provisional, contención y reacción necesarios para ejecutar la hinca del tubo de reposición de galería REE bajo las vías Vilanova – Mataró en servicio; a saber:

- DOCUMENTO: "Memoria de cálculo del dimensionamiento de un muro y terraplén de tierras como elementos de soporte para el empuje de una galería eléctrica bajo las vías de trenes Vilanova-Mataró en servicio"; del que se asume como vigente la generalidad de la Memoria de Cálculo.

- Colección de planos de "SITUACIONES PROVISIONALES. COLECTORES Y GALERÍA. TABLESTACADA" (Hojas 1 a 3 de 3), que se asume como definición gráfica vigente de la propuesta mediante.

- Propuesta adicional de cambio de geometría de una de las aletas en email del 02/02/2011, con croquis adjunto de la nueva disposición para la contención del terraplén de reacción.

La documentación citada es emitida por la empresa AMATRIA Ingeniería S.L. como responsables de los cálculos estructurales de los elementos en estudio.

En el presente informe se realiza un análisis crítico del desarrollo de los cálculos presentados y de los criterios de diseño y bases de cálculo con los que se abordan las comprobaciones con las que se justifica la viabilidad estructural de los elementos en estudio.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Memoria

En la Memoria de Cálculo recibida se describe la solución estructural propuesta y se presentan las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se aborda el análisis y dimensionamiento de los elementos de sostenimiento provisional, contención y reacción necesarios para ejecutar la hinca del tubo de reposición de galería REE bajo las vías Vilanova – Mataró en servicio, así como un resumen de los datos de entrada y resultados de salida de los modelos de cálculo empleado.

Las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se desarrollan los cálculos estructurales se pueden considerar, de forma general, adecuados para las condiciones de contorno, acordes con la normativa vigente y coherentes con las fases de ejecución previstas. Los parámetros geotécnicos empleados resultan coherentes con las recomendaciones emitidas por la UPC al respecto para las obras del entorno.

Aunque las acciones consideradas siguen la normativa vigente y son adecuadas a las condiciones de contorno de la obra y la situación constructiva descrita, se recomienda contrastar las hipótesis de carga asociadas al empuje de los elementos de hinca con los empujes previstos en los gatos del sistema de hinca específico con el que finalmente se ejecute el tajo.

El análisis de las fases de ejecución de la hinca y de sus efectos en los taludes y muros de sostenimiento y reacción se aborda con el programa PLAXIS, suficientemente conocido y adecuado para el estudio en cuestión. En la Memoria se recoge un resumen suficiente de los resultados arrojados por el programa, entre los que se incluyen los esfuerzos en el muro de reacción y la pantalla de carriles, la

estabilidad de los taludes del terraplén de reacción y un análisis de deformaciones bajo la vía para las distintas fases de avance de la hinca. Aunque los resultados de este análisis arrojan valores de deformación en vía asumibles, se recomienda contrastar las hipótesis realizadas sobre fases de avance con los datos de los medios auxiliares asociados al sistema de hinca finalmente elegido para su ejecución.

En el desarrollo de los cálculos se presentan las comprobaciones de la estabilidad del talud del sostenimiento provisional propuesto para el terraplén en la zona en la que no apoyan los gatos de empuje (las denominadas “ALETAS”) y las comprobaciones de los Estados Límite determinantes para los elementos que conforman el muro de reacción y el sostenimiento provisional del frente de hinca resuelto con una pantalla de carriles.

Aunque en el desarrollo de los cálculos no se presenta el análisis de estabilidad y comprobación de Estados Límite del muro de reacción (muro en L) en la situación previa al empuje (como muro de contención del terraplén del trasdós), en el transcurso de esta revisión se comprueba que esta situación no resulta dimensionante, manteniéndose vigente la validez de las dimensiones y esquemas de armado propuestos.

Planos

Se presenta, como complemento a la Memoria, una colección de planos (“SITUACIONES PROVISIONALES. COLECTORES Y GALERÍA. TABLESTACADA” - Hojas 1 a 3 de 3) con la definición completa de los elementos de sostenimiento provisional, contención y reacción en estudio: muro en L, aletas de hormigón en masa y pantalla de carriles.

De forma general, en los planos se definen disposiciones, dimensiones y esquemas de armado coherentes con los cálculos justificativos y fases constructivas acordes con las consideradas en el diseño estructural, si bien se hace notar que no se recoge aún la propuesta de modificación de la “aleta” de contención provisional del terraplén de reacción en su lado anexo al colector 11 de Septiembre.

INOCSA
Una Empresa AECOM

4. CONCLUSIONES

Como conclusión, y tal y como se desprende de los comentarios anteriores, la validez estructural de la solución propuesta para los elementos de sostenimiento provisional, contención y reacción en estudio (muro en L, aletas de hormigón en masa y pantalla de carriles) se considera suficientemente justificada con la documentación recibida, por lo que no se encuentra impedimento para comenzar su ejecución siempre que se actualicen previamente los planos revisados con la nueva propuesta de aletas para la contención del terraplén en la zona anexa al colector 11 de Septiembre.

Adicionalmente, se recomienda contrastar las hipótesis contempladas en el documento revisado (en lo que respecta a las cargas de empuje y los procedimientos de avance de la hinca) con los datos de los medios auxiliares asociados al sistema de hinca finalmente elegido para su ejecución.

Madrid, 03 de febrero de 2011

INOCSA, Una Empresa AECOM

7 - HINCA BAJO COLECTOR

amatria
ingenieria
www.amatria.com

PROYECTO: 817 AVE SAGRERA-TRINIDAD
Estudio de la hinca de la galería eléctrica por debajo del colector Riera d'Horta existente.

INOCSA
Una Empresa AECOM
24 FEB 2011
ENTRADA Nº 6177 ARCHIVO 63

a

1. ANTECEDENTES

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

4. MÉTODO DE CÁLCULO Y DE COMPROBACIÓN

5. NORMATIVA APLICADA

6. MATERIALES

7. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

8. ANÁLISIS DE LA HINCA CON PLAXIS 3D

9. RESULTADOS

10. CONCLUSIONES

Referencia: 817
Fecha: FEBRERO 2011
Nombre de la obra: ESTUDIO DE LA HINCA DE LA GALERÍA ELÉCTRICA POR DEBAJO DEL COLECTOR RIERA D'HORTA EXISTENTE

1. ANTECEDENTES

Dentro de las obras que configuran la llegada de la alta velocidad ferroviaria a Barcelona en el tramo Sagrera - Nus de la Trinitat se realiza la reposición de una galería eléctrica. Un tramo de la nueva galería eléctrica transcurre por debajo del colector Riera d'Horta en servicio. El reposicionamiento de este tramo de la galería eléctrica se ejecutará mediante el empuje de secciones prefabricadas con gatos hidráulicos. Concretamente se hinca un tramo de galería de sección circular de 2.4m de diámetro exterior (2m de diámetro interior) y 9.4m de longitud

El Objeto del presente informe es el estudio de la hinca de la galería en el terreno por debajo del colector existente analizando la estabilidad del frente de avance y el dimensionamiento de un muro y del terraplén de tierras en su trasdós como elemento conjunto de soporte para poder realizar el empuje del tramo de galería eléctrica hincado. Según informaciones proporcionadas por la empresa constructora la durada esperada para el proceso de hinca es del orden de tres semanas como máximo.

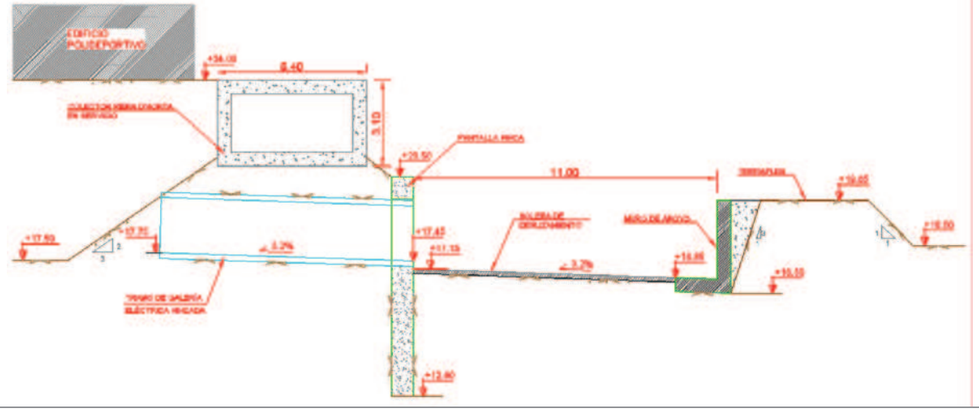


Figura 1: croquis general del perfil de la galería empujada, se pueden observar la sección de la pantalla de hinca, y el colector existente.

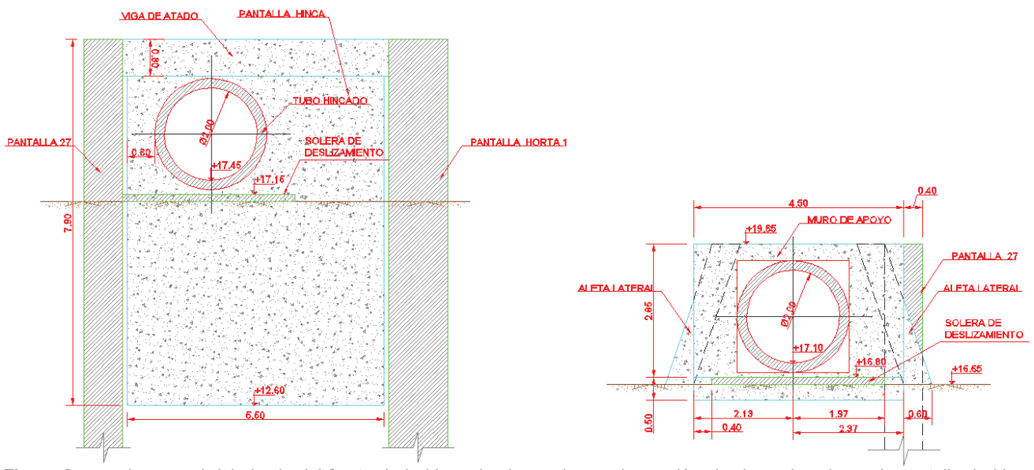


Figura 2: croquis general del alzado del frente de la hinca donde se observa la sección circular a demoler en la pantalla de hinca y alzado del muro de reacción

Para el diseño de la estructura de soporte se ha utilizado los parámetros geotécnicos indicados en el proyecto original.

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Como estructura de soporte para la placa de carga de 2.4m de ancho por 2.4m de alto se propone un muro en L de hormigón armado de 3.m de alto por 4.5m de ancho. El fuste del muro y la zapata de cimentación son de 0.5m de canto. Para evitar el desprendimiento de tierras del talud se dispone de dos aletas laterales de contención de tierras. Estas aletas son de hormigón en masa, disponen de un canto de 0.6m y están inclinadas siguiendo el talud 3:1 del terraplén.

Para el apoyo del muro se ha diseñado un terraplén de tierras en su trasdós de planta rectangular de 4.1m de ancho, 5m de largo y 3m de alto tal como se puede observar en la imagen adjunta. Uno de los lados del terraplén está delimitado por la pantalla 27, dos de sus lados disponen de un talud 3:1 para el apoyo del muro de empuje y de la aleta de contención de tierras, el lado que queda libre opuesto al muro de empuje se dispone un talud 1:1.

Según las informaciones proporcionadas por la empresa constructora el sistema de hinca se realiza por medio de una excavación, de profundidad dependiente de las condiciones del terreno, delante del tubo de hinca para luego seguir con el avance del tubo para cubrir la zona excavada.

Es necesario hacer una demolición parcial de la pantalla denominada "pantalla hinca" para poder pasar la galería eléctrica a través suyo y realizar el entronque con su homóloga ejecutada in situ. La demolición parcial no afecta a la viga de atado ya que esta funciona como un puntal para la pantalla de hinca apoyada en las pantallas HORTA1 y 27 que actúan de contrafuertes ver informe ''*Memoria de cálculo Pantallas zona riera d'Horta*".

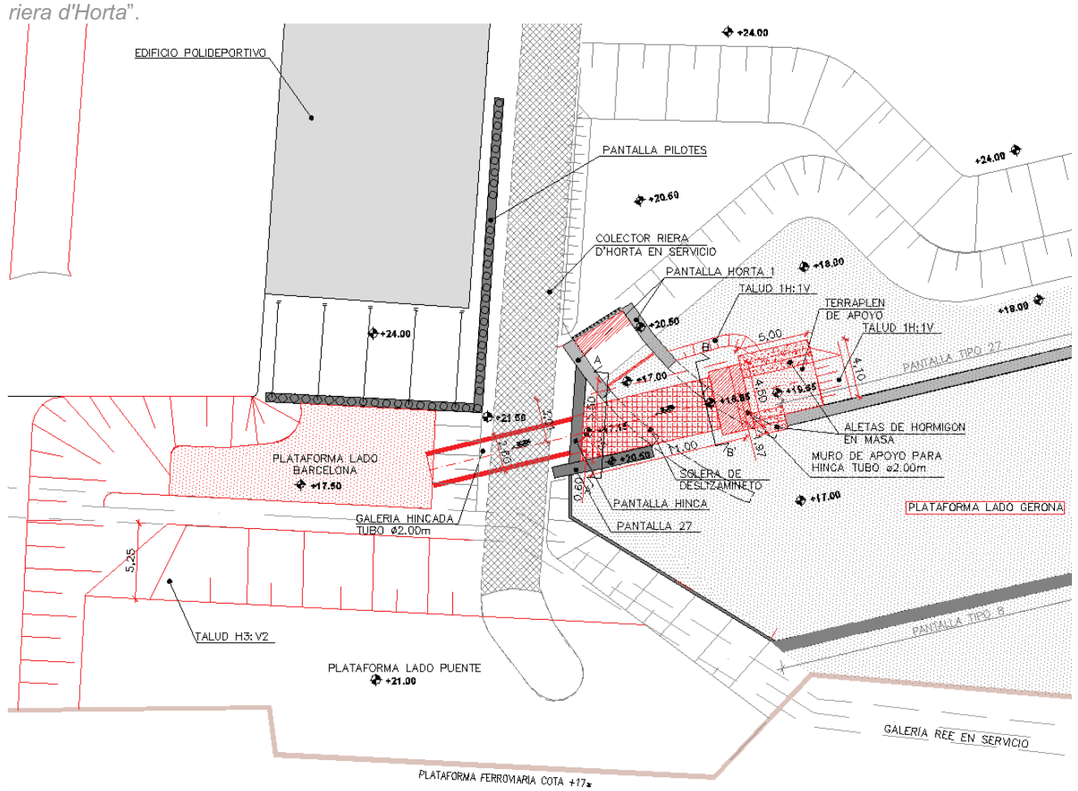


Figura 3: Planta general del terraplén, muro y aletas propuestas para el empuje de la galería eléctrica bajo el colector Riera d'Horta

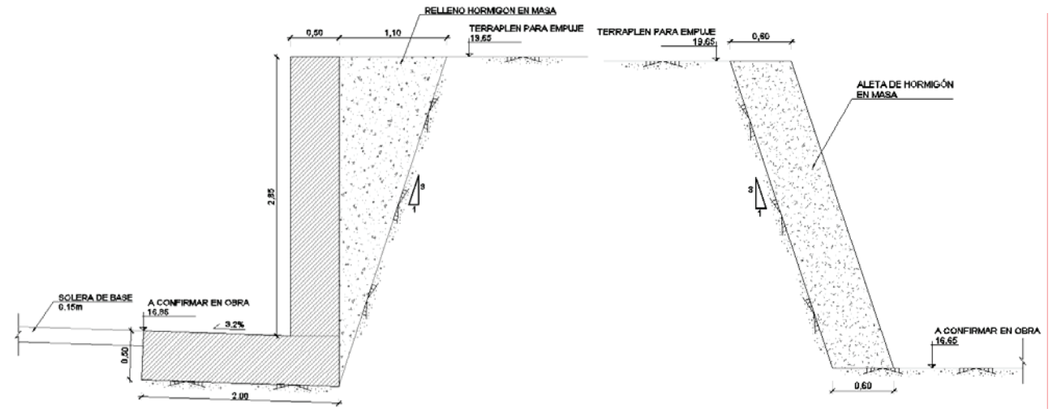


Figura 4: secciones del muro y las aletas.

3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Siguiendo lo indicado en el informe *"Nota acerca de los criterios a utilizar en el dimensionamiento de pantallas del Sector Sagrera del tramo Sagrera-Nus de la Trinidad"* los parámetros geotécnicos considerados son los de proyecto original que se resumen a continuación:

Litol.	γap (t/m³)	C' (*) (Kg/cm²)	ϕ' (º)	E (Kg/cm²)	ν'	Kh (t/m³)
SUSTRATO						
GR	2,10	0,10	38,0	500	0,30	15000
P	2,05	0,35	25,5	400	0,30	6000
Pa	2,05	0,10	35,0	400	0,30	12000
DEPÓSITOS CUATERNARIOS						
PQ	2,20	0,10	38,0	250	0,35	7500
Qa arcilloso	2,15	0,30	29,0	150	0,35	2250
Qa	2,15	0,15	33,0	150	0,35	4500
Qc	2,15	0,05	32,5	170	0,35	3800
Qr2	2,10	0,05	32,5	80	0,35	1800
Qr3	2,20	0,00	35,0	180	0,35	5400
RECUBRIMIENTOS						
RA	2,00	0,00	28,0	50	0,35	1500

La litología considerada en el cálculo de las pantallas es la proporcionada por el sondeo SCC-20 realizado recientemente por la Dirección de Obra se muestra a continuación:

SCC-20

432836,915							
4586727,32							
23,832							
0 -7,2 m		RU	Relleno antropico				
7,2 - 9 m			Limo arcilloso con abundante grava del orden de cm. Color marron				
9 - 13,2 m			Arena con mucha grava, carbonato, materia organica. Color marron con tonalidades rojizas.	SPT 1	9-9,6 m	11/13/13/16	26
				SPT 2	11-11,6 m	16/15/22/19	27
13,2 - 16,3 m			Limo arenoso, con pasadas de gravas del orden de cm. Materia organica dispersa, carbonatacion, y micas.	SPT 3	13-13,6 m	12/10/13/15	23
				SPT 4	15-15,6 m	13/12/14/17	26
16,3 - 27,6 m			Grava arenosa con matriz mimo arcillosa. Tonalidades rojizas. Gravas de 2 a 5 Cm con gravas dispersas de hasta 8 cm. A partir de 23,4 m aumenta el tamaño y contenido de gravas. Naturaleza de clastos de pizarra en su mayoria. Tambien cuarzo. Nivel Freatico a 18 m	SPT 5	17-17,6 m	26/21/19/R	40
				SPT 6	19-19,6 m	36/27/32/28	59
				SPT 7	21-21,6 m	17/28/43/26	71
				SPT 8	23-23,6 m	16/16/24/21	40
				SPT 9	25-25,6 m	9/18/19/22	37
				SPT 10	27-27,6 m	26/11/13/13	27
27,6 - 29,5 m			Arcillas limosas verdes, arenosas con gravas	SPT 11	29-29,6 m	19/31/35/43	66
29,5 -33		P	Arcillas limosas grises azuladas, arenosas con gravas	SPT 12	31-31,6 m	21/20/26/29	46

Figura 5: litografía encontrada en el sondeo SCC-20

4. MÉTODO DE CÁLCULO Y DE COMPROBACIÓN

Se ha realizado un modelo de elementos finitos con el programa PLAXIS 3D del conjunto terreno, pantallas, colector existente, terraplén y muro de apoyo con el objetivo de analizar varios aspectos intrínsecamente relacionados en el proceso de hinca y que se enumeran a continuación:

- Estudio del comportamiento del terraplén de reacción bajo las cargas de empuje de la galería eléctrica, se valora el coeficiente de seguridad del talud a rotura al aplicar la carga de empuje del colector.
- Obtención de los esfuerzos de dimensionamiento del muro de apoyo.
- Análisis de los efectos del proceso de hinca en el colector Riera d'Horta existente y de la estabilidad del frente de avance, para ello se ha incluido en el modelo esta estructura y las fases de avance de la hinca. Este elemento de estudio es especialmente importante ya que el colector resta en servicio durante la hinca de la galería eléctrica.

Con el prontuario informático de la EHE se ha dimensionado las secciones resistentes de hormigón armado del muro en L.

Con hojas de cálculo de elaboración propia se ha comprobado la estabilidad al vuelco y deslizamiento de las aletas de contención de tierras

5. NORMATIVA APLICADA

Para el cálculo y la comprobación de los diferentes elementos estructurales se ha seguido:

Estructura Hormigón	Instrucción de hormigón estructural EHE-98.
	Guía de cimentaciones en obras de carretera GCOC
Hipótesis de Carga y Combinaciones	Instrucción de hormigón estructural EHE-98
	Eurocódigos.
	Una norma española UNE

6. MATERIALES

Hormigón:

Hormigón en pantallas.....HA-25 (fck = 25 N/mm^2)

.

Acero corrugado:

Acero en las pantallas.....B 500 S (fyk = 500 N/mm^2)

7. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Hormigón armado:

En situación persistente o transitoria

Coeficiente de seguridad del hormigón.....γc = 1.50
Coeficiente de seguridad del acero.....γs = 1.15

Coeficientes de seguridad para acciones

Coeficiente de seguridad para acciones variables de carácter provisional…….....1.35
Coeficiente de seguridad para acciones variables……..……...1.5
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes……..……..1.35
Coeficiente de seguridad para acciones accidentales…....1
Coeficiente de seguridad para acciones simultaneas.....0.6

8. ANÁLISIS DEL LA HINCA CON PLAXIS 3D

8.1 Descripción general

Se ha modelizado con el programa PLAXIS3D el terreno, las pantallas de tablestacas y de raíles, el terraplén, el muro de reacción, la galería existente y el tubo de hinca, estudiando las fases de ejecución en obra.

Se ha utilizado el modelo de suelo con endurecimiento (Hardening-Soil) para modelizar el terreno en el que se realizará la excavación, debido a que la utilización de un modelo elástico convencional (Morh-Coulomb) suele exagerar el levantamiento del terreno en zona de excavaciones.

Según lo indicado por UPC en la nota “Nota acerca de los parámetros a utilizar en el análisis de excavaciones mediante elementos finitos”, los datos a introducir en el programa PLAXIS correspondientes al modelo tenso-deformacional Hardening-Soil son los siguientes:

Litología	γ (t/m^3)	C’ (t/m^2)	φ	E_{50}^{ref} (kPa)	E_{oed}^{ref} (kPa)	E_{ur}^{ref} (kPa)	υ
Relleno	2.0	1.0*	28.0º	19416	15533	58248	0.35
Qa-s granular	2.15	1.5	33.0º	18787	15029	56360	0.35
PQ Gravas cuat. basal	2.20	1.0	38.0º	24913	19931	74740	0.35
P arcilla gris pliocena	2.05	3.5	25.5º	25864	20691	77591	0.30

*Para la capa de relleno se ha considerado una cohesión de 1 t/m² de acuerdo con los valores de cohesión utilizados para la misma capa en el estudio de la estabilidad de los taludes de proyecto original (ANEJO 6-GEOTECNIA). Dada la provisionalidad de la obra y teniendo en cuenta que el material interesado por la hinca esta compactado por el propio colector y la carretera que transcurría por encima de él, se considera adecuado este valor de cohesión en el estudio de la afección de la hinca a colector Riera d’Horta existente.

En el programa se introduce un coeficiente de reducción de los parámetros del terreno en contacto con las pantallas y el túnel R=0.66.

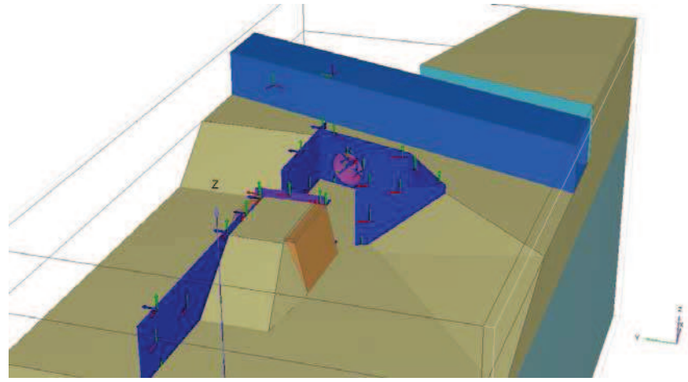


Figura 6: Perspectivas 3D del modelo PLAXIS del conjunto terreno, pantallas, colector existente y tubo hincado.

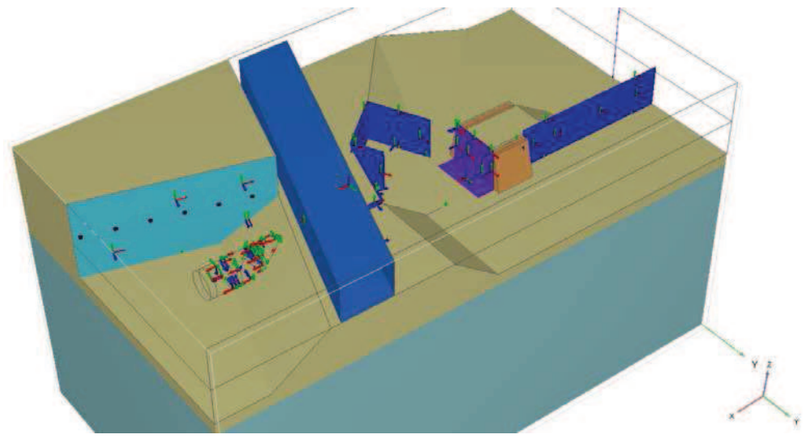


Figura 5: Perspectiva 3D del modelo PLAXIS conjunto terreno, pantallas, muro de reacción.

8.2 Descripción de los elementos estructurales

- **Muro en L y aletas:** se han definido como elementos "plate" con sus espesores correspondientes, 0.5m para el fuste y la zapata del muro de apoyo. Las aletas se han modelizado como elemento volumétrico de terreno al que se le han dado características del hormigón en masa en términos de cohesión y ángulo de rozamiento interno según la tabla siguiente:

Material*	γ (t/m³)	C' (t/m²)	φ
HA-15	2.40	38.70	35.0º

El muro de reacción está separado de las aletas.

- **Terraplén:** dispone de una geometría rectangular en planta de 4.1m de ancho, 5m de largo y 3m de alto. Uno de los lados del terraplén está delimitado por la pantalla 27, dos de sus lados disponen de un talud 3:1 para su apoyo en el muro de soporte para el empuje de colector y la aleta de contención de tierras, finalmente, el lado que queda libre opuesto al muro de empuje se dispone un talud 1:1. Según la estratigrafía del sondeo SCC20 el material de este terraplén corresponde a relleno.

- **Pantalla hinca, pantalla 27 y pantallas Horta de hormigón armado:** se han definido como elementos lámina "plate" de espesor 0.8m (EI=1237333.34kNm²) y de longitud 7.9m. La pantalla hinca sufre una demolición parcial para poder pasar la galería a través suyo.

- **Colector existente:** se trata de un cajón unicelular de hormigón armado de 5.4m de ancho por 3.1m de alto. Este elemento se ha definido por medio de elementos lámina "plate" de espesor 0.5m.

- **Tubo hincado:** se ha definido como elemento lámina plate" de espesor 0.20m. Se ha modelizado por medio de elementos de 2.0m de longitud, para observar la afección de la correspondiente excavación - empuje.

8.3 Descripción de las cargas

- **Empuje del colector:** se considera una carga de empuje de los colectores de 2000kN. Esta carga se ha valorado según la norma UNE 127.010 correspondiente al rozamiento envolvente necesario para avanzar el tubo según la fórmula que se adjunta a continuación.

F=ml · pi · De · L donde F= fuerza ejercida por el rozamiento
Ml= coeficiente de fricción, se considera el valor más restrictivo de 20kN/m^2
De= Diámetro exterior 2.4m
L=longitud máxima de hincado 11.50m

A esta carga no le hemos añadido la resistencia al corte del terreno ya que este se retirará mediante medios mecánicos a medida que se hinque la galería eléctrica.

- **Agua en el colector:** se ha aplicado una carga vertical en la solera del colector para simular el peso del agua que posiblemente pueda circular durante las fases de hinca.

Qw=15kN/m² carga en la solera del colector para una altura de agua de 1.50m.

8.4 Fases de cálculo

Las fases de cálculo consideradas en el modelo de PLAXIS 3D son las siguientes:

Fases determinantes para el estudio del muro de reacción

Fase 0: Fase actual con galería existente.
Fase 1: Ejecución pantallas tipo 27, Horta, pilotes 1 y 2.
Fase 2: Excavación plataforma cota 20.50m.
Fase 3: Ejecución anclajes en pantalla pilotes 2.
Fase 4: Excavación hasta cota 17.00m dejando el terraplén necesario a la reacción de la hinca*.
Fase 5: Ejecución del muro de reacción.
Fase 6: Aplicación de la carga de empuje al muro de reacción.

* En el modelo se ha realizado una excavación vertical del terraplén de reacción siendo un terreno con una cierta cohesión y siendo la fase provisional. Se ha comprobado el coeficiente de seguridad de esta excavación.

Fases determinantes para el estudio de la hinca

Se ha realizado el estudio analizando la posibilidad de una excavación máxima de 0.50m de profundidad delante del tubo de hinca en diferentes puntos a lo largo del trazado de la hinca. Se han ubicado estas excavaciones por debajo de los hastíales y en la zona central del colector.

Fase 7: ejecución primer tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación en su interior.
Fase 8: excavación de 0.50m de profundidad delante del primer tramo de tubo ejecutado.
Fase 9: ejecución segundo tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación en su interior.
Fase 10: excavación de 0.50m de profundidad delante del segundo tramo de tubo ejecutado.
Fase 11: ejecución tercer tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación en su interior.
Fase 12: excavación de 0.50m de profundidad delante del tercer tramo de tubo ejecutado.
Fase 13: ejecución cuarto tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación en su interior.
Fase 14: excavación de 0.50m de profundidad delante del cuarto tramo de tubo ejecutado.
Fase 15: ejecución quinto tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación en su interior. Se trata del último tramo, con esta fase se reproduce la situación final de la hinca con el tubo completamente colocado por debajo el colector.

Se ha finalizado el estudio en correspondencia de la fase 15.

En la fase 6 se han eliminado las deformaciones producidas hasta el momento para estudiar la afección de la hinca al colector existente.

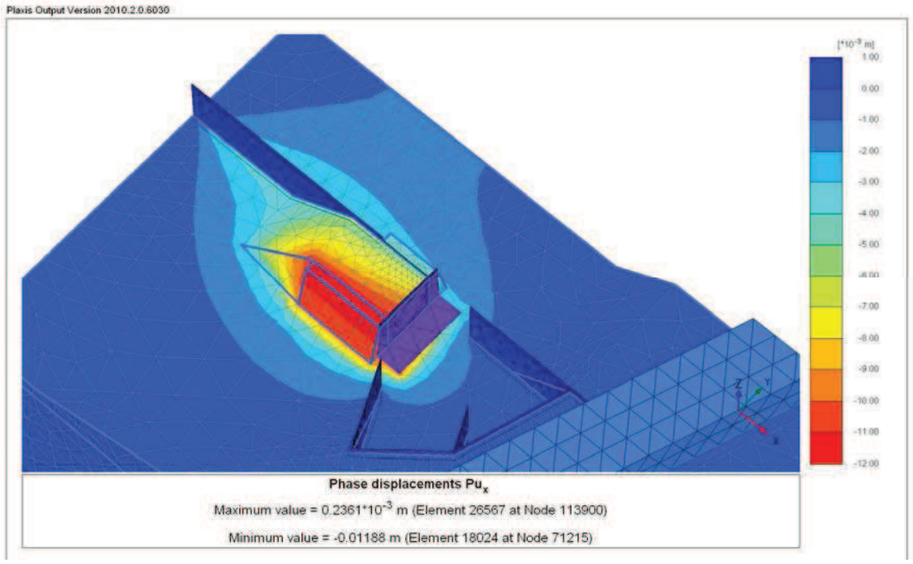
A estas fases se añaden las fases introducidas para la comprobación del coeficiente de seguridad de las actuaciones más críticas, en los resultados se muestran los valores encontrados

9. RESULTADOS

9.1 Deformaciones del terreno

A continuación se adjuntan los diagramas donde se muestran las deformaciones del terreno observadas.

9.1.1 Deformaciones en el terraplén de reacción de la hinca



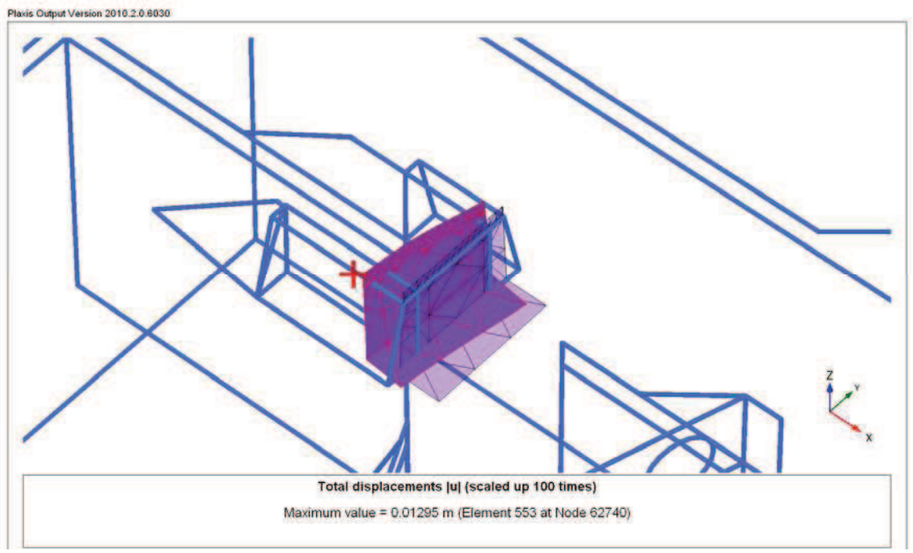
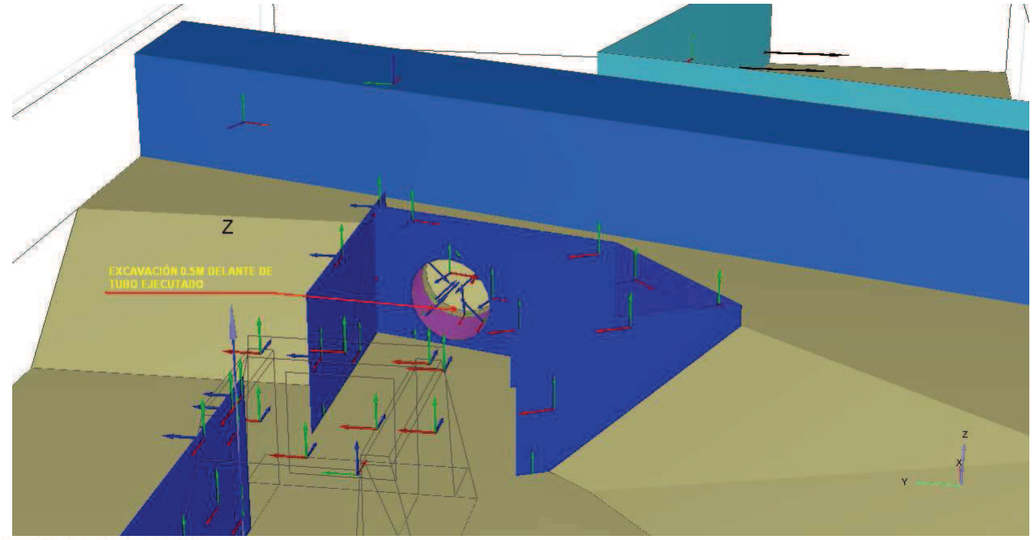


Figura 7: deformaciones del terraplén y del muro de reacción bajo las cargas de empuje de hinca del tubo def.máx = -12.95mm. Se observa una asimetría de las deformaciones en dirección X del muro, del terraplén y de las aletas en el trasdós del muro debido a la presencia de la pantalla 27 en uno de los lados. PLAXIS 3D

9.1.2 Deformaciones del terreno en el frente de avance por delante del tubo ejecutado

A continuación se muestran los resultados para las fases más representativas:

Fase 8



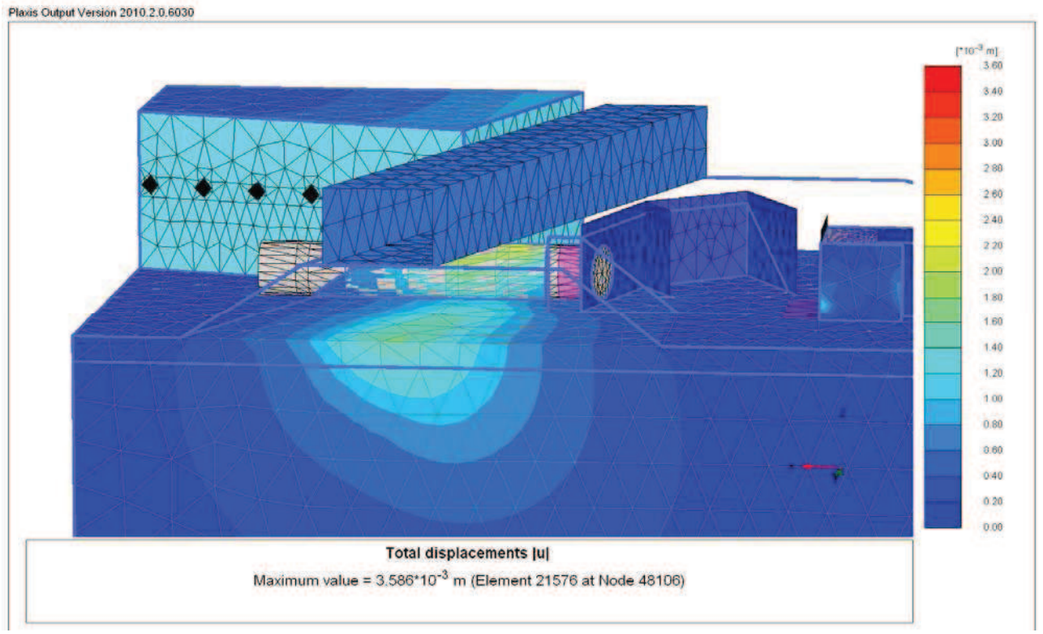


Figura 8: croquis representativos de la fase 8, se observa la ejecución de del primer tramo del tubo y la excavación de los 0.50m (en gris los 0.50m de tierra excavado) delante del tubo ya ejecutado. PLAXIS 3D.

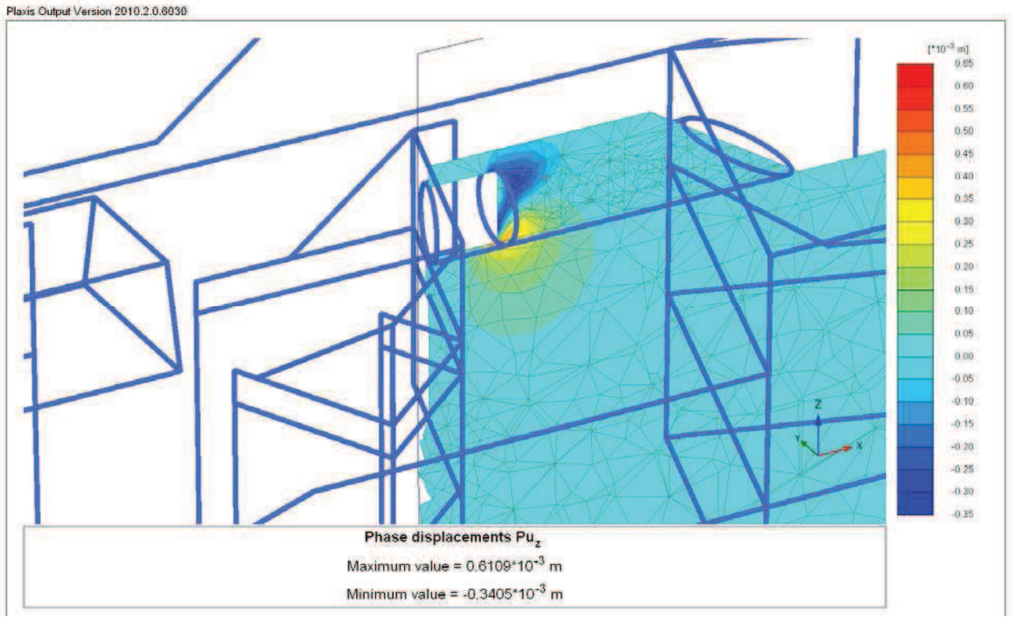


Figura 9: deformaciones verticales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def_z.máx = 0.61mm. . Fase 8. PLAXIS 3D.

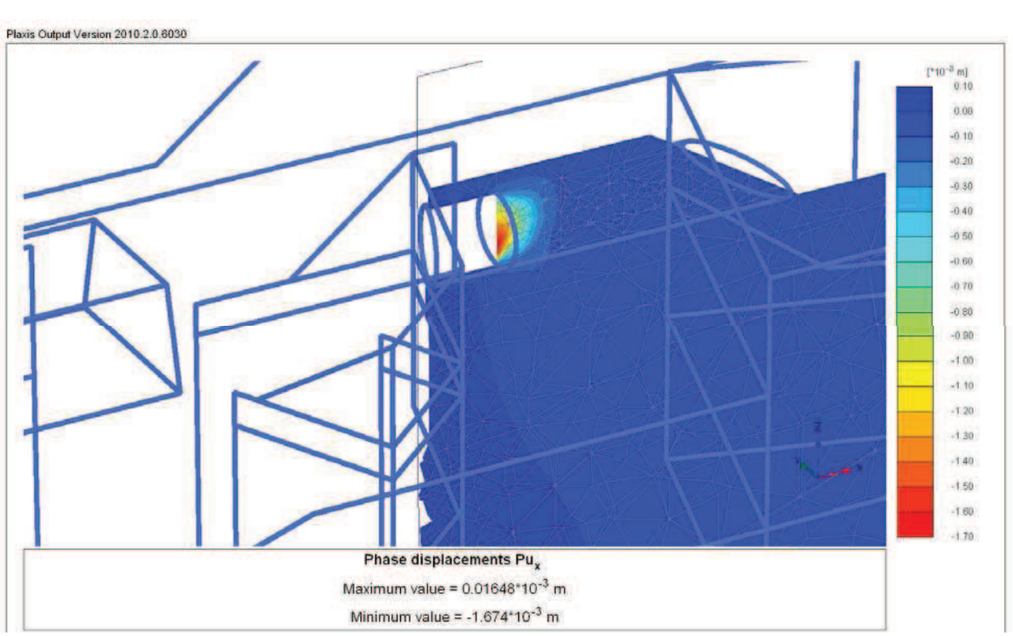
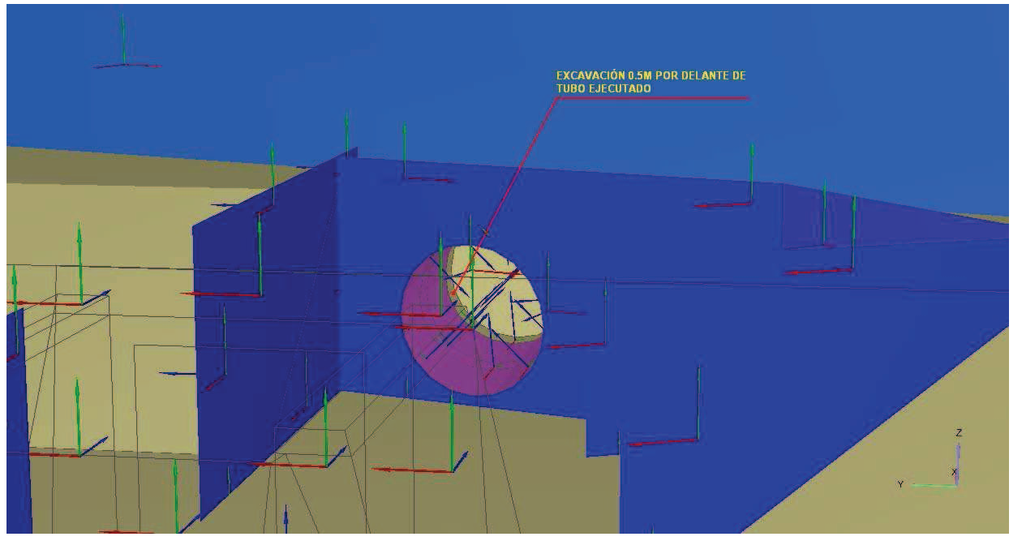


Figura 10: deformaciones horizontales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def_x.máx = -1.67mm. . Fase 8. PLAXIS 3D.

Fase 10



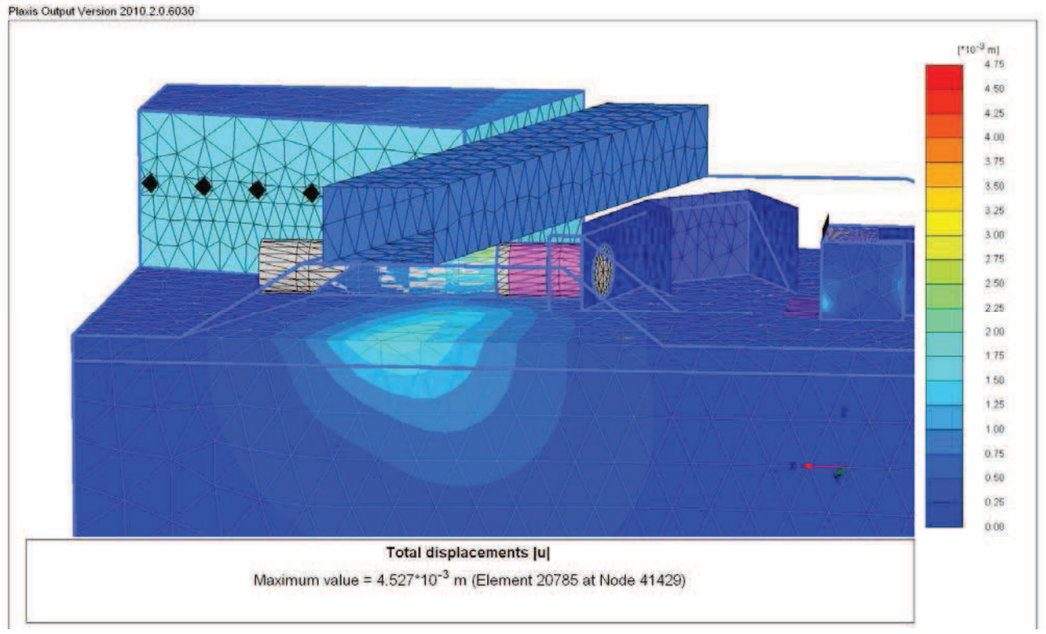


Figura 11: croquis representativos de la fase 10, se observa la ejecución de los dos tramos del tubo y la excavación de los 0.50m (en gris los 0.50m de tierra excavado) delante de los tubos ya ejecutados. PLAXIS 3D.

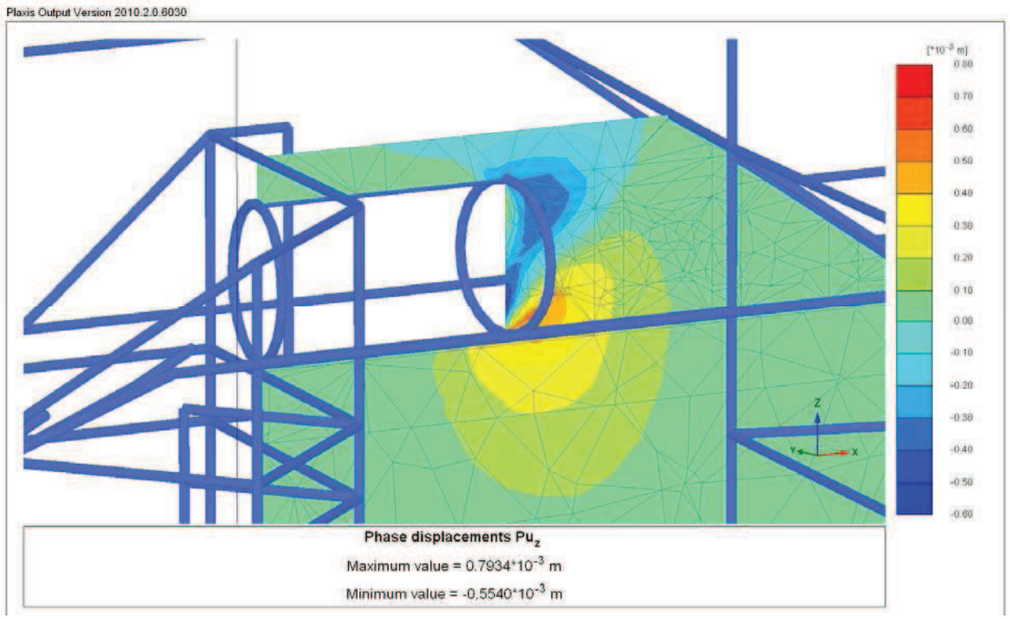


Figura 12: deformaciones verticales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def.máx = 0.79mm. Fase 10. PLAXIS 3D.

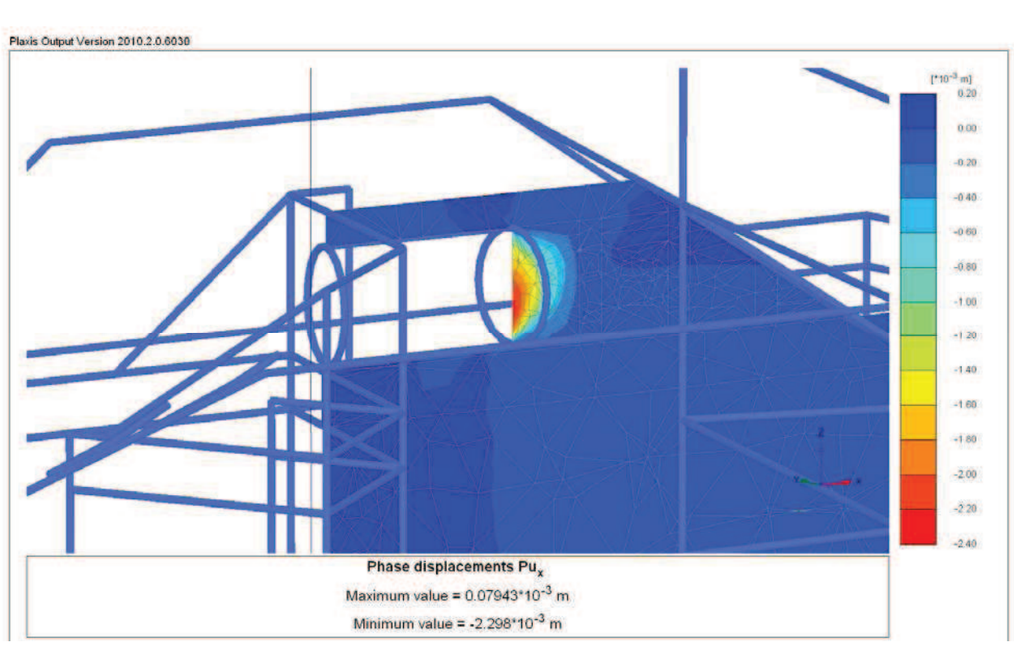
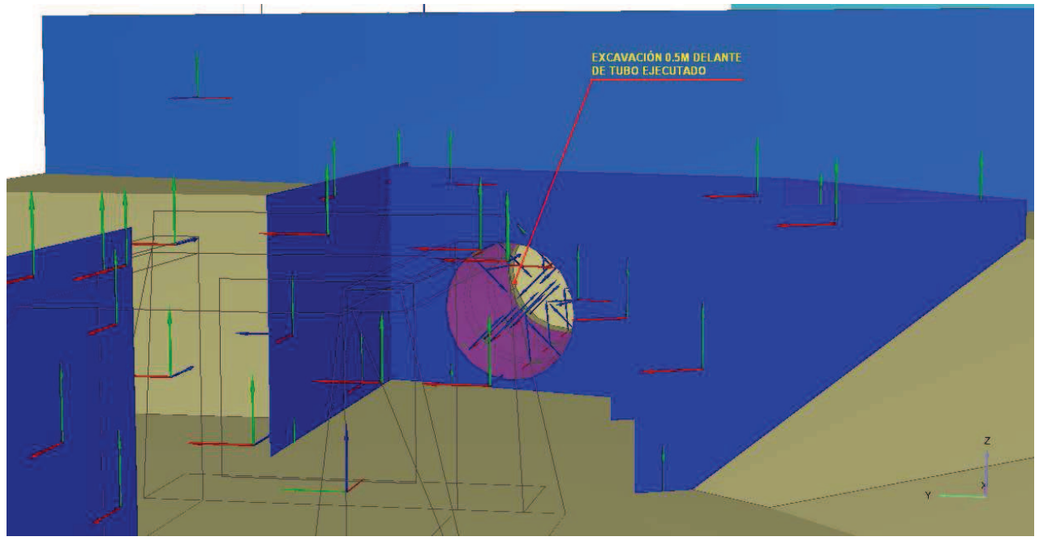


Figura 13: deformaciones horizontales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def.máx = -2.30mm. Fase 10. PLAXIS 3D.

Fase 12



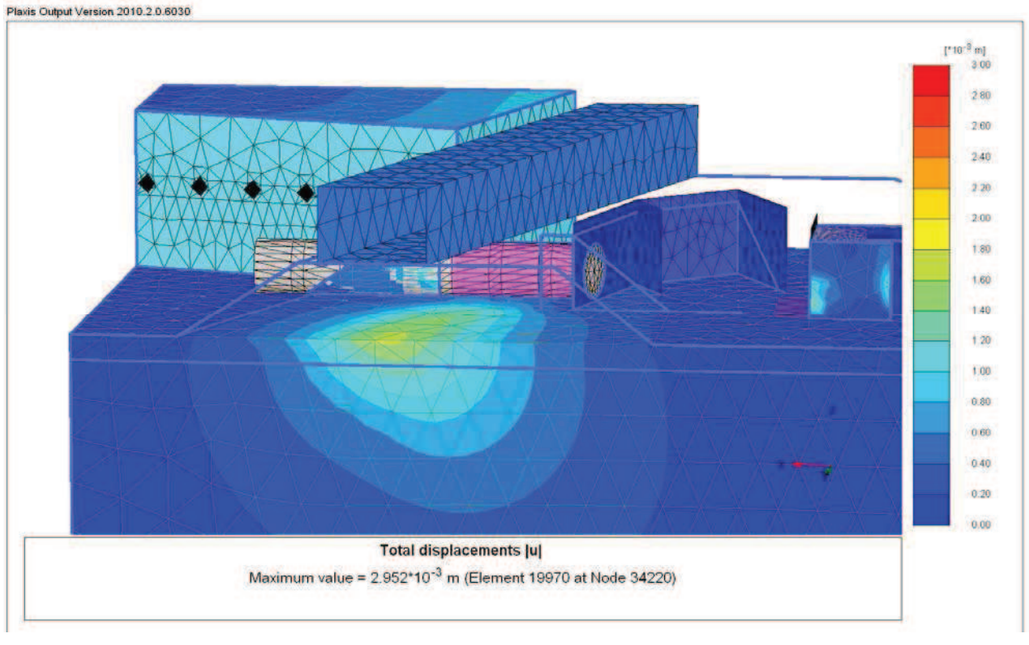


Figura 14: croquis representativos de la fase 12, se observa la ejecución de los tres tramos del tubo y la excavación de los 0.50m (en gris los 0.50m de tierra excavado) delante de los tubos ya ejecutados. PLAXIS 3D.

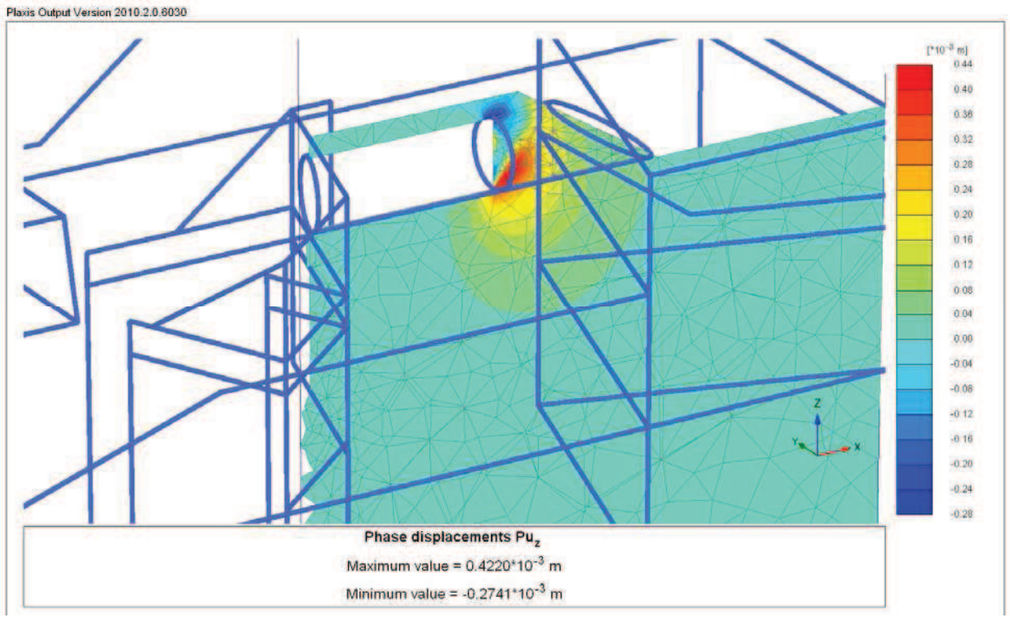


Figura 15: deformaciones verticales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def.máx = 0.42mm. . Fase 12. PLAXIS 3D.

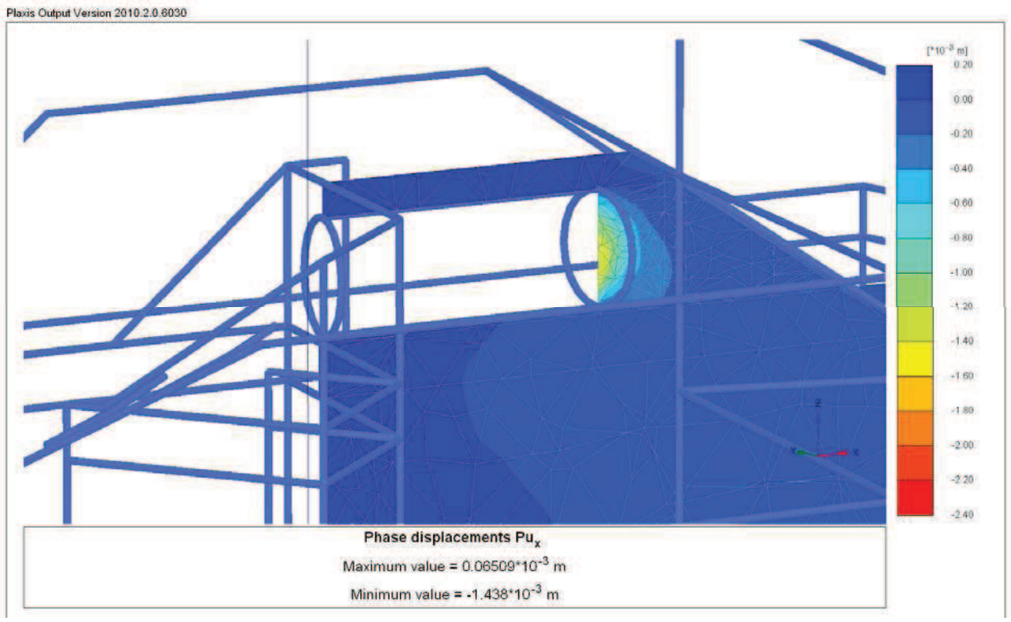
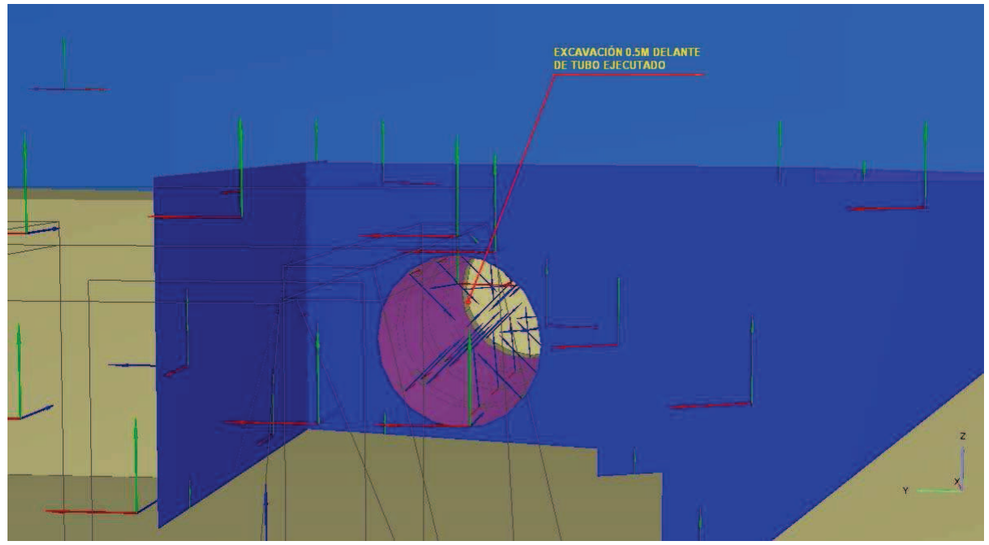


Figura 16: deformaciones horizontales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def.máx = -1.44mm. Fase 12. PLAXIS 3D.

Fase 14



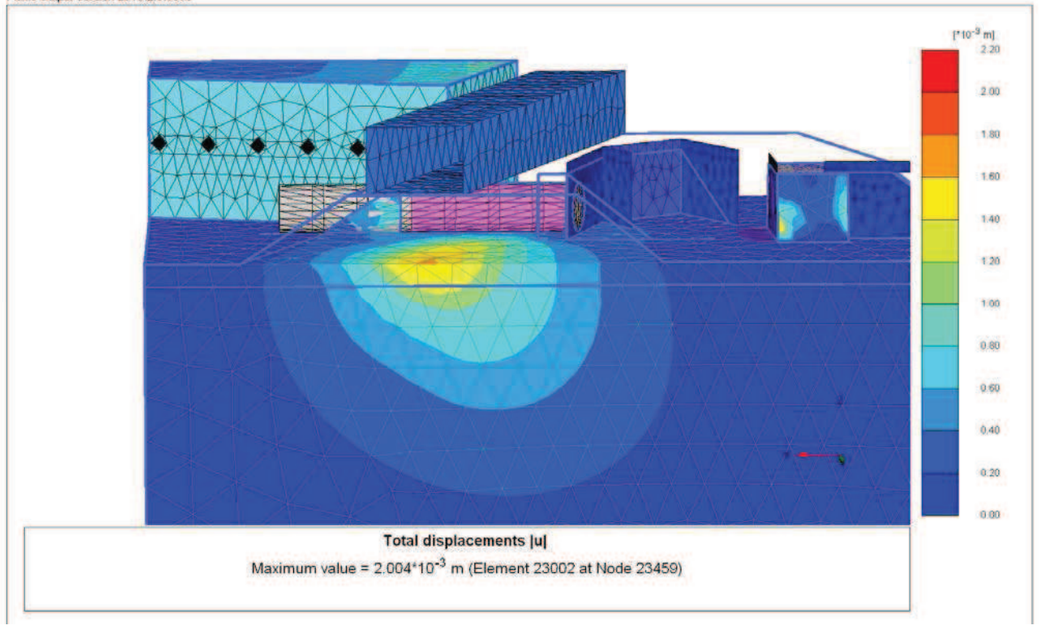


Figura 17: croquis representativos de la fase 14, se observa la ejecución de los cuatros tramos del tubo y la excavación de los 0.50m (en gris los 0.50m de tierra excavado) delante de los tubos ya ejecutados. PLAXIS 3D.

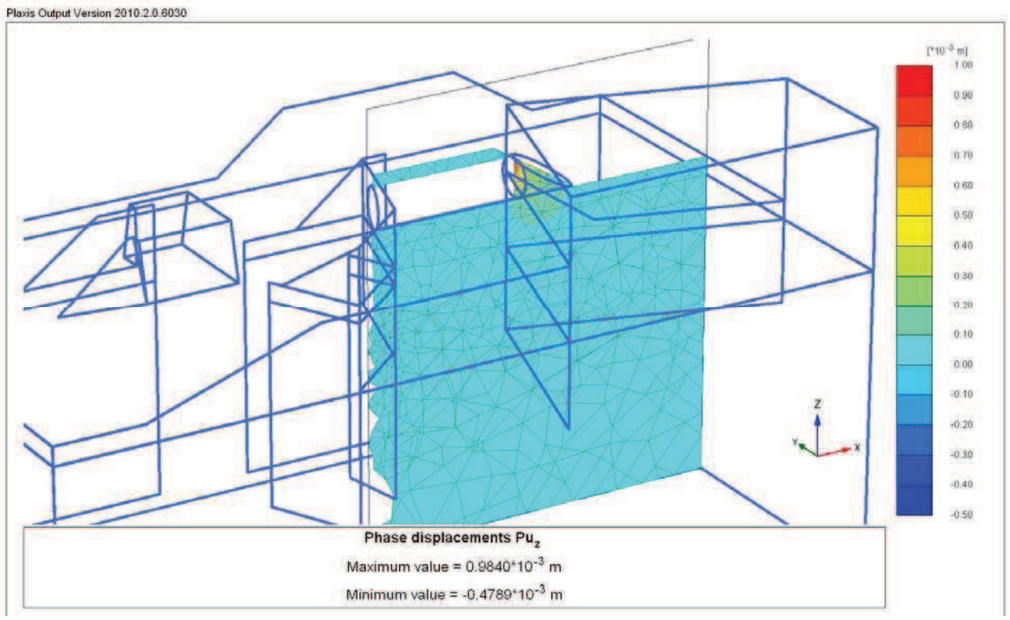


Figura 18: deformaciones verticales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def_z.máx = 0.98mm. Fase 14. PLAXIS 3D.

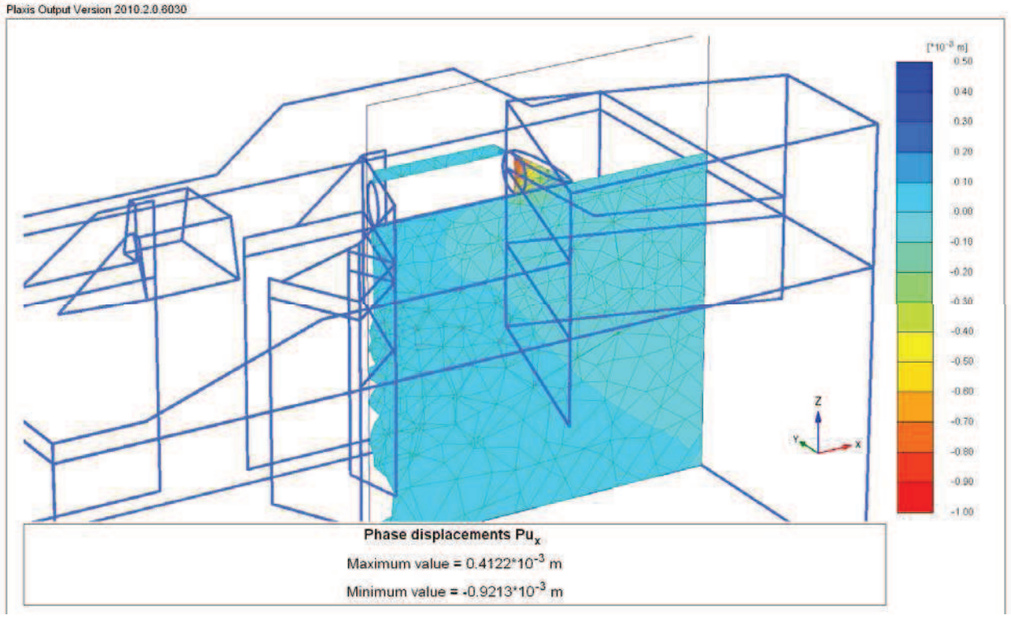


Figura 19: deformaciones horizontales del terreno en la zona de excavación, 0.50m delante del tubo ejecutado, en el plano vertical pasante por el eje del tubo de hinca, def_x.máx = -0.92mm. Fase 14. PLAXIS 3D.

9.1.3 Evaluación del Factor de seguridad en el talud de reacción

Se han obtenido coeficientes de seguridad de estabilidad del terreno y de las estructuras superiores a 1.40 para la fase de empuje en el muro de reacción. A continuación se muestran la deformación en rotura y el factor de seguridad obtenido para esta fase:

Factor de seguridad para la Fase 6. Aplicación carga de hinca al muro de reacción

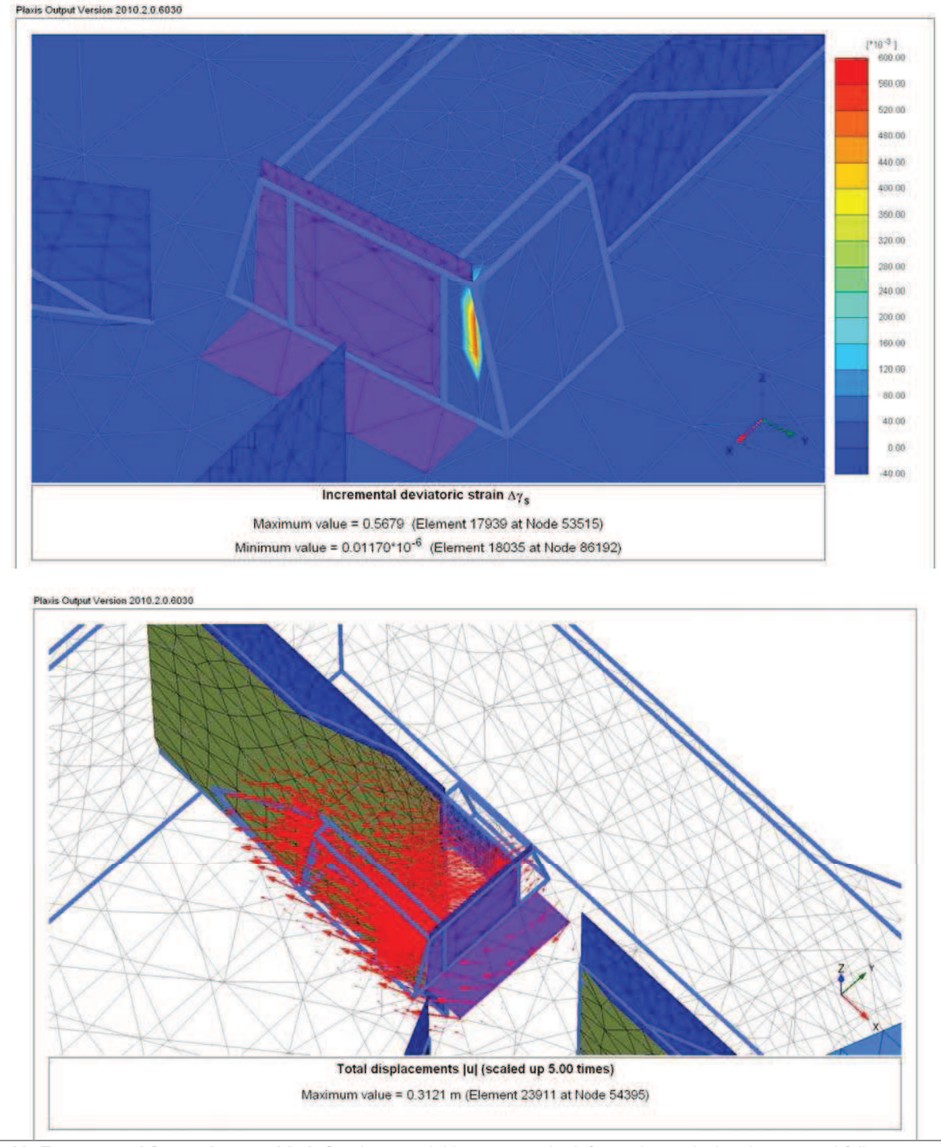


Figura 20: Fase control factor de seguridad: Se observa del incremento de deformaciones deviatoricas, que el fallo se presenta en la zona próxima al muro de reacción en la aleta lateral. Esto debido a la deformación asimétrica del muro en el momento de rotura.

PLAXIS — essential for geotechnical professionals

Project description	: hinca tubo_Horta_muro	Output Version 2010.2.0.6030
User name	: Amatria Ingeniería SL	
Project filename	: hinca tubo_Horta_muro	Date : 23/02/2011
Output	: Calculation information	Page : 1

Step info

Phase	Phase_8 [Phase_8]
Step	76 of 76
Step type	Safety
Kernel type	32 bit
Extrapolation factor	0.5000
Relative stiffness	5.360E-6

Multipliers

Prescribed displacements	M_{Disp}	0.000	ΣM_{Disp}	0.000
Load system A	M_{LoadA}	0.000	ΣM_{LoadA}	1.000
Load system B	M_{LoadB}	0.000	ΣM_{LoadB}	1.000
Soil weight	M_{Weight}	0.000	ΣM_{Weight}	1.000
Strength reduction factor	M_{sf}	8.285E-3	ΣM_{sf}	2.291
Time	Increment	0.000	End time	0.000

F.S. Logrado

Figura 21: Fase control factor de seguridad: Resultados de cálculo de estabilidad de la fase 6. F.S.=2.30.

9.1.4 Evaluación del Factor de seguridad en las fases de ejecución de la hinca

Se han obtenido coeficientes de seguridad de estabilidad del terreno del orden de 2.0 para las fases de ejecución del tubo de hinca. A continuación se muestran los valores obtenidos para las fases más críticas de las excavaciones por delante de la hinca, fase 8, 10, 12, 14.

Factor de seguridad para la Fase 8. Ejecución primer tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación de los 0.50m delante del tubo.

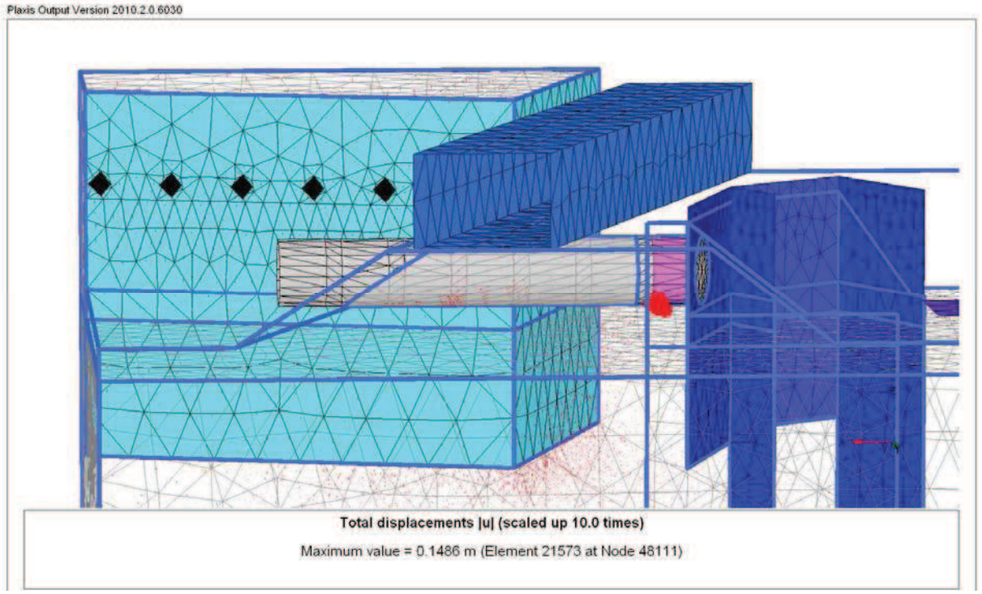


Figura 22: Fase control factor de seguridad: Las flechas rojas indican que el fallo se produce en la zona de excavación de 0.50m delante del tubo ejecutado.

PLAXIS — essential for geotechnical professionals

Project description	: hinca tubo_Horta 11	Output Version 2010.2.0.6030
User name	: Amatria Ingeniería SL	
Project filename	: hinca tubo_Horta 11	Date : 22/02/2011
Output	: Calculation information	Page : 1

Step info

Phase	F.S.1 [Phase_16]
Step	112 of 112
Step type	Safety
Kernel type	32 bit
Extrapolation factor	1.000
Relative stiffness	3.122E-3

Multipliers

Prescribed displacements	M_{Disp}	0.000	ΣM_{Disp}	0.000
Load system A	M_{LoadA}	0.000	ΣM_{LoadA}	1.000
Load system B	M_{LoadB}	0.000	ΣM_{LoadB}	1.000
Soil weight	M_{Weight}	0.000	ΣM_{Weight}	1.000
Strength reduction factor	M_{sf}	0.02405	ΣM_{sf}	2.103
Time	Increment	0.000	End time	0.000

F.S. Logrado

Figura 23: Fase control factor de seguridad: Resultados de cálculo de estabilidad de la fase 8. F.S.=2.10

Factor de seguridad para la Fase 10. Ejecución segundo tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación de los 0.50m delante del tubo.

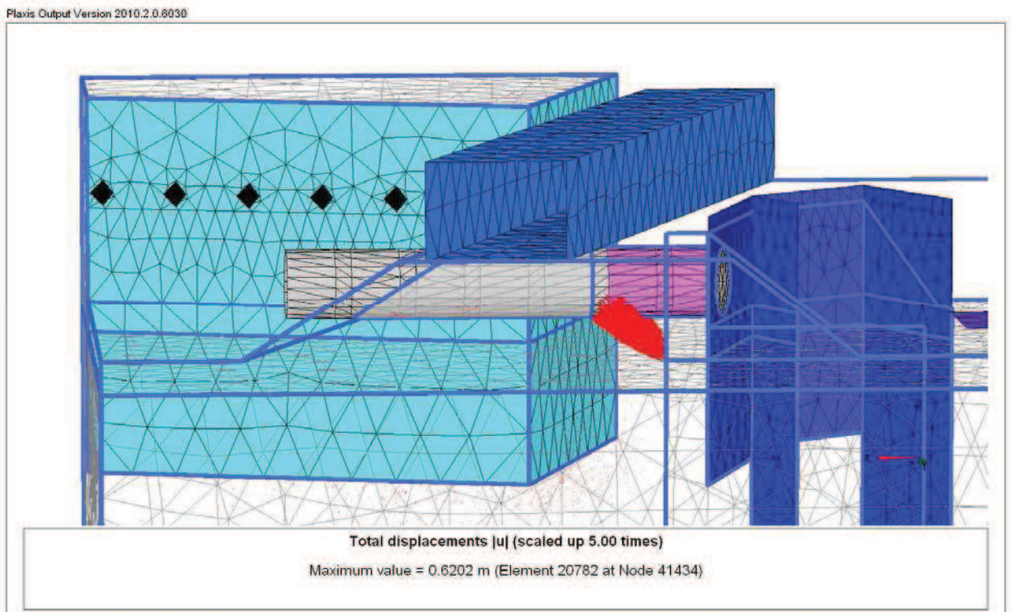
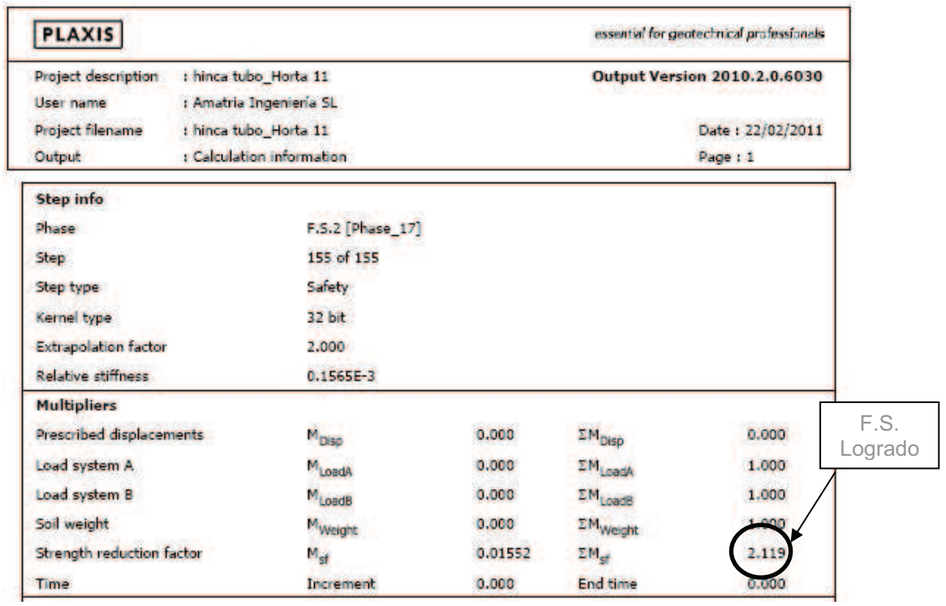


Figura 24: Fase control factor de seguridad: Las flechas rojas indican que el fallo se produce en la zona de excavación de 0.50m delante del tubo ejecutado.



PLAXIS — essential for geotechnical professionals

Project description	: hinca tubo_Horta 11	**Output Version 2010.2.0.6030**
User name	: Amatria Ingeniería SL	
Project filename	: hinca tubo_Horta 11	Date : 22/02/2011
Output	: Calculation information	Page : 1

Step info

Phase	F.S.2 [Phase_17]
Step	155 of 155
Step type	Safety
Kernel type	32 bit
Extrapolation factor	2.000
Relative stiffness	0.1565E-3

Multipliers

Prescribed displacements	M_{Disp}	0.000	ΣM_{Disp}	0.000
Load system A	M_{LoadA}	0.000	ΣM_{LoadA}	1.000
Load system B	M_{LoadB}	0.000	ΣM_{LoadB}	1.000
Soil weight	M_{Weight}	0.000	ΣM_{Weight}	1.000
Strength reduction factor	M_{sf}	0.01552	ΣM_{sf}	2.119
Time	Increment	0.000	End time	0.000

F.S. Logrado

Figura 25: Fase control factor de seguridad: Resultados de cálculo de estabilidad de la fase 10. F.S.=2.11

Factor de seguridad para la Fase 12. Ejecución tercer tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación de los 0.50m delante del tubo.

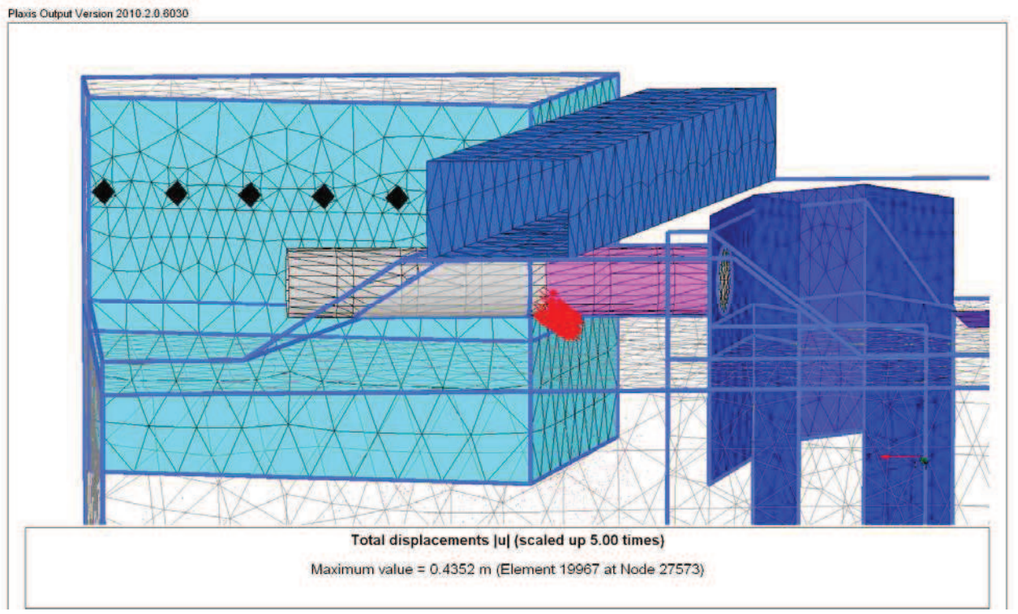
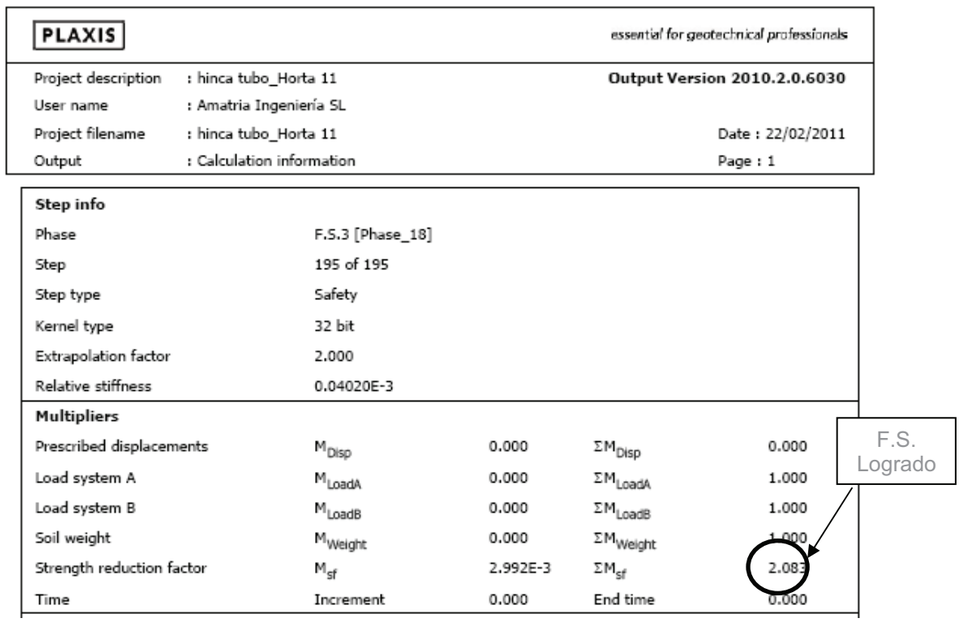


Figura 26: Fase control factor de seguridad: Las flechas rojas indican que el fallo se produce en la zona de excavación de 0.50m delante del tubo ejecutado.



PLAXIS — essential for geotechnical professionals

Project description	: hinca tubo_Horta 11	**Output Version 2010.2.0.6030**
User name	: Amatria Ingeniería SL	
Project filename	: hinca tubo_Horta 11	Date : 22/02/2011
Output	: Calculation information	Page : 1

Step info

Phase	F.S.3 [Phase_18]
Step	195 of 195
Step type	Safety
Kernel type	32 bit
Extrapolation factor	2.000
Relative stiffness	0.04020E-3

Multipliers

Prescribed displacements	M_{Disp}	0.000	ΣM_{Disp}	0.000
Load system A	M_{LoadA}	0.000	ΣM_{LoadA}	1.000
Load system B	M_{LoadB}	0.000	ΣM_{LoadB}	1.000
Soil weight	M_{Weight}	0.000	ΣM_{Weight}	1.000
Strength reduction factor	M_{sf}	2.992E-3	ΣM_{sf}	2.083
Time	Increment	0.000	End time	0.000

F.S. Logrado

Figura 27: Fase control factor de seguridad: Resultados de cálculo de estabilidad de la fase 12. F.S.=2.08

Factor de seguridad para la Fase 14. Ejecución tercer tramo de tubo hincado de 2.0m y excavación de los 0.50m delante del tubo.

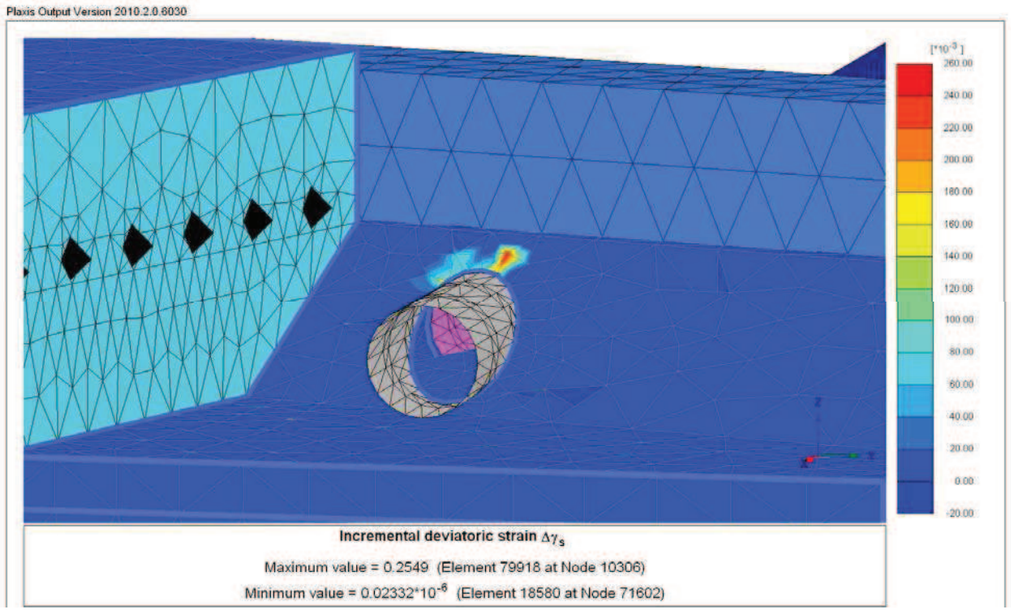


Figura 28: Fase control factor de seguridad: Se observa del diagrama de incremento de deformaciones deviatoricas que cuando la excavación se acerca al borde del talud la rotura se produce en el terreno delante de la llave del tubo hincado.

PLAXIS essential for geotechnical professionals

Project description	: hinca tubo_Horta 11	**Output Version 2010.2.0.6030**
User name	: Amatria Ingeniería SL	
Project filename	: hinca tubo_Horta 11	Date : 22/02/2011
Output	: Calculation information	Page : 1

Step info

Phase	F.S.4 [Phase_19]
Step	79 of 79
Step type	Safety
Kernel type	32 bit
Extrapolation factor	2.000
Relative stiffness	4.402E-3

Multipliers

Prescribed displacements	M_{Disp}	0.000	ΣM_{Disp}	0.000
Load system A	M_{LoadA}	0.000	ΣM_{LoadA}	1.000
Load system B	M_{LoadB}	0.000	ΣM_{LoadB}	1.000
Soil weight	M_{Weight}	0.000	ΣM_{Weight}	1.000
Strength reduction factor	M_{sf}	0.03713	ΣM_{sf}	2.306
Time	Increment	0.000	End time	0.000

F.S. Logrado

Figura 29: Fase control factor de seguridad: Resultados de cálculo de estabilidad de la fase 14. F.S.=2.30

9.2 Análisis de la afección al colector Riera d'Horta existente

9.2.1 Deformaciones observadas en la solera del colector

Se adjuntan unas imágenes donde se muestran las deformaciones observadas en la solera del colector durante el proceso de hinca de la galería eléctrica correspondientes a las fases más determinantes.

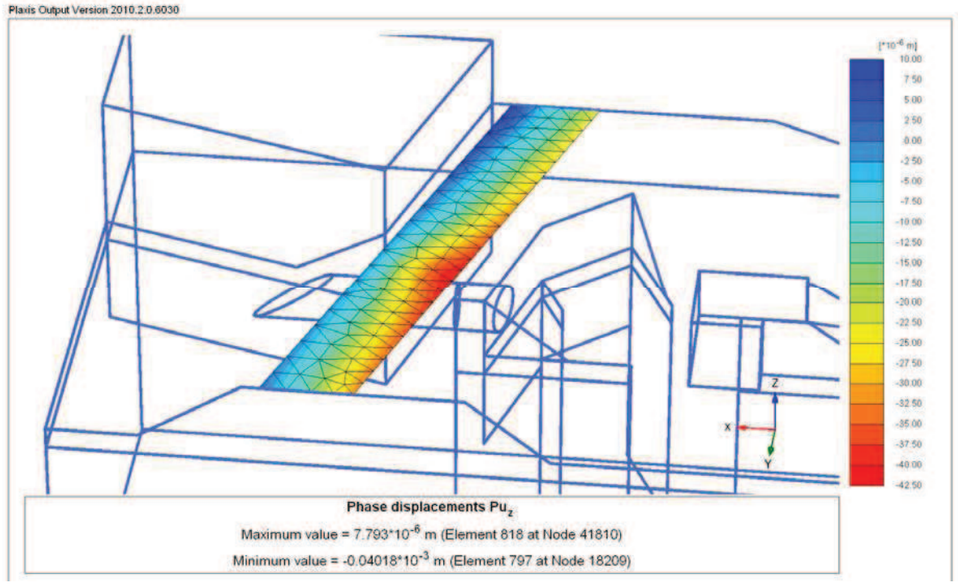


Figura 30: deformaciones verticales en la solera de base del colector existente observadas en la fase 8, def_z.máx = -0.04mm. PLAXIS 3D.

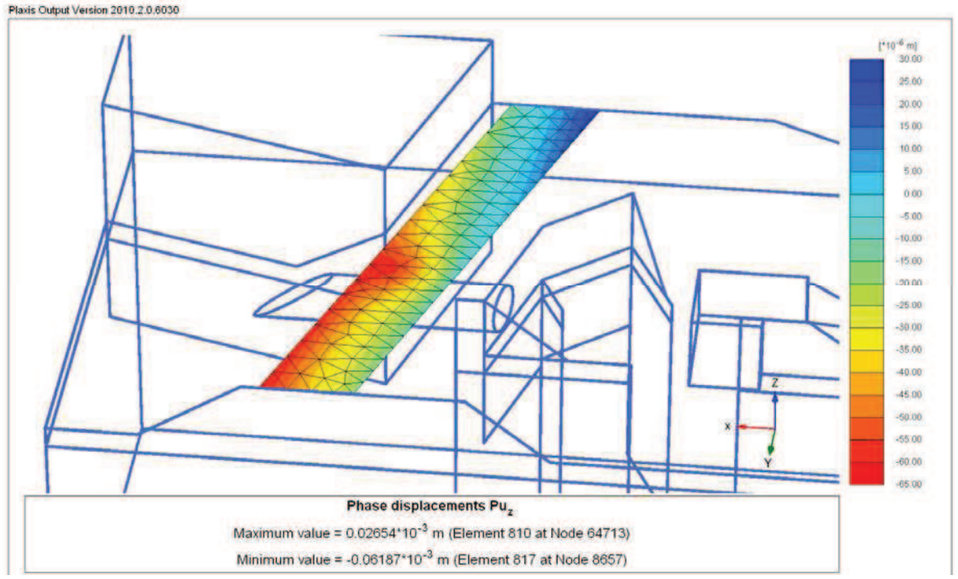


Figura 31: deformaciones verticales en la solera de base del colector existente observadas en la fase 10, def.máx = -0.062mm. PLAXIS 3D.

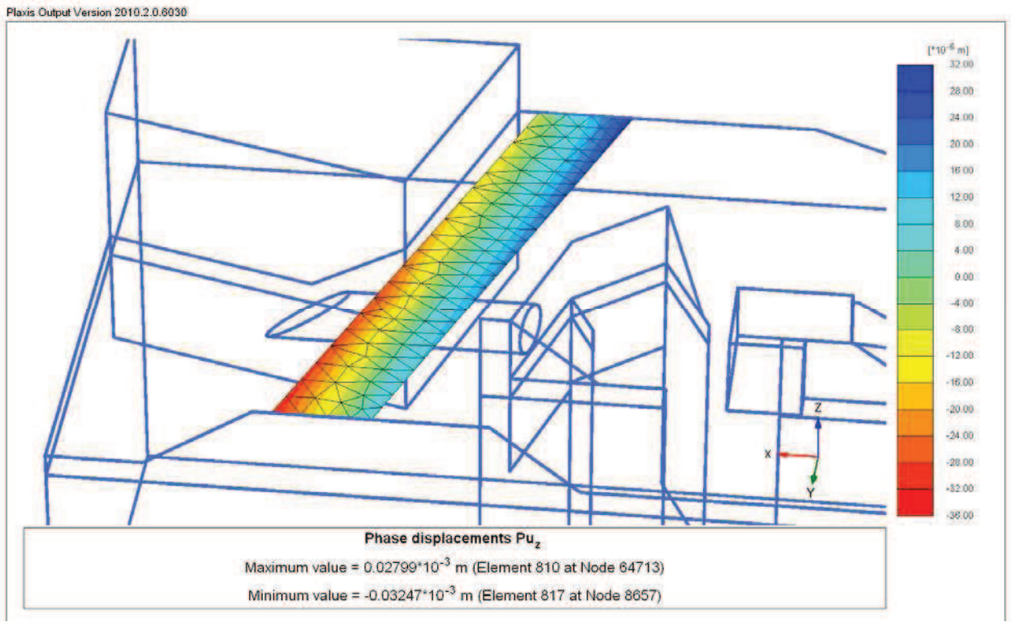


Figura 32: deformaciones verticales en la solera de base del colector existente observadas en la fase 12, def.máx = -0.032mm. PLAXIS 3D

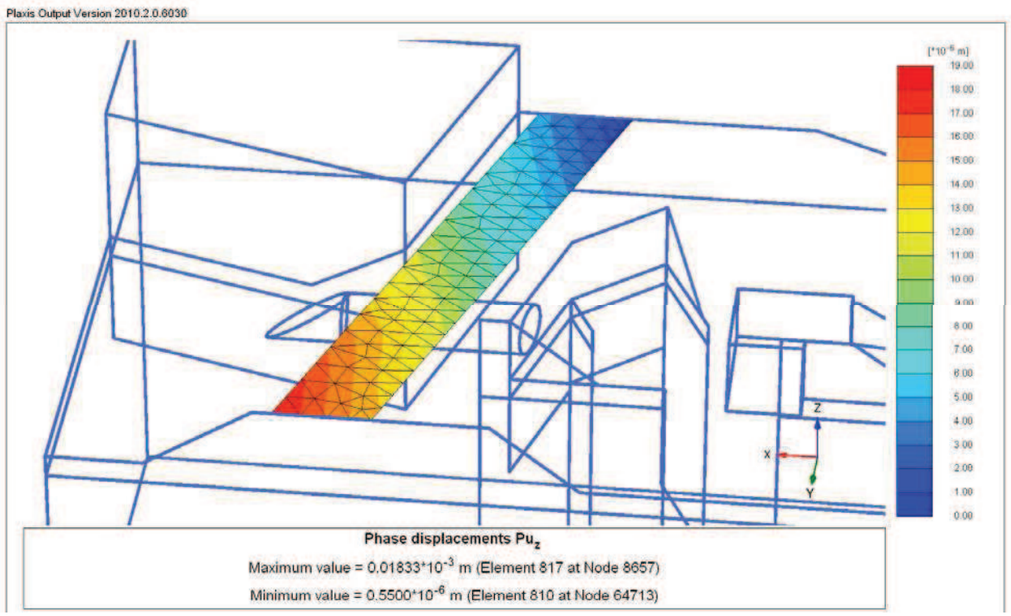


Figura 33: deformaciones verticales en la solera de base del colector existente observadas en la fase 14, def.máx = -0.018mm. PLAXIS 3D.

Como se puede observar de los diagramas anteriores los asientos o levantamientos producidos en el colector por la hinca son muy pequeños y inferiores a los 0.032mm.

Consideramos que estos asientos sean admisibles para la estructura de hormigón armado del colector Horta existente.

9.2.2 Resumen esfuerzos en colector existente

Al tratarse de fases provisionales se ha comprobado la resistencia de estas estructuras considerando el coeficiente de mayoración de de los esfuerzos 1.35 y dejando de considerar la fisuración.

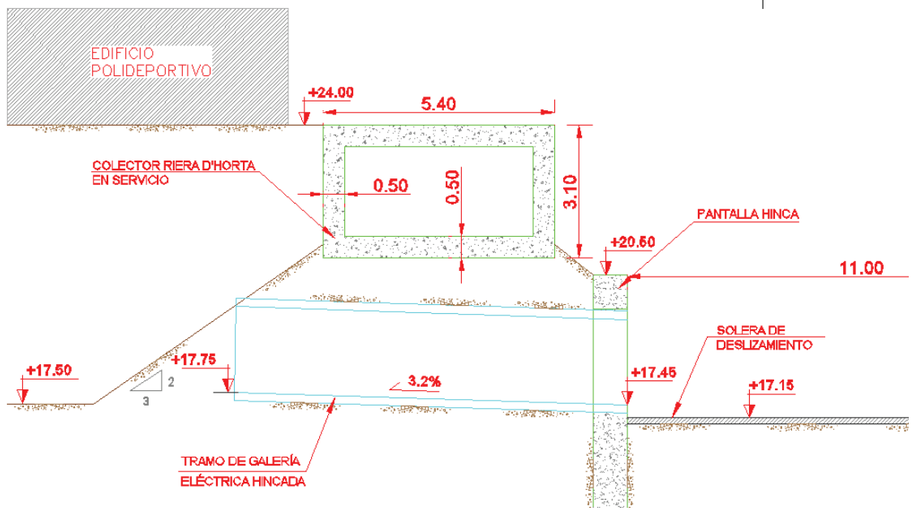
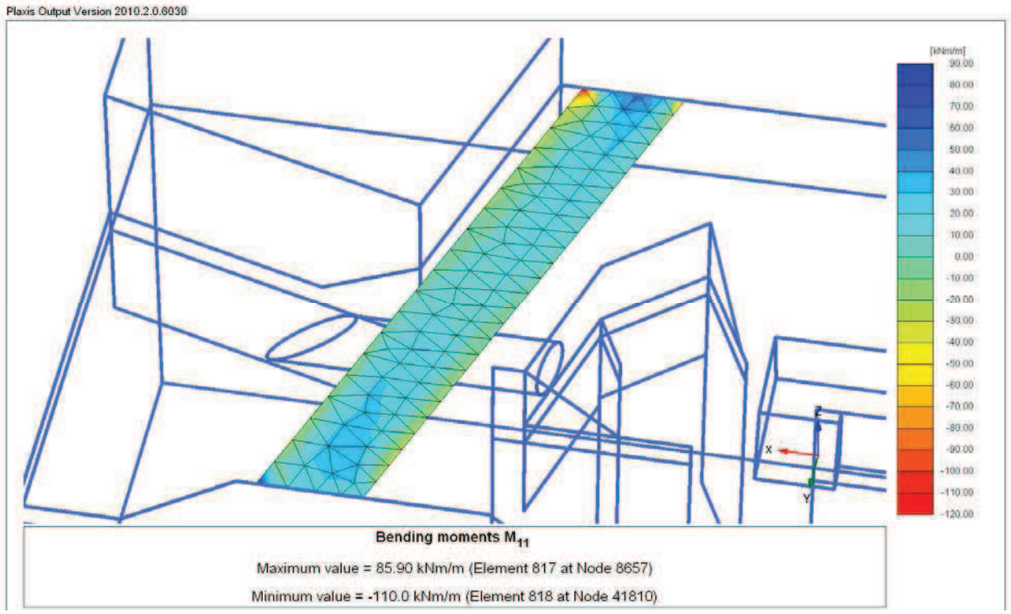


Figura 34: La geometría de la sección del colector existente según las informaciones proporcionadas por la empresa constructora es la siguiente.

Resistencia esfuerzos actuantes

Para la comprobación de la afección al colector existente en términos de resistencia a los esfuerzos producidos por la hinca se muestra el cálculo realizado para la solera de base.

A titulo de ejemplo se muestran los valores de los esfuerzos encontrados para la solera de base del colector existente en las fases más representativas:



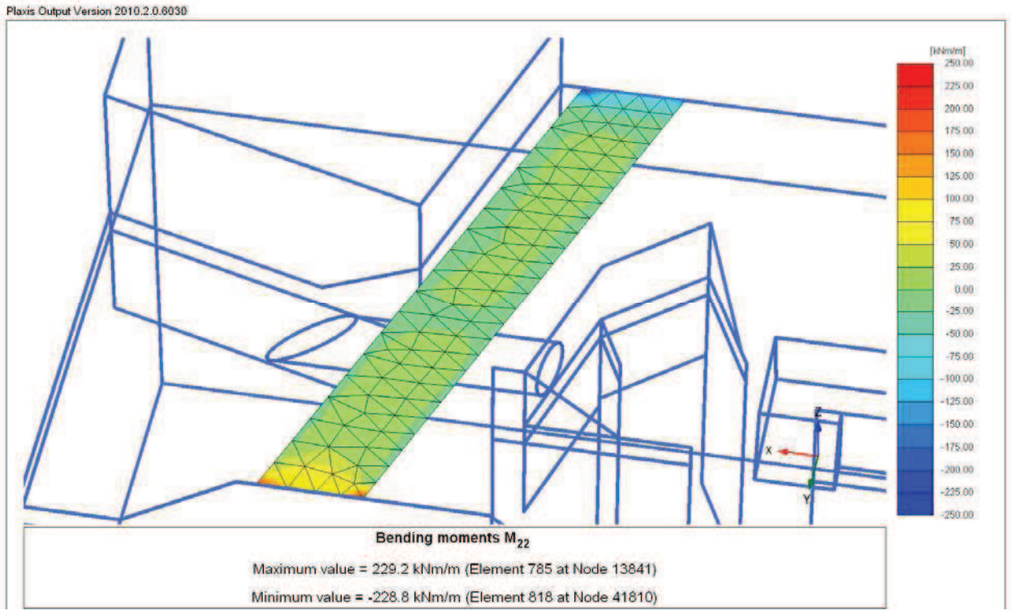
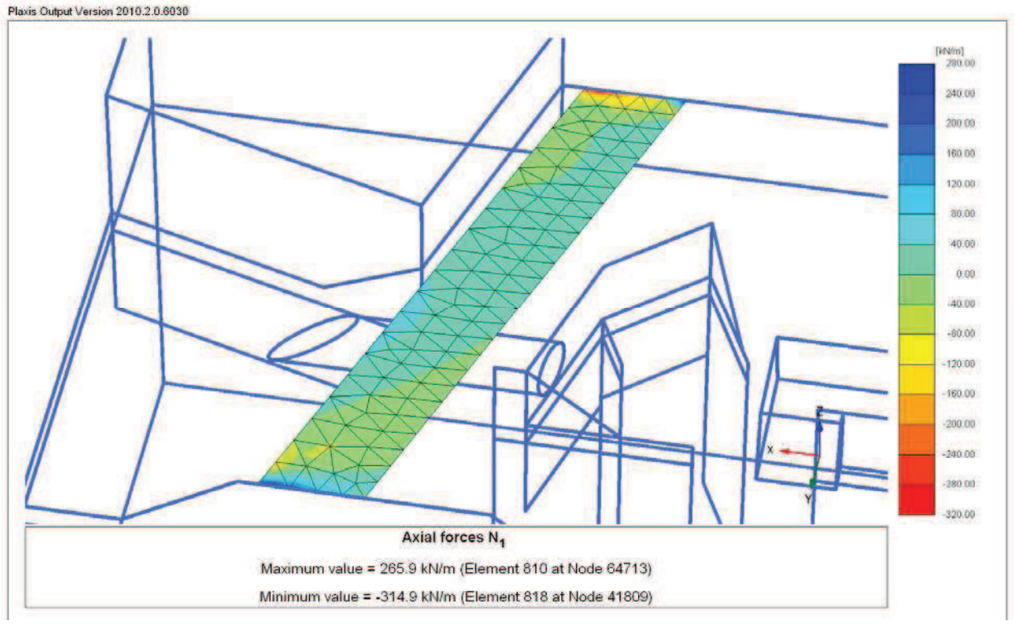


Figura 35: Diagrama de momento flectoresen la solera del colector existente en kNm. PLAXIS 3D.



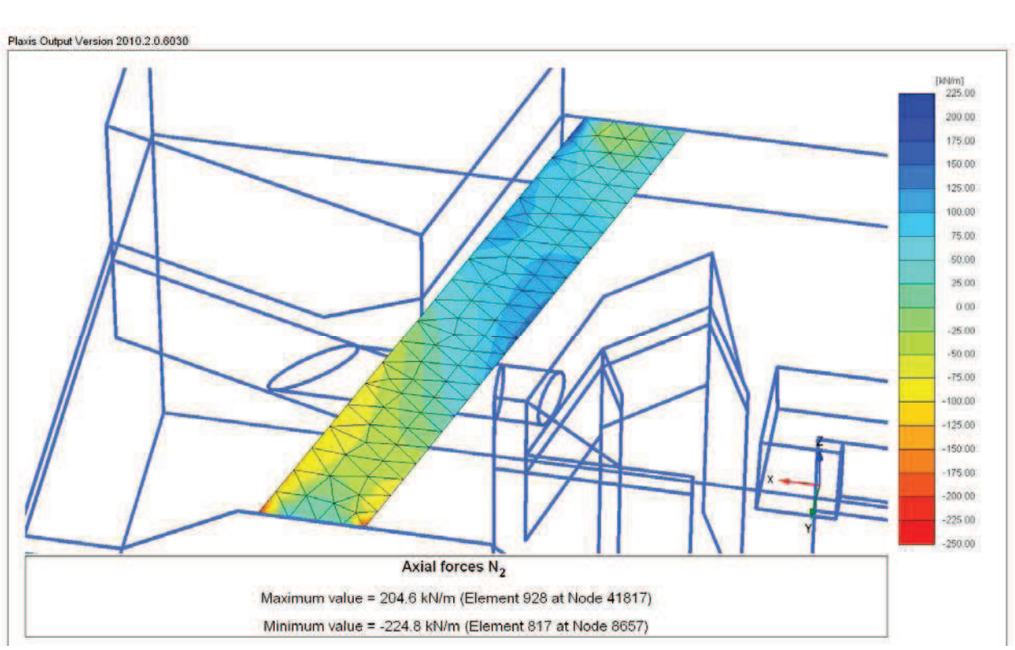


Figura 36: Diagrama de axiles en la solera del colector existente en kN. PLAXIS 3D.

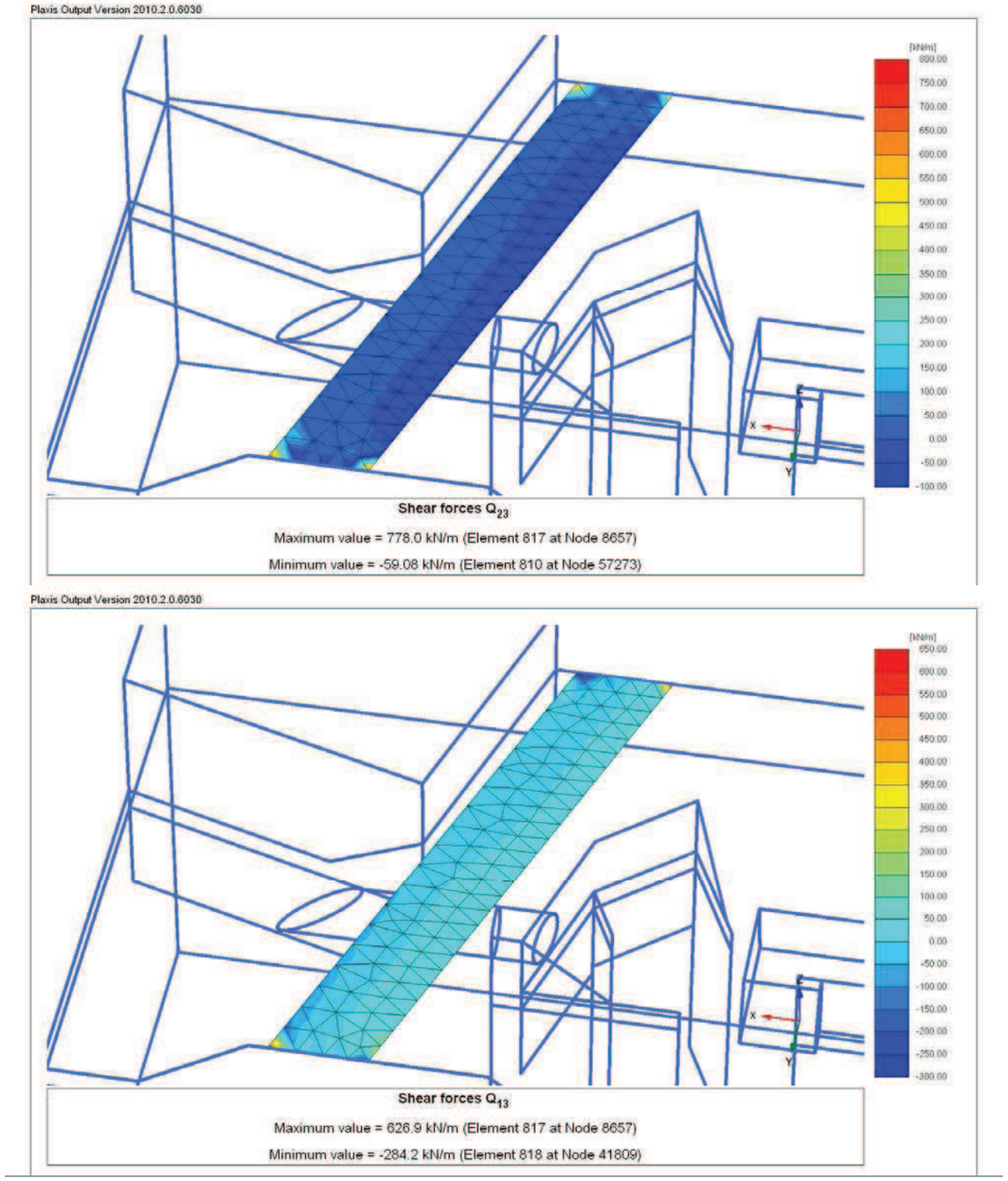


Figura 37: Diagrama de cortante en la solera del colector existente en kN. PLAXIS 3D.

Como se observa los esfuerzos, si despreciamos los valores en los extremos del elemento debidos a los efectos de borde del modelo y poco representativos, obtenidos en la solera de base son pequeños:

	M11d kN·m	M22d kN	Q3dtot kNm
Solera colector	54.0	67.50	96.0

Para los estados limites últimos del colector, los esfuerzos han sido mayorados por γ = 1,35 al tratarse de una obra provisional según eurocódigo 1.

Como se observa los esfuerzos son mínimos y considerando el canto de las secciones de los elementos del colector de 0.50m, según datos proporcionados por la empresa constructora, se demuestra que incluso considerando una sección de hormigón en masa se resiste a los esfuerzos actuantes:

Comprobación a flexión:

H=0.50m canto sección
B=1.0mancho sección

Resistencia media a tracción de hormigón HA25

fctm = 2.56N/mm2

Wh = $H^2 \cdot B/6$ = 0.042m^3 modulo resistencia flexión sección bruta

$\sigma max = Mdmax/Wh = 67.50kNm/0.042m^3 = 1.61\ N/mm^2 < fctm$

Como se observa la sección no llega a fisurarse ni considerando los momentos mayorados.

Comprobación a cortante:

Se comprueba la sección del colector como hormigón en masa estudiando el esfuerzo rasante producido por el cortante:

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Pant_0
Fecha: 23/02/2011
Hora: 10:45:07

Cálculo de juntas entre hormigones a rasante

1 Datos

- Materiales

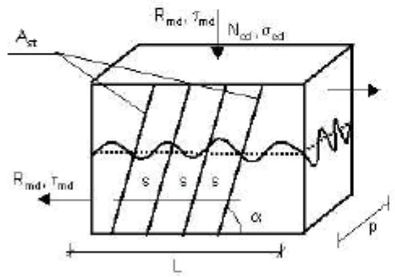
Tipo de hormigón: HA-25
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00

- Rugosidad

β = 0.40
μ = 0.90

- Geometría

p [m] = .5
l [m] = 1.0



- Resto datos

Ángulo de las armaduras α = 90.0
Axil sobre la superficie de contacto Nd [kN] = 0.0

2 Dimensionamiento

Esfuerzo rasante solicitante Rmd [kN/m] = 96
Tensión rasante solicitante τmd [MPa] = 0.2

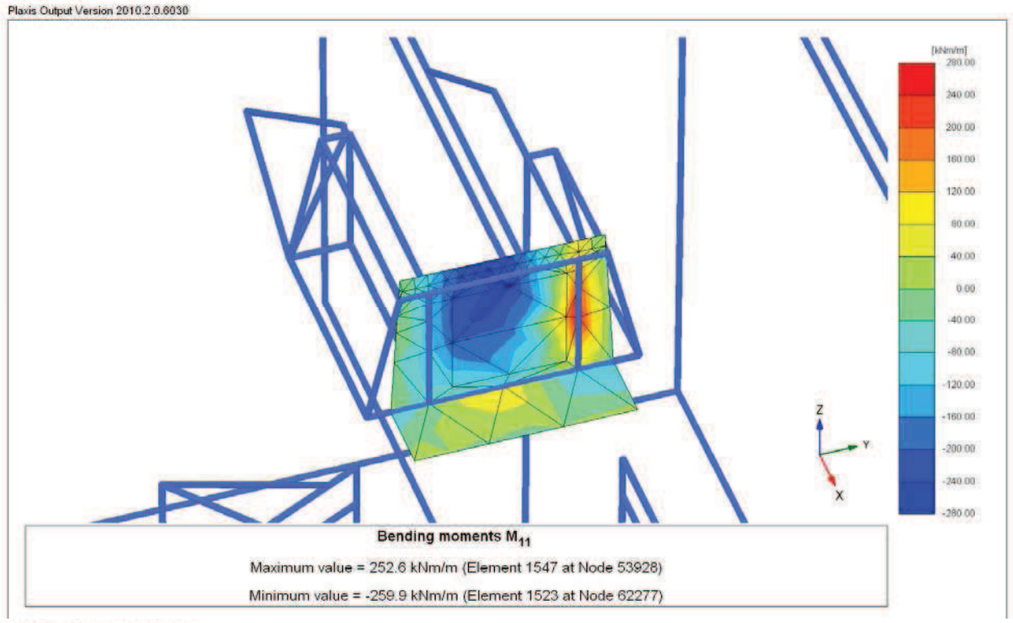
Rasante máximo Rmu max [kN] = 2083.3

Ast,total [cm²] = 0.0

9.3 Esfuerzos en el muro de apoyo

A continuación se adjuntan los diagramas donde se muestran los esfuerzos del muro de apoyo. Al tratarse de una obra de carácter no se comprueba la fisuración.

Muro de reacción



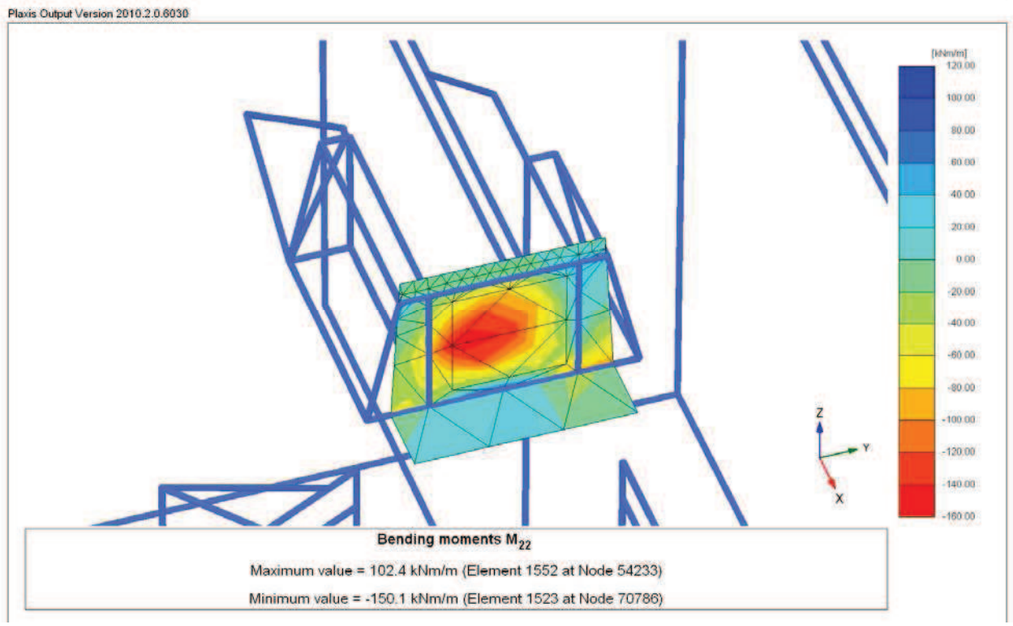


Figura 38: Diagrama de momentos flectores en el muro en kNm. PLAXIS 3D.

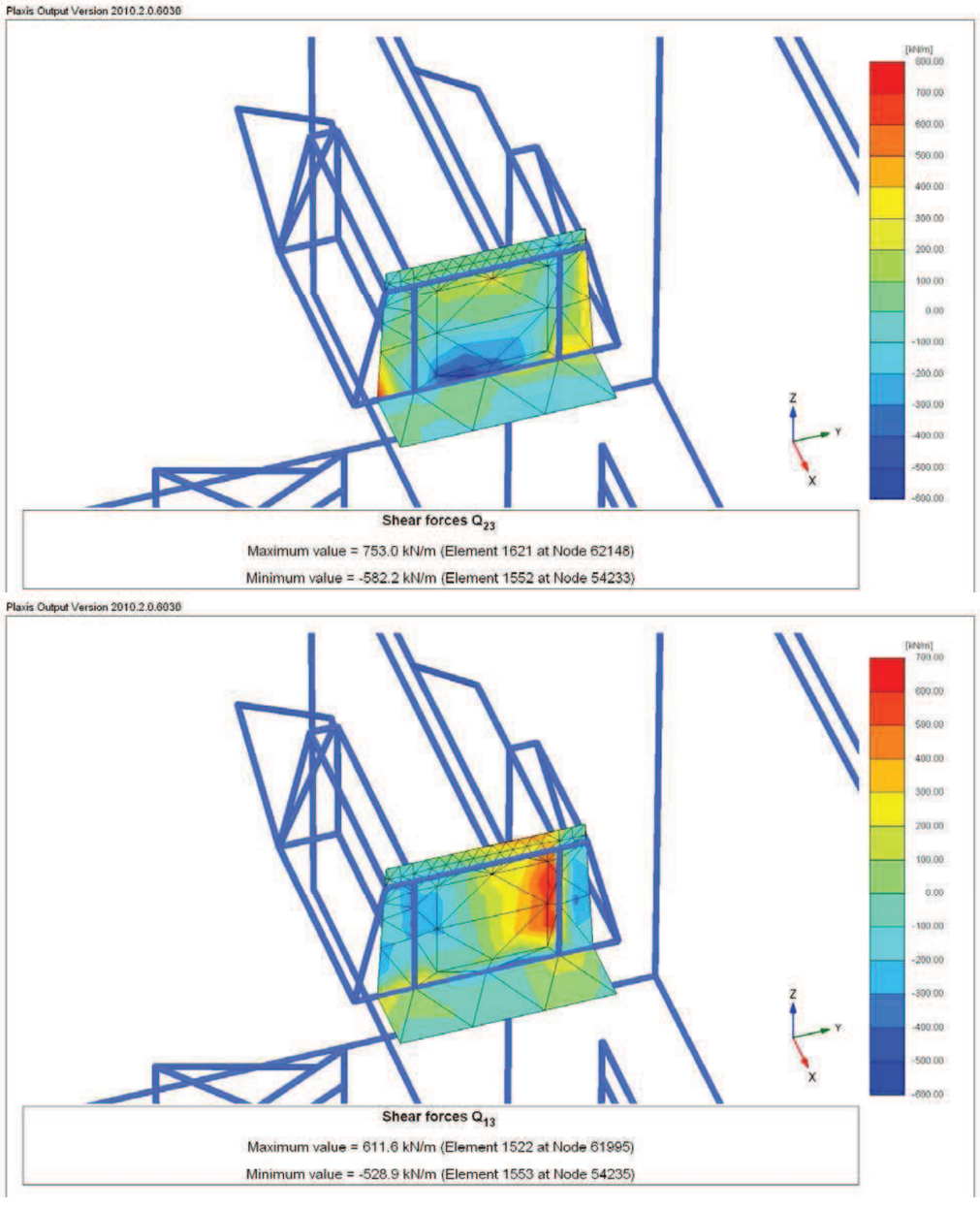


Figura 39: Diagrama de esfuerzos cortantes en en el muro en kN. PLAXIS 3D.

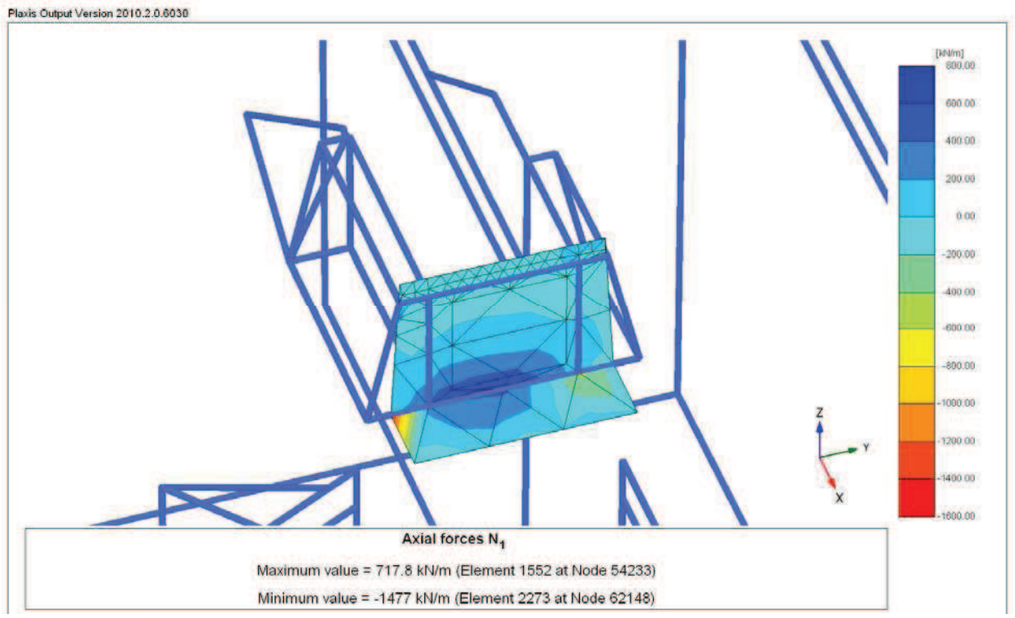


Figura 40: Diagrama de esfuerzos axiles en en el muro en kN. PLAXIS 3D.

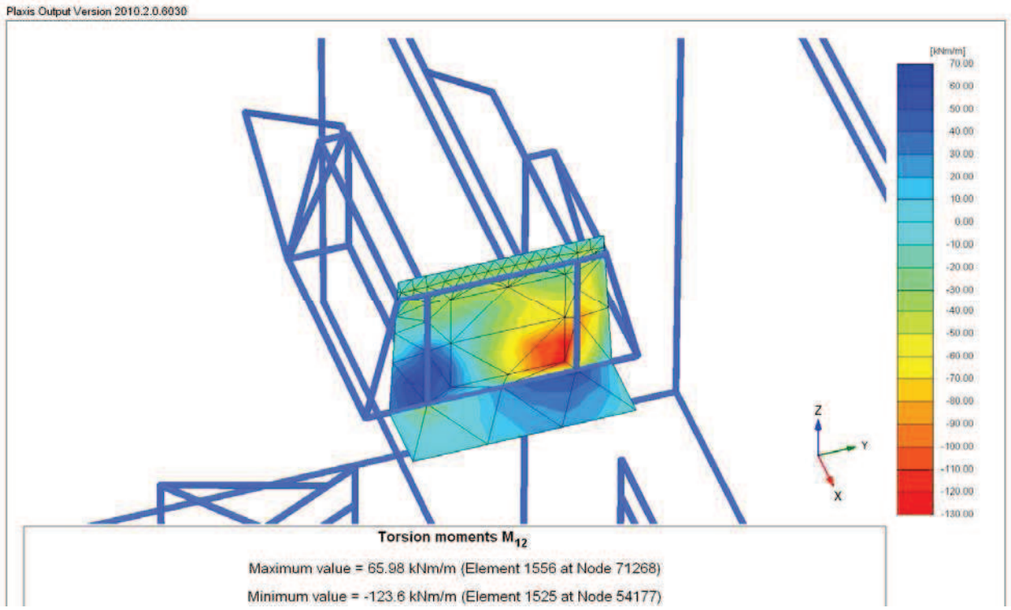


Figura 41: Diagrama de momentos torsores en el muro en kN. PLAXIS 3D.

Muro de apoyo_fuste e=0.5

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Valor**	**Coef. seg**
N1dmax*	-	270.0kN	1.05
M11d**	10d20	480.0kNm	

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Valor**	**Coef. seg**
N2dmax*	-	280.0kN	1.05
M22d**	10d16	290.0kNm	

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Qd***	1r.d16/0.2x0.2m	790.0	872.3

N1dmin* y N2dmin* son los axiles de tracción máximos observados mayorados por 1.35.
M11d** M22d** se obtienen de sumarles $IM_{12}I$ concomitante mayorado por 1.35.
Qd*** es la suma vectorial de Q13d y Q23d.

Muro de apoyo_zapata e=0.5

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Valor**	**Coef. seg**
N1dmax*	-	472.5kN	1.33
M11d**	10d16	175.5kNm	

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Valor**	**Coef. seg**
N2dmax*	-	810kN	1.53
M22d**	10d16	67.5kNm	

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Qd***	1r.d10/0.2x0.2m	330.0	357.5

N1dmin* y N2dmin* son los axiles de tracción máximos observados mayorados por 1.35.
M11d** M22d** se obtienen de sumarles $IM_{12}I$ concomitante mayorado por 1.35.
Qd*** es la suma vectorial de Q13d y Q23d.

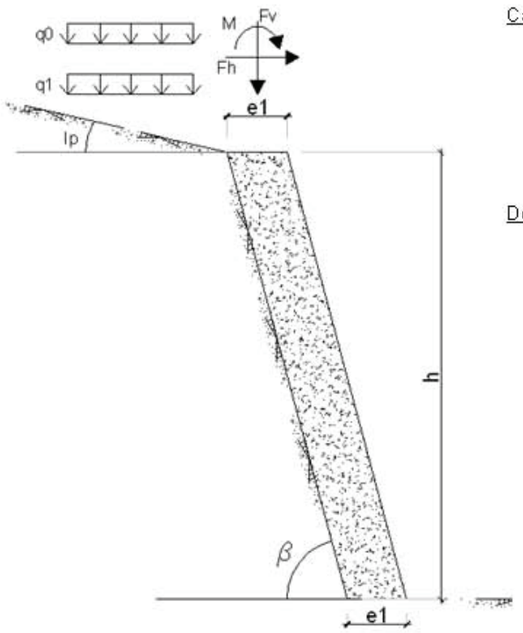
Se ha comprobado la estabilidad del muro en el caso provisional de empuje del terraplén en el trasdós cuando aún no se ha aplicado la carga de reacción de la hinca, en los anejos se muestran los resultados de los cálculos.

9.4 Comprobación de estabilidad de la aleta de hormigón en masa

Proyecto: "AVE Sagrera: proyecto de hinca de una galería eléctrica bajo el colector Riera d'Horta existente "

Introducción de datos

Aleta : *aleta inclinada de hormigón en masa*



Cargas sobre la aletas:

$q_o := 10\frac{kN}{m^2}$ $q_1 := 0\frac{kN}{m^2}$

$F_v := 0kN$ $F_h := 0kN$ $M := 0kNm$

Definición geometría:

$h := 3.0m$

$e_1 := 0.6m$

$b := 1.00m$ Ancho muro considerado

$\phi := 28deg$ Ángulo de rozamiento terreno

$c_t := 5\frac{kN}{m^2}$ Cohesión del terreno

$\beta := 72\,deg$

$\delta m := \frac{2}{3}\phi$

$\delta m = 18.67\,deg$ angulo de rozamiento entre muro y el hormigón

$i_p := 0deg$

$$k_a := \left(\frac{\frac{1}{\sin(\beta)}\sin(\beta-\phi)}{\sqrt{\sin(\beta+\delta m)}+\sqrt{\frac{\sin(\delta m+\phi)\sin(\phi-i_p)}{\sin(\beta-i_p)}}}\right)^2$$

$k_a = 0.209$ Coeficiente empuje activo inclinado

$k := k_a$

Coeficientes de seguridad

$Cv := 1.50$ Coeficiente al Vuelco

$Cd := 1.30$ Coeficiente al Deslizamiento

Coeficientes de seguridad para una situación provisional

Propiedades de los materiales

$\gamma_h := 24.00\frac{kN}{m^3}$ Peso específico del hormigón

$\gamma_t := 20.0\frac{kN}{m^3}$ Peso específico del terreno

$\mu := 0.57$ Coeficiente de rozamiento entre hormigón y terreno

Introducción de datos

Comprobación de la estabilidad al vuelco:

Momentos volcadores:

-De las sobrecargas: $M_{v1} := k\left(q_o + q_1\right)\frac{h^2}{2}\,b$ $M_{v1} = 9.39\,kN\,m$

-De las tierras: $M_{v2} := \frac{1}{2}\,h\left(k\,\gamma_t\,h - 2\,c_t\sqrt{k}\right)\frac{1}{3}\,h\,b$ $M_{v2} = 11.92\,kN\,m$

-Momento actuante $M_{v3} := M$ $M_{v3} = 0.00\,kN\,m$

-F horizontales $M_{v4} := F_h\,h$ $M_{v4} = 0.00\,kN\,m$

$M_v := M_{v1} + M_{v2} + M_{v3} + M_{v4}$ $M_v = 21.31\,kN\,m$ *Momento volcador*

Momentos estabilizantes:

-De la estructura:

Alzado $M_{e1} := h\,e_1\,\gamma_h\left(\frac{h}{2\tan(\beta)}+\frac{e_1}{2}\right)b$ $M_{e1} = 34.01\,kN\,m$

-Sobrecargas en muro $M_{e2} := F_v\left(\frac{h}{2\tan(\beta)}+\frac{e_1}{2}\right)$ $M_{e2} = 0.00\,kN\,m$

$M_e := M_{e1} + M_{e2}$ $M_e = 34.01\,m\,kN$ *Momento estabilizante*

$C_v := \frac{M_e}{M_v}$ $C_v = 1.6$ Coeficiente de seguridad al vuelco

$Comprobación_al_vuelco := if\left(Cv < C_v, "Cumple", "No_Cumple"\right)$

$Comprobación_al_vuelco = "Cumple"$

Deslizamiento

Comprobación de la estabilidad al deslizamiento:

Cargas horizontales

-Sobrecargas: $H_1 := k\left(q_o + q_1\right)h\,b$ $H_1 = 6.26\,kN$

-Tierras: $H_2 := \frac{1}{2}\,h\left(k\,\gamma_t\,h - 2c_t\sqrt{k}\right)b$ $H_2 = 11.92\,kN$

-F horizontales: $H_3 := F_h$ $H_3 = 0.00\,kN$

$H_T := H_1 + H_2 + H_3$ $H_T = 18.18\,kN$ *Carga horizontal*

Cargas verticales

-Pesos estructuras:

Alzado $V_1 := h\,e_1\,\gamma_h\,b$ $V_1 = 43.2\,kN$

-Sobrecargas en muro $V_2 := F_v$ $V_2 = 0.00\,kN$

$V_T := V_1 + V_2$ $V_T = 43.2\,kN$ *carga vertical total*

$\mu = 0.57$ Coeficiente de rozamiento muro-suelo:

$C_d := \frac{\mu\,V_T}{H_T}$ $C_d = 1.35$ Coeficiente de seguridad al deslizamiento:

$Comprobación_al_deslizamiento := if\left(Cd < C_d, "Cumple", "No_Cumple"\right)$

$Comprobación_al_deslizamiento = "Cumple"$

10. CONCLUSIONES

La solución propuesta del conjunto muro terraplén y aletas es técnicamente viable para el empuje la galería eléctrica.

Las deformaciones del colector existente, Riera Horta, debido al la realización de la hinca del tubo son muy pequeñas y inferiores a los 0.062mm. Los valores de los esfuerzos encontrados en la solera del colector pueden ser resistidos por el elemento incluso despreciando su armadura.

Se ha analizado la posibilidad de excavación de 0.50m por delante del tubo hincado en diferentes momentos de la hinca a lo largo del trazado del tubo, las deformaciones del terreno son pequeñas y inferiores a 2.30mm.

Los coeficientes de seguridad encontrados frente a la rotura del terreno en la zona de avance de la hinca son superiores a 2.08, así que consideramos que una posible variación de de las características mecánicas del material modelizado por debajo del colector existente, con respecto a los valores utilizados, quede dentro del cálculo realizado. Sin embargo, para una mayor garantía frente a posibles incertidumbres, el control en obra del material encontrado permitirá ajustar la hinca a las reales condiciones del terreno.

Por todo ello se concluye que la actuación es viable y la afección a los colectores es despreciable.

Jose Mª Velasco

Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Febrero de 2011

Proyecto: "AVE Sagrera: proyecto de hinca de una galería eléctrica bajo el colector Riera d'Horta "

Introducción de datos

Aleta

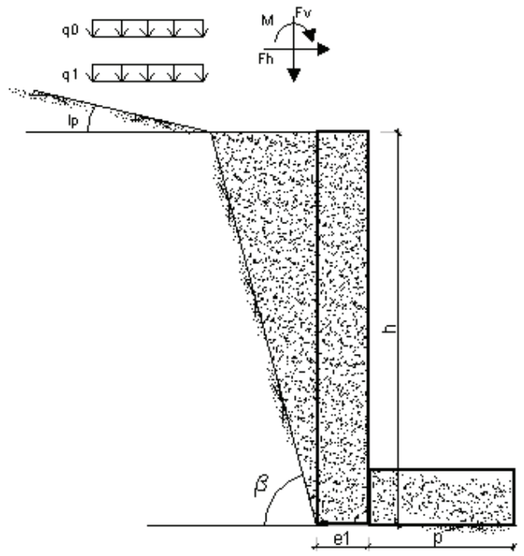
Para el cálculo no se ha considerado la colaboración del peso del hormigón en masa en el trasdós del muro

$q_o := 10\frac{kN}{m^2}$ $q_1 := 0\frac{kN}{m^2}$ Sobrecargas

Reacción de la viga del tablero $F_v := 0kN$ Reacción sin mayorar

Carga horizontal en cabeza muro $F_h := 0kN$ $F_h = 0\,kN$

Flector actuante en cabeza de muro: (positivo favorable al vuelco) $M := 0kN\,m$



Definición geometría:

$h := 3.30m$

$h_1 := 0.00m$

$t := 0.00m$

$e_1 := 0.50m$

$p := 1.50m$

$e_2 := 0.50\ m$

$b := 1.00m$ Ancho muro considerado

$\phi := 28deg$ Ángulo de rozamiento terreno

$c_t := 5\frac{kN}{m^2}$ Cohesión del terreno

$\beta := 72\ deg$

$\delta m := \frac{2}{3}\phi$

$\delta m = 18.67\ deg$ angulo de rozamiento entre muro y el hormigón

$i_p := 0deg$

$$k_a := \left(\frac{\frac{1}{\sin(\beta)}\sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta m)} + \sqrt{\frac{\sin(\delta m + \phi)\sin(\phi - i_p)}{\sin(\beta - i_p)}}} \right)^2$$

$k_a = 0.209$ Coeficiente empuje activo $k := k_a$

$k_{rg} := 1 - \sin(\phi)$ $k_{rg} = 0.53$ Coeficiente empuje reposo suelos granulares

$k_{ra} := 0.95 - \sin(\phi)$ $k_{ra} = 0.48$ Coeficiente empuje reposo suelos arcillosos

$k := k_a$ $k = 0.21$ En este caso el empuje en trasdós se considera empuje activo

Coeficientes de seguridad

$Cv := 1.50$ Coeficiente al Vuelco

$Cd := 1.30$ Coeficiente al Deslizamiento

Coeficientes parciales de seguridad

$\gamma_g := 1.35$ Coeficiente de mayoración cargas permanentes

$\gamma_{g'} := 1.50$ Coeficiente de manyoración de cargas permanentes de valor no constante.

$\gamma_q := 1.50$ Coeficiente de mayoración cargas variables

$\gamma_k := 1.00$ Coeficiente estudio E.L.S

Propiedades de los materiales

$\gamma_h := 25.00\frac{kN}{m^3}$ Peso específico del hormigón

$\gamma_t := 20.00\frac{kN}{m^3}$ Peso específico del terreno

$\sigma t := 150\frac{kN}{m^2}$ Tensión admisible del terreno

$\mu := 0.57$ Coeficiente de rozamiento entre hormigón y terreno

Introducción de datos

Vuelco

Estabilidad al vuelco:

Momentos volcadores:

-De las sobrecargas: $M_{v1} := k\left(q_o + q_1\right)\frac{h^2}{2}\,b$ $M_{v1} = 11.36\,kN\,m$

-De las tierras: $M_{v2} := \frac{1}{2}\,h\left(k\,\gamma_t\,h - 2\,c_t\sqrt{k}\right)\frac{1}{3}\,h\,b$ $M_{v2} = 16.7\,kN\,m$

-Momento actuante $M_{v3} := M$ $M_{v3} = 0.00\,kN\,m$

-F horizontales $M_{v4} := F_h\,h$ $M_{v4} = 0.00\,kN\,m$

$M_v := M_{v1} + M_{v2} + M_{v3} + M_{v4}$ $M_v = 28.06\,kN\,m$ *Momento volcador*

Momentos estabilizantes:

-De las tierras:

en el talón $M_{e1} := t\left(h - e_2\right)\gamma_t\left(p + e_1 + \frac{t}{2}\right)b$ $M_{e1} = 0.00\,kN\,m$

en el pie $M_{e2} := p\,h_1\,\gamma_t\left(\frac{p}{2}\right)b$ $M_{e2} = 0.00\,kN\,m$

-De la estructura:

Talón $M_{e3} := t\,e_2\,\gamma_h\left(p + e_1 + \frac{t}{2}\right)b$ $M_{e3} = 0.00\,kN\,m$

Alzado $M_{e4} := (h - 0.7m)\,e_1\,\gamma_h\left(p + \frac{e_1}{2}\right)b$ $M_{e4} = 56.87\,kN\,m$

Pie $M_{e5} := p\,e_2\,\gamma_h\,\frac{p}{2}\,b$ $M_{e5} = 14.06\,kN\,m$

-De las sobrecargas:

$M_{e6} := F_v \left(p + e_1\right)$ $M_{e6} = 0.00\,kN\,m$

$M_e := M_{e1} + M_{e2} + M_{e3} + M_{e4} + M_{e5} + M_{e6}$ $M_e = 70.94\,m\,kN$ *Momento estabilizante*

Coeficiente de seguridad al vuelco

$$C_v := \frac{M_e}{M_v} \qquad C_v = 2.5$$

$Comprobación_al_vuelco := if\left(Cv < C_v, "Cumple", "No_Cumple"\right)$

$Comprobación_al_vuelco = "Cumple"$

Vuelco

Deslizamiento

Estudio de estabilidad al deslizamiento:

Cargas horizontales

-Sobrecargas: $H_1 := k \left(q_o + q_1\right) h\, b$ $H_1 = 6.88\,kN$

-Tierras: $H_2 := \frac{1}{2} h \left(k\, \gamma_t\, h - 2c_t \sqrt{k}\right) b$ $H_2 = 15.18\,kN$

-F horizontales: $H_3 := F_h$ $H_3 = 0.00\,kN$

$H_T := H_1 + H_2 + H_3$ $H_T = 22.07\,kN$ *Carga horizontal*

Cargas verticales

- Sobrecargas en talón $V_1 := \left(q_o + q_1\right) t\, b$ $V_1 = 0.00\,kN$

- Peso tierras:

en el talón $V_2 := t\, b \left(h - e_2\right) \gamma_t$ $V_2 = 0.00\,kN$

en el pie $V_3 := p\, h_1\, \gamma_t\, b$ $V_3 = 0.00\,kN$

-Pesos estructuras:

Talón $V_4 := \left(t\, e_2\right) \gamma_h\, b$ $V_4 = 0.00\,kN$

Alzado $V_5 := (h - 0.7m)\, e_1\, \gamma_h\, b$ $V_5 = 32.5\,kN$

Pie $V_6 := p\, e_2\, \gamma_h\, b$ $V_6 = 18.75\,kN$

-Sobrecargas en muro $V_7 := F_v$ $V_7 = 0.00\,kN$

$V_T := V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7$ $V_T = 51.25\,kN$ *carga vertical total*

Coeficiente de rozamiento muro-suelo: $\mu = 0.57$

Coeficiente de seguridad al deslizamiento:

$$C_d := \frac{\mu\, V_T}{H_T} \qquad C_d = 1.32$$

Ángulo de la base de la zapata $\alpha := 0deg$

$$C_{d2} := \frac{\mu \left(V_T \cos(\alpha) + H_T \sin(\alpha)\right)}{H_T \cos(\alpha) - V_T \sin(\alpha)} \qquad C_{d2} = 1.32$$

$Comprobación_al_deslizamiento := if\left(Cd \le C_{d2}, "Cumple", "No_Cumple"\right)$

$Comprobación_al_deslizamiento = "Cumple"$

Deslizamiento

Tensión en el terreno

Tensión sobre el terreno en la base:

Momento en centro de durmiente.

$$M_c := M_v - \left(V_1 + V_2 + V_4\right)\left(\frac{t + e_1 + p}{2} - \frac{t}{2}\right) - \left(V_5 + V_7\right)\left[\frac{t + e_1 + p}{2} - \left(t + \frac{e_1}{2}\right)\right] \ldots$$
$$+ -\left(V_6 + V_3\right)\left[\frac{t + e_1 + p}{2} - \left(t + e_1 + \frac{p}{2}\right)\right]$$

$M_c = 8.37\,kN\,m$

-Zapata sección constante:

$$\sigma_a := \frac{V_T}{\left(t + e_1 + p\right) b} + \frac{M_c}{\frac{1}{12} b \left(t + e_1 + p\right)^3} \frac{t + e_1 + p}{2} \qquad \sigma_a = 38.18\,\frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_b := \frac{V_T}{\left(t + e_1 + p\right) b} - \frac{M_c}{\frac{1}{12} b \left(t + e_1 + p\right)^3} \frac{t + e_1 + p}{2} \qquad \sigma_b = 13.07\,\frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_x := \frac{V_T}{\left(t + e_1 + p\right) b} + \frac{M_c}{\frac{1}{12} b \left(t + e_1 + p\right)^3} \frac{\left(t + e_1\right) - \left(t + e_1 + p\right)}{2} \qquad \sigma_x = 16.21\,\frac{kN}{m^2}$$

-Zapata sección variable:

$$\sigma_{a1} := \frac{V_T \cos(\alpha) + H_T \sin(\alpha)}{\left(\frac{t + e_1 + p}{\cos(\alpha)}\right) b} + \frac{M_c}{\frac{1}{12} b \left(\frac{t + e_1 + p}{\cos(\alpha)}\right)^3} \frac{t + e_1 + p}{2} \qquad \sigma_{a1} = 38.18\,\frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{b1} := \frac{V_T \cos(\alpha) + H_T \sin(\alpha)}{\left(\frac{t + e_1 + p}{\cos(\alpha)}\right) b} - \frac{M_c}{\frac{1}{12} b \left(\frac{t + e_1 + p}{\cos(\alpha)}\right)^3} \frac{t + e_1 + p}{2} \qquad \sigma_{b1} = 13.07\,\frac{kN}{m^2}$$

$Comprobación_del_terreno_compresión := if\left(\sigma t > \sigma_a, "Cumple", "No_Cumple"\right)$

$Comprobación_del_terreno_tracción := if\left(\sigma t > \sigma_b, "Cumple", "No_Cumple"\right)$

$Comprobación_del_terreno_compresión = "Cumple"$

$Comprobación_del_terreno_tracción = "Cumple"$

Tensión en el terreno

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: muro de apoyo
Fecha: 25/01/2011
Hora: 14:04:58

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

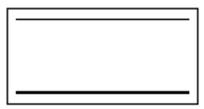
```
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 25.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : MURO_0.5
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.50
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.09
ϕ [mm]            = 12
n° ramas:           4
Area [cm²/m]      = 50.3
ρ [·1.E-3]        = 7

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]   = -769.2
σyd [MPa] = 0.0

Vu1 [kN]   = 2200.0
Vu2 [kN]   = 872.3
Vcu [kN]   = 68.1
Vsu [kN]   = 804.2
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]    = 872.3
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Pant_0
Fecha: 23/02/2011
Hora: 11:13:28

Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

1 Datos

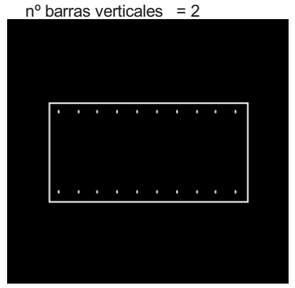
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : 0.50X1.0
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
r [m] = 0.050

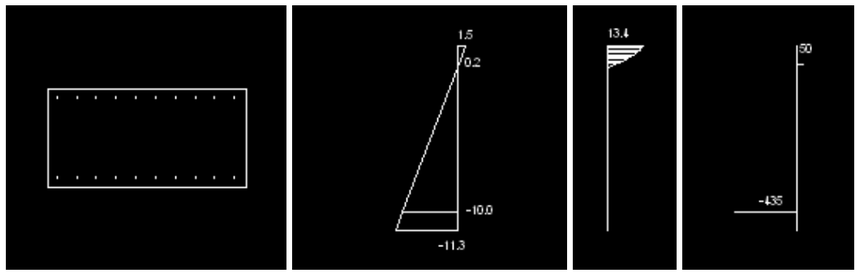
nº barras horizontales = 10
nº barras verticales = 2



2 Comprobación

ϕ [mm] = 16
Nd [kN] = -280
Md [kN·m] = 290

Nu [kN] = -294.0
Mu [kN·m] = 304.5
γ = 1.05



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.060
1/r [1/m]·1.E-3 = 25.6
εs ·1.E-3 = 1.5
εi ·1.E-3 = -11.3

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.2	-49.6
0.450	-10.0	434.8

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Pant_0
Fecha: 23/02/2011
Hora: 11:02:49

Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

1 Datos

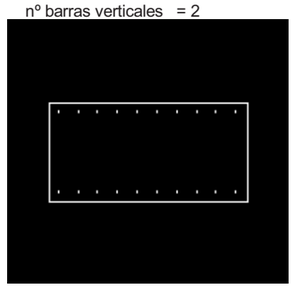
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : 0.50X1.0
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
r [m] = 0.050

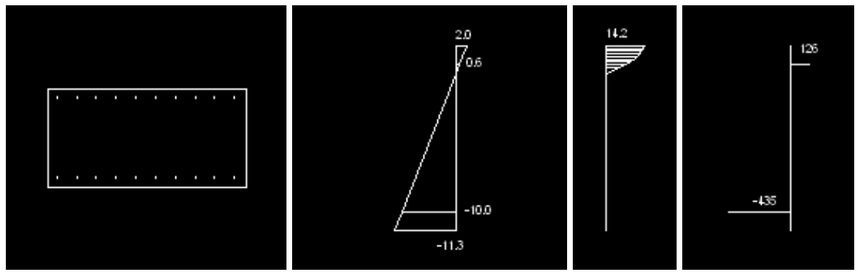
nº barras horizontales = 10
nº barras verticales = 2



2 Comprobación

ϕ [mm] = 20
Nd [kN] = -270
Md [kN·m] = 480

Nu [kN] = -284.1
Mu [kN·m] = 505.0
γ = 1.05



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.074
1/r [1/m]·1.E-3 = 26.6
εs ·1.E-3 = 2.0
εi ·1.E-3 = -11.3

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.6	-125.8
0.450	-10.0	434.8

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: muro de apoyo
Fecha: 25/01/2011
Hora: 14:25:01

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

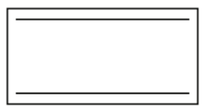
```
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 25.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : ZAPATA_0.5
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.50
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.159
ϕ [mm]            = 10
n° ramas:           4
Area [cm²/m]      = 19.8
ρ [·1.E-3]        = 5

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]   = -842.1
σyd [MPa] = 0.0

Vu1 [kN]   = 2200.0
Vu2 [kN]   = 357.5
Vcu [kN]   = 41.4
Vsu [kN]   = 316.1
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]    = 357.5
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Pant_0
Fecha: 23/02/2011
Hora: 11:19:14

Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

1 Datos

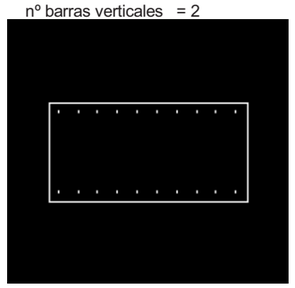
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : 0.50X1.0
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
r [m] = 0.050

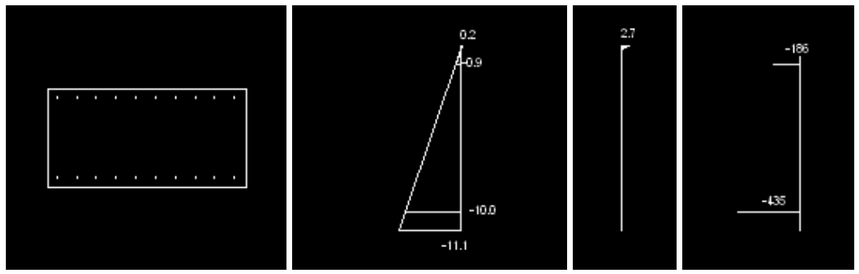
nº barras horizontales = 10
nº barras verticales = 2



2 Comprobación

ϕ [mm] = 16
Nd [kN] = -810
Md [kN·m] = 67.50

Nu [kN] = -1236.2
Mu [kN·m] = 103.0
γ = 1.53



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.009
1/r [1/m]·1.E-3 = 22.7
εs ·1.E-3 = 0.2
εi ·1.E-3 = -11.1

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	-0.9	186.1
0.450	-10.0	434.8

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Pant_0
Fecha: 23/02/2011
Hora: 11:18:31

Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

1 Datos

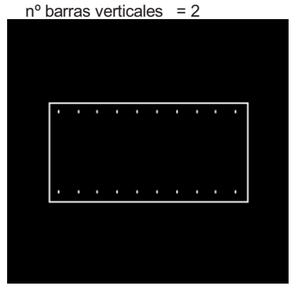
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : 0.50X1.0
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
r [m] = 0.050

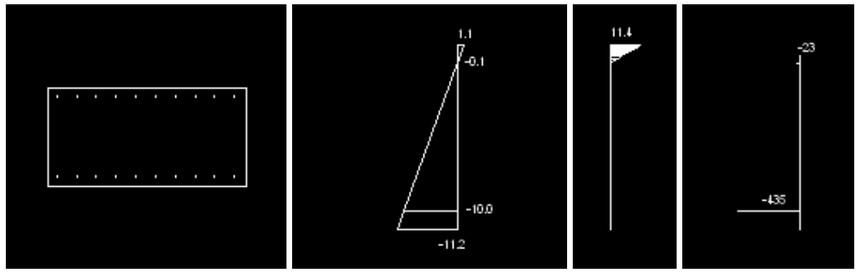
nº barras horizontales = 10
nº barras verticales = 2



2 Comprobación

ϕ [mm] = 16
Nd [kN] = -472.5
Md [kN·m] = 175.5

Nu [kN] = -629.3
Mu [kN·m] = 233.7
γ = 1.33



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.045
1/r [1/m]·1.E-3 = 24.7
εs ·1.E-3 = 1.1
εi ·1.E-3 = -11.2

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	-0.1	23.1
0.450	-10.0	434.8

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

INOCSA
Una Empresa AECOM

INOCSA
Una Empresa AECOM
0 9 MAR 2011
ENTRADA Nº. 6291 ARCHIVO: 642

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V. MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

ESTUDIO DE LA HINCA DE LA GALERÍA ELÉCTRICA POR DEBAJO DEL COLECTOR RIERA D`HORTA EXISTENTE

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica de los documentos relativos a l "hinca de la galería eléctrica por debajo del colector Riera D'Horta existente" recibidos durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación con la propuesta de elementos de sostenimiento provisional, contención y reacción necesarios para ejecutar la hinca del tubo de reposición de galería eléctrica bajo el colector en servicio en la zona de Riera D'Horta; a saber:

- DOCUMENTO: "ESTUDIO DE LA HINCA DE LA GALERÍA ELÉCTRICA POR DEBAJO DEL COLECTOR RIERA D`HORTA EXISTENTE"; del que se asume como vigente la generalidad de la Memoria de Cálculo.

- Colección de planos de "HINCA GALERÍA BAJO COLECTOR HORA" (Hojas 1 a 2 de 2), que se asume como definición gráfica vigente de la propuesta mediante.

La documentación citada es emitida por la empresa AMATRIA Ingeniería S.L. como responsables de los cálculos estructurales de los elementos en estudio.

En el presente informe se realiza un análisis crítico del desarrollo de los cálculos presentados y de los criterios de diseño y bases de cálculo con los que se abordan las comprobaciones con las que se justifica la viabilidad estructural de los elementos en estudio.

INOCSA
Una Empresa AECOM

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Memoria

En la Memoria de Cálculo recibida se describe la solución estructural propuesta y se presentan las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se aborda el análisis y dimensionamiento de los elementos de sostenimiento provisional, contención y reacción necesarios para ejecutar la hinca del tubo de reposición de galería eléctrica bajo el colector en servicio en la zona de Riera D'Horta, así como un resumen de los datos de entrada y resultados de salida de los modelos de cálculo empleado.

Las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se desarrollan los cálculos estructurales se pueden considerar, de forma general, adecuados para las condiciones de contorno, acordes con la normativa vigente y coherentes con las fases de ejecución previstas. Los parámetros geotécnicos empleados resultan coherentes con las recomendaciones emitidas por la UPC al respecto para las obras del entorno y con las consideraciones adicionales empleadas para el análisis de estabilidad de taludes en el Proyecto Constructivo de referencia.

Aunque las acciones consideradas siguen la normativa vigente y son adecuadas a las condiciones de contorno de la obra y la situación constructiva descrita, se recomienda contrastar las hipótesis de carga asociadas al empuje de los elementos de hinca con los empujes previstos en los gatos del sistema de hinca específico con el que finalmente se ejecute el tajo.

El análisis de las fases de ejecución de la hinca y de sus efectos en los taludes y muros de sostenimiento y reacción se aborda con el programa PLAXIS, suficientemente conocido y adecuado para el estudio en cuestión. En la Memoria se recoge un resumen suficiente de los resultados arrojados por el programa, entre los que se incluyen los esfuerzos en el muro de reacción, la estabilidad de los taludes del terraplén de reacción y un análisis del estado tenso-deformacional de la solera de la galería existente para las distintas fases de avance de la hinca. Aunque los resultados de este análisis arrojan valores de deformación y esfuerzos en la galería existente totalmente asumibles, se recomienda contrastar las hipótesis realizadas sobre fases de avance con los datos de los medios auxiliares asociados al sistema de hinca finalmente elegido para su ejecución.

En el desarrollo de los cálculos se presentan las comprobaciones de la estabilidad del talud del sostenimiento provisional propuesto para el terraplén en la zona en la que no

apoyan los gatos de empuje (las denominadas “ALETAS”) y las comprobaciones de los Estados Límite determinantes para los elementos que conforman el muro de reacción y el sostenimiento provisional del frente de hinca resuelto con una pantalla de carriles.

Asimismo se presenta el análisis de estabilidad muro de reacción (muro en L) en la situación previa al empuje (como muro de contención del terraplén del trasdós) con resultados satisfactorios.

Planos

Se presenta, como complemento a la Memoria, una colección de planos (“HINCA GALERÍA BAJO COLECTOR HORA” - Hojas 1 a 2 de 2) con la definición completa de los elementos de sostenimiento provisional, contención y reacción en estudio: muro en L y aletas de hormigón en masa.

De forma general, en los planos se definen disposiciones, dimensiones y esquemas de armado coherentes con los cálculos justificativos y fases constructivas acordes con las consideradas en el diseño estructural.

4. CONCLUSIONES

Como conclusión, y tal y como se desprende de los comentarios anteriores, la validez estructural de la solución propuesta para los elementos de sostenimiento provisional, contención y reacción en estudio (muro en L y aletas de hormigón en masa) se considera suficientemente justificada con la documentación recibida, por lo que no se encuentra impedimento para comenzar su ejecución según los planos vigentes.

Adicionalmente, se recomienda contrastar las hipótesis contempladas en el documento revisado (en lo que respecta a las cargas de empuje y los procedimientos de avance de la hinca) con los datos de los medios auxiliares asociados al sistema de hinca finalmente elegido para su ejecución.

Madrid, 09 de marzo de 2011

INOCSA, Una Empresa AECOM

8 - TRAMOS IN SITU

amatria
ingeniería
www.amatria.com

PROYECTO: 817 AVE SAGRERA-TRINIDAD
Memoria de cálculo quiebro de la nueva galería eléctrica ejecutado in situ.

a

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL INFORME

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

3. NORMATIVA APLICADA

4. MATERIALES

5. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

6. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS Y COMBINACIONES CONSIDERADAS

7. METODOLOGIA DE CALCULO

8. RESULTADOS

9. CONCLUSIONES

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL INFORME

Referencia: 817
Fecha: Febrero de 2011
Nombre de la obra: Entronque de la galería eléctrica

Dentro de las obras que configuran el proyecto "LÍNIA DE ALTA VELOCIDAD MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: LA SAGRERA-NUDO DE LA TRINIDAD" se realizan la reposición de una galería eléctrica en la zona de los colectores 11 de Setembre y Riera d'Horta mediante módulos prefabricados de hormigón armado. La galería eléctrica presenta unos quiebres en su trazado que hace necesario ejecutarlo in situ.

El Objeto del presente informe es el análisis y diseño de la galería de quiebro y las conexiones con los elementos prefabricados y estos están basados en la situación de cargas más desfavorable, por lo que el cálculo es valido para los quiebres que se indican (en círculos azules) en la siguiente figura 1.

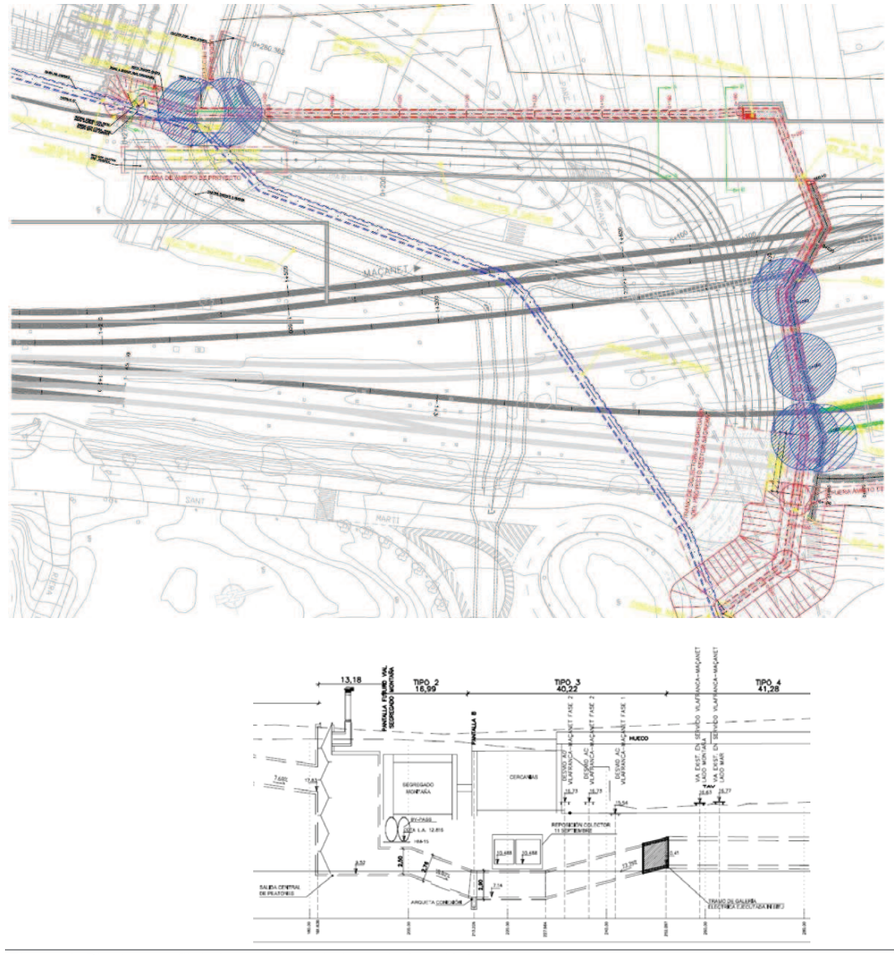


Figura 1. Planta y perfil de los quiebres de las galerías eléctricas.

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Tal y como se puede observar en la figura 1, la nueva galería eléctrica se desdobla en dos cajones unicelulares. Por ello en la zona del quiebro se plantea un cajón de hormigón armado a ejecutar in situ.

Con el objetivo de facilitar la conexión entre la sección prefabricada y la parte ejecutada in situ, se propone unas dimensiones que permitan una conexión con los cajones unicelulares prefabricados, es decir, 0.20m de canto para la solera superior e inferior y 0.20m de canto para los hastiales laterales. El cajón presenta en su conjunto unas dimensiones de 2.90m de alto por 2.40m de ancho. En planta el ángulo que describe el quiebro es de 141º

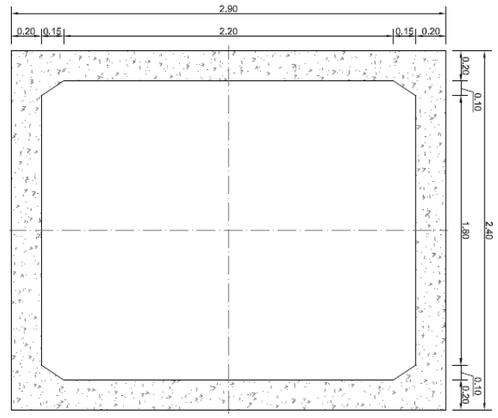


Figura 2. Sección del cajón propuesto para el quiebro de la galería eléctrica.

3. NORMATIVA APLICADA

Para el cálculo y la comprobación de los diferentes elementos estructurales se ha seguido:

Estructura Hormigón	Instrucción de hormigón estructural EHE-98.
Hipótesis de Carga y Combinaciones	Instrucción de hormigón estructural EHE-98 Eurocódigos. Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril IAPF

4. MATERIALES

Hormigón:

Hormigón en cajones.....HA-30 (fck = 30 N/mm^2)

.

Acero corrugado:

Acero en cajones.....B 500 S (fyk = 500 N/mm^2)

Para la comprobación de las fisuras se ha considerado el mismo tipo de ambiente que lo indicado en proyecto original para esta zona es decir IIa

5. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Hormigón armado:

Coeficiente de seguridad del hormigón.....γc = 1.50
Coeficiente de seguridad del acero.....γs = 1.15

Coeficientes de seguridad para acciones

Coeficiente de seguridad para acciones variables…….....1.50
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes…….....1.35
Coeficiente de seguridad para acciones accidentales……..……..……..1.00
Coeficiente de seguridad para acciones simultaneas.....0.60

6. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS Y COMBINACIONES CONSIDERADAS

Las cargas consideradas son las siguientes:

- **pp:** peso propio de la galería. Para la valoración de las acciones debidas al peso propio se ha considerando un peso específico del hormigón armado de 25kN/m³

- **qt:** peso propio de las tierras. Se considera un peso específico del relleno de tierras de 20kN/m³ y la altura más peyorativa de 12m de altura a petición de la constructora (11.5m de relleno + 0.5m de firme) considerada en el cálculo de los marcos prefabricados.
- **qth:** empuje lateral del relleno de tierras calculado según la expresión qth = $\gamma t \cdot K_0 \cdot z$ donde :

  K_0 =0.5 coeficiente de empuje en reposo
  γt = 20kN/m³ peso unitario del terreno
  z = 14.86m altura de tierras (12m de altura de relleno + 2.86m de altura del colector)

- **fh:** sobrecarga del tráfico ferroviario. Se ha considerado una sobrecarga uniforme de 30kN/m^2 como caso más peyorativo que el reparto del tren de cargas de la UIC71 a través de un relleno de 3.5m de altura*.

  *Reparto de una carga puntual actuando en superficie a través de una profundidad de relleno se ha utilizado la teoría recogida en "*la Guía de Cimentaciones en Obras de carretera apartado 6.6.1 Cargas sobre la estructura*"

- **fht:** empuje lateral de la sobrecarga de rodadura calculado según la expresión fht = Ko · fh donde:

  Ko =0.5 coeficiente de empuje en reposo
  fh = 30kN/m^2

- **sismo:** Se han calculado los empujes dinámicos activos y pasivos según las expresiones siguientes:

  $E_{AD} = \gamma t \cdot K_{AD} \cdot z$
  $E_{PD} = \gamma t \cdot K_{PD} \cdot z$
  $\Delta E_{AD} = \gamma t \cdot (K_{AD}-K_a) \cdot z$

  Siendo:

  K_{AD}:= 0.35; K_{PD}=3; K_A=0.33

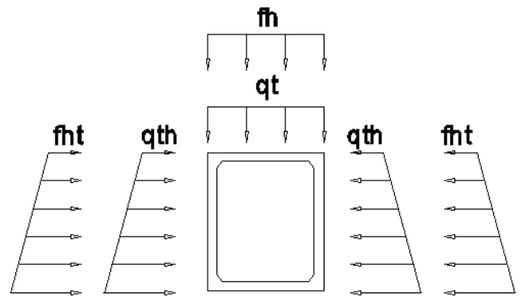


Figura 4. Empujes considerados para la combinación cargas cuasi permanentes.

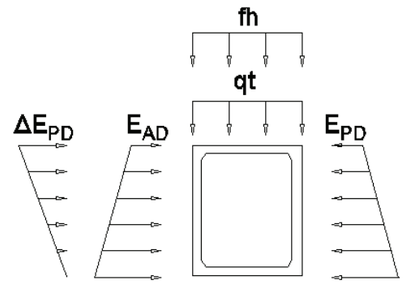


Figura 5. Empujes considerados para la combinación sísmica.

En el análisis se han definido las siguientes combinaciones:

1. C1: 1.35 * pp + 1.50 * qt + 1.5 * qth + 1.5 * fh + 1.5 * fht
2. C2: 1.35 * pp + 0.90 * qt + 1.5 * qth + 0.9 * fh + 1.5 * fht
3. C3: 1.35 * pp + 1.50 * qt + 0.9 * qth + 1.5 * fh + 0.9 * fht
4. C4: 1.00 * pp + 1.00 * qt + 0.20 * fh + 0.20 * fht +1.00 * E_{PD} + 1.00 * E_{AD} + 1.00 * ΔE_{AD}
5. CS: 1.00 * pp + 1.00 * qt + 1.00 * qth + 1.00 * fh + 1.00 * fht

7. METODOLOGIA DE CALCULO

7.1 Software utilizado

Para los cálculos estructurales se han utilizado los siguientes programas:

- SAP 2000 versión 14 de la compañía CSI. Programa de modelización numérica empleado para la obtención de los esfuerzos actuantes. Al combinar las cargas, anteriormente expuestas, de la forma más desfavorable se obtienen los esfuerzos de cálculo a los que está sometida la estructura.

- PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL, para la comprobación y diseño de las secciones de hormigón armado.

7.2 Descripción del modelo de cálculo

Se ha realizado un modelo de elementos finitos tipo lámina (shell) del cajón según la geometría expuesta en el apartado 2. El apoyo de la galería en el terreno se ha valorado a través de un apoyo elástico superficial (area spring) cuya rigidez del muelle (coeficiente de balasto) es de kb=21000kN/m^3 de acuerdo con el coeficiente de balasto considerado en el cálculo de los cajones prefabricados.

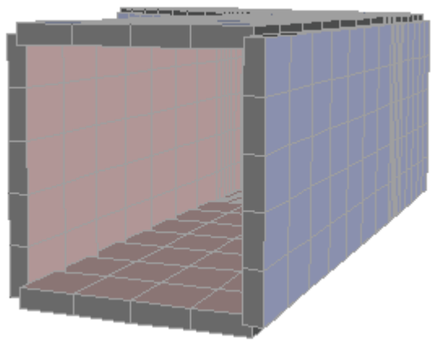


Figura 4. Perspectiva del modelo SAP2000 del cajón de la galería eléctrica.

8. RESULTADOS

A continuación se presentan los diagramas de los esfuerzos obtenidos en la galería existente en fase actual y en la fase final después de realizar la obertura y el relleno de tierras para alcanzar la cota de la urbanización.

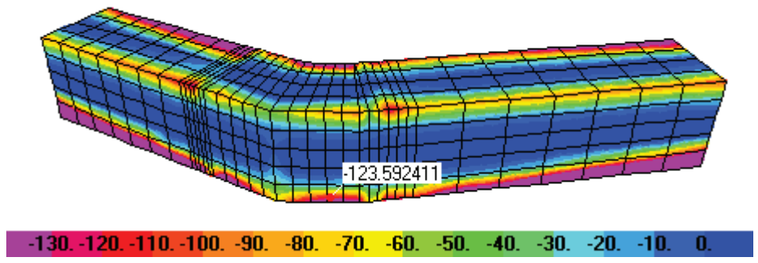


Figura 5. Diagrama de momentos flectores M22- mayorados en kNm en fase actual SAP2000

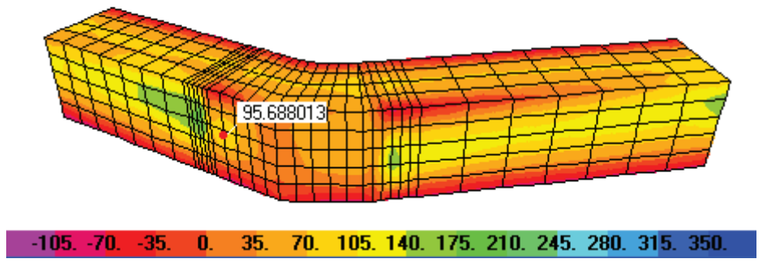


Figura 5. Diagrama de momentos flectores M22+ mayorados en kNm en fase actual SAP2000

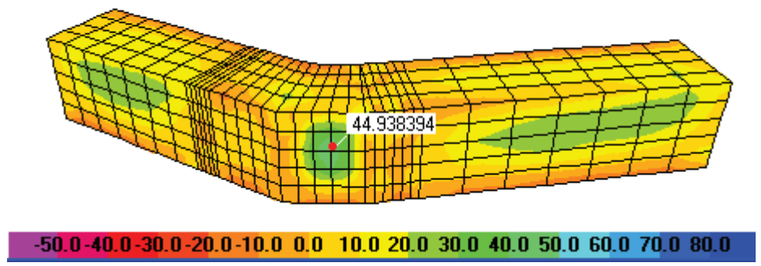


Figura 6. Diagrama de momentos flectores M11+ mayorados en kNm en fase actual SAP2000.

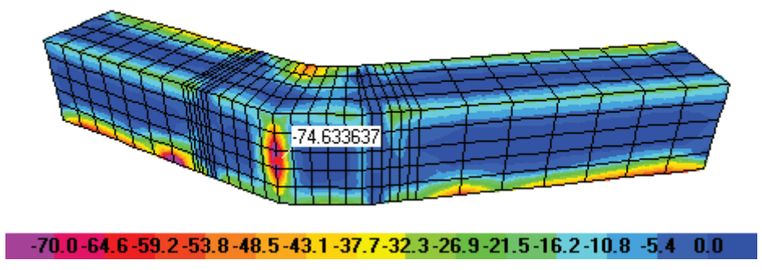


Figura 7 Diagrama de momentos flectores M11- mayorados en kNm en fase actual SAP2000.

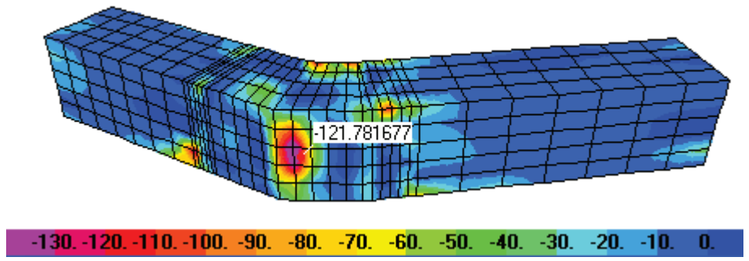


Figura 8. Diagrama de esfuerzos cortantes V13- mayorados en kN en fase actual SAP2000.

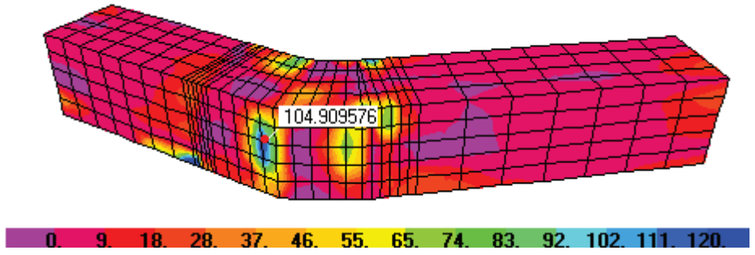


Figura 9. Diagrama de esfuerzos cortantes V13+ mayorados en kN en fase actual SAP2000.

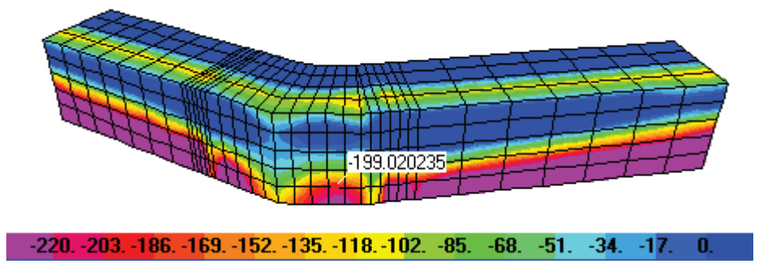


Figura 10. Diagrama de esfuerzos cortantes V23- mayorados en kN en fase actual SAP2000.

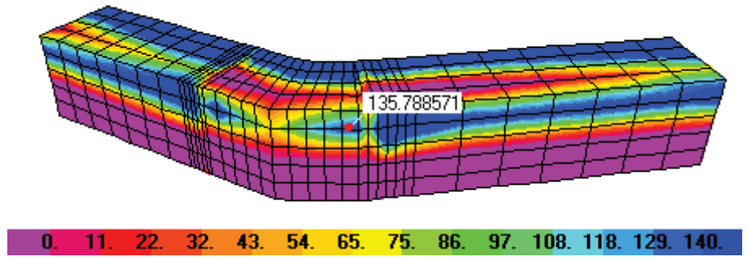


Figura 11. Diagrama de esfuerzos cortantes V23+ mayorados en kN en fase actual SAP2000.

Solera superior

Resumen de los esfuerzos máximos en la solera superior e inferior del cajón y armado dispuesto.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Md (kN·m)**	**Mu kN·m)**
Md11+	8d 8/m	+24	28.5
Md11-	8d 8/m	-23	28.5
Md22+	(8d10 +8d12)/m	+78	99.8
Md22-	(8d10+8d16)/m	-116	136.7

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Mk11+	4d 8/m	22	0.0
Mk11-	4d 8/m	-15	0.0
Mk22+	(8d10 +8d12)/m	+54	0.19
Mk22-	(8d10+8d16)/m	-85	0.22

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd*	1rd10/0.125x0.125 x0.75m	235	332.5

*es la suma cuadrática del cortante en las dos direcciones V13 y V23

Solera inferior
Resumen de los esfuerzos máximos en la solera superior e inferior del cajón y armado dispuesto.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Md (kN·m)**	**Mu kN·m)**
Md11+	8d 8/m	+25	24.9
Md11-	8d 8/m	-25	24.9
Md22+	(8d10 +8d12)/m	+70	86.3
Md22-	(8d10+8d16)/m	-116	117.1

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Mk11+	8d 8/m	+15	0.0
Mk11-	8d 8/m	-25	0.0
Mk22+	(8d10 +8d12)/m	+47	0.18
Mk22-	(8d10+8d16)/m	-85	0.22

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd*	1rd10/0.125x0.125x0.75m	240	332.5

*es la suma cuadrática del cortante en las dos direcciones V13 y V23

Hastiales
Resumen de los esfuerzos máximos en los hastiales del cajón y armado dispuesto.

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Md (kN·m)**	**Mu kN·m)**
Md11+	8d 12/m	+45	61.9
Md11-	(8d12+8d10)/m	-75	99.8
Md22+	(8d16)/m	+96	104.1
Md22-	(8d12+8d16)/m	-124	133.2

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Mk11+	12d 8/m	+15	0.0
Mk11-	12d 8/m	-18	0.0
Mk22+	(8d16)/m	+35	0.08
Mk22-	(8d12+8d16)/m	-95	0.20

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd*	1rd12/0.125x0.125 x1.00m	234	307.3

*es la suma cuadrática del cortante en las dos direcciones V13 y V23

Conexión
Resumen de la rasante por metro

RASANTE EN LA CONEXION*			
Esfuerzo	**Armado**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd*	5d 16 / m	240	295.3

*es la suma cuadrática de la rasante en las dos direcciones V13 y V23

9. CONCLUSIONES

Con el presente informe y el anejo adjunto se justifica la viabilidad técnica del entronque de la nueva galería eléctrica prefabricada con la existente.

Jose Mª Velasco
Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Febrero de 2011

amatria
ingeniería

PROYECTO: 817 AVE SAGRERA TRINIDAD

Nota técnica correspondiente al cálculo del quiebro de la nueva galería eléctrica

INOCSA
Una Empresa AECOM
28 FEB 011
625 63

Referencia: 817 AVE SAGRERA TRINIDAD
Fecha: 28 DE FEBRERO DEL 2011

Nombre de la obra: AVE SAGRERA

1. OBJETO DE LA NOTA

La nota tiene por objeto aclarar las dudas manifestadas por la Dirección de Obra sobre consideraciones a tomar en cuenta en los planos y cálculo de la rasante.

2. DESCRIPCIÓN

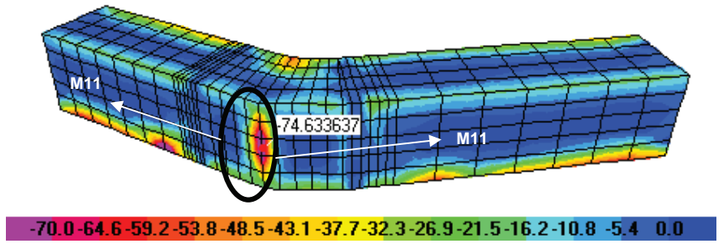
En cursivo los comentarios emitidos por Dirección de Obra:

1. *Se echa en falta la inclusión en planos de un cuadro de materiales, acorde con los considerados en los cálculos justificativos y que evite confusiones a la hora de abordar la ejecución de los elementos en estudio.*

Se incluye y se actualiza en los planos un cuadro de los materiales

2. *Se localiza el refuerzo de armadura horizontal de Φ10 / 0.125 en hastiales, sin quedar definido cuál debe ser la posición de este refuerzo en el espesor del hastial (en cara exterior, según cálculos justificativos). Se solicita la aclaración al respecto y, en su caso, revisión de la definición del detalle referido o representación de los refuerzos citados en la sección general armado tipo.*

Efectivamente se refuerza con una armadura horizontal Φ10 / 0.125 la zona exterior en la zona se ubica el quiebro, según la imagen mostrada a continuación, se tiene un momento M_d-= -74.63 kN*m en la dirección 11, para lo cual se tiene una disposición de acero horizontal de Φ12 / 0.125 + Φ10 / 0.125.



Por lo tanto se elabora un detalle de la disposición de este refuerzo y se actualiza en planos

3. *Se echa en falta una definición del detalle de armado de hastiales de los quiebros en planta, con una disposición de las armaduras que evite los problemas de empuje al vacío asociados a cambios de directriz de la pieza en flexión. Se solicita la inclusión de de dicho detalle en la próxima edición del documento.*

Se elabora el detalle y se actualiza en plano

4. *Se detecta sin embargo una discrepancia entre las dimensiones de los elementos del marco (dintel, hastiales y solera; todos espesor 0.20m) y el espesor considerado en la comprobación del Estado Límite Último de Rasante (0.50m; según el Anexo correspondiente a la memoria). Se solicita aclaración al respecto y, en su caso, corrección de cálculos y/o planos en la siguiente edición del documento.*

Se corrige en cálculo y se actualizan los planos y en anejos de memoria de cálculo.

3. CONCLUSIONES

Se aplicaron los siguientes cambios:

- Se añadió a los planos el cuadro de materiales.
- Se muestra en el plano de armado el detalle correspondiente al refuerzo de Φ10 / 0.125 m en el quiebro. (Seccion B-B y en detalles 1, 2 y 3).
- Se muestra en el plano de armado el detalle correspondiente a la disposición de armadura en el quiebro, para evitar los problemas de empuje al vacío asociado a cambios de directriz de la pieza a flexión. (Detalles 1, 2 y 3).
- Se corrige la discrepancia en el cálculo de la rasante y se actualiza en planos y memoria de cálculo.

Jose Mª Velasco
Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Febrero de 2010

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA
Fecha: 28/02/2011
Hora: 15:19:13

Cálculo de juntas entre hormigones a rasante

1 Datos

- Materiales

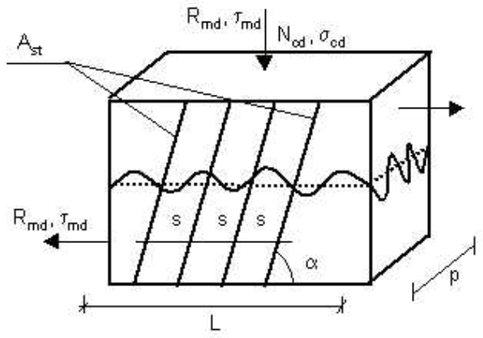
```
Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero:    B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
```

- Rugosidad

```
β  = 0.20
μ  = 0.60
```

- Geometría

```
p [m] = .2
l [m] = 1
```



- Resto datos

```
Ángulo de las armaduras α                    = 90.0
Axil sobre la superficie de contacto Nd [kN] = 0.0
```

2 Comprobación

```
Ast,total [cm²]              = 10.05
Rasante último Rmu      [kN] = 295.3
Rasante máximo Rmu max  [kN] = 1000.0
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD
Fecha: 17/02/2011
Hora: 11:35:28

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

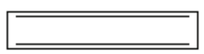
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : HASTIAL_0.20
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.20
```



2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = .06
ϕ [mm]            = 12
n° ramas:           2
Area [cm²/m]      = 37.7
ρ [·1.E-3]        = 4

Inclinación de las bielas θ[°] = 45.0
Nd [kN]   = 0.0
σyd [MPa] = 0.0

Vu1 [kN]    = 1020.0
Vu2 [kN]    = 307.3
Vcu [kN]    = 81.1
Vsu [kN]    = 226.2
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]     = 307.3
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD
Fecha: 17/02/2011
Hora: 11:18:18

Comprobación de secciones a flexión simple

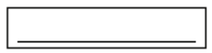
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

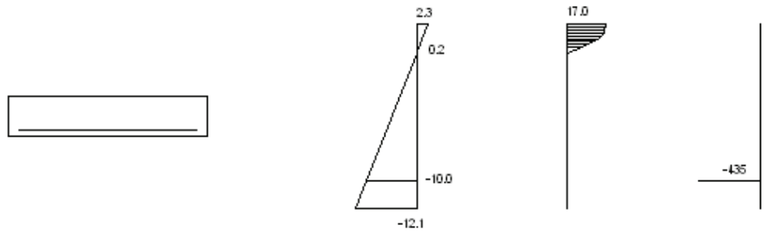
Sección : HASTIAL_0.20
b [m] = 1.00
h [m] = 0.20
ri [m] = 0.030
rs [m] = 0.030



2 Comprobación

At [cm²] = 9.0
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 61.9



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.032
1/r [1/m]·1.E-3 = 72.4
εs ·1.E-3 = 2.3
εi ·1.E-3 = -12.1

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.030	0.0	0.2	0.0
0.170	9.0	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD
Fecha: 17/02/2011
Hora: 11:21:00

Comprobación de secciones a flexión simple

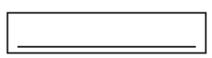
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

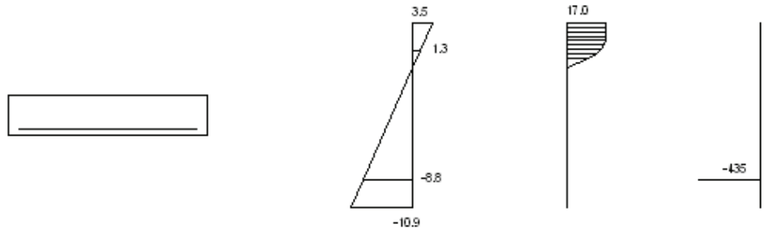
Sección : HASTIAL_0.20
b [m] = 1.00
h [m] = 0.20
ri [m] = 0.030
rs [m] = 0.030



2 Comprobación

At [cm²] = 15.3
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 99.8



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.048
1/r [1/m]·1.E-3 = 72.2
εs ·1.E-3 = 3.5
εi ·1.E-3 = -10.9

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.030	0.0	1.3	0.0
0.170	15.3	-8.8	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD
Fecha: 17/02/2011
Hora: 12:09:34

Comprobación de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

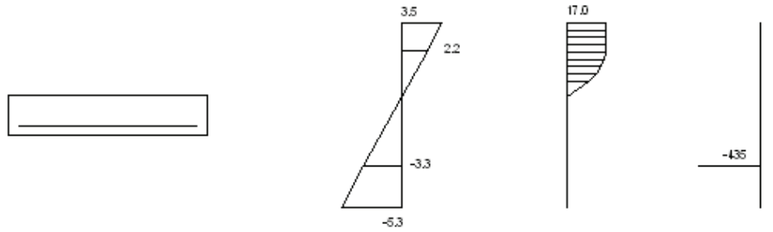
- Sección

```
Sección : HASTIAL_0.20_2
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.20
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.030
```

2 Comprobación

```
At [cm²]  = 25.1
Ac [cm²]  = 0.0

Mu [kN·m] = 133.2
```




```
Plano de deformación de agotamiento

x    [m]          = 0.079
1/r [1/m]·1.E-3 = 44.0
εs ·1.E-3         = 3.5
εi ·1.E-3         = -5.3
```

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.030	0.0	2.2	0.0
0.155	25.1	-3.3	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD
Fecha: 17/02/2011
Hora: 11:24:12

Comprobación de secciones a flexión simple

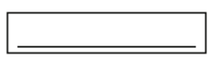
1 Datos

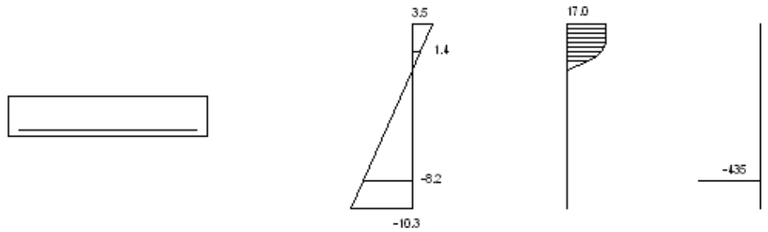
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : HASTIAL_0.20
b [m] = 1.00
h [m] = 0.20
ri [m] = 0.030
rs [m] = 0.030





Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.051
1/r [1/m]·1.E-3 = 68.8
εs ·1.E-3 = 3.5
εi ·1.E-3 = -10.3

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.030	0.0	1.4	0.0
0.170	16.1	-8.2	434.8

2 Comprobación

At [cm²] = 16.1
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 104.1

Comprobación sección rectangular - ELS-fisuración -

Características de materiales

$E_s := 210000 \cdot \frac{N}{mm^2}$ $E_c := 27000 \frac{N}{mm^2}$ $f_{ck} := 30$ $fctm := 0.3 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$

$n := \frac{E_s}{E_c}$ $n = 7.78$ $f_{ctm} = 2.90 \frac{N}{mm^2}$

Geometría della sección

Sección total:

$H := 20cm$ $B := 100 \cdot cm$ $c := 3 \cdot cm$ recubrimiento

Armadura cara traccionada:

$tb := 8$ $\phi b := 16mm$ + $t2 := 8$ $\phi := 12 \cdot mm$ nº barras a distancia "d" desde borde comprimido en 1.0m de ancho

$d_2 := H - c - \frac{\phi}{2}$ $d_2 = 16.40\,cm$ distancia armaduras desde borde comprimido

tot armadura capa $Aa_2 = 25.13\,cm^2$ Área armadura en 1m

Bn(y):ancho viga variable entre B y bo en función de "y"

$San(x) = n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i) \right]$ $Snc(x) = \int_0^x (x - y) \cdot Bn(y)\, dy$

$Bn(y) := B$

$San(x) := n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i) \right]$

$$Snc(x) := \begin{cases} \int_0^H (x - y) \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } x > H \\ \int_0^x (x - y) \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } 0 \le x \le H \\ 0 \cdot cm^3 & \text{otherwise} \end{cases} \qquad Jnc(x) := \begin{cases} \int_0^H (x - y) \cdot y \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } x > H \\ \int_0^x (x - y) \cdot y \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } 0 \le x \le H \\ 0 \cdot cm^4 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$f(x) := (Snc(x) + San(x))$ $uu := 20cm$ $xn := root(f(uu), uu)$

$Ja(x) := n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i)^2 \right]$

$$Jc(x) := \begin{cases} \int_0^H (x - y)^2 \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } x > H \\ \int_0^x (x - y)^2 \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } 0 \le x \le H \\ 0 \cdot cm^4 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$Snc(x) + San(x) = 0$ $xn = 6.29\,cm$ distancia eje neutro desde borde superior

$Ab := \int_0^H Bn(y)\, dy$ $Ab = 0.20\ m^2$ area bruta hormigón

$yc := \frac{Snc(H)}{Ab}$ $yc = 0.10\ m$ distancia entre el centro sec. bruta y el canto superior

$Jb := \int_0^H (yc - y)^2 \cdot Bn(y)\, dy$ $Jb = 0.00\ m^4$ inercia bruta

$A_{id} := Ab + n \cdot \sum_i Aa_i$ $A_{id} = 0.22\ m^2$ area homogeneizada

$h_{id} := \frac{1}{A_{id}} \cdot \left[Ab \cdot \frac{H}{2} + n \cdot \sum_i \left(Aa_i \cdot d_i \right) \right]$ $h_{id} = 10.57\,cm$ distancia entre el baricentro de la sec. ideal y el canto superior

$Jid := \int_0^H \left(h_{id} - y \right)^2 \cdot Bn(y)\, dy + Ja\left(h_{id} \right)$

$Jid = 73960.51\,cm^4$ inercia homogeneizada

$Wid_s := \frac{Jid}{h_{id}}$ $Wid_s = 0.01\ m^3$ módulo resistencia borde superior

$Wid_i := \frac{Jid}{H - h_{id}}$ $Wid_i = 0.01\ m^3$ módulo resistencia borde inferior

$Jf := Jc(xn) + Ja(xn)$ $Jf = 0\ m^4$ inercia fisurada

$M_f := f_{ctm} \cdot Wid_i$ $M_f = 22.72\,kN \cdot m$ momento de fisuración

Acciones de cálculo

$Mk := 95 \cdot kN \cdot m$ comb I

$\sigma sr := n \cdot \frac{M_f}{Jf} \cdot \left(d_2 - xn\right)$ $\sigma sr = 63.19 \frac{N}{mm^2}$ tensión en las armaduras en el instante de fisuración del hormigón

$\sigma cmax := Mk \cdot \frac{xn}{Jf}$ $\sigma cmax = 21.13 \frac{N}{mm^2}$ compresión máxima hormigón

$\sigma s_i := n \cdot \sigma cmax \cdot \frac{\left|xn - d_i\right|}{xn}$ $\sigma s_2 = 264.25 \frac{N}{mm^2}$ tensión de la armadura 2

$\varepsilon_{smin} := 0.4 \cdot \frac{\sigma s_2}{E_s}$ $\varepsilon_{smin} = 0.0005$

$k1 := 0.125$ $k2 := 0.5$ $s := 12.5cm$ distancia media entre barras

$Aceff := 500cm^2$

$s_m := 2c + 0.2s + 0.4k1 \cdot \frac{\phi \cdot Aceff}{Aa_2}$ $s_m = 96.94\,mm$

$\varepsilon_{sm} := \frac{\sigma s_2}{E_s} \cdot \left[1 - k2 \cdot \left(\frac{\sigma sr}{\sigma s_2}\right)^2\right]$ $\varepsilon_{sm} = 0.00122$

$\beta f := 1.7$

$w_k := \beta f \cdot \varepsilon_{sm} \cdot s_m$ $w_k = 0.2\,mm$ $w_{max} := 0.3mm$

$Comprobación_fisura := if\left(w_k \le w_{max}, "Cumple", "No Cumple"\right)$

$Comprobación_fisura = "Cumple"$

Comprobación sección rectangular - ELS-fisuración -

Características de materiales

$E_s := 210000 \cdot \frac{N}{mm^2}$ $E_c := 27000 \frac{N}{mm^2}$ $f_{ck} := 30$ $fctm := 0.3 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$

$n := \frac{E_s}{E_c}$ $n = 7.78$ $f_{ctm} = 2.90 \frac{N}{mm^2}$

Geometría della sección

Sección total:

$H := 20cm$ $B := 100 \cdot cm$ $c := 3 \cdot cm$ recubrimiento

Armadura cara traccionada:

$tb := 8$ $\phi b := 16mm$ + $t2 := 8$ $\phi := 0 \cdot mm$ nº barras a distancia "d" desde borde comprimido en 1.0m de ancho

$d_2 := H - c - \frac{\phi}{2}$ $d_2 = 17.00\,cm$ distancia armaduras desde borde comprimido

tot armadura capa $Aa_2 = 16.08\,cm^2$ Área armadura en 1m

Bn(y):ancho viga variable entre B y bo en función de "y"

$San(x) = n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i) \right]$ $Snc(x) = \int_0^x (x - y) \cdot Bn(y)\, dy$

$Bn(y) := B$

$San(x) := n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i) \right]$

$$Snc(x) := \begin{cases} \int_0^H (x - y) \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } x > H \\ \int_0^x (x - y) \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } 0 \le x \le H \\ 0 \cdot cm^3 & \text{otherwise} \end{cases} \qquad Jnc(x) := \begin{cases} \int_0^H (x - y) \cdot y \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } x > H \\ \int_0^x (x - y) \cdot y \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } 0 \le x \le H \\ 0 \cdot cm^4 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$f(x) := (Snc(x) + San(x))$ $uu := 20cm$ $xn := root(f(uu), uu)$

$Ja(x) := n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i)^2 \right]$

$$Jc(x) := \begin{cases} \int_0^H (x - y)^2 \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } x > H \\ \int_0^x (x - y)^2 \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } 0 \le x \le H \\ 0 \cdot cm^4 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$Snc(x) + San(x) = 0$ $xn = 5.39\,cm$ distancia eje neutro desde borde superior

$Ab := \int_0^H Bn(y)\, dy$ $Ab = 0.20\ m^2$ area bruta hormigón

$yc := \frac{Snc(H)}{Ab}$ $yc = 0.10\ m$ distancia entre el centro sec. bruta y el canto superior

$Jb := \int_0^H (yc - y)^2 \cdot Bn(y)\, dy$ $Jb = 0.00\ m^4$ inercia bruta

$A_{id} := Ab + n \cdot \sum_i Aa_i$ $A_{id} = 0.21\ m^2$ area homogeneizada

$h_{id} := \frac{1}{A_{id}} \cdot \left[Ab \cdot \frac{H}{2} + n \cdot \sum_i \left(Aa_i \cdot d_i \right) \right]$ $h_{id} = 10.41\,cm$ distancia entre el baricentro de la sec. ideal y el canto superior

$Jid := \int_0^H \left(h_{id} - y \right)^2 \cdot Bn(y)\, dy + Ja\left(h_{id} \right)$

$Jid = 72435.94\,cm^4$ inercia homogeneizada

$Wid_s := \frac{Jid}{h_{id}}$ $Wid_s = 0.01\ m^3$ módulo resistencia borde superior

$Wid_i := \frac{Jid}{H - h_{id}}$ $Wid_i = 0.01\ m^3$ módulo resistencia borde inferior

$Jf := Jc(xn) + Ja(xn)$ $Jf = 0\ m^4$ inercia fisurada

$M_f := f_{ctm} \cdot Wid_i$ $M_f = 21.88\,kN \cdot m$ momento de fisuración

Acciones de cálculo

$Mk := 35 \cdot kN \cdot m$ comb I

$\sigma sr := n \cdot \frac{M_f}{Jf} \cdot \left(d_2 - xn\right)$ $\sigma sr = 89.48 \frac{N}{mm^2}$ tensión en las armaduras en el instante de fisuración del hormigón

$\sigma cmax := Mk \cdot \frac{xn}{Jf}$ $\sigma cmax = 8.54 \frac{N}{mm^2}$ compresión máxima hormigón

$\sigma s_i := n \cdot \sigma cmax \cdot \frac{\left|xn - d_i\right|}{xn}$ $\sigma s_2 = 143.12 \frac{N}{mm^2}$ tensión de la armadura 2

$\varepsilon_{smin} := 0.4 \cdot \frac{\sigma s_2}{E_s}$ $\varepsilon_{smin} = 0.00027$

$k1 := 0.125$ $k2 := 0.5$ $s := 12.5cm$ distancia media entre barras

$Aceff := 500cm^2$

$s_m := 2c + 0.2s + 0.4k1 \cdot \frac{\phi \cdot Aceff}{Aa_2}$ $s_m = 85.00\ mm$

$\varepsilon_{sm} := \frac{\sigma s_2}{E_s} \cdot \left[1 - k2 \cdot \left(\frac{\sigma sr}{\sigma s_2}\right)^2\right]$ $\varepsilon_{sm} = 0.00055$

$\beta f := 1.7$

$w_k := \beta f \cdot \varepsilon_{sm} \cdot s_m$ $w_k = 0.08\ mm$ $w_{max} := 0.3mm$

$Comprobación_fisura := if\left(w_k \le w_{max}, "Cumple", "No\ Cumple"\right)$

$Comprobación_fisura = "Cumple"$

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD
Fecha: 17/02/2011
Hora: 11:15:01

Comprobación de secciones a flexión simple

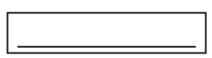
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

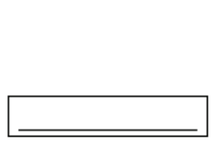
Sección : SOLERA_0.20
b [m] = 1.00
h [m] = 0.20
ri [m] = 0.030
rs [m] = 0.030

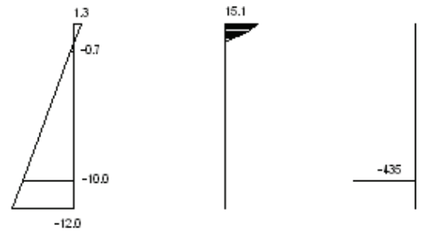


2 Comprobación

At [cm²] = 4.0
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 28.5





Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.020
1/r [1/m]·1.E-3 = 66.5
εs ·1.E-3 = 1.3
εi ·1.E-3 = -12.0

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.030	0.0	-0.7	0.0
0.170	4.0	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD
Fecha: 17/02/2011
Hora: 12:07:39

Comprobación de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

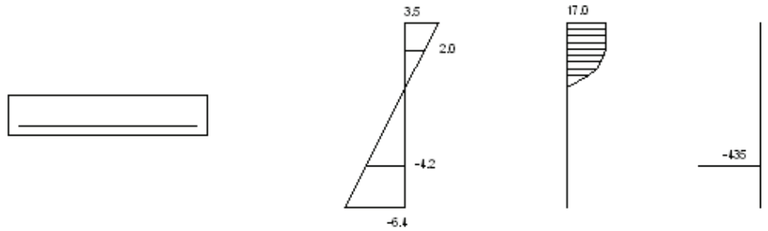
- Sección

Sección : SOLERA_0.20_2
b [m] = 1.00
h [m] = 0.20
ri [m] = 0.045
rs [m] = 0.030

2 Comprobación

At [cm²] = 22.4
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 122.1



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.071
1/r [1/m]·1.E-3 = 49.5
εs ·1.E-3 = 3.5
εi ·1.E-3 = -6.4

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.030	0.0	2.0	0.0
0.155	22.4	-4.2	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE SAGRERA-TRINIDAD
Fecha: 17/02/2011
Hora: 11:14:02

Comprobación de secciones a flexión simple

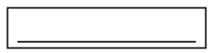
1 Datos

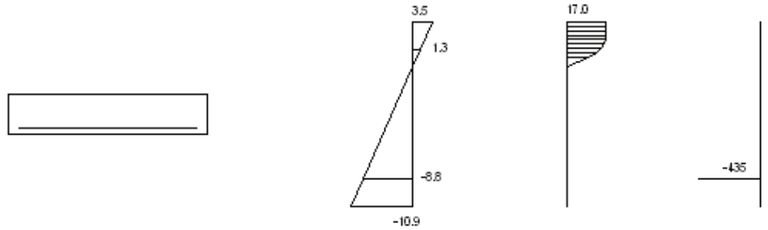
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : SOLERA_0.20
b [m] = 1.00
h [m] = 0.20
ri [m] = 0.030
rs [m] = 0.030





Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.048
1/r [1/m]·1.E-3 = 72.2
εs ·1.E-3 = 3.5
εi ·1.E-3 = -10.9

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.030	0.0	1.3	0.0
0.170	15.3	-8.8	434.8

2 Comprobación

At [cm²] = 15.3
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 99.8

Comprobación sección rectangular - ELS-fisuración -

Características de materiales

$E_s := 210000 \cdot \frac{N}{mm^2}$ $E_c := 27000 \frac{N}{mm^2}$ $f_{ck} := 30$ $fctm := 0.3 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$

$n := \frac{E_s}{E_c}$ $n = 7.78$ $f_{ctm} = 2.90 \frac{N}{mm^2}$

Geometría della sección

Sección total:

$H := 20cm$ $B := 100 \cdot cm$ $c := 3 \cdot cm$ recubrimiento

Armadura cara traccionada:

$tb := 8$ $\phi b := 10mm$ + $t2 := 8$ $\phi := 16 \cdot mm$ nº barras a distancia "d" desde borde comprimido en 1.0m de ancho

$d_2 := H - c - \frac{\phi}{2}$ $d_2 = 16.20\,cm$ distancia armaduras desde borde comprimido

tot armadura capa $Aa_2 = 22.37\,cm^2$ Área armadura en 1m

Bn(y):ancho viga variable entre B y bo en función de "y"

$San(x) = n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i) \right]$ $Snc(x) = \int_0^x (x - y) \cdot Bn(y)\, dy$

$Bn(y) := B$

$San(x) := n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i) \right]$

$$Snc(x) := \begin{cases} \int_0^H (x - y) \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } x > H \\ \int_0^x (x - y) \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } 0 \le x \le H \\ 0 \cdot cm^3 & \text{otherwise} \end{cases} \qquad Jnc(x) := \begin{cases} \int_0^H (x - y) \cdot y \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } x > H \\ \int_0^x (x - y) \cdot y \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } 0 \le x \le H \\ 0 \cdot cm^4 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$f(x) := (Snc(x) + San(x))$ $uu := 20cm$ $xn := root(f(uu), uu)$

$Ja(x) := n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i)^2 \right]$

$$Jc(x) := \begin{cases} \int_0^H (x - y)^2 \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } x > H \\ \int_0^x (x - y)^2 \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } 0 \le x \le H \\ 0 \cdot cm^4 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$Snc(x) + San(x) = 0$ $xn = 5.97\,cm$ distancia eje neutro desde borde superior

$Ab := \int_0^H Bn(y)\, dy$ $Ab = 0.20\ m^2$ area bruta hormigón

$yc := \frac{Snc(H)}{Ab}$ $yc = 0.10\ m$ distancia entre el centro sec. bruta y el canto superior

$Jb := \int_0^H (yc - y)^2 \cdot Bn(y)\, dy$ $Jb = 0.00\ m^4$ inercia bruta

$A_{id} := Ab + n \cdot \sum_i Aa_i$ $A_{id} = 0.22\ m^2$ area homogeneizada

$h_{id} := \frac{1}{A_{id}} \cdot \left[Ab \cdot \frac{H}{2} + n \cdot \sum_i \left(Aa_i \cdot d_i \right) \right]$ $h_{id} = 10.50\,cm$ distancia entre el baricentro de la sec. ideal y el canto superior

$Jid := \int_0^H \left(h_{id} - y \right)^2 \cdot Bn(y)\, dy + Ja\left(h_{id} \right)$

$Jid = 72819.06\,cm^4$ inercia homogeneizada

$Wid_s := \frac{Jid}{h_{id}}$ $Wid_s = 0.01\ m^3$ módulo resistencia borde superior

$Wid_i := \frac{Jid}{H - h_{id}}$ $Wid_i = 0.01\ m^3$ módulo resistencia borde inferior

$Jf := Jc(xn) + Ja(xn)$ $Jf = 0\ m^4$ inercia fisurada

$M_f := f_{ctm} \cdot Wid_i$ $M_f = 22.19\,kN \cdot m$ momento de fisuración

Acciones de cálculo

$Mk := 85 \cdot kN \cdot m$ comb I

$\sigma sr := n \cdot \frac{M_f}{Jf} \cdot \left(d_2 - xn\right)$ $\sigma sr = 69.82 \frac{N}{mm^2}$ tensión en las armaduras en el instante de fisuración del hormigón

$\sigma cmax := Mk \cdot \frac{xn}{Jf}$ $\sigma cmax = 20.05 \frac{N}{mm^2}$ compresión máxima hormigón

$\sigma s_i := n \cdot \sigma cmax \cdot \frac{\left|xn - d_i\right|}{xn}$ $\sigma s_2 = 267.40 \frac{N}{mm^2}$ tensión de la armadura 2

$\varepsilon_{smin} := 0.4 \cdot \frac{\sigma s_2}{E_s}$ $\varepsilon_{smin} = 0.00051$

$k1 := 0.125$ $k2 := 0.5$ $s := 12.5cm$ distancia media entre barras

$Aceff := 500cm^2$

$s_m := 2c + 0.2s + 0.4k1 \cdot \frac{\phi \cdot Aceff}{Aa_2}$ $s_m = 102.88\,mm$

$\varepsilon_{sm} := \frac{\sigma s_2}{E_s} \cdot \left[1 - k2 \cdot \left(\frac{\sigma sr}{\sigma s_2}\right)^2\right]$ $\varepsilon_{sm} = 0.00123$

$\beta f := 1.7$

$w_k := \beta f \cdot \varepsilon_{sm} \cdot s_m$ $w_k = 0.22\,mm$ $w_{max} := 0.3mm$

$Comprobación_fisura := if\left(w_k \le w_{max}, "Cumple", "No\ Cumple"\right)$

$Comprobación_fisura = "Cumple"$

Comprobación sección rectangular - ELS-fisuración -

Características de materiales

$E_s := 210000 \cdot \frac{N}{mm^2}$ $E_c := 27000 \frac{N}{mm^2}$ $f_{ck} := 30$ $fctm := 0.3 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$

$n := \frac{E_s}{E_c}$ $n = 7.78$ $f_{ctm} = 2.90 \frac{N}{mm^2}$

Geometría della sección

Sección total:

$H := 20cm$ $B := 100 \cdot cm$ $c := 3 \cdot cm$ recubrimiento

Armadura cara traccionada:

$tb := 8$ $\phi b := 10mm$ + $t2 := 8$ $\phi := 12 \cdot mm$ nº barras a distancia "d" desde borde comprimido en 1.0m de ancho

$d_2 := H - c - \frac{\phi}{2}$ $d_2 = 16.40\,cm$ distancia armaduras desde borde comprimido

tot armadura capa $Aa_2 = 15.33\,cm^2$ Área armadura en 1m

Bn(y):ancho viga variable entre B y bo en función de "y"

$San(x) = n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i) \right]$ $Snc(x) = \int_0^x (x - y) \cdot Bn(y)\, dy$

$Bn(y) := B$

$San(x) := n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i) \right]$

$$Snc(x) := \begin{cases} \int_0^H (x - y) \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } x > H \\ \int_0^x (x - y) \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } 0 \le x \le H \\ 0 \cdot cm^3 & \text{otherwise} \end{cases} \qquad Jnc(x) := \begin{cases} \int_0^H (x - y) \cdot y \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } x > H \\ \int_0^x (x - y) \cdot y \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } 0 \le x \le H \\ 0 \cdot cm^4 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$f(x) := (Snc(x) + San(x))$ $uu := 20cm$ $xn := root(f(uu), uu)$

$Ja(x) := n \cdot \sum_i \left[Aa_i \cdot (x - d_i)^2 \right]$

$$Jc(x) := \begin{cases} \int_0^H (x - y)^2 \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } x > H \\ \int_0^x (x - y)^2 \cdot Bn(y)\, dy & \text{if } 0 \le x \le H \\ 0 \cdot cm^4 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$Snc(x) + San(x) = 0$ $xn = 5.17\,cm$ distancia eje neutro desde borde superior

$Ab := \int_0^H Bn(y)\, dy$ $Ab = 0.20\,m^2$ area bruta hormigón

$yc := \frac{Snc(H)}{Ab}$ $yc = 0.10\,m$ distancia entre el centro sec. bruta y el canto superior

$Jb := \int_0^H (yc - y)^2 \cdot Bn(y)\, dy$ $Jb = 0.00\,m^4$ inercia bruta

$A_{id} := Ab + n \cdot \sum_i Aa_i$ $A_{id} = 0.21\,m^2$ area homogeneizada

$h_{id} := \frac{1}{A_{id}} \cdot \left[Ab \cdot \frac{H}{2} + n \cdot \sum_i \left(Aa_i \cdot d_i \right) \right]$ $h_{id} = 10.36\,cm$ distancia entre el baricentro de la sec. ideal y el canto superior

$Jid := \int_0^H \left(h_{id} - y \right)^2 \cdot Bn(y)\, dy + Ja\left(h_{id} \right)$

$Jid = 71275.97\,cm^4$ inercia homogeneizada

$Wid_s := \frac{Jid}{h_{id}}$ $Wid_s = 0.01\,m^3$ módulo resistencia borde superior

$Wid_i := \frac{Jid}{H - h_{id}}$ $Wid_i = 0.01\,m^3$ módulo resistencia borde inferior

$Jf := Jc(xn) + Ja(xn)$ $Jf = 0\,m^4$ inercia fisurada

$M_f := f_{ctm} \cdot Wid_i$ $M_f = 21.42\,kN \cdot m$ momento de fisuración

Acciones de cálculo

$Mk := 54 \cdot kN \cdot m$ comb I

$\sigma sr := n \cdot \frac{M_f}{Jf} \cdot \left(d_2 - xn\right)$ $\sigma sr = 95.19 \frac{N}{mm^2}$ tensión en las armaduras en el instante de fisuración del hormigón

$\sigma cmax := Mk \cdot \frac{xn}{Jf}$ $\sigma cmax = 14.22 \frac{N}{mm^2}$ compresión máxima hormigón

$\sigma s_i := n \cdot \sigma cmax \cdot \frac{\left|xn - d_i\right|}{xn}$ $\sigma s_2 = 240.01 \frac{N}{mm^2}$ tensión de la armadura 2

$\varepsilon_{smin} := 0.4 \cdot \frac{\sigma s_2}{E_s}$ $\varepsilon_{smin} = 0.00046$

$k1 := 0.125$ $k2 := 0.5$ $s := 12.5cm$ distancia media entre barras

$Aceff := 500cm^2$

$s_m := 2c + 0.2s + 0.4k1 \cdot \frac{\phi \cdot Aceff}{Aa_2}$ $s_m = 104.57\,mm$

$\varepsilon_{sm} := \frac{\sigma s_2}{E_s} \cdot \left[1 - k2 \cdot \left(\frac{\sigma sr}{\sigma s_2}\right)^2\right]$ $\varepsilon_{sm} = 0.00105$

$\beta f := 1.7$

$w_k := \beta f \cdot \varepsilon_{sm} \cdot s_m$ $w_k = 0.19\,mm$ $w_{max} := 0.3mm$

$Comprobación_fisura := if\left(w_k \le w_{max}, "Cumple", "No Cumple"\right)$

$Comprobación_fisura = "Cumple"$

INOCSA
Una Empresa AECOM
01 MAR 2011
ENTRADA Nº 6230 ARCHIVO 642

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V. MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

REVISIÓN 02 DEL CÁLCULO DE QUIEBRO DE LA NUEVA GALERÍA ELÉCTRICA EJECUTADO IN SITU

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica de los documentos relativos al "quiebro ejecutado in situ para la nueva galería eléctrica" recibidos en su edición 02 durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación con la propuesta actualizada y corregida de marco in situ tipo para materializar los quiebros de la nueva galería eléctrica ejecutada en las obras del Sector Sagrera; a saber:

- DOCUMENTO "Nota técnica correspondiente al cálculo del quiebro de la nueva galería eléctrica" en el que se pretende dar respuesta a las aclaraciones solicitadas en fases previas de supervisión.

- DOCUMENTO: "Memoria de cálculo quiebro de la nueva galería eléctrica ejecutado in situ – v02"; del que se asume como vigente la generalidad de la Memoria de Cálculo.

- Colección de planos adjuntos de "GALERÍA ELÉCTRICA - QUIEBRO" (Hojas 1 a 3 de 3), que se asume como definición gráfica vigente de la propuesta mediante.

La documentación citada es emitida por la empresa AMATRIA INGENIERÍA, como responsables de los recálculos estructurales durante la ejecución de las obras y en ella

se pretende dar respuesta a las observaciones realizadas en la fase previa de supervisión sobre la versión anterior del documento.

En el presente informe se realiza una revisión de las aclaraciones presentadas y, en su caso, de las correcciones que se hayan podido realizar en el desarrollo de los cálculos presentados como justificación de la validez estructural de la propuesta y de las modificaciones que haya sido recogidas en los planos con los que se pretende su definición para proceder a su ejecución.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Revisada la documentación recibida, se puede decir que en la "Nota técnica correspondiente al cálculo de quiebro..." y en la colección de planos adjunta se recogen las correcciones relacionadas con las observaciones realizadas en los informes de supervisión previos (comprobación ELU de rasante, cuadro de materiales y detalle de armaduras en quiebro), resultando de forma general satisfactorias y coherentes la nueva versión (v02) del documento "Memoria de cálculo quiebro..." en estudio.

En planos, sin embargo, se localiza una discrepancia entre la calidad del hormigón indicada en el cuadro de materiales para los elementos de galería (HA-25) y la realmente considerada en los cálculos justificativos (HA-30). Dado que se trata de una errata de corrección sencilla en el paso de la información revisada a los planos constructivos definitivos, se entiende que no debe ser causa de modificación de las conclusiones del presente informe de revisión.

Por tanto, tal y como se ha indicado, la validez estructural de la propuesta de marco in situ para la materialización de los quiebros de la nueva galería eléctrica se considera suficientemente justificada con la documentación recibida, por lo que no se encuentra impedimento para comenzar su ejecución conforme a su definición en los planos vigentes y una vez corregida la errata localizada sobre la calidad del hormigón indicada en planos para los elementos de la galería (que debe ser HA-30, en coherencia con los cálculos estructurales revisados).

Madrid, 01 de marzo de 2011

INOCSA, Una Empresa AECOM

9 - CONEXIONES CON GALERÍA EXISTENTE

amatria
ingenieria
www.amatria.com

PROYECTO: 817 AVE SAGRERA-TRINIDAD
Memoria de cálculo conexión de la nueva galería eléctrica con la existente.

INOCSA
Una Empresa AECOM
14 MAR 2011
ENTRADA Nº: 6331 ARCHIVO: 63

a

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL INFORME

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

4. NORMATIVA APLICADA

5. MATERIALES

6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

7. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS Y COMBINACIONES CONSIDERADAS

8. METODOLOGIA DE CALCULO

9. RESULTADOS

10. CONCLUSIONES

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL INFORME

Referencia: 817
Fecha: Noviembre de 2010
Nombre de la obra: Acceso central de peatones a la galería eléctrica

Dentro de las obras que configuran el proyecto "LÍNIA DE ALTA VELOCIDAD MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: LA SAGRERA-NUDO DE LA TRINIDAD" se realizan la reposición de una galería eléctrica en la zona de los colectores 11 de Setembre y Riera d'Horta. El Objeto del presente informe es el estudio la conexión de la nueva galería eléctrica prefabricada con la existente y la valoración de su afección. Queda fuera del alcance de dicho documento la comprobación estructural de la nueva galería prefabricada al estar simplemente apoyada en la existente.

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

En la zona de los colectores 11 de Setembre y Riera d'Horta se realiza la sustitución de un tramo de la galería eléctrica existente por una nueva galería eléctrica prefabricada. Tal y como se muestra en la imagen 1 adjunta, el nuevo tramo presenta dos conexiones con la galería existente, una conexión a la altura del vial segregado lado montaña y otra a la altura del vial segregado lado mar.

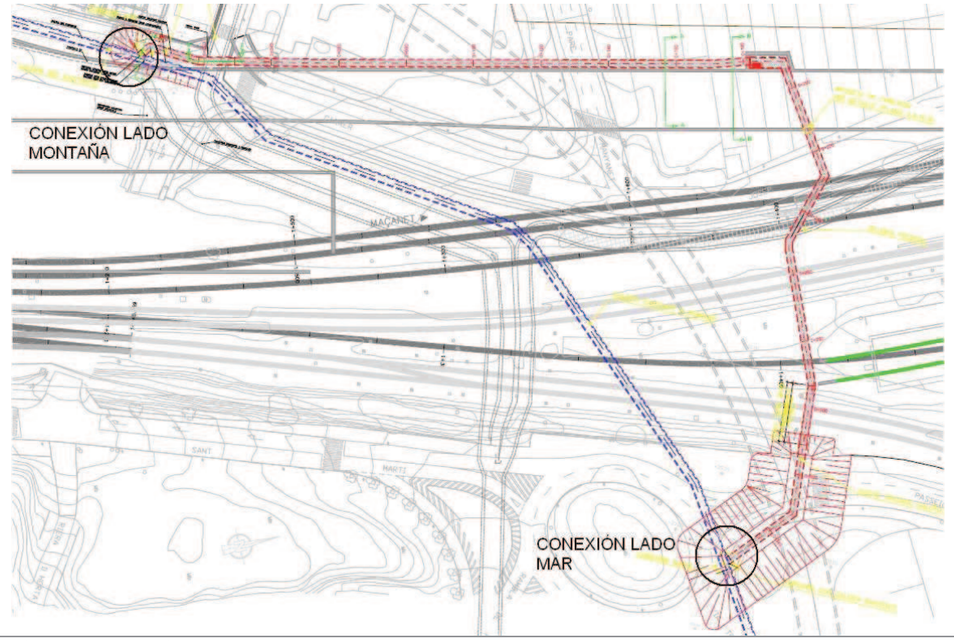


Figura 1. Planta ubicación de las conexiones de la nueva galería eléctrica con la existente.

La galería eléctrica existente presenta una sección cajón unicelular con dimensiones en interiores de 2.5m de alto por 2.0m de ancho con una losa de cubierta abovedada. El canto de los hastiales, soleras de cubierta y cimentación no se ha podido determinar con exactitud, según datos proporcionados por la empresa constructora es de un mínimo 0.50m. No se ha tenido acceso a la armadura colocada en dicha galería pero se ha podido constatar, según imagen adjunta, que se trata de una galería de hormigón armado.

La nueva galería eléctrica presenta una sección cajón unicelular de 2.86m de alto por 2.38m de ancho. Los hastiales disponen de un canto de 0.19m y las soleras de cubierta y cimentación de un canto de 0.18m.

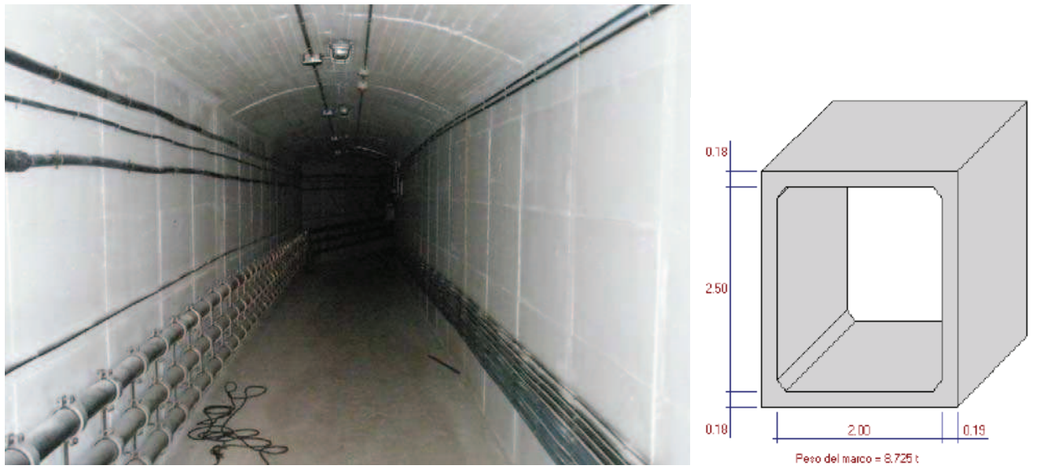


Figura 2. Imagen tomada desde el interior de la galería eléctrica existente y perspectiva de la nueva galería eléctrica prefabricada

El entronque de la nueva galería con la galería existente se realiza según las siguientes fases constructivas:

- Fase 1: excavación de un talud hasta alcanzar la cota +10.00m de la solera de la galería eléctrica existente.
- Fase 2: realización de una obertura de 2.5m de altura y de ancho variable entre 2.80m para la conexión sur y 3.0m para la conexión norte en el hastial de la galería existente sin carga de tierras encima.
- Fase 3: ejecución de un marco perimetral de refuerzo en la obertura realizada de ancho igual al ancho del hastial del colector existente y canto dependiente del elemento del marco según se indica a continuación: 0.60m para el dintel superior, 0.25 para los hastíales y para la viga inferior del marco el canto corresponde al canto de la solera inferior del colector existente.
- Fase 4: colocación de la nueva galería eléctrica prefabricada hasta alcanzar la existente (se realizará una junta entre las dos estructuras).
- Fase 5: relleno de tierras hasta la cota de la urbanización futura +24.00m.

En el presente informe se ha estudiado únicamente la conexión de la galería en el lado mar, como conexión más desfavorable al presentar una mayor carga de tierras en fase final.

3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Según lo indicado en el informe "*Nota acerca de los criterios a utilizar en el dimensionamiento de pantallas del Sector Sagrera del tramo Sagrera-Nus de la Trinidad*" los parámetros que se deberían considerar son los de proyecto original que se resumen a continuación:

Tipo de terreno	γ (t/m³)	C' (t/m²)	Φ	Kh (t/m³)	Kv (t/m³)
Relleno	2.0	0.0	28.0º	1500	1500
Qa-s arenas con algo de arcilla	2.15	1.5	33.0º	4500	4000
Qa arcillas con algo de arena	2.15	3.0	29.0º	2250	4000
Qr2	2.10	0.5	32.5º	1800	3000
Qr3	2.20	0	35º	5400	6000
PQ	2.20	1.0	38.0º	7500	9000
P	2.05	3.5	25.5º	6000	6000

Por debajo de nivel freático se desprecia la cohesión de los materiales.

El sondeo S-7 de proyecto original, (sondeo más próximo a la conexión lado mar) confirma que el estrato de apoyo de la solera de la galería (cota +10.00) eléctrica es Qa.

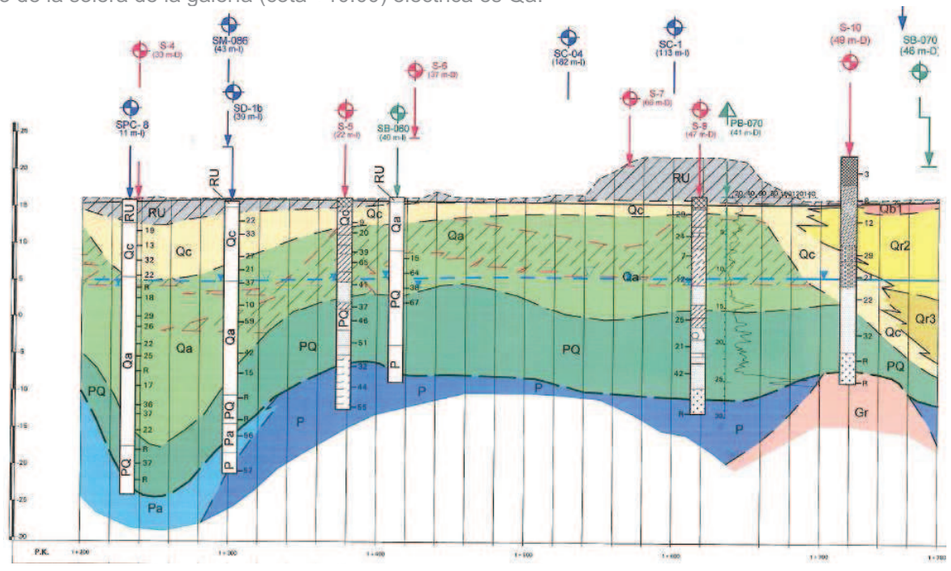


Figura 3. Corte geológico de proyecto original

En la tabla siguiente se muestran la litología encontrada en el ensayo S-7:

Litología S-7	Cotas
1) Relleno	De +21.00m hasta +16.00m
2) Qa-s	De +16.00m hasta +11.00m
3) Qa	De +11.00m hasta +10.40m
2) Qa-s	De +10.40m hasta +10.20m
3) Qa	De +10.20m hasta +6.20m
2) Qa-s	De +6.20m hasta +3.00m
3) Qa	De +3.00m hasta +2.00m
2) Qa-s	De +2.00m hasta -1.20m
3) Qa	De -1.20m hasta -4.00m
8) PQ	De -4.00m hasta -7.60m
NF (nivel freático)	Cota +5.3

4. NORMATIVA APLICADA

Para el cálculo y la comprobación de los diferentes elementos estructurales se ha seguido:

Estructura Hormigón	EHE. CTE.
Hipótesis de Carga y Combinaciones	EHE y Eurocódigos. CTE.

5. MATERIALES

Hormigón:

Hormigón en pantallas.....HA-25 (fck = 25 N/mm²)

.

Acero corrugado:

Acero en las pantallas.....B 500 S (fyk = 500 N/mm²)

Para la comprobación de las fisuras se ha considerado el mismo tipo de ambiente que lo indicado en proyecto original para esta zona es decir IIa

6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Hormigón armado:

Coeficiente de seguridad del hormigón.....γc = 1.50
Coeficiente de seguridad del acero.....γs = 1.15

Coeficientes de seguridad para acciones

Coeficiente de seguridad para acciones variables…….....1.50
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes…….....1.35
Coeficiente de seguridad para acciones accidentales…….....1.00
Coeficiente de seguridad para acciones simultaneas.....0.60

7. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS Y COMBINACIONES CONSIDERADAS

De forma conservadora se ha realizado el cálculo para la conexión sur que tiene más carga de tierra entre las dos. Las cargas consideradas son las siguientes:

pp: peso propio de la galería. Para la valoración de las acciones debidas al peso propio se ha considerando un peso específico del hormigón armado de 25kN/m³

qt: peso propio de las tierras. Se considera un peso específico del relleno de tierras de 20kN/m³

qth: empuje lateral de las tierras. Se considera un coeficiente de empuje lateral en reposo k_0=0.5

fh: se ha considerado una sobrecarga correspondiente al tren de cargas de la IAP-98:

- Una sobrecarga uniforme de 4 kN/m² extendida en toda la plataforma del tablero o en parte de ella, según sea más desfavorable para el elemento en estudio.
- Uno o dos vehículos de 600 kN, cuyo eje longitudinal se considera paralelo al de la calzada, y formado cada uno por seis cargas de 100 kN.

Para el reparto de una carga puntual actuando en superficie a través de una profundidad de relleno se ha utilizado la teoría recogida en "*la Guía de Cimentaciones en Obras de carretera apartado 6.6.1 Cargas sobre la estructura"*

fv: empuje lateral de la sobrecarga de rodadura. Se considera una sobrecarga uniforme de 10kN/m² que multiplicado por el coeficiente de empuje en reposo k_0=0.5 proporciona una sobrecarga de 5kN/m².

En el análisis se han definido las siguientes combinaciones:

ELU
CF_1: 1.35pp + 1.5·(qt+qth+fh+fv)
CF_2: 1.0 pp + 1.5·(qth+fh) + 1.0·(qt)
CF_3: 1.35pp + 1.5·(qt+fv) + 1.0·(qth)

ELS
DF_1: 1.0pp + 1.0·(qt+qth+fh+fv)
DF_2: 1.0 pp + 1.0·(qth+fh) + 1.0·(qt)
DF_3: 1.0pp + 1.0·(qt+fv) + 1.0·(qth)

8. METODOLOGIA DE CALCULO

8.1 Software utilizado

Para los cálculos estructurales se han utilizado los siguientes programas:

- SAP 2000 versión 14 de la compañía CSI. Programa de modelización numérica empleado para la obtención de los esfuerzos actuantes. Al combinar las cargas, anteriormente expuestas, de la forma más desfavorable se obtienen los esfuerzos de cálculo a los que está sometida la estructura.

- PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL, para la comprobación y diseño de las secciones de hormigón armado.

8.2 Descripción del modelo de cálculo

Se ha realizado un modelo de elementos finitos tipo lámina (shell) de la galería eléctrica existente, según la geometría expuesta en el apartado 2. El apoyo de la galería en el terreno se ha valorado a través de un apoyo elástico superficial (area spring). Se ha considerado, del lado de la seguridad, un valor de rigidez del muelle (coeficiente de balasto) de kv=4142kN/m^3 valor proporcionado por la Universitat Politècnica de Barcelona.

Se ha realizado un modelo de 30.0m de longitud, muy superior a la zona afectada por la excavación que será máximo de 18.0m, para comparar los esfuerzos de las zonas no afectadas por la actuación, realización del hueco, y las zonas próximas a la actuación.

Dada la falta de datos sobre el armado de la galería eléctrica, el objetivo del estudio es determinar la variación de esfuerzos producidos en la galería existente una vez realizada la conexión con la nueva y analizar si estas variaciones son asumibles para la estructura afectada. El estudio de la afección se enfoca como una comparación entre el estado tensional actual y el posterior a la realización de la actuación y valorar si el orden de magnitud en el que se producen el aumento de los esfuerzos y las dimensiones de las zonas afectadas es asumible para la estructura de la galería.

Se ha realizado un estudio evolutivo del modelo por fases de carga “non linear staged construction”, donde el estado tensodeformacional de la galería en una fase depende de las fases anteriores. Las fases de estudio son las siguientes:

- Fase 1: introducción de geometría de la galería eléctrica.
- Fase 2: introducción de la carga del relleno de tierras actual.
- Fase 3: excavación de un talud hasta alcanzar la cota +10.00m de la solera de la galería eléctrica existente, quitar la carga de tierras.
- Fase 4: realización de una obertura en el hastial de la galería.
- Fase 5: ejecución de una viga perimetral de refuerzo en la obertura realizada
- Fase 6: relleno de tierras hasta la cota de la urbanización futura +24.00m.

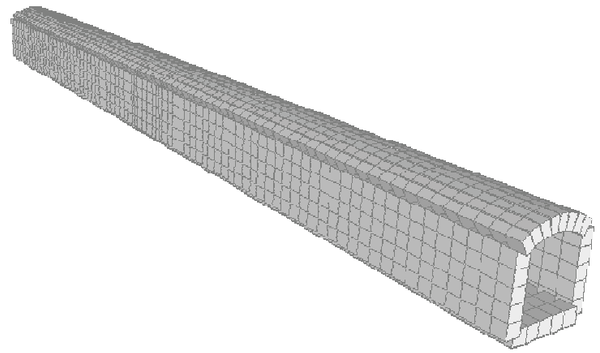


Figura 4. Perspectiva del modelo SAP2000 del entronque entre la galería eléctrica existente.

9. RESULTADOS

A continuación se presentan los diagramas de los esfuerzos obtenidos en la galería existente en fase actual y en la fase final después de realizar la obertura y el relleno de tierras para alcanzar la cota de la urbanización.

9.1. Galería eléctrica fase actual

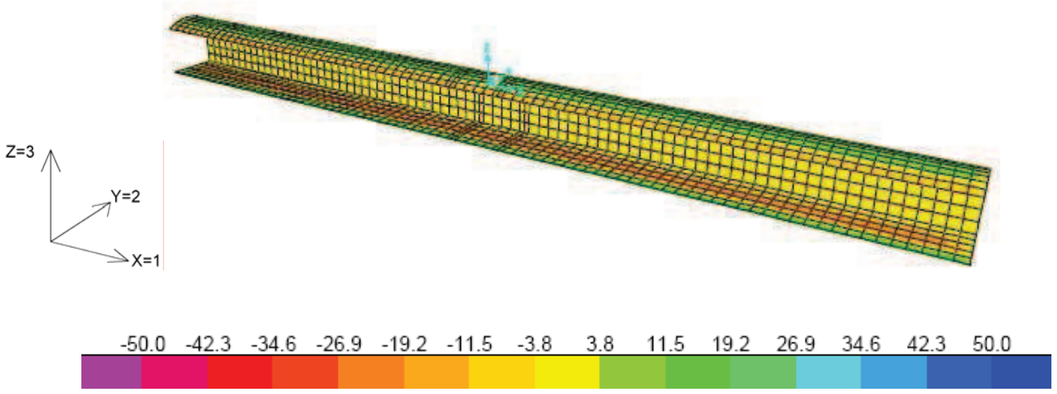


Figura 5. Diagrama de momentos flectores M11 mayorados en kNm en fase actual SAP2000

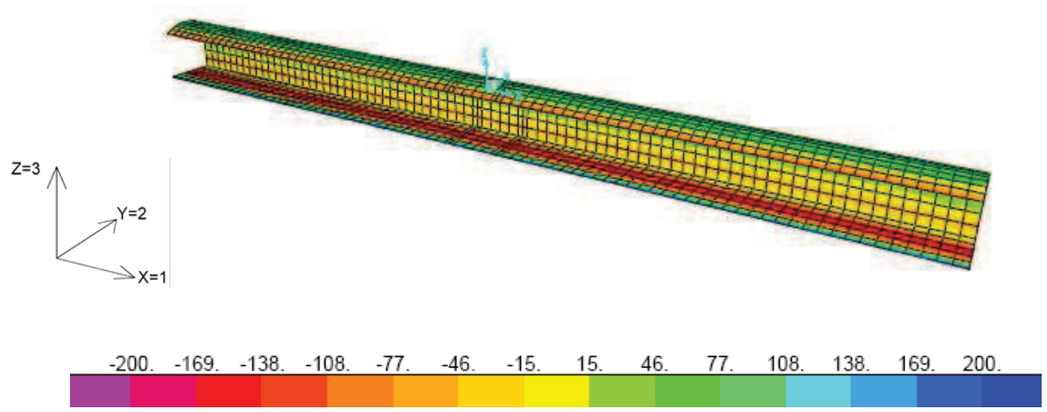


Figura 6. Diagrama de momentos flectores M22 mayorados en kNm en fase actual SAP2000.

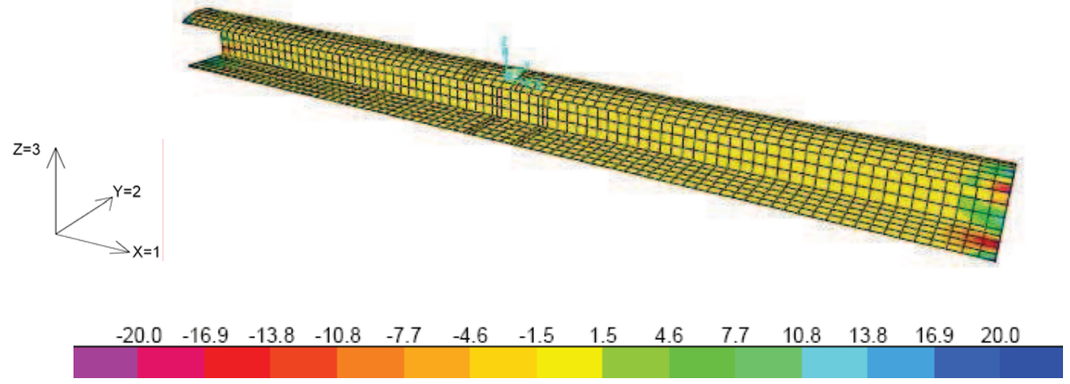


Figura 7 Diagrama de esfuerzos cortantes V13 mayorados en kN en fase actual SAP2000.

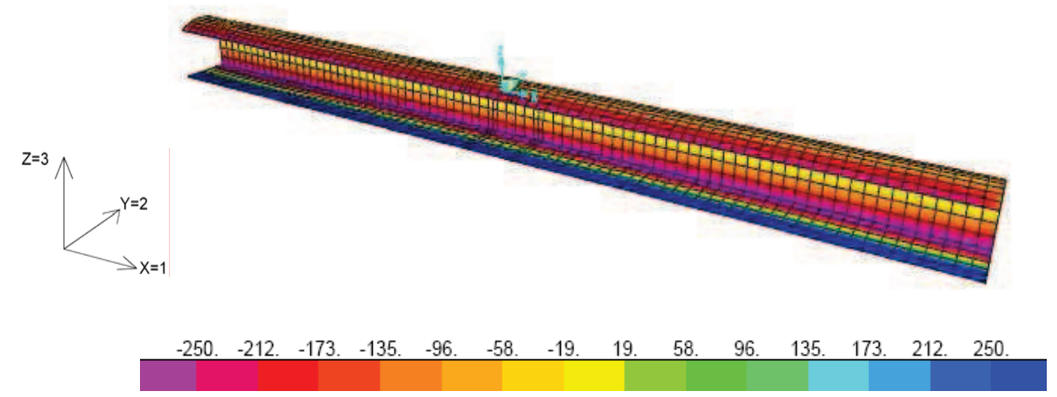


Figura 8. Diagrama de esfuerzos cortantes V23 mayorados en kN en fase actual SAP2000.

9.2. Galería eléctrica fase final

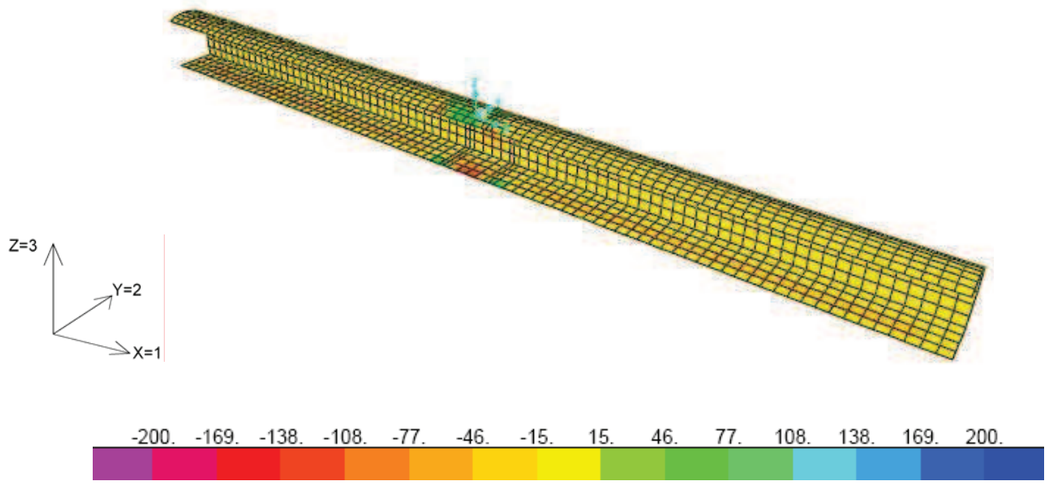


Figura 9. Diagrama de momentos flectores M11 mayorados en kNm en fase final SAP2000.

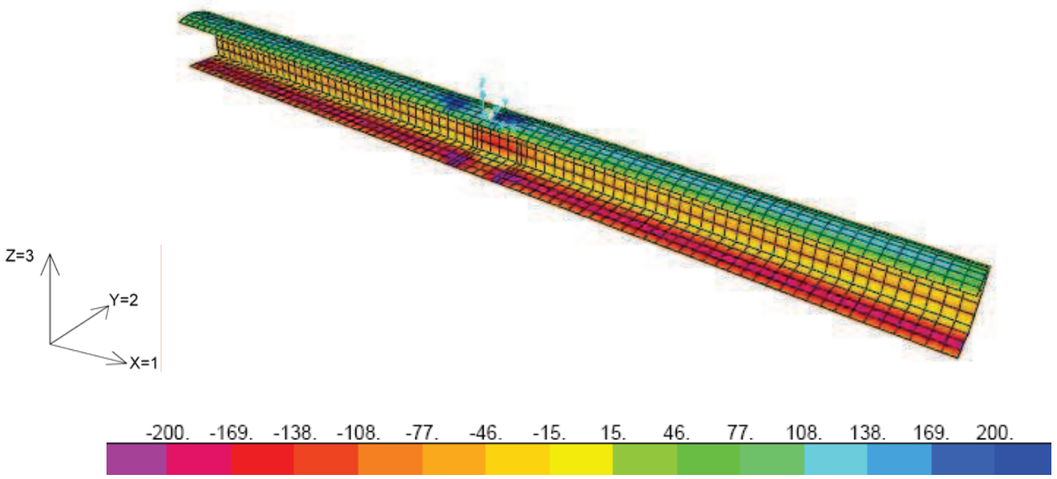


Figura 10. Diagrama de momentos flectores M22 mayorados en kNm en fase final SAP2000.

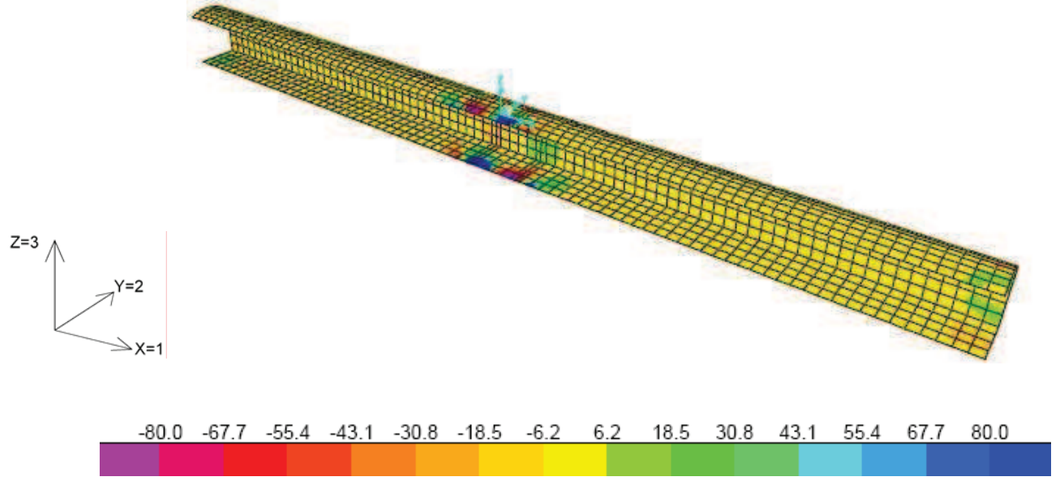


Figura 11. Diagrama de esfuerzos cortantes V13 mayorados en kN en fase final SAP2000.

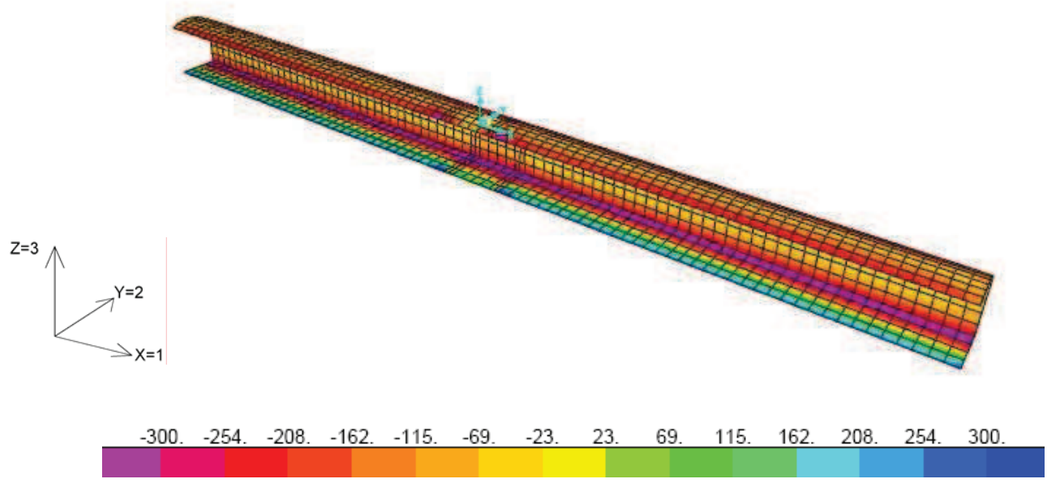


Figura 12. Diagrama de esfuerzos cortantes V23 mayorados en kN en fase final SAP2000.

Boveda

Para los esfuerzos axiles el signo menos indica compresión.

		F11d (kNm)	F22d (kNm	V13d (kNm)	V23d (kNm)	M11d (kNm)	M22d (kNm)
Fase inicial	Max.	+0.0	-160	-	-	+8.0	134.0
	Min.	-50.0	-430	-	-260.0	-3.0	-114.0
Fase final	Max.	280.0	-40.0	50.0	-	+28	+163.0
	Min.	-200.0	-474	-50.0	-298.0	-21	-152.5

De la tabla se observa lo siguiente:

- M11d: la diferencia entre la fase inicial y la fase final es despreciable como era de esperar dado que la dirección 11 es la dirección secundaria del elemento por dimensiones.

- M22d: se observa un aumento máximo del 33% del momento flector inicial para el caso del valor mínimo. Consideramos que este orden de variación sea asumible por el elemento estructural dado el reducido valor del esfuerzo con respecto a espesor de la bóveda y considerando los coeficientes de seguridades de las acciones. Se ha comprobado que, para el canto considerado, el armado necesario debido al momento flector máximo encontrado de 163.0kNm es el que corresponde al armado mínimo mecánico de la sección:

Armado mínimo mecánico: Asmin=0.04·Ac·fcd/fyd = 8.0cm²

Armado por el momento flector de cálculo Asd= M22d/0.9d·fyd=8.99cm²

Donde d=0.46m es el brazo mecánico de la armadura traccionada;
fcd es la resistencia correspondiente al hormigón HA25 y fyd a la armadura B500S.

- V23: el aumento de cortante en esta dirección corresponde a un 15% del esfuerzo original, consideramos que este orden de variación sea asumible para la estructura considerando los coeficientes de seguridad de las acciones.

- F11d: se observa un esfuerzo de tracción localizado en la zona de actuación para la dirección 11, sin embargo su valor es pequeño con respecto al esfuerzo de tracción que la sola sección bruta de hormigón puede resistir:

Ndmax= fctd·Ac=855kN

Donde fctd=0.30·((fck)$^{2/3}$)/1.50=1.71N/mm²

Hastial
Para los esfuerzos axiles el signo menos indica compresión.

		F11d (kNm)	F22d (kNm	V13d (kNm)	V23d (kNm)	M11d (kNm)	M22d (kNm)
Fase inicial	Max.	-	-	-	84.0	-	-
	Min.	-	-540	-	-209.0	-4.0	-112.0
Fase final	Max.	-	-	-	80.0	-	-
	Min.	-	-590	-	-250.0	-13.0	-245.0

De la tabla se observa lo siguiente:

- M11d: la diferencia entre la fase inicial y la fase final es despreciable como era de esperar dado que la dirección 11 es la dirección secundaria del elemento por dimensiones.

- M22d: se observa un aumento importante para este esfuerzo en el caso del valor mínimo. Consideramos que este orden de variación sea asumible por el elemento estructural dado el reducido valor del esfuerzo con respecto a espesor del hastial y la carga de compresión actuante que reduce la tracción en el armado.
Si realizamos un estudio de la sección con los esfuerzos encontrados se observa que con el armado mínimo mecánico encontrado para el canto considerado el momento último es muy superior al momento actuante:

Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

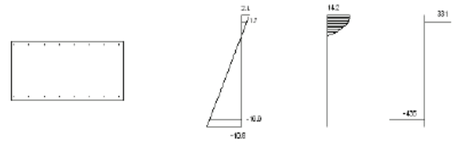
Sección : 0.50X1.0
b [m] = 1.00
h [m] = 0.50
r [m] = 0.030

nº barras horizontales = 8
nº barras verticales = 2

2 Comprobación

ϕ [mm] = 12
Nd [kN] = 590
Md [kN·m] = 245

Nu [kN] = 857.4
Mu [kN·m] = 356.1
γ = 1.45



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.092
1/r [1/m]·1.E-3 = 26.5
εs ·1.E-3 = 2.4
εi ·1.E-3 = -10.8

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.030	1.7	-330.9
0.470	-10.0	434.8

- V23: el aumento de cortante en esta dirección corresponde a un 19.6% del esfuerzo original, consideramos que este orden de variación sea asumible para la estructura considerando los coeficientes de seguridad de las acciones.

Solera

		F11d (kNm)	F22d (kNm	V13d (kNm)	V23d (kNm)	M11d (kNm)	M22d (kNm)
Fase inicial	Max.	-	-	-	-	+4.0	-
	Min.	-	-185.0	-	-245.0	-8.0	-187.0
Fase final	Max.	250.0	-35.0	90.0	-	+75.0	+90.0
	Min.	-490.0	-355.0	-90.0	-290.0	-95.0	-209.0

De la tabla se observa lo siguiente:

- M11d: la diferencia entre la fase inicial y la fase final es importante sin embargo el momento flector encontrado es pequeño y se observa que la tracción F11d solo coincide con el momento M11dmax. Se comprueba que para las dos combinaciones de carga, F11dmax+M11dmax y M11min., la sección bruta sin considerar armadura no llega a figurarse:

  - Combo F11dmax+M11dmax:

  Mfis= (fctm-F11dmax/Ab)·Wb = 86.05kN·m > M11dmax

  - Combo M11min:

  Mfis= fctm·Wb = 106.70kN·m > IM11dminI

  Donde: Wb es el modulo de la sección bruta para el canto considerado
  Fctm=2.56N/mm²

- M22d: se observa un aumento máximo del 12.0% del momento flector inicial para el caso del valor mínimo. Consideramos que este orden de variación sea asumible por el elemento estructural dado el reducido valor del esfuerzo con respecto a espesor de la bóveda y considerando los coeficientes de seguridades de las acciones. El momento positivo de 90.0kN·m coincide con la zona comprimida de la solera y es inferior al momento de fisuración de la sección bruta como visto anteriormente.

- V23: el aumento de cortante en esta dirección corresponde a un 18.4% del esfuerzo original, consideramos que este orden de variación sea asumible para la estructura considerando los coeficientes de seguridad de las acciones.

- F11d: se observa un esfuerzo de tracción localizado en la zona de actuación para la dirección 11, sin embargo su valor es pequeño con respecto al esfuerzo de tracción que la sola sección bruta de hormigón puede resistir:

  Ndmax= fctd·Ac=855kN

  Donde fctd=0.30·((fck)$^{2/3}$)/1.50=1.71N/mm²

9.3. Viga perimetral de refuerzo

Diagramas de esfuerzos en el marco dispuesto para reforzar el hueco de conexión de la galería existente.

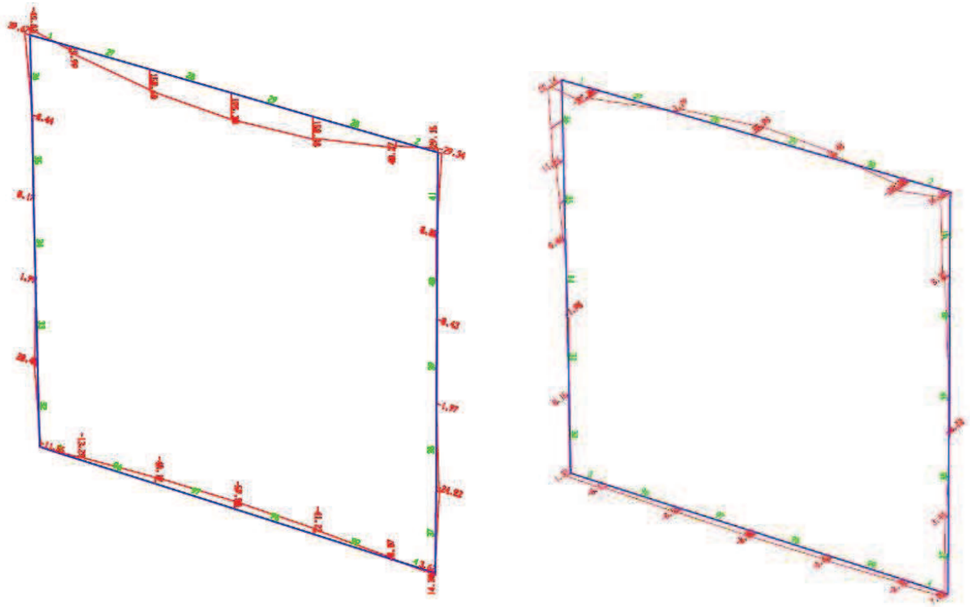


Figura 6. Diagrama de momentos flectores mayorados en kNm en fase final SAP2000.

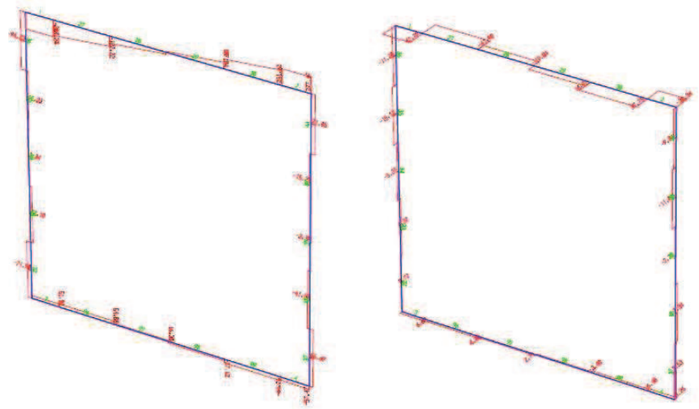


Figura 7 Diagrama de esfuerzos cortantes mayorados en kN en fase final SAP2000.

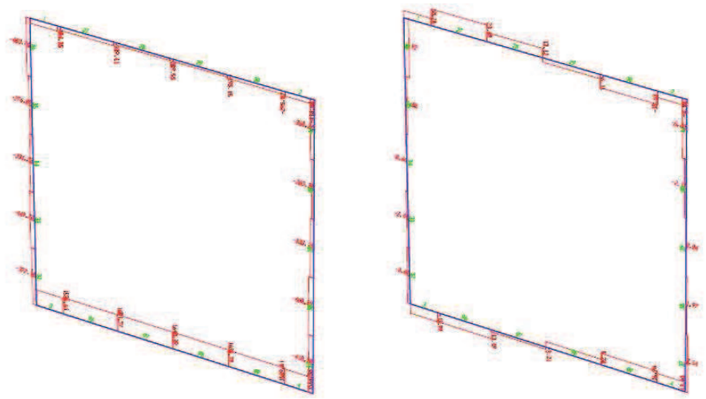


Figura 8. Diagrama de esfuerzos axiles mayorados en kN y momento torsor en kNm fase final SAP2000.

Valores de dimensionamiento del marco de refuerzo.

ELU :

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	0.00	CF_3	Max	0.00	0.00	1.81	2.11	0.00	0.00
1	0.25	CF_3	Max	0.00	0.00	1.81	2.11	0.00	34.17
1	0.00	CF_3	Min	-1021.98	-432.14	0.00	0.00	-5.87	-73.87
1	0.25	CF_3	Min	-1021.98	-432.14	0.00	0.00	-6.32	0.00
1	0.00	CF_2	Max	0.00	0.00	19.25	0.00	0.00	0.00
1	0.25	CF_2	Max	0.00	0.00	19.25	0.00	0.00	23.32
1	0.00	CF_2	Min	-619.69	-272.94	0.00	-2.89	-0.97	-44.92
1	0.25	CF_2	Min	-619.69	-272.94	0.00	-2.89	-5.78	0.00
1	0.00	CF_1	Max	0.00	0.00	13.01	0.00	0.00	0.00
1	0.25	CF_1	Max	0.00	0.00	13.01	0.00	0.00	34.67
1	0.00	CF_1	Min	-988.94	-424.92	0.00	-0.54	-4.07	-71.56
1	0.25	CF_1	Min	-988.94	-424.92	0.00	-0.54	-7.33	0.00
2	0.00	CF_3	Max	0.00	417.46	1.30	0.00	0.00	47.12
2	0.25	CF_3	Max	0.00	417.46	1.30	0.00	0.00	0.00
2	0.00	CF_3	Min	-946.39	0.00	0.00	-2.15	-3.49	0.00
2	0.25	CF_3	Min	-946.39	0.00	0.00	-2.15	-3.81	-57.24
2	0.00	CF_2	Max	0.00	263.27	0.00	2.87	0.00	31.85
2	0.25	CF_2	Max	0.00	263.27	0.00	2.87	0.39	0.00
2	0.00	CF_2	Min	-569.91	0.00	-17.21	0.00	-3.91	0.00
2	0.25	CF_2	Min	-569.91	0.00	-17.21	0.00	0.00	-33.97
2	0.00	CF_1	Max	0.00	410.24	0.00	0.50	0.00	47.63
2	0.25	CF_1	Max	0.00	410.24	0.00	0.50	0.00	0.00
2	0.00	CF_1	Min	-913.35	0.00	-9.90	0.00	-4.49	0.00
2	0.25	CF_1	Min	-913.35	0.00	-9.90	0.00	-2.02	-54.93
27	0.00	CF_3	Max	0.00	0.00	0.00	19.95	0.00	39.61
27	0.50	CF_3	Max	0.00	0.00	0.00	19.95	23.28	182.76
27	0.00	CF_3	Min	-873.14	-332.22	-54.36	0.00	-3.90	0.00
27	0.50	CF_3	Min	-873.14	-240.35	-54.36	0.00	0.00	0.00
27	0.00	CF_2	Max	0.00	0.00	0.00	9.39	0.00	26.54
27	0.50	CF_2	Max	0.00	0.00	0.00	9.39	10.02	114.78
27	0.00	CF_2	Min	-513.59	-206.73	-28.47	0.00	-4.21	0.00
27	0.50	CF_2	Min	-513.59	-146.23	-28.47	0.00	0.00	0.00
27	0.00	CF_1	Max	0.00	0.00	0.00	17.62	0.00	39.89
27	0.50	CF_1	Max	0.00	0.00	0.00	17.62	19.99	179.30
27	0.00	CF_1	Min	-835.08	-324.76	-49.82	0.00	-4.92	0.00
27	0.50	CF_1	Min	-835.08	-232.88	-49.82	0.00	0.00	0.00
28	0.00	CF_3	Max	0.00	0.00	0.00	13.12	24.92	184.24
28	0.50	CF_3	Max	0.00	0.00	0.00	13.12	35.66	231.08
28	0.00	CF_3	Min	-728.73	-139.63	-21.48	0.00	0.00	0.00
28	0.50	CF_3	Min	-728.73	-47.76	-21.48	0.00	0.00	0.00
28	0.00	CF_2	Max	0.00	0.00	0.00	7.19	11.20	115.56
28	0.50	CF_2	Max	0.00	0.00	0.00	7.19	17.86	144.35
28	0.00	CF_2	Min	-413.66	-87.83	-13.32	0.00	0.00	0.00
28	0.50	CF_2	Min	-413.66	-27.33	-13.32	0.00	0.00	0.00
28	0.00	CF_1	Max	0.00	0.00	0.00	12.22	21.69	180.66
28	0.50	CF_1	Max	0.00	0.00	0.00	12.22	32.17	226.23
28	0.00	CF_1	Min	-687.66	-137.08	-20.97	0.00	0.00	0.00
28	0.50	CF_1	Min	-687.66	-45.21	-20.97	0.00	0.00	0.00
29	0.00	CF_3	Max	0.00	35.25	21.03	0.00	35.88	231.01
29	0.50	CF_3	Max	0.00	127.12	21.03	0.00	25.37	190.42
29	0.00	CF_3	Min	-712.79	0.00	0.00	-5.83	0.00	0.00
29	0.50	CF_3	Min	-712.79	0.00	0.00	-5.83	0.00	0.00
29	0.00	CF_2	Max	0.00	19.09	13.03	0.00	18.01	144.30
29	0.50	CF_2	Max	0.00	79.59	13.03	0.00	11.49	119.63
29	0.00	CF_2	Min	-403.16	0.00	0.00	-2.39	0.00	0.00
29	0.50	CF_2	Min	-403.16	0.00	0.00	-2.39	0.00	0.00
29	0.00	CF_1	Max	0.00	32.69	20.52	0.00	32.40	226.16
29	0.50	CF_1	Max	0.00	124.57	20.52	0.00	22.13	186.85
29	0.00	CF_1	Min	-671.73	0.00	0.00	-4.93	0.00	0.00
29	0.50	CF_1	Min	-671.73	0.00	0.00	-4.93	0.00	0.00
30	0.00	CF_3	Max	0.00	226.28	51.70	0.00	24.22	188.79
30	0.50	CF_3	Max	0.00	318.15	51.70	0.00	0.00	52.69
30	0.00	CF_3	Min	-823.96	0.00	0.00	-15.36	0.00	0.00
30	0.50	CF_3	Min	-823.96	0.00	0.00	-15.36	-1.63	0.00
30	0.00	CF_2	Max	0.00	136.97	26.72	0.00	10.64	118.75
30	0.50	CF_2	Max	0.00	197.47	26.72	0.00	0.00	35.14
30	0.00	CF_2	Min	-481.21	0.00	0.00	-6.37	0.00	0.00
30	0.50	CF_2	Min	-481.21	0.00	0.00	-6.37	-2.72	0.00
30	0.00	CF_1	Max	0.00	218.81	47.16	0.00	20.93	185.34
30	0.50	CF_1	Max	0.00	310.69	47.16	0.00	0.00	52.96
30	0.00	CF_1	Min	-785.90	0.00	0.00	-13.04	0.00	0.00
30	0.50	CF_1	Min	-785.90	0.00	0.00	-13.04	-2.65	0.00

Dintel superior	**max**	0.00	417.46	51.70	19.95	35.88	231.08
	min	-1021.98	-432.14	-54.36	-15.36	-7.33	-73.87

32	0.00	CF_3	Max	0.00	0.00	20.75	2.17	14.13	9.97
32	0.25	CF_3	Max	0.00	0.00	20.75	2.17	8.94	13.91
32	0.50	CF_3	Max	0.00	0.00	20.75	2.17	3.75	17.84
32	0.00	CF_3	Min	-350.03	-15.74	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.25	CF_3	Min	-350.03	-15.74	0.00	0.00	0.00	0.00

32	0.50 CF_3	Min	-350.03	-15.74	0.00	0.00	0.00	0.00	35	0.25 CF_3	Min	-194.00	0.00	-16.78	-0.56	0.00	-9.28
32	0.00 CF_2	Max	0.00	0.00	38.56	3.01	19.99	3.25	35	0.50 CF_3	Min	-194.00	0.00	-16.78	-0.56	0.00	-17.25
32	0.25 CF_2	Max	0.00	0.00	38.56	3.01	10.36	7.86	35	0.00 CF_2	Max	0.00	19.63	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.50 CF_2	Max	0.00	0.00	38.56	3.01	0.72	12.47	35	0.25 CF_2	Max	0.00	19.63	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.00 CF_2	Min	-225.15	-18.43	0.00	0.00	0.00	0.00	35	0.50 CF_2	Max	0.00	19.63	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.25 CF_2	Min	-225.15	-18.43	0.00	0.00	0.00	0.00	35	0.00 CF_2	Min	-135.91	0.00	-18.05	-1.20	-19.40	-0.67
32	0.50 CF_2	Min	-225.15	-18.43	0.00	0.00	0.00	0.00	35	0.25 CF_2	Min	-135.91	0.00	-18.05	-1.20	-14.88	-5.58
32	0.00 CF_1	Max	0.00	0.00	36.17	3.15	20.75	7.92	35	0.50 CF_2	Min	-135.91	0.00	-18.05	-1.20	-10.37	-10.48
32	0.25 CF_1	Max	0.00	0.00	36.17	3.15	11.71	13.10	35	0.00 CF_1	Max	0.00	31.05	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.50 CF_1	Max	0.00	0.00	36.17	3.15	2.67	18.29	35	0.25 CF_1	Max	0.00	31.05	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.00 CF_1	Min	-346.71	-20.74	0.00	0.00	0.00	0.00	35	0.50 CF_1	Max	0.00	31.05	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.25 CF_1	Min	-346.71	-20.74	0.00	0.00	0.00	0.00	35	0.00 CF_1	Min	-199.06	0.00	-21.11	-1.08	-13.92	-1.18
32	0.50 CF_1	Min	-346.71	-20.74	0.00	0.00	0.00	0.00	35	0.25 CF_1	Min	-199.06	0.00	-21.11	-1.08	-8.64	-8.95
33	0.00 CF_3	Max	0.00	30.84	10.28	1.30	0.00	15.21	35	0.50 CF_1	Min	-199.06	0.00	-21.11	-1.08	-3.37	-16.71
33	0.25 CF_3	Max	0.00	30.84	10.28	1.30	0.00	7.50	36	0.00 CF_3	Max	0.00	0.00	0.00	1.04	13.80	0.00
33	0.50 CF_3	Max	0.00	30.84	10.28	1.30	0.00	0.00	36	0.25 CF_3	Max	0.00	0.00	0.00	1.04	22.09	24.64
33	0.00 CF_3	Min	-364.64	0.00	0.00	0.00	-1.60	0.00	36	0.50 CF_3	Max	0.00	0.00	0.00	1.04	30.38	64.29
33	0.25 CF_3	Min	-364.64	0.00	0.00	0.00	-4.18	0.00	36	0.00 CF_3	Min	-390.71	-158.61	-33.17	0.00	0.00	-15.01
33	0.50 CF_3	Min	-364.64	0.00	0.00	0.00	-6.75	-0.21	36	0.25 CF_3	Min	-390.71	-158.61	-33.17	0.00	0.00	0.00
33	0.00 CF_2	Max	0.00	21.57	19.18	1.83	0.00	10.85	36	0.50 CF_3	Min	-390.71	-158.61	-33.17	0.00	0.00	0.00
33	0.25 CF_2	Max	0.00	21.57	19.18	1.83	0.00	5.46	36	0.00 CF_2	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	0.50 CF_2	Max	0.00	21.57	19.18	1.83	0.00	0.07	36	0.25 CF_2	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	9.22	15.03
33	0.00 CF_2	Min	-246.84	0.00	0.00	0.00	-9.25	0.00	36	0.50 CF_2	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	18.97	39.19
33	0.25 CF_2	Min	-246.84	0.00	0.00	0.00	-14.05	0.00	36	0.00 CF_2	Min	-255.79	-96.67	-38.98	-1.31	-0.52	-9.14
33	0.50 CF_2	Min	-246.84	0.00	0.00	0.00	-18.84	0.00	36	0.25 CF_2	Min	-255.79	-96.67	-38.98	-1.31	0.00	0.00
33	0.00 CF_1	Max	0.00	31.62	17.97	1.91	0.00	15.72	36	0.50 CF_2	Min	-255.79	-96.67	-38.98	-1.31	0.00	0.00
33	0.25 CF_1	Max	0.00	31.62	17.97	1.91	0.00	7.82	36	0.00 CF_1	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	7.84	0.00
33	0.50 CF_1	Max	0.00	31.62	17.97	1.91	0.00	0.00	36	0.25 CF_1	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	18.79	23.90
33	0.00 CF_1	Min	-368.80	0.00	0.00	0.00	-6.68	0.00	36	0.50 CF_1	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	29.74	62.34
33	0.25 CF_1	Min	-368.80	0.00	0.00	0.00	-11.18	0.00	36	0.00 CF_1	Min	-389.78	-153.79	-43.80	-0.20	0.00	-14.55
33	0.50 CF_1	Min	-368.80	0.00	0.00	0.00	-15.67	-0.08	36	0.25 CF_1	Min	-389.78	-153.79	-43.80	-0.20	0.00	0.00
34	0.00 CF_3	Max	0.00	2.70	0.00	0.25	0.00	1.39	36	0.50 CF_1	Min	-389.78	-153.79	-43.80	-0.20	0.00	0.00
34	0.25 CF_3	Max	0.00	2.70	0.00	0.25	0.00	0.71	37	0.00 CF_3	Max	0.00	0.00	23.08	0.00	19.33	0.00
34	0.50 CF_3	Max	0.00	2.70	0.00	0.25	0.00	0.04	37	0.25 CF_3	Max	0.00	0.00	23.08	0.00	13.56	0.00
34	0.00 CF_3	Min	-245.32	0.00	-2.85	0.00	-8.03	0.00	37	0.50 CF_3	Max	0.00	0.00	23.08	0.00	7.79	0.00
34	0.25 CF_3	Min	-245.32	0.00	-2.85	0.00	-7.32	0.00	37	0.00 CF_3	Min	-377.86	-4.78	0.00	-2.19	0.00	-19.91
34	0.50 CF_3	Min	-245.32	0.00	-2.85	0.00	-6.60	0.00	37	0.25 CF_3	Min	-377.86	-4.78	0.00	-2.19	0.00	-18.72
34	0.00 CF_2	Max	0.00	1.78	0.42	0.30	0.00	0.99	37	0.50 CF_3	Min	-377.86	-4.78	0.00	-2.19	0.00	-17.52
34	0.25 CF_2	Max	0.00	1.78	0.42	0.30	0.00	0.55	37	0.00 CF_2	Max	0.00	4.92	40.09	0.00	23.42	0.00
34	0.50 CF_2	Max	0.00	1.78	0.42	0.30	0.00	0.10	37	0.25 CF_2	Max	0.00	4.92	40.09	0.00	13.40	0.00
34	0.00 CF_2	Min	-170.16	0.00	0.00	0.00	-22.23	0.00	37	0.50 CF_2	Max	0.00	4.92	40.09	0.00	3.38	0.00
34	0.25 CF_2	Min	-170.16	0.00	0.00	0.00	-22.33	0.00	37	0.00 CF_2	Min	-243.47	0.00	0.00	-3.03	0.00	-9.80
34	0.50 CF_2	Min	-170.16	0.00	0.00	0.00	-22.44	0.00	37	0.25 CF_2	Min	-243.47	0.00	0.00	-3.03	0.00	-11.02
34	0.00 CF_1	Max	0.00	2.70	0.00	0.34	0.00	1.44	37	0.50 CF_2	Min	-243.47	0.00	0.00	-3.03	0.00	-12.25
34	0.25 CF_1	Max	0.00	2.70	0.00	0.34	0.00	0.76	37	0.00 CF_1	Max	0.00	0.22	38.49	0.00	25.95	0.00
34	0.50 CF_1	Max	0.00	2.70	0.00	0.34	0.00	0.09	37	0.25 CF_1	Max	0.00	0.22	38.49	0.00	16.33	0.00
34	0.00 CF_1	Min	-250.65	0.00	-1.42	0.00	-18.53	0.00	37	0.50 CF_1	Max	0.00	0.22	38.49	0.00	6.70	0.00
34	0.25 CF_1	Min	-250.65	0.00	-1.42	0.00	-18.17	0.00	37	0.00 CF_1	Min	-374.54	0.00	0.00	-3.17	0.00	-17.86
34	0.50 CF_1	Min	-250.65	0.00	-1.42	0.00	-17.81	0.00	37	0.25 CF_1	Min	-374.54	0.00	0.00	-3.17	0.00	-17.91
35	0.00 CF_3	Max	0.00	31.90	0.00	0.00	0.00	0.00	37	0.50 CF_1	Min	-374.54	0.00	0.00	-3.17	0.00	-17.97
35	0.25 CF_3	Max	0.00	31.90	0.00	0.00	0.98	0.00	38	0.00 CF_3	Max	0.00	0.00	12.84	0.00	1.59	0.00
35	0.50 CF_3	Max	0.00	31.90	0.00	0.00	5.17	0.00	38	0.25 CF_3	Max	0.00	0.00	12.84	0.00	0.00	0.00
35	0.00 CF_3	Min	-194.00	0.00	-16.78	-0.56	-3.21	-1.30	38	0.50 CF_3	Max	0.00	0.00	12.84	0.00	0.00	0.41

38	0.00 CF_3	Min	-372.46	-29.50	0.00	-1.63	0.00	-14.34
38	0.25 CF_3	Min	-372.46	-29.50	0.00	-1.63	-1.62	-6.96
38	0.50 CF_3	Min	-372.46	-29.50	0.00	-1.63	-4.83	0.00
38	0.00 CF_2	Max	0.00	0.00	20.87	0.00	0.00	0.00
38	0.25 CF_2	Max	0.00	0.00	20.87	0.00	0.00	0.00
38	0.50 CF_2	Max	0.00	0.00	20.87	0.00	0.00	0.07
38	0.00 CF_2	Min	-251.99	-20.69	0.00	-2.05	-7.15	-10.28
38	0.25 CF_2	Min	-251.99	-20.69	0.00	-2.05	-12.37	-5.10
38	0.50 CF_2	Min	-251.99	-20.69	0.00	-2.05	-17.58	0.00
38	0.00 CF_1	Max	0.00	0.00	20.53	0.00	0.00	0.00
38	0.25 CF_1	Max	0.00	0.00	20.53	0.00	0.00	0.00
38	0.50 CF_1	Max	0.00	0.00	20.53	0.00	0.00	0.29
38	0.00 CF_1	Min	-376.62	-30.28	0.00	-2.24	-3.49	-14.85
38	0.25 CF_1	Min	-376.62	-30.28	0.00	-2.24	-8.62	-7.28
38	0.50 CF_1	Min	-376.62	-30.28	0.00	-2.24	-13.75	0.00
39	0.00 CF_3	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	0.25 CF_3	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	0.50 CF_3	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
39	0.00 CF_3	Min	-243.91	-2.82	-0.09	-0.71	-7.03	-1.39
39	0.25 CF_3	Min	-243.91	-2.82	-0.09	-0.71	-7.01	-0.69
39	0.50 CF_3	Min	-243.91	-2.82	-0.09	-0.71	-6.99	0.00
39	0.00 CF_2	Max	0.00	0.00	2.24	0.00	0.00	0.00
39	0.25 CF_2	Max	0.00	0.00	2.24	0.00	0.00	0.00
39	0.50 CF_2	Max	0.00	0.00	2.24	0.00	0.00	0.00
39	0.00 CF_2	Min	-169.24	-1.86	0.00	-0.60	-21.57	-1.00
39	0.25 CF_2	Min	-169.24	-1.86	0.00	-0.60	-22.13	-0.54
39	0.50 CF_2	Min	-169.24	-1.86	0.00	-0.60	-22.69	-0.07
39	0.00 CF_1	Max	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00	0.00
39	0.25 CF_1	Max	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00	0.00
39	0.50 CF_1	Max	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00	0.00
39	0.00 CF_1	Min	-249.25	-2.82	0.00	-0.79	-17.53	-1.45
39	0.25 CF_1	Min	-249.25	-2.82	0.00	-0.79	-17.87	-0.74
39	0.50 CF_1	Min	-249.25	-2.82	0.00	-0.79	-18.20	-0.04
40	0.00 CF_3	Max	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	1.02
40	0.25 CF_3	Max	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	8.30
40	0.50 CF_3	Max	0.00	0.00	0.00	0.26	2.18	15.57
40	0.00 CF_3	Min	-182.81	-29.10	-13.61	0.00	-4.63	0.00
40	0.25 CF_3	Min	-182.81	-29.10	-13.61	0.00	-1.22	0.00
40	0.50 CF_3	Min	-182.81	-29.10	-13.61	0.00	0.00	0.00
40	0.00 CF_2	Max	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.48
40	0.25 CF_2	Max	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	4.93
40	0.50 CF_2	Max	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	9.38
40	0.00 CF_2	Min	-128.54	-17.79	-15.97	0.00	-20.33	0.00
40	0.25 CF_2	Min	-128.54	-17.79	-15.97	0.00	-16.33	0.00
40	0.50 CF_2	Min	-128.54	-17.79	-15.97	0.00	-12.34	0.00
40	0.00 CF_1	Max	0.00	0.00	0.00	0.77	0.00	0.90
40	0.25 CF_1	Max	0.00	0.00	0.00	0.77	0.00	7.96
40	0.50 CF_1	Max	0.00	0.00	0.00	0.77	0.00	15.03
40	0.00 CF_1	Min	-187.86	-28.25	-17.95	0.00	-15.33	0.00
40	0.25 CF_1	Min	-187.86	-28.25	-17.95	0.00	-10.85	0.00
40	0.50 CF_1	Min	-187.86	-28.25	-17.95	0.00	-6.36	0.00
41	0.00 CF_3	Max	0.00	131.66	0.00	0.00	9.50	13.96
41	0.25 CF_3	Max	0.00	131.66	0.00	0.00	16.68	0.00
41	0.50 CF_3	Max	0.00	131.66	0.00	0.00	23.87	0.00
41	0.00 CF_3	Min	-352.27	0.00	-28.76	-0.45	0.00	0.00
41	0.25 CF_3	Min	-352.27	0.00	-28.76	-0.45	0.00	-18.95
41	0.50 CF_3	Min	-352.27	0.00	-28.76	-0.45	0.00	-51.87
41	0.00 CF_2	Max	0.00	78.93	0.00	1.70	0.00	8.45
41	0.25 CF_2	Max	0.00	78.93	0.00	1.70	5.66	0.00
41	0.50 CF_2	Max	0.00	78.93	0.00	1.70	14.68	0.00
41	0.00 CF_2	Min	-230.47	0.00	-36.08	0.00	-3.35	0.00
41	0.25 CF_2	Min	-230.47	0.00	-36.08	0.00	0.00	-11.28
41	0.50 CF_2	Min	-230.47	0.00	-36.08	0.00	0.00	-31.01
41	0.00 CF_1	Max	0.00	126.84	0.00	0.79	3.54	13.50
41	0.25 CF_1	Max	0.00	126.84	0.00	0.79	13.39	0.00
41	0.50 CF_1	Max	0.00	126.84	0.00	0.79	23.23	0.00
41	0.00 CF_1	Min	-351.33	0.00	-39.38	0.00	0.00	0.00
41	0.25 CF_1	Min	-351.33	0.00	-39.38	0.00	0.00	-18.21
41	0.50 CF_1	Min	-351.33	0.00	-39.38	0.00	0.00	-49.92

Hastiales	**max**	0.00	131.66	40.09	3.15	30.38	64.29
	min	-390.71	-158.61	-43.80	-3.17	-22.69	-51.87

96	0.00 CF_3	Max	1142.28	99.28	5.46	0.00	1.87	0.00
96	0.50 CF_3	Max	1142.28	99.28	5.46	0.00	0.00	0.00
96	0.00 CF_3	Min	0.00	0.00	0.00	-7.75	0.00	-17.70
96	0.50 CF_3	Min	0.00	0.00	0.00	-7.75	-0.86	-67.34
96	0.00 CF_2	Max	817.65	56.00	6.57	2.21	0.00	0.00
96	0.50 CF_2	Max	817.65	56.00	6.57	2.21	0.00	0.00
96	0.00 CF_2	Min	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.01	-11.95
96	0.50 CF_2	Min	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.30	-39.95
96	0.00 CF_1	Max	1182.81	93.47	7.30	0.00	0.48	0.00
96	0.50 CF_1	Max	1182.81	93.47	7.30	0.00	0.00	0.00
96	0.00 CF_1	Min	0.00	0.00	0.00	-3.22	0.00	-17.88
96	0.50 CF_1	Min	0.00	0.00	0.00	-3.22	-3.17	-64.62
97	0.00 CF_3	Max	1172.31	30.78	1.53	0.00	0.00	0.00
97	0.50 CF_3	Max	1172.31	30.78	1.53	0.00	0.00	0.00
97	0.00 CF_3	Min	0.00	0.00	0.00	-1.77	-0.03	-68.73
97	0.50 CF_3	Min	0.00	0.00	0.00	-1.77	-0.79	-84.12
97	0.00 CF_2	Max	846.67	17.29	0.37	0.92	0.00	0.00
97	0.50 CF_2	Max	846.67	17.29	0.37	0.92	0.00	0.00
97	0.00 CF_2	Min	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.33	-40.73
97	0.50 CF_2	Min	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.51	-49.37
97	0.00 CF_1	Max	1218.56	28.93	1.14	0.00	0.00	0.00
97	0.50 CF_1	Max	1218.56	28.93	1.14	0.00	0.00	0.00
97	0.00 CF_1	Min	0.00	0.00	0.00	-0.48	-2.08	-65.92
97	0.50 CF_1	Min	0.00	0.00	0.00	-0.48	-2.65	-80.39
98	0.00 CF_3	Max	1169.10	0.00	0.00	6.80	0.00	0.00
98	0.50 CF_3	Max	1169.10	0.00	0.00	6.80	0.20	0.00
98	0.00 CF_3	Min	0.00	-41.62	-2.19	0.00	-0.90	-84.00
98	0.50 CF_3	Min	0.00	-41.62	-2.19	0.00	0.00	-63.19
98	0.00 CF_2	Max	844.56	0.00	0.00	2.39	0.00	0.00
98	0.50 CF_2	Max	844.56	0.00	0.00	2.39	0.00	0.00
98	0.00 CF_2	Min	0.00	-24.42	-0.80	0.00	-3.58	-49.30
98	0.50 CF_2	Min	0.00	-24.42	-0.80	0.00	-3.18	-37.09
98	0.00 CF_1	Max	1215.35	0.00	0.00	5.50	0.00	0.00

98	0.50	CF_1	Max	1215.35	0.00	0.00	5.50	0.00	0.00
98	0.00	CF_1	Min	0.00	-39.77	-1.79	0.00	-2.75	-80.27
98	0.50	CF_1	Min	0.00	-39.77	-1.79	0.00	-1.86	-60.39
99	0.00	CF_3	Max	1131.61	0.00	0.00	11.01	0.00	0.00
99	0.50	CF_3	Max	1131.61	0.00	0.00	11.01	1.98	0.00
99	0.00	CF_3	Min	0.00	-110.80	-5.80	0.00	-0.92	-61.57
99	0.50	CF_3	Min	0.00	-110.80	-5.80	0.00	0.00	-6.17
99	0.00	CF_2	Max	810.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
99	0.50	CF_2	Max	810.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
99	0.00	CF_2	Min	0.00	-63.58	-6.80	-0.06	-4.34	-36.15
99	0.50	CF_2	Min	0.00	-63.58	-6.80	-0.06	-0.94	-4.36
99	0.00	CF_1	Max	1172.14	0.00	0.00	6.48	0.00	0.00
99	0.50	CF_1	Max	1172.14	0.00	0.00	6.48	0.59	0.00
99	0.00	CF_1	Min	0.00	-104.98	-7.64	0.00	-3.23	-58.85
99	0.50	CF_1	Min	0.00	-104.98	-7.64	0.00	0.00	-6.35
3	0.00	CF_3	Max	1091.50	126.33	12.74	0.00	3.21	17.64
3	0.25	CF_3	Max	1091.50	126.33	12.74	0.00	0.03	0.00
3	0.00	CF_3	Min	0.00	0.00	0.00	-2.68	0.00	0.00
3	0.25	CF_3	Min	0.00	0.00	0.00	-2.68	0.00	-13.95
3	0.00	CF_2	Max	771.54	70.09	26.16	12.02	4.07	7.66
3	0.25	CF_2	Max	771.54	70.09	26.16	12.02	0.00	0.00
3	0.00	CF_2	Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.25	CF_2	Min	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.47	-9.86
3	0.00	CF_1	Max	1124.19	118.21	23.74	5.86	4.42	15.19
3	0.25	CF_1	Max	1124.19	118.21	23.74	5.86	0.00	0.00
3	0.00	CF_1	Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.25	CF_1	Min	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.51	-14.36
4	0.00	CF_3	Max	1073.57	0.00	0.00	2.57	0.00	0.00
4	0.25	CF_3	Max	1073.57	0.00	0.00	2.57	3.25	31.78
4	0.00	CF_3	Min	0.00	-135.51	-13.80	0.00	-0.20	-2.10
4	0.25	CF_3	Min	0.00	-135.51	-13.80	0.00	0.00	0.00
4	0.00	CF_2	Max	759.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.25	CF_2	Max	759.73	0.00	0.00	0.00	4.10	16.98
4	0.00	CF_2	Min	0.00	-76.13	-26.86	-12.10	-2.62	-2.06
4	0.25	CF_2	Min	0.00	-76.13	-26.86	-12.10	0.00	0.00
4	0.00	CF_1	Max	1106.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.25	CF_1	Max	1106.26	0.00	0.00	0.00	4.46	29.33
4	0.00	CF_1	Min	0.00	-127.39	-24.80	-5.97	-1.74	-2.52
4	0.25	CF_1	Min	0.00	-127.39	-24.80	-5.97	0.00	0.00

Viga inferior	**max**	1218.56	126.33	26.16	12.02	4.46	31.78
	min	0.00	-135.51	-26.86	-12.10	-4.34	-84.12

ELS:

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	StepType	P	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN-m	KN-m
1	0	DF_3	Max	0	0	0
1	0.25	DF_3	Max	0	0	23.0834
1	0	DF_3	Min	-661.56	-2.8371	-47.8615
1	0.25	DF_3	Min	-661.56	-4.813	0
1	0	DF_2	Max	0	0	0
1	0.25	DF_2	Max	0	0	22.8448
1	0	DF_2	Min	-650.466	-2.642	-47.0676
1	0.25	DF_2	Min	-650.466	-4.8475	0
1	0	DF_1	Max	0	0	0
1	0.25	DF_1	Max	0	0	23.1163
1	0	DF_1	Min	-659.292	-2.7162	-47.7045
1	0.25	DF_1	Min	-659.292	-4.8844	0
2	0	DF_3	Max	0	0	31.7193
2	0.25	DF_3	Max	0	0	0
2	0	DF_3	Min	-611.166	-2.9236	0
2	0.25	DF_3	Min	-611.166	-1.4651	-36.7787
2	0	DF_2	Max	0	0	31.375
2	0.25	DF_2	Max	0	0	0
2	0	DF_2	Min	-600.688	-2.9811	0
2	0.25	DF_2	Min	-600.688	-1.2868	-36.1206
2	0	DF_1	Max	0	0	31.7522
2	0.25	DF_1	Max	0	0	0
2	0	DF_1	Min	-608.897	-2.9949	0
2	0.25	DF_1	Min	-608.897	-1.3443	-36.6217
27	0	DF_3	Max	0	0	26.5774
27	0.5	DF_3	Max	0	13.5533	119.773
27	0	DF_3	Min	-559.335	-3.2092	0
27	0.5	DF_3	Min	-559.335	0	0
27	0	DF_2	Max	0	0	26.2753
27	0.5	DF_2	Max	0	13.0873	117.9918
27	0	DF_2	Min	-549.033	-3.2644	0
27	0.5	DF_2	Min	-549.033	0	0
27	0	DF_1	Max	0	0	26.5945
27	0.5	DF_1	Max	0	13.3255	119.5343
27	0	DF_1	Min	-556.718	-3.2814	0
27	0.5	DF_1	Min	-556.718	0	0
28	0	DF_3	Max	0	14.6812	120.6879
28	0.5	DF_3	Max	0	21.6885	151.156
28	0	DF_3	Min	-461.269	0	0
28	0.5	DF_3	Min	-461.269	0	0
28	0	DF_2	Max	0	14.207	118.8846
28	0.5	DF_2	Max	0	21.1055	148.8642
28	0	DF_2	Min	-451.892	0	0
28	0.5	DF_2	Min	-451.892	0	0
28	0	DF_1	Max	0	14.4576	120.4409
28	0.5	DF_1	Max	0	21.4476	150.8216

28	0	DF_1	Min	-458.442	0	0
28	0.5	DF_1	Min	-458.442	0	0
29	0	DF_3	Max	0	21.838	151.1096
29	0.5	DF_3	Max	0	14.9799	124.8126
29	0	DF_3	Min	-450.647	0	0
29	0.5	DF_3	Min	-450.647	0	0
29	0	DF_2	Max	0	21.2532	148.8184
29	0.5	DF_2	Max	0	14.502	122.9588
29	0	DF_2	Min	-441.4	0	0
29	0.5	DF_2	Min	-441.4	0	0
29	0	DF_1	Max	0	21.5971	150.7752
29	0.5	DF_1	Max	0	14.7564	124.5656
29	0	DF_1	Min	-447.82	0	0
29	0.5	DF_1	Min	-447.82	0	0
30	0	DF_3	Max	0	14.1781	123.7982
30	0.5	DF_3	Max	0	0	35.292
30	0	DF_3	Min	-526.553	0	0
30	0.5	DF_3	Min	-526.553	-1.6965	0
30	0	DF_2	Max	0	13.7045	121.9677
30	0.5	DF_2	Max	0	0	34.8832
30	0	DF_2	Min	-516.652	0	0
30	0.5	DF_2	Min	-516.652	-1.7703	0
30	0	DF_1	Max	0	13.9503	123.5594
30	0.5	DF_1	Max	0	0	35.3091
30	0	DF_1	Min	-523.935	0	0
30	0.5	DF_1	Min	-523.935	-1.7687	0

Dintel superior	**max**	0.00	21.84	151.16
	min	-661.56	-4.88	-47.86

32	0	DF_3	Max	0	13.3915	5.4183
32	0.25	DF_3	Max	0	7.621	8.7902
32	0.5	DF_3	Max	0	1.8506	12.1621
32	0	DF_3	Min	-231.37	0	0
32	0.25	DF_3	Min	-231.37	0	0
32	0.5	DF_3	Min	-231.37	0	0
32	0	DF_2	Max	0	13.8153	5.1672
32	0.25	DF_2	Max	0	7.7732	8.6099
32	0.5	DF_2	Max	0	1.7312	12.0526
32	0	DF_2	Min	-228.231	0	0
32	0.25	DF_2	Min	-228.231	0	0
32	0.5	DF_2	Min	-228.231	0	0
32	0	DF_1	Max	0	13.8334	5.2787
32	0.25	DF_1	Max	0	7.8056	8.7352
32	0.5	DF_1	Max	0	1.7778	12.1917
32	0	DF_1	Min	-231.137	0	0
32	0.25	DF_1	Min	-231.137	0	0
32	0.5	DF_1	Min	-231.137	0	0
33	0	DF_3	Max	0	0	10.4475
33	0.25	DF_3	Max	0	0	5.1912
33	0.5	DF_3	Max	0	0	0
33	0	DF_3	Min	-245.596	-4.1141	0
33	0.25	DF_3	Min	-245.596	-6.98	0
33	0.5	DF_3	Min	-245.596	-9.8458	-0.065
33	0	DF_2	Max	0	0	10.3657
33	0.25	DF_2	Max	0	0	5.1564
33	0.5	DF_2	Max	0	0	0
33	0	DF_2	Min	-242.954	-4.5158	0
33	0.25	DF_2	Min	-242.954	-7.5187	0
33	0.5	DF_2	Min	-242.954	-10.5216	-0.0528
33	0	DF_1	Max	0	0	10.4822
33	0.25	DF_1	Max	0	0	5.2129
33	0.5	DF_1	Max	0	0	0
33	0	DF_1	Min	-245.869	-4.4544	0
33	0.25	DF_1	Min	-245.869	-7.4501	0
33	0.5	DF_1	Min	-245.869	-10.4458	-0.0564
34	0	DF_3	Max	0	0	0.9541
34	0.25	DF_3	Max	0	0	0.5038
34	0.5	DF_3	Max	0	0	0.0536
34	0	DF_3	Min	-166.746	-11.6434	0
34	0.25	DF_3	Min	-166.746	-11.3805	0
34	0.5	DF_3	Min	-166.746	-11.1177	0
34	0	DF_2	Max	0	0	0.9469
34	0.25	DF_2	Max	0	0	0.5021
34	0.5	DF_2	Max	0	0	0.0574
34	0	DF_2	Min	-165.177	-12.4392	0
34	0.25	DF_2	Min	-165.177	-12.2129	0
34	0.5	DF_2	Min	-165.177	-11.9866	0
34	0	DF_1	Max	0	0	0.9575
34	0.25	DF_1	Max	0	0	0.5072
34	0.5	DF_1	Max	0	0	0.0569
34	0	DF_1	Min	-167.102	-12.3507	0
34	0.25	DF_1	Min	-167.102	-12.1134	0
34	0.5	DF_1	Min	-167.102	-11.876	0
35	0	DF_3	Max	0	0	0
35	0.25	DF_3	Max	0	0	0
35	0.5	DF_3	Max	0	0	0
35	0	DF_3	Min	-132.367	-8.5558	-0.7976
35	0.25	DF_3	Min	-132.367	-5.1093	-5.9872
35	0.5	DF_3	Min	-132.367	-1.6627	-11.1768
35	0	DF_2	Max	0	0	0
35	0.25	DF_2	Max	0	0	0
35	0.5	DF_2	Max	0	0	0
35	0	DF_2	Min	-131.195	-9.4126	-0.7773
35	0.25	DF_2	Min	-131.195	-5.9119	-5.8841
35	0.5	DF_2	Min	-131.195	-2.4112	-10.991
35	0	DF_1	Max	0	0	0
35	0.25	DF_1	Max	0	0	0
35	0.5	DF_1	Max	0	0	0
35	0	DF_1	Min	-132.704	-9.2817	-0.7896
35	0.25	DF_1	Min	-132.704	-5.7628	-5.9647
35	0.5	DF_1	Min	-132.704	-2.2438	-11.1398
36	0	DF_3	Max	0	5.6339	0
36	0.25	DF_3	Max	0	12.7523	15.9823

36	0.5	DF_3	Max	0	19.8708	41.6958
36	0	DF_3	Min	-259.921	0	-9.7312
36	0.25	DF_3	Min	-259.921	0	0
36	0.5	DF_3	Min	-259.921	0	0
36	0	DF_2	Max	0	5.0278	0
36	0.25	DF_2	Max	0	12.2983	15.7194
36	0.5	DF_2	Max	0	19.5688	41.0095
36	0	DF_2	Min	-256.648	0	-9.5707
36	0.25	DF_2	Min	-256.648	0	0
36	0.5	DF_2	Min	-256.648	0	0
36	0	DF_1	Max	0	5.2277	0
36	0.25	DF_1	Max	0	12.527	15.9315
36	0.5	DF_1	Max	0	19.8263	41.563
36	0	DF_1	Min	-259.851	0	-9.6999
36	0.25	DF_1	Min	-259.851	0	0
36	0.5	DF_1	Min	-259.851	0	0
37	0	DF_3	Max	0	16.8592	0
37	0.25	DF_3	Max	0	10.7008	0
37	0.5	DF_3	Max	0	4.5424	0
37	0	DF_3	Min	-249.927	0	-12.044
37	0.25	DF_3	Min	-249.927	0	-11.9955
37	0.5	DF_3	Min	-249.927	0	-11.947
37	0	DF_2	Max	0	17.2405	0
37	0.25	DF_2	Max	0	10.8153	0
37	0.5	DF_2	Max	0	4.39	0
37	0	DF_2	Min	-246.56	0	-11.7118
37	0.25	DF_2	Min	-246.56	0	-11.776
37	0.5	DF_2	Min	-246.56	0	-11.8402
37	0	DF_1	Max	0	17.301	0
37	0.25	DF_1	Max	0	10.8853	0
37	0.5	DF_1	Max	0	4.4696	0
37	0	DF_1	Min	-249.693	0	-11.9045
37	0.25	DF_1	Min	-249.693	0	-11.9406
37	0.5	DF_1	Min	-249.693	0	-11.9767
38	0	DF_3	Max	0	0	0
38	0.25	DF_3	Max	0	0	0
38	0.5	DF_3	Max	0	0	0.2003
38	0	DF_3	Min	-250.806	-1.9848	-9.8682
38	0.25	DF_3	Min	-250.806	-5.2773	-4.834
38	0.5	DF_3	Min	-250.806	-8.5697	0
38	0	DF_2	Max	0	0	0
38	0.25	DF_2	Max	0	0	0
38	0.5	DF_2	Max	0	0	0.1864
38	0	DF_2	Min	-248.1	-2.4126	-9.7935
38	0.25	DF_2	Min	-248.1	-5.8369	-4.8036
38	0.5	DF_2	Min	-248.1	-9.2612	0
38	0	DF_1	Max	0	0	0
38	0.25	DF_1	Max	0	0	0
38	0.5	DF_1	Max	0	0	0.1916
38	0	DF_1	Min	-251.079	-2.3251	-9.903
38	0.25	DF_1	Min	-251.079	-5.7474	-4.8557
38	0.5	DF_1	Min	-251.079	-9.1697	0
39	0	DF_3	Max	0	0	0
39	0.25	DF_3	Max	0	0	0
39	0.5	DF_3	Max	0	0	0
39	0	DF_3	Min	-165.812	-10.9803	-0.9601
39	0.25	DF_3	Min	-165.812	-11.1784	-0.4906
39	0.5	DF_3	Min	-165.812	-11.3765	-0.0211
39	0	DF_2	Max	0	0	0
39	0.25	DF_2	Max	0	0	0
39	0.5	DF_2	Max	0	0	0
39	0	DF_2	Min	-164.255	-11.7842	-0.9529
39	0.25	DF_2	Min	-164.255	-12.0132	-0.4891
39	0.5	DF_2	Min	-164.255	-12.2422	-0.0253
39	0	DF_1	Max	0	0	0
39	0.25	DF_1	Max	0	0	0
39	0.5	DF_1	Max	0	0	0
39	0	DF_1	Min	-166.168	-11.6876	-0.9635
39	0.25	DF_1	Min	-166.168	-11.9112	-0.494
39	0.5	DF_1	Min	-166.168	-12.1348	-0.0244
40	0	DF_3	Max	0	0	0.61
40	0.25	DF_3	Max	0	0	5.3323
40	0.5	DF_3	Max	0	0	10.0546
40	0	DF_3	Min	-124.902	-9.4971	0
40	0.25	DF_3	Min	-124.902	-6.5778	0
40	0.5	DF_3	Min	-124.902	-3.6586	0
40	0	DF_2	Max	0	0	0.5919
40	0.25	DF_2	Max	0	0	5.2372
40	0.5	DF_2	Max	0	0	9.8825
40	0	DF_2	Min	-123.822	-10.3424	0
40	0.25	DF_2	Min	-123.822	-7.3625	0
40	0.5	DF_2	Min	-123.822	-4.3826	0
40	0	DF_1	Max	0	0	0.602
40	0.25	DF_1	Max	0	0	5.3098
40	0.5	DF_1	Max	0	0	10.0176
40	0	DF_1	Min	-125.24	-10.2231	0
40	0.25	DF_1	Min	-125.24	-7.2314	0
40	0.5	DF_1	Min	-125.24	-4.2397	0
41	0	DF_3	Max	0	2.7659	9.0313
41	0.25	DF_3	Max	0	9.1487	0
41	0.5	DF_3	Max	0	15.5316	0
41	0	DF_3	Min	-234.293	0	0
41	0.25	DF_3	Min	-234.293	0	-12.1909
41	0.5	DF_3	Min	-234.293	0	-33.413
41	0	DF_2	Max	0	2.1949	8.8793
41	0.25	DF_2	Max	0	8.7389	0
41	0.5	DF_2	Max	0	15.2828	0
41	0	DF_2	Min	-231.333	0	0
41	0.25	DF_2	Min	-231.333	0	-11.9745
41	0.5	DF_2	Min	-231.333	0	-32.8282
41	0	DF_1	Max	0	2.3597	9
41	0.25	DF_1	Max	0	8.9234	0
41	0.5	DF_1	Max	0	15.4871	0
41	0	DF_1	Min	-234.222	0	0

41	0.25	DF_1	Min	-234.222	0	-12.1401
41	0.5	DF_1	Min	-234.222	0	-33.2802

Hastiales	**max**	0.00	19.87	41.70
	min	-259.92	-12.44	-33.41

96	0	DF_3	Max	785.852	0.4135	0
96	0.5	DF_3	Max	785.852	0	0
96	0	DF_3	Min	0	0	-11.9091
96	0.5	DF_3	Min	0	-1.9601	-43.2632
96	0	DF_2	Max	779.811	0.2863	0
96	0.5	DF_2	Max	779.811	0	0
96	0	DF_2	Min	0	0	-11.7796
96	0.5	DF_2	Min	0	-2.1397	-42.4881
96	0	DF_1	Max	788.54	0.3221	0
96	0.5	DF_1	Max	788.54	0	0
96	0	DF_1	Min	0	0	-11.9214
96	0.5	DF_1	Min	0	-2.1126	-43.0777
97	0	DF_3	Max	809.308	0	0
97	0.5	DF_3	Max	809.308	0	0
97	0	DF_3	Min	0	-1.2497	-44.1386
97	0.5	DF_3	Min	0	-1.6417	-53.8461
97	0	DF_2	Max	803.482	0	0
97	0.5	DF_2	Max	803.482	0	0
97	0	DF_2	Min	0	-1.4151	-43.3453
97	0.5	DF_2	Min	0	-1.7846	-52.8506
97	0	DF_1	Max	812.372	0	0
97	0.5	DF_1	Max	812.372	0	0
97	0	DF_1	Min	0	-1.3851	-43.9475
97	0.5	DF_1	Min	0	-1.7638	-53.592
98	0	DF_3	Max	807.169	0	0
98	0.5	DF_3	Max	807.169	0	0
98	0	DF_3	Min	0	-1.7122	-53.769
98	0.5	DF_3	Min	0	-1.1015	-40.4507
98	0	DF_2	Max	801.369	0	0
98	0.5	DF_2	Max	801.369	0	0
98	0	DF_2	Min	0	-1.8542	-52.7744
98	0.5	DF_2	Min	0	-1.2687	-39.7026
98	0	DF_1	Max	810.233	0	0
98	0.5	DF_1	Max	810.233	0	0
98	0	DF_1	Min	0	-1.8343	-53.5149
98	0.5	DF_1	Min	0	-1.2369	-40.2596
99	0	DF_3	Max	778.739	0	0
99	0.5	DF_3	Max	778.739	0.4818	0
99	0	DF_3	Min	0	-2.0039	-39.4161
99	0.5	DF_3	Min	0	0	-4.224
99	0	DF_2	Max	772.785	0	0
99	0.5	DF_2	Max	772.785	0.3539	0
99	0	DF_2	Min	0	-2.183	-38.6881
99	0.5	DF_2	Min	0	0	-4.1886
99	0	DF_1	Max	781.427	0	0
99	0.5	DF_1	Max	781.427	0.3904	0
99	0	DF_1	Min	0	-2.1565	-39.2306
99	0.5	DF_1	Min	0	0	-4.2363
3	0	DF_3	Max	747.284	2.8673	10.2924
3	0.25	DF_3	Max	747.284	0	0
3	0	DF_3	Min	0	0	0
3	0.25	DF_3	Min	0	-0.9074	-9.5475
3	0	DF_2	Max	741.028	2.9405	9.9462
3	0.25	DF_2	Max	741.028	0	0
3	0	DF_2	Min	0	0	0
3	0.25	DF_2	Min	0	-1.0312	-9.4681
3	0	DF_1	Max	749.457	2.9489	10.1261
3	0.25	DF_1	Max	749.457	0	0
3	0	DF_1	Min	0	0	0
3	0.25	DF_1	Min	0	-1.0083	-9.5758
4	0	DF_3	Max	735.331	0	0
4	0.25	DF_3	Max	735.331	2.8928	19.7206
4	0	DF_3	Min	0	-1.0587	-1.6493
4	0.25	DF_3	Min	0	0	0
4	0	DF_2	Max	729.22	0	0
4	0.25	DF_2	Max	729.22	2.9657	19.2589
4	0	DF_2	Min	0	-1.1806	-1.6667
4	0.25	DF_2	Min	0	0	0
4	0	DF_1	Max	737.504	0	0
4	0.25	DF_1	Max	737.504	2.9744	19.5542
4	0	DF_1	Min	0	-1.1596	-1.6777
4	0.25	DF_1	Min	0	0	0

Viga inferior	**max**	812.37	2.97	19.72
	min	0.00	-2.18	-53.85

10. CONCLUSIONES

Con el presente informe y el anejo adjunto se justifica la viabilidad técnica del entronque de la nueva galería eléctrica prefabricada con la existente y se dimensiona el marco de refuerzo en la zona del hueco a realizar para la conexión con la nueva galería.

Como observado en el apartado de los resultados de cálculos del presente informe la actuación en la galería supone una variación localizada de algunos de los esfuerzos actuantes que en general no supera el 20% de los esfuerzos originales.

Se demuestra la variación es asumible por el elemento estructural dado el reducido valor del esfuerzo con respecto a espesor de la bóveda y considerando los coeficientes de seguridades de las acciones.

Se aconseja reducir la zona de excavación encima de la galería para reducir el efecto levantamiento que se pueda producir por efecto de descarga del terreno con respecto a las zonas sin excavar.

Se deberá comprobar el canto de los elementos de la galería existente en la fase de demolición indicada en los planos adjuntos, asimismo según lo observado en obra se deberán validar los resultados del presente estudio.

Jose Mª Velasco
Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Noviembre de 2010

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Ave sagrera
Fecha: 25/11/2010
Hora: 18:43:57

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

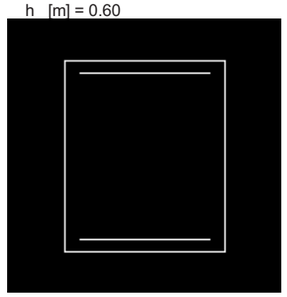
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

- Sección

Sección : 0.60X0.50
b0 [m] = 0.50
h [m] = 0.60



2 Comprobación

Tipo de armadura: cercos a 90.0º
separación s [m] = 0.13
ϕ [mm] = 12
nº ramas: 2
Area [cm²/m] = 17.4
ρ [·1.E-3] = 6

Inclinación de las bielas θ[º] = 45
Nd [kN] = 0.0
σyd [MPa] = 0.0

Vu1 [kN] = 1400.0
Vu2 [kN] = 458.3
Vcu [kN] = 110.3
Vsu [kN] = 348.0

- Resistencia a cortante:

Vu [kN] = 458.3

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: galerías eléctricas
Fecha: 25/11/2010
Hora: 18:54:32

Cálculo de juntas entre hormigones a rasante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-25

Tipo de acero: B-500-S

fck [MPa] = 25.00

fyk [MPa] = 500.00

- Rugosidad

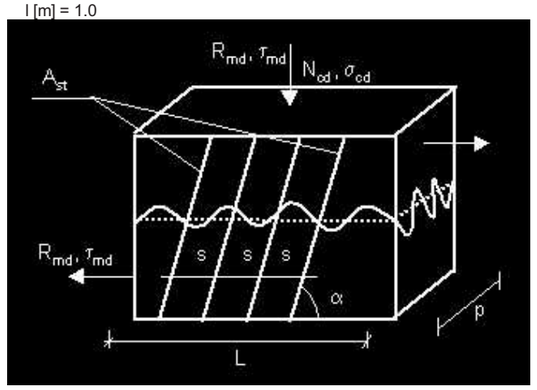
β = 0.40

μ = 0.90

- Geometría

p [m] = 0.6

l [m] = 1.0



- Resto datos

Ángulo de las armaduras α = 90.0

Axil sobre la superficie de contacto Nd [kN] = 0.0

2 Dimensionamiento

Esfuerzo rasante solicitante Rmd [kN/m] = 1022

Tensión rasante solicitante τmd [MPa] = 1.7

Rasante máximo Rmu max [kN] = 2500.0

Ast,total [cm²] = 20.4

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Ave sagrera
Fecha: 25/11/2010
Hora: 18:43:22

Cálculo de secciones rectangulares a torsion

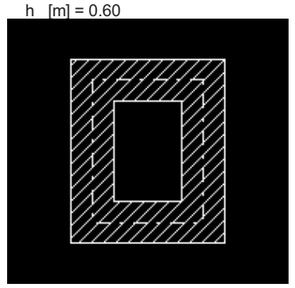
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : 0.60X0.50
b0 [m] = 0.50
h [m] = 0.60



2 Comprobación

he [m] = 0.136
Ae [m²] = 0.169
ue [m] = 1.656
θ [º] = 45.0
α = 1.20

- Armadura longitudinal

ϕ [mm] = 20
Número de barras = 4
Área [cm] = 12.57

- Armadura transversal

ϕ [mm] = 8
Número de estribos = 1
Separación [m] = 0.195
Área [cm²/m] = 2.58

Esfuerzo de agotamiento de las bielas Tu1 [kN·m] = 137.9
Esfuerzo de agotamiento de la armadura transversal Tu2 [kN·m] = 34.9
Esfuerzo de agotamiento de la armadura longitudinal Tu3 [kN·m] = 102.6
Resistencia a torsión Tu [kN·m] = 34.9

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Ave sagrera
Fecha: 25/11/2010
Hora: 19:03:42

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-25
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

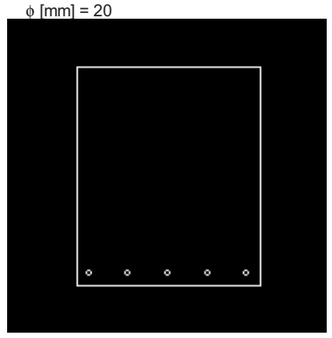
Clase general de exposición : I
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : 0.60X0.50
b [m] = 0.50
h [m] = 0.60

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 20



capa	nº barras	Separación [mm]
1	5	35.0

As [cm²] = 15.7
Ac,ef [cm²] = 925.0

2 Resultados

Mk [kN·m] = 151.16

Separación media entre fisuras sm [mm] = 131.0
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.78
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 106.2
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 185.7
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.17

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Ave sagrera
Fecha: 25/11/2010
Hora: 18:45:03

Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

1 Datos

- Materiales

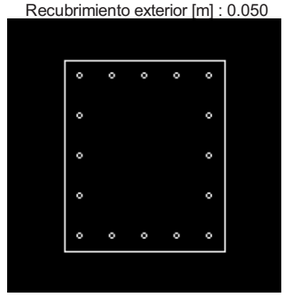
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : 0.60X0.50_G

Vértice	X [m]	Y [m]	Lado	nº barras
1	0.000	0.000	1-2	5
2	0.500	0.000	2-3	5
3	0.500	0.600	3-4	5
4	0.000	0.600	4-1	5

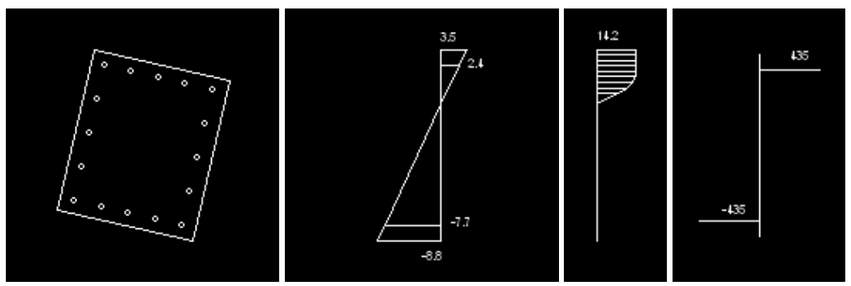
Recubrimiento exterior [m] : 0.050



2 Comprobación

ϕ [mm] = 20
Nd [kN] = 0
Mxd [kN·m] = 231.1
Myd [kN·m] = 35.9

Nu [kN] = 0
Mxu [kN·m] = 505.2
Myu [kN·m] = 78.5
γ = 2.19



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.20
ß [º] = 12.8
1/r [1/m]·1.E-3 = 17.6
εs ·1.E-3 = 3.5
εi ·1.E-3 = -8.8

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.06	2.4	435
0.64	-7.7	-435

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Ave sagrera
Fecha: 25/11/2010
Hora: 18:49:52

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

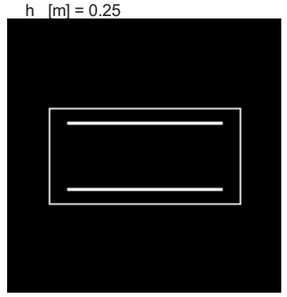
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

- Sección

Sección : 0.25X0.50
b0 [m] = 0.50
h [m] = 0.25



2 Comprobación

Tipo de armadura: cercos a 90.0º
separación s [m] = 0.126
ϕ [mm] = 12
nº ramas: 2
Area [cm²/m] = 18.0
ρ [·1.E-3] = 15

Inclinación de las bielas θ[º] = 45
Nd [kN] = 0.0
σyd [MPa] = 0.0

Vu1 [kN] = 525.0
Vu2 [kN] = 205.9
Vcu [kN] = 69.4
Vsu [kN] = 136.4

- Resistencia a cortante:

Vu [kN] = 205.9

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: galerías eléctricas
Fecha: 25/11/2010
Hora: 18:51:26

Cálculo de juntas entre hormigones a rasante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-25

Tipo de acero: B-500-S

fck [MPa] = 25.00

fyk [MPa] = 500.00

- Rugosidad

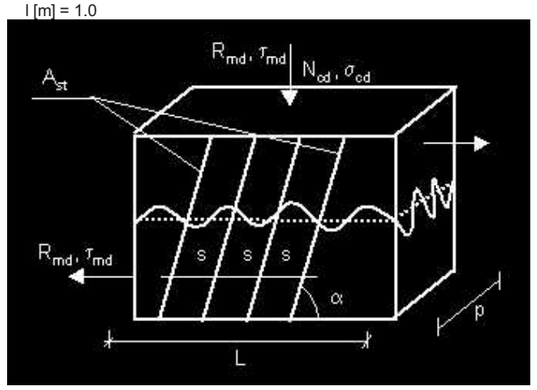
β = 0.40

μ = 0.90

- Geometría

p [m] = .5

l [m] = 1.0



- Resto datos

Ángulo de las armaduras α = 90.0

Axil sobre la superficie de contacto Nd [kN] = 0.0

2 Dimensionamiento

Esfuerzo rasante solicitante Rmd [kN/m] = 390.71

Tensión rasante solicitante τmd [MPa] = 0.8

Rasante máximo Rmu max [kN] = 2083.3

Ast,total [cm²] = 4.8

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Ave sagrera
Fecha: 25/11/2010
Hora: 18:50:46

Cálculo de secciones rectangulares a torsion

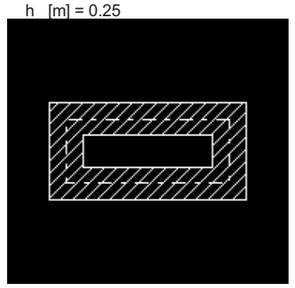
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : 0.25X0.50
b0 [m] = 0.50
h [m] = 0.25



2 Comprobación

he [m] = 0.083
Ae [m²] = 0.070
ue [m] = 1.168
θ [º] = 45.0
α = 1.20

- Armadura longitudinal

ϕ [mm] = 20
Número de barras = 4
Área [cm] = 12.57

- Armadura transversal

ϕ [mm] = 6
Número de estribos = 1
Separación [m] = 0.123
Área [cm²/m] = 2.30

Esfuerzo de agotamiento de las bielas Tu1 [kN·m] = 34.9
Esfuerzo de agotamiento de la armadura transversal Tu2 [kN·m] = 12.9
Esfuerzo de agotamiento de la armadura longitudinal Tu3 [kN·m] = 60.3
Resistencia a torsión Tu [kN·m] = 12.9

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Ave sagrera
Fecha: 25/11/2010
Hora: 19:04:15

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-25
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

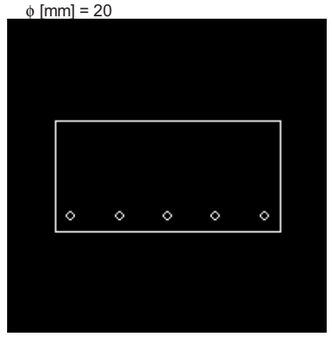
Clase general de exposición : I
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : 0.25X0.50
b [m] = 0.50
h [m] = 0.25

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 20



capa	nº barras	Separación [mm]
1	5	35.0

As [cm²] = 15.7
Ac,ef [cm²] = 312.5

2 Resultados

Mk [kN·m] = 41.70

Separación media entre fisuras sm [mm] = 92.4
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.65
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 54.3
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 140.7
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.10

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Ave sagrera
Fecha: 25/11/2010
Hora: 18:48:12

Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

1 Datos

- Materiales

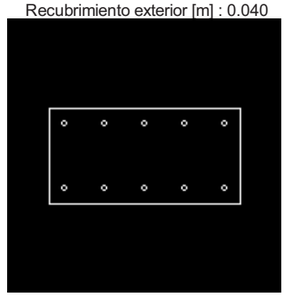
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : 0.25X0.50_G

Vértice	X [m]	Y [m]	Lado	nº barras
1	0.000	0.000	1-2	5
2	0.500	0.000	2-3	2
3	0.500	0.250	3-4	5
4	0.000	0.250	4-1	2

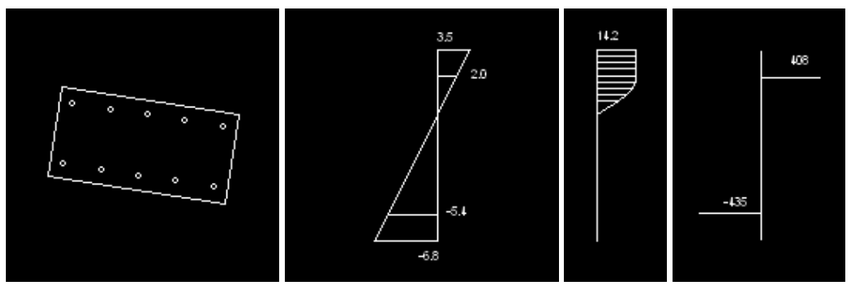
Recubrimiento exterior [m] : 0.040



2 Comprobación

ϕ [mm] = 20
Nd [kN] = 0
Mxd [kN·m] = 64.3
Myd [kN·m] = 30.4

Nu [kN] = 0
Mxu [kN·m] = 118.9
Myu [kN·m] = 56.2
γ = 1.85



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.11
ß [º] = 8.8
1/r [1/m]·1.E-3 = 32.0
εs ·1.E-3 = 3.5
εi ·1.E-3 = -6.8

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.05	2.0	408
0.28	-5.4	-435

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: galerías eléctricas
Fecha: 25/11/2010
Hora: 19:01:19

Cálculo de juntas entre hormigones a rasante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-25

Tipo de acero: B-500-S

fck [MPa] = 25.00

fyk [MPa] = 500.00

- Rugosidad

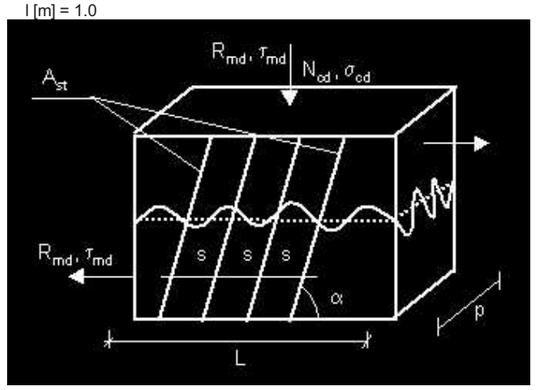
β = 0.40

μ = 0.90

- Geometría

p [m] = 0.50

l [m] = 1.0



- Resto datos

Ángulo de las armaduras α = 90.0

Axil sobre la superficie de contacto Nd [kN] = 0.0

2 Dimensionamiento

Esfuerzo rasante solicitante Rmd [kN/m] = 1218.6

Tensión rasante solicitante τmd [MPa] = 2.4

Rasante máximo Rmu max [kN] = 2083.3

Ast,total [cm²] = 27.2

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Ave sagrera
Fecha: 25/11/2010
Hora: 18:59:43

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

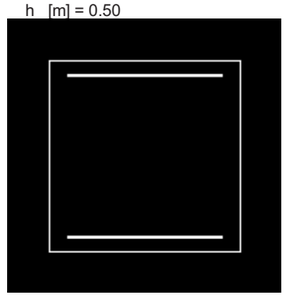
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

- Sección

Sección : 0.50X0.50
b0 [m] = 0.50
h [m] = 0.50



2 Comprobación

Tipo de armadura: cercos a 90.0º
separación s [m] = 0.13
ϕ [mm] = 12
nº ramas: 2
Area [cm²/m] = 17.4
ρ [·1.E-3] = 7

Inclinación de las bielas θ[º] = 45
Nd [kN] = 0.0
σyd [MPa] = 0.0

Vu1 [kN] = 1150.0
Vu2 [kN] = 384.4
Vcu [kN] = 99.1
Vsu [kN] = 285.4

- Resistencia a cortante:

Vu [kN] = 384.4

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Ave sagrera
Fecha: 25/11/2010
Hora: 19:00:28

Cálculo de secciones rectangulares a torsion

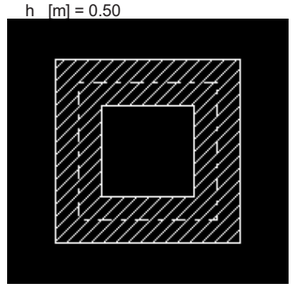
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : 0.50X0.50
b0 [m] = 0.50
h [m] = 0.50



2 Comprobación

he [m] = 0.125
Ae [m²] = 0.141
ue [m] = 1.500
θ [º] = 45.0
α = 1.20

- Armadura longitudinal

ϕ [mm] = 20
Número de barras = 4
Área [cm] = 12.57

- Armadura transversal

ϕ [mm] = 6
Número de estribos = 1
Separación [m] = 0.11
Área [cm²/m] = 2.57

Esfuerzo de agotamiento de las bielas Tu1 [kN·m] = 105.7
Esfuerzo de agotamiento de la armadura transversal Tu2 [kN·m] = 29.0
Esfuerzo de agotamiento de la armadura longitudinal Tu3 [kN·m] = 94.5
Resistencia a torsión Tu [kN·m] = 29.0

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Ave sagrera
Fecha: 25/11/2010
Hora: 19:02:56

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-25
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

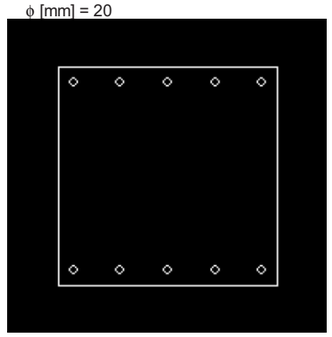
Clase general de exposición : I
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : 0.50X0.50
b [m] = 0.50
h [m] = 0.50

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 20



capa	nº barras	Separación [mm]
1	5	35.0
2	5	430.0

As [cm²] = 31.4
Ac,ef [cm²] = 1250.0

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2 Resultados

Nk [kN] = 812.37

Separación media entre fisuras sm [mm] = 152.0
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.45
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 102.0
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 129.0
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.12

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Ave sagrera
Fecha: 25/11/2010
Hora: 18:55:45

Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

1 Datos

- Materiales

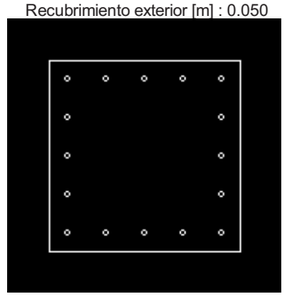
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : 0.50X0.50_G

Vértice	X [m]	Y [m]	Lado	nº barras
1	0.000	0.000	1-2	5
2	0.500	0.000	2-3	5
3	0.500	0.500	3-4	5
4	0.000	0.500	4-1	5

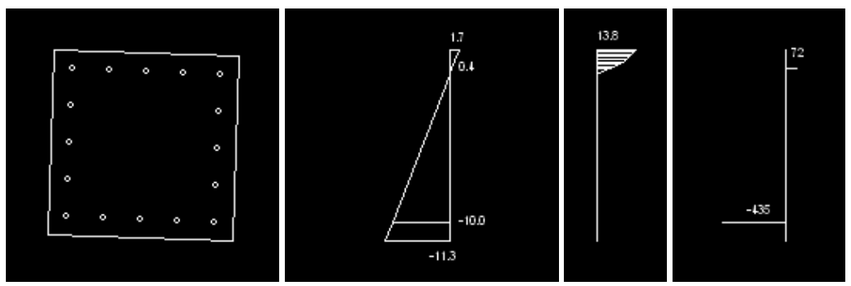
Recubrimiento exterior [m] : 0.050



2 Comprobación

ϕ [mm] = 20
Nd [kN] = -1218.6
Mxd [kN·m] = 84.12
Myd [kN·m] = 4.46

Nu [kN] = -1218.6
Mxu [kN·m] = 199.6
Myu [kN·m] = 10.6
γ = 2.37



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.07
ß [º] = 2.0
1/r [1/m]·1.E-3 = 25.0
εs ·1.E-3 = 1.7
εi ·1.E-3 = -11.3

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.05	0.4	72
0.47	-10.0	-435

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

amatria
ingeniería

PROYECTO: 817 AVE SAGRERA TRINIDAD
Nota aclaración sobre el informe "Conexión de la nueva galería eléctrica con la existente"

Referencia: 817 AVE SAGRERA TRINIDAD
Fecha: Abril 2011
Nombre de la obra: AVE SAGRERA CONEXIÓN DE LA NUEVA GALERÍA ELÉCTRICA CON LA EXISTENTE

1. OBJETO DE LA NOTA

La nota tiene por objeto dar respuesta a las aclaraciones pedidas por INOCSA sobre el Informe "Conexión de la nueva galería eléctrica con la existente" emitido el noviembre de 2010.

2. ACLARACIONES

Seguidamente se detallan las aclaraciones pedidas:

1 *Aunque se dan los valores de densidad del terreno, no se especifican las cargas introducidas en el modelo, ni se incluyen dichos datos de entrada, por lo que no se ha podido comprobar si son adecuados. Se solicita aclaraciones sobre las cargas introducidas en los modelos para cada una de las fases analizadas.*

A continuación se incluye una descripción de las cargas consideradas en el análisis de la galería eléctrica:

pp: peso propio de la galería. Para la valoración de las acciones debidas al peso propio se ha considerando un peso específico del hormigón armado de 25kN/m³

qt: peso propio de las tierras sobre la bóveda. Se considera un peso específico del relleno de tierras de 20kN/m³ y una altura de tierras de 12m desde la cota de la bóveda +12.00 hasta la cota de la urbanización futura +24.00.

qth: empuje lateral de las tierras calculado según la expresión siguiente:

$qth = \gamma t \cdot Ko \cdot z$ donde Ko =0.5 coeficiente de empuje en reposo
γt = 20kN/m³ peso unitario del terreno
z = 14.5m altura de tierras (12m de cobertura +h galería 2.5m)

fv: se ha considerado una sobrecarga correspondiente al tren de cargas de la IAP-98:

- Una sobrecarga uniforme de 4 kN/m² extendida en toda la plataforma del tablero o en parte de ella, según sea más desfavorable para el elemento en estudio.
- Uno o dos vehículos de 600 kN, cuyo eje longitudinal se considera paralelo al de la calzada, y formado cada uno por seis cargas de 100 kN.

Para el reparto de una carga puntual actuando en superficie a través de una profundidad de relleno se ha utilizado la teoría recogida en "*la Guía de Cimentaciones en Obras de carretera apartado 6.6.1 Cargas sobre la estructura"* De este reparto se deriva una carga uniforme sobre la bóveda de 3kN/m².

fh: empuje lateral de la sobrecarga de rodadura. Se considera una sobrecarga uniforme de 10kN/m² que multiplicado por el coeficiente de empuje en reposo k_0=0.5 proporciona una sobrecarga de 5kN/m².

2 *No se incluye el análisis de los esfuerzos obtenidos en las fases intermedia, cuando el empuje de tierras en la galería existente se produce por un solo lado. Parece que, especialmente una vez que el hueco se haya realizado en la galería existente, estas fases podrían resultar más condicionantes que la situación final. Se solicita la inclusión del análisis de los esfuerzos producidos durante las fases de ejecución en la galería existente.*

3 *No se incluye la comprobación a deslizamiento y vuelco de la galería existente durante las fases de ejecución. Debido a la gran altura de tierras en el lado no excavado, parece prudente incluir una comprobación de la estabilidad de la galería en las fases en las que queda al descubierto. Se solicita la inclusión de dichas comprobaciones en el informe.*

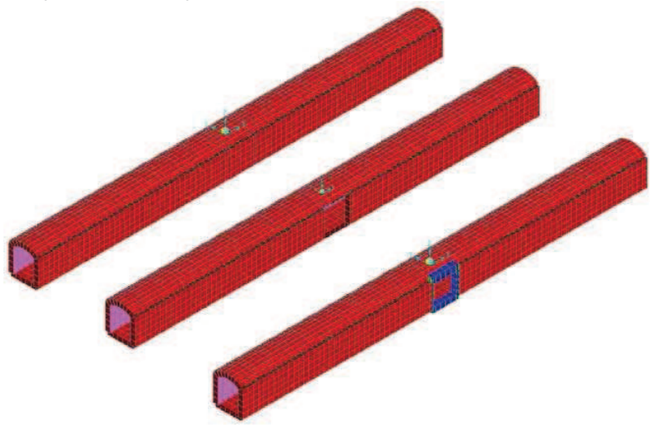
Para el estudio de la estabilidad al deslizamiento y al vuelco de la galería eléctrica durante la fase intermedia se ha realizado un modelo PLAXIS 2D que se adjunta como anejo de la presente nota.

En este estudio se concluye que el coeficiente de seguridad del talud es de 1.24, coeficiente que se considera aceptable dada la provisionalidad de la fase constructiva y porqué en la valoración de este coeficiente se desprecia la continuidad de la galería que hace que resulte segura al deslizamiento y al vuelco global.

Los esfuerzos obtenidos son asumibles aun considerando la sección resistente de la galería como si fuera hormigón en masa.

4 *No se incluye descripción del modelo y las cargas introducidas para el dimensionamiento del marco de refuerzo, únicamente los resultados de esfuerzos, por lo que no se han podido comprobar los datos de entrada. Se solicita inclusión en la memoria de dichos datos*

En el estudio de la fase de ejecución de una viga perimetral de refuerzo en la obertura realizada se introduce en el modelo SAP de la galería eléctrica de elementos shell un marco de elementos barra “frame”, ubicado alrededor del hueco y convenientemente discretizado para que trabaje conjuntamente con la galería eléctrica bajo la acción de las mismas cargas descritas en el apartado 1 de la presente nota.



Perspectiva del modelo SAP2000 de las fases de realización del hueco para el entronque y ejecución del marco de refuerzo.

amatria
ingeniería
www.amatria.com

5 *En la comprobación a fisuración de los elementos del marco se indica que el ambiente es de tipo I, si bien, por tratarse de una estructura enterrada, parece más adecuado considerar al menos IIa. Sin embargo, dados los valores de apertura de fisura obtenidos, el armado será igualmente válido para los esfuerzos indicados en el caso de ambiente IIa.*

En la comprobación de la fisuración la indicación del tipo de ambiente tipo I se trata de una errata. En el control de la fisuración se ha considerado un ambiente IIa con una obertura de fisura máxima de wk=0.3mm.

3. Conclusiones

En la presente nota se da respuesta a las aclaraciones demandadas por INOCSA referente al Informe “Conexión de la nueva galería eléctrica con la existente” emitido el noviembre de 2010.

Se ha descrito las cargas consideradas en el estudio de la galería eléctrica.

Se ha descrito el modelo de barras utilizado para el dimensionamiento del marco de refuerzo.

Se ha analizado la estabilidad de la galería eléctrica en fase provisional con la excavación desequilibrada. Según este estudio se concluye que el coeficiente de seguridad del talud es de 1.24, coeficiente que se considera aceptable dada la provisionalidad de la fase constructiva y porqué en la valoración de este coeficiente se desprecia la continuidad de la galería que hace que resulte segura al deslizamiento y al vuelco global.

Los esfuerzos obtenidos son asumibles aun considerando la sección resistente de la galería como si fuera hormigón en masa.

Jose Mª Velasco

Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Abril de 2011

amatria
ingeniería
www.amatria.com

PROYECTO: **817 AVE SAGRERA-TRINIDAD**
Anejo de cálculo comprobación de la estabilidad del talud para la conexión de la nueva galería eléctrica con la antigua en el lado sur

INOCSA
Una Empresa AECOM
14 ABR 2011
ENTRADA Nº 6628 ARCHIVO: 63

amatria
ingeniería
www.amatria.com

1. ANTECEDENTES

Referencia: 817
Fecha: Abril 2011
Nombre de la obra: Comprobación estabilidad galería existente es fase provisional

El objeto de la presente nota es comprobar la estabilidad de la galería eléctrica existente en la fase provisional de excavación para la conexión con la nueva galería de proyecto.

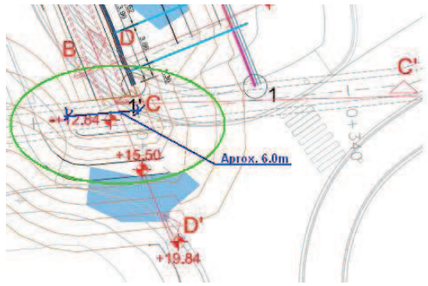


Figura 1: Planta zona de actuación, en magenta se observa la pantalla de protección.

2. DEFINICIÓN DE LA GEOMETRÍA DE ESTUDIO Y CONDICIONANTES DE OBRA

Los condicionantes de obra para la ejecución de la excavación para el reposicionamiento del la nueva galería eléctrica son:

- El principal condicionante es el espacio limitado entre el nuevo colector y los límites de la obra.
- El importante desnivel entre la rasante de las calles actual, +20.50m, y la cota de la excavación máxima +10.00m.

Como se observa estas condicionantes obligan a realizar una excavación, en la zona de la conexión entre la nueva y la antigua galería, que deja en el colector existente una carga desequilibrada como se muestra en la sección siguiente:

amatria
ingeniería
www.amatria.com

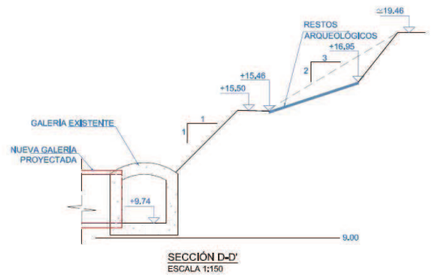


Figura 2: Sección talud en la zona de conexión con entre galerías.

Se hace notar que la excavación dejaría descubierto y con carga desequilibrada el colector existente solo en un tramo de aproximadamente 6.0m. Dada la continuidad del colector existente entre la zona excavada y la zona que queda con relleno consideramos seguro la estabilidad de la estructura frente al vuelco y al deslizamiento.

Si embargo para comprobar la seguridad frente al fallo del conjunto colector terreno se ha realizado un estudio con el programa PLAXIS, que permite un análisis completo, utilizando los modelos realizados en su día para comprobar la estabilidad del talud de excavación para la conexión entre las galerías.

Para las características del modelo y del terreno modelizado se hace referencia al estudio citado añadiendo aquí que se ha utilizado la litología más desfavorable de los sondeos más alejado de la actuación SCC20 y SCC10 donde aparece la capa de Qr2.

En el modelo utilizado se han considerado las siguientes fases donde en las primeras 3 fases se ha reproducido la situación existente previa a la actuación en examen:

1. Excavación para ejecución galería eléctrica actual.
2. Ejecución galería eléctrica actual.
3. Relleno en galería.
4. Excavación para conexión con nueva galería, excavación desequilibrada.

Se ha comprobado la estabilidad del conjunto colector-terreno-talud existente para la fase de excavación por medio de una fase adjunta en la que el programa calcula el factor de seguridad frente al fallo del sistema.

En el proceso de cálculo se define un "factor de reducción de resistencia"(Strength reduction factor) que indica el número de veces que habría que reducir la cohesión y el ángulo de rozamiento para que se produzca el colapso de la estructura.

Dicho de otra manera es el número de veces que la cohesión y el ángulo de rozamiento considerados superan los valores de cohesión y ángulo de rozamiento límites de estabilidad.

Colector existente

En el programa se introduce la rigidez por ml que corresponde a la rigidez de los elementos del colector por m:

EA= 13500000 kN/m
EI = 281250 kN·m² /m

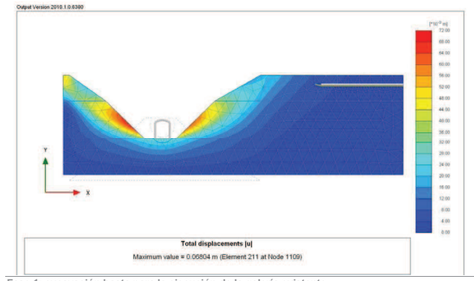
(E = 27000N/mm² Modulo elasticidad hormigón colector; A=0.50m² sección elementos colector)

En el programa se introduce un coeficiente de reducción de los parámetros del terreno en contacto con las pantallas, se ha considerado el siguiente valor:

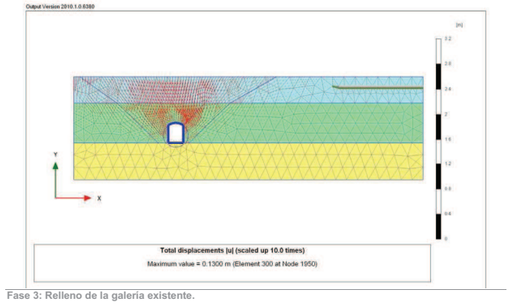
R=0.66

3. RESULTADOS

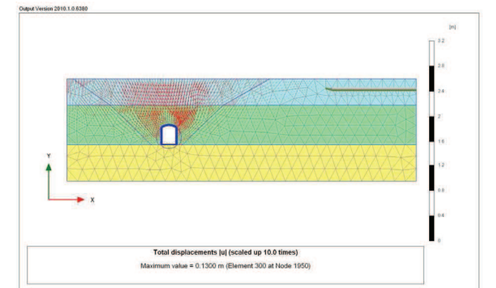
Se muestran los resultados para las fases de mayor interés para el estudio de los efectos de las fase intermedia de excavación desequilibrada de la galería eléctrica existente.



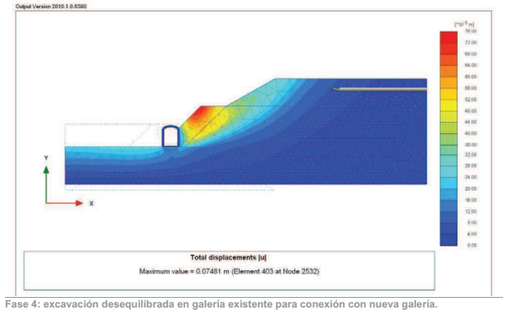
Fase 1: excavación hasta para la ejecución de la galería existente.



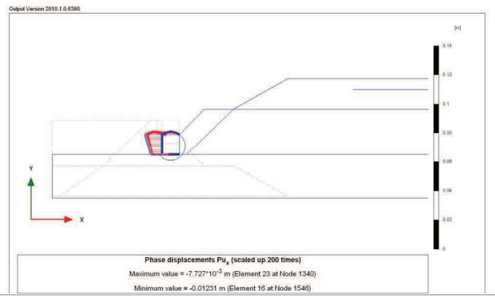
Fase 3: Relleno de la galería existente.



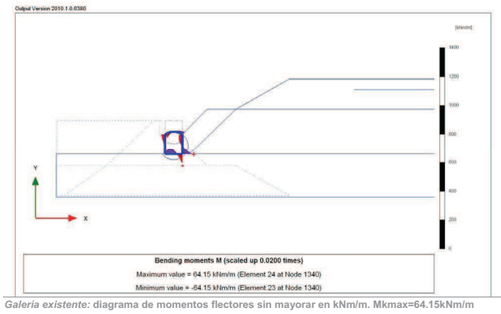
Fase 3: Relleno de la galería existente.



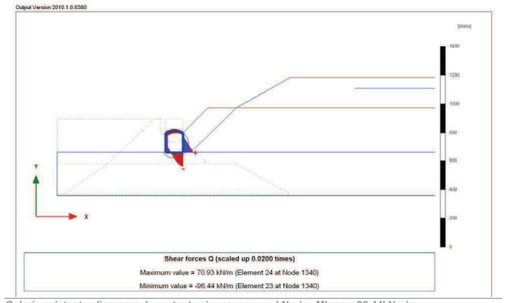
Fase 4: excavación desequilibrada en galería existente para conexión con nueva galería.



Galería existente: **Diagrama de desplazamientos horizontales en m en la fase 4 δhmax=12.31mm**



Galería existente: **diagrama de momentos flectores sin mayorar en kNm/m. Mkmax=64.15kNm/m**



Galería existente: **diagrama de cortante sin mayorar en kNm/m. Mkmax=96.44kNm/m**

A continuación se adjunta una tabla con los esfuerzos observados en la galería eléctrica durante la fase provisional:

		Vk (kNm)	Mk (kNm)
Fase intermedia	Max.	+70.93	+64.15
	Min.	-96.44	-64.15

Esfuerzos últimos de la sección de hormigón en masa. Se considera la sección de hormigón en masa al no disponer datos del armado de la galería eléctrica existente.

Mfis = fctm·Wb = 106.70kN·m > Mk

Donde Wb es el modulo de la sección bruta para el canto de 0.5m
fctm=2.56N/mm² Resistencia a tracción del hormigón HA-25

Vu = 239.4kN (calculado como esfuerzo rasante entre juntas)

Se observa que la sección bruta de galería eléctrica no llega a fisurar y que el esfuerzo cortante resistente es superior al actuante con un factor de seguridad mayor que 2.

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: colector soldevilla
Fecha: 14/04/2011
Hora: 12:49:03

Cálculo de juntas entre hormigones a rasante

1 Datos

- Materiales

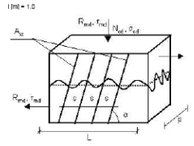
Tipo de hormigon: HA-25
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00

- Rugosidad

β = 0.40
μ = 0.90

- Geometría

p [m] = .5
l [m] = 1.0



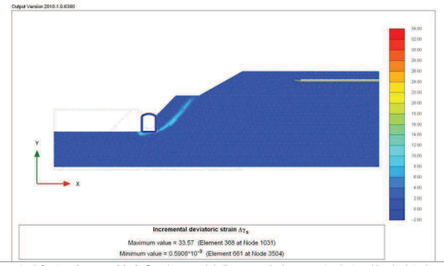
- Resto datos

Angulo de las armaduras α = 90.0
Axil sobre la superficie de contacto Nd [kN] = 0.0

2 Comprobación

Ast,total [cm²] = 0.0
Rasante último Rmu [kN] = 239.4
Rasante máximo Rmu max [kN] = 2083.3

Factor de seguridad para la Fase 4. Excavación desequilibrada



Fase control factor de seguridad: Se observa del diagrama de incremento de tensión deviatorica que el fallo afecta al conjunto galería existente-talud inferior en la capa más profunda.

PLAXIS *essential for geotechnical professionals*

Project description	: Estudio galería existente		**Output Version 2010.1.0.6380**
User name	: Amatria Ingeniería SL		
Project filename	: Estudio galería existente		Date : 14/04/2011
Output	: Calculation information		Page : 1

Step info			
Phase	<Phase 5>		
Step	137 of 137		
Calulation mode	Classical mode		
Step type	Safety		
Kernel type	32 bit		
Extrapolation factor	0.5000		
Relative stiffness	1.427E-9		
Multipliers			
Prescribed displacements X	M_{Displx}	0.000	ΣM_{Displx} 1.000
Prescribed displacements Y	M_{Disply}	0.000	ΣM_{Disply} 1.000
Load system A	M_{LoadA}	0.000	ΣM_{LoadA} 1.000
Load system B	M_{LoadB}	0.000	ΣM_{LoadB} 1.000
Soil weight	M_{Weight}	0.000	ΣM_{Weight} 1.000
Strength reduction factor	M_{sf}	0.1471E-3	ΣM_{sf} 1.244
Time	Increment	0.000	End time 0.000
Stage construction			
Active proportion total area	M_{Area}	0.000	ΣM_{Area} 0.7431
Active proportion of stage	M_{Stage}	0.000	ΣM_{Stage} 0.000

F.S. Logrado

Fase control factor de seguridad: Resultados de cálculo de estabilidad de la excavación desequilibrada en la galería existente. F.S.=1.24

Dado el carácter provisional de la actuación y teniendo en cuenta que en el modelo de cálculo al ser bidimensional se desprecia la continuidad del la galería existente consideramos aceptables el coeficiente de seguridad obtenido.

Ricart, Concepcion

De: Gonzalez Sanchez, Belen
Enviado el: viernes, 15 de abril de 2011 12:33
Para: Sanchez Rodriguez, Gloria; Calvo Perales, Isaac
CC: Buron Garcia, Jaime; facundo.ayuso@inocsa.es; Ricart, Concepcion; Martinez Garcia, Fernando
Asunto: SECTOR SAGRERA/ APROBACIÓN Entronque galería nueva con existente.

Gloria, Isaac,

Recibidas las aclaraciones de Amatria relativas a los comentarios realizados en el Informe de revisión de la Conexión de la galería eléctrica con la existente, y una vez revisado el anejo de cálculo de comprobación de la estabilidad del talud y la galería, se puede decir que:

- En la documentación recibida se da respuesta a las dudas que existían sobre las cargas introducidas en el modelo, verificándose que éstas son coherentes con las condiciones de contorno
- Se incluyen los análisis que se solicitaban en el informe, y se comprueba que se cumplen los requisitos de estabilidad y deslizamiento.
- Se incluye una comprobación de los esfuerzos que aparecen en la galería existente, concluyendo que son asumibles por la misma.
- Se describe además el modelo de barras utilizado para el dimensionamiento del marco de refuerzo.

Como conclusión, se puede decir que la validez estructural de la propuesta para la conexión de la galería eléctrica con la existente se puede considerar suficientemente justificada con la documentación recibida, por lo que no se encuentra impedimento para continuar con la ejecución de los elementos estructurales descritos, de acuerdo con las fases constructivas planteadas.

Un saludo,

Belén González Sánchez
Ing. Caminos, Canales y Puertos
Departamento de Estructuras
belen.gonzalez@aecom.com

INOCSA – An AECOM Company
C/ Quintana, 2 - Madrid (28008) SPAIN
T +34 915 487 790 F +34 915 487 791
www.inocsa.es
www.aecom.com

INOCSA
Una Empresa AECOM
15 ABR 2011
ENTRADA Nº 6634 ARCHIVO: 6.4.3/4.24

De: Sanchez Rodriguez, Gloria
Enviado el: jueves, 14 de abril de 2011 16:46
Para: Gonzalez Sanchez, Belen; Buron Garcia, Jaime; Ayuso Pagnacco, Facundo
CC: Calvo Perales, Isaac
Asunto: Notas aclaratorias entronque galería nueva con existente.

Buenas tardes Belén:

Te reenvío las aclaraciones de Corsán a las observaciones realizadas en el informe de revisión de conexión de la galería eléctrica.

Un saludo.

De: Angela Diez Ruiz [mailto:adiez@isoluxcorsan.com]
Enviado el: jueves, 14 de abril de 2011 16:01

10 - ESCALERA SALIDA CENTRAL PEATONES

amatria
ingeniería
www.amatria.com

PROYECTO: 817 AVE TRINITAT SAGRERA
Dimensionamiento de la escalera metálica de la salida norte de la galería eléctrica.

INOCSA
Una Empresa AECOM
0 4 MAR 2011
ENTRADA Nº 6268 ARCHIVO 6.3

1. ANTECEDENTES

Referencia: 817
Fecha: Marzo 2011
Nombre de la obra: AVE TRINIDAD - SAGRERA

Dentro de las obras de la línea de alta velocidad en el tramo Sagrera - Nus de la Trinitat se realiza la reposición de una galería eléctrica. Esta galería dispone de dos accesos de mantenimiento a cada lado de la plataforma ferroviaria.

El objeto del presente informe es presentar el diseño estructural de la escalera metálica de la salida peatonal norte de la galería eléctrica.

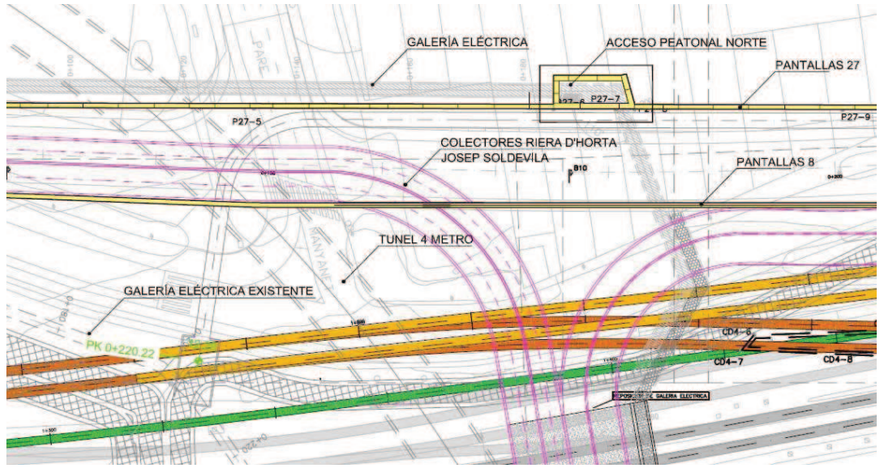


Figura 1: Planta ubicación de la salida peatonal norte de la galería eléctrica

2. ANÁLISIS

2.2 Definición geométrica

Para la escalera de mantenimiento se propone una escalera metálica con peldaños y rellanos de trámex que salva una altura de 13.93m entre las cotas 23.45m y la cotas 9.52m. La escalera presenta 7 vanos de longitudes variables entre 1.50m y 3.26m y 5 rellanos de longitudes comprendidas entre 0.7m y 0.8m. El ancho total de la escalera es de 1.88m a excepción del último tramo (parte superior) donde se incorpora un rellano de ancho 2.43m para encajar la escalera con la salida del vial en superficie.

La estructura portante de la escalera está constituida por perfiles UPN-180 que se apoyan en dos pilares HEB-140 y en la estructura general mediante anclajes con resina epoxi. Los peldaños de trámex presentan una huella de 0.25 y una contrahuella 0.2m y una achura de paso de 0.8m.

8060

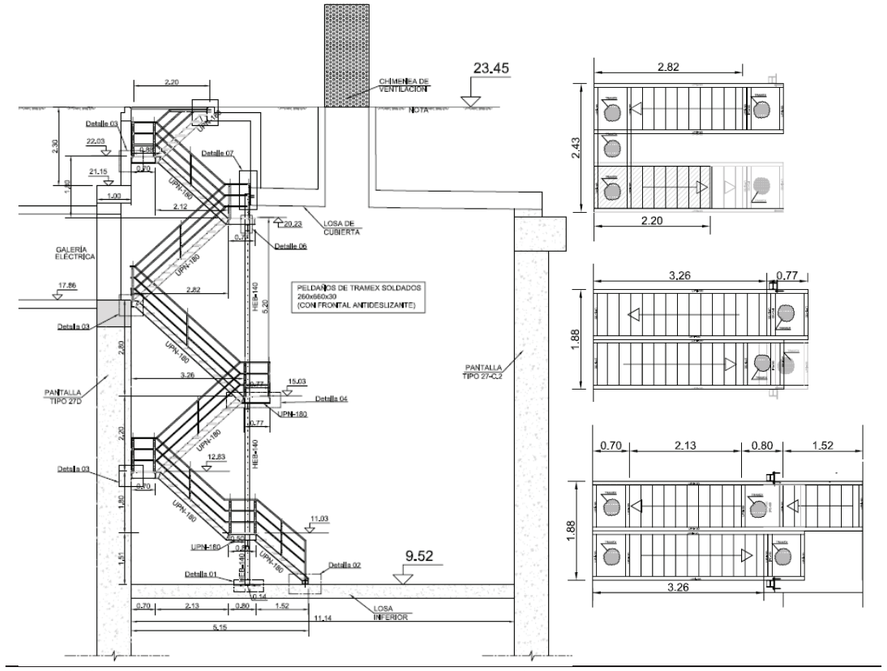


Figura 2: Geometría escalera metálica para el acceso a la galería eléctrica

2.3 Coeficientes de seguridad

Coeficientes de seguridad materiales:

Coeficiente de seguridad del acero B-500s.....$\gamma s = 1.15$
Coeficiente de seguridad del acero laminado S-275JR.....$\gamma s = 1.10$
Coeficiente de seguridad del acero para uniones soldadas.....$\gamma_M = 1.25$

Coeficientes de seguridad para acciones:

Coeficiente de seguridad para acciones en situaciones transitorias o provisionales…….....1.35
Coeficiente de seguridad para acciones variables…….....1.5

2.4 Normativa aplicada

Para el cálculo y la comprobación del elemento estructural se ha seguido:

Estructura metálica	Eurocódigo 3
	Código Técnico de la Edificación CTE
Hipótesis de Carga y Combinaciones	Instrucción de acero estructural EAE
	Eurocódigos.

amatria
ingeniería
www.amatria.com

2.5 Acciones y combinaciones

Se ha considerado las siguientes cargas sobre las bancadas:

- **Peso propio de la estructura:** se considera un peso propio del acero de 78,5kN/m^3
- **Peso propio trámex:** 0.4kN/m^2 (dato obtenido de un fabricante de Trámex).
- **Sobrecarga de uso para mantenimiento:** se ha considerado del lado de seguridad una sobrecarga correspondiente a muchedumbre de 4kN/m^2.

Combinaciones:

ELU: $1.35 \cdot p_{propio} + 1.35 \cdot p_{trámex} + 1.50 \cdot scu$
ELS: $1.00 \cdot p_{propio} + 1.00 \cdot p_{trámex} + 1.00 \cdot scu$

2.6 Metodología y proceso de cálculo

Mediante el programa de elementos finitos SAP2000 se ha realizado un modelo de barras de la escalera metálica con la geometría, los perfiles metálicos y las cargas expuestas en los apartados anteriores. Se ha comprobado las secciones resistentes de los perfiles mediante el propio programa SAP según metodología basada en el Eurocódigo3.

Con los esfuerzos máximos obtenidos en los apoyos del modelo SAP2000 se dimensiona los anclajes de la escalera mediante el programa "Hilti PROFIS Anchor"

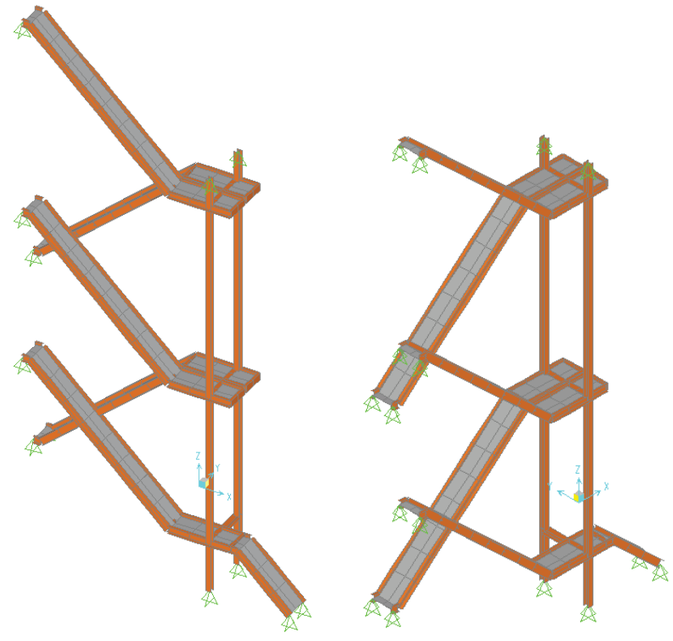


Figura 3: Perspectiva 3D de la escalera metálica. SAP2000

3. RESULTADOS

3.1Dimensionamiento de los perfiles metálicos

A continuación se presenta los diagramas de esfuerzos obtenidos del modelo SAP de la escalera y la comprobación de los perfiles según de el Eurocódigo3.

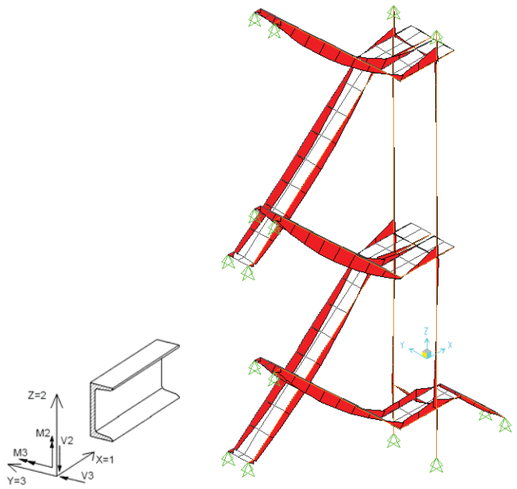


Figura 4: Diagrama de momentos flectores mayorados M3 SAP. Md3max=7.3kNm

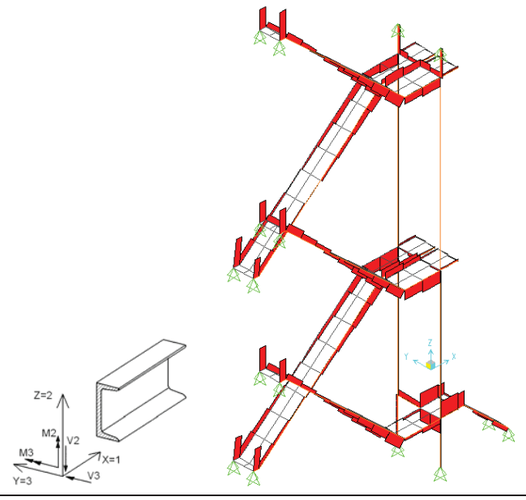


Figura 5: Diagrama de esfuerzos cortantes mayorados V2 SAP. Vd2max=15.4kN

amatria
ingeniería
www.amatria.com

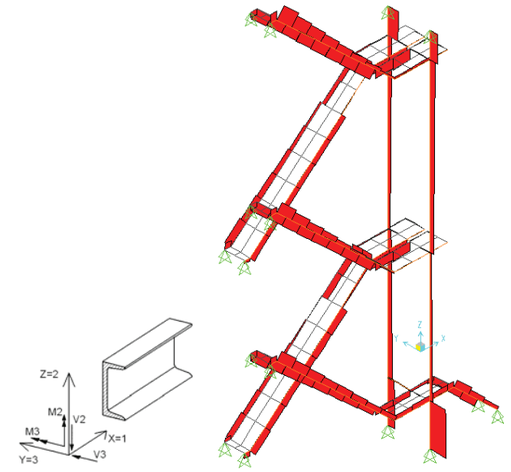


Figura 6: Diagrama de esfuerzos axiles mayorados F1 SAP. Fd1min=-25.3kNm (compresión) Fd1max=+17.7kNm (tracción)

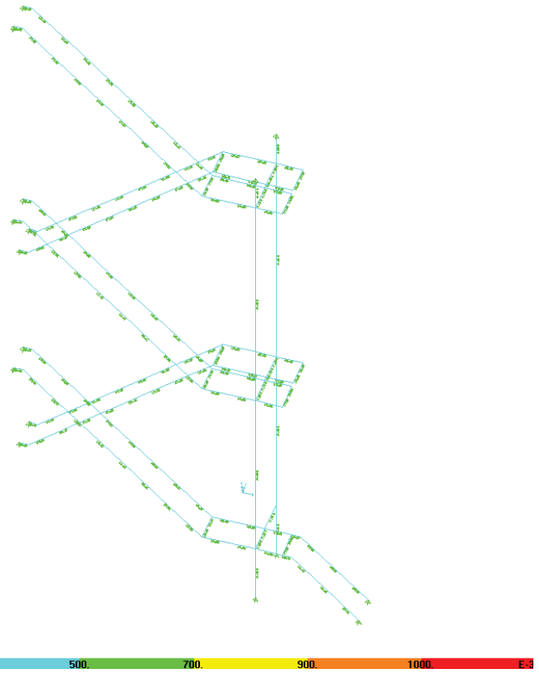


Figura 7: Comprobación SAP de los perfiles metálicos Ratio.

Como se observa en la imagen adjunta todos los perfiles de la bancada cumplen con un ratio σ_d/σ_u (esfuerzo solicitante/resistencia última) inferior a 0.5

3.2 Dimensionamiento de los anclajes de apoyo

A continuación se presenta las reacciones máximas obtenidas en los apoyos del modelo SAP de la escalera metálica. Estas reacciones son los datos input para el dimensionamiento de las placas de apoyo y los anclajes.

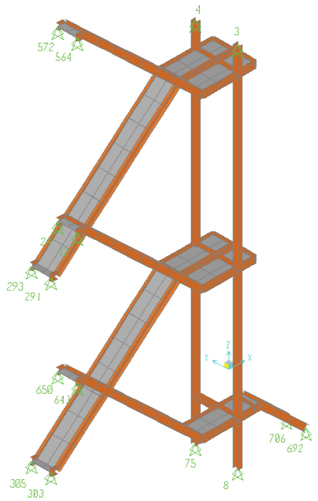


Figura 8: Esquema ubicación y numeración de los apoyos de la escalera.

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
3	cpqf1	6.1	1.4	12.6
4	cpqf1	0.7	1.4	16.3
8	cpqf1	0.2	0.5	25.3
12	cpqf1	-7.7	2.2	12.6
24	cpqf1	-6.4	-3.1	10.9
75	cpqf1	1.2	-0.7	10.6
291	cpqf1	4.3	-3.6	9.3
293	cpqf1	10.1	1.0	13.9
303	cpqf1	6.8	-3.8	11.1
305	cpqf1	6.8	1.4	11.3
564	cpqf1	-12.1	2.1	15.6
572	cpqf1	-7.0	-3.3	11.0
643	cpqf1	-7.2	2.6	11.4
650	cpqf1	-8.5	-2.7	12.5
692	cpqf1	3.5	0.7	0.0
706	cpqf1	8.8	0.8	-5.3
DETALLE 2				
706	cpqf1	**8.8**	**0.8**	**-5.3**
DETALLE 3				
564	cpqf1	-12.1	2.1	15.6
572	cpqf1	-7.0	-3.3	11.0
		-19.1	**-1.2**	**26.7**
DETALLE 7				
3	cpqf1	**6.1**	**1.4**	**12.6**

Para ver los cálculos del dimensionamiento de los anclajes con más detalle consultar el anejo adjunto:

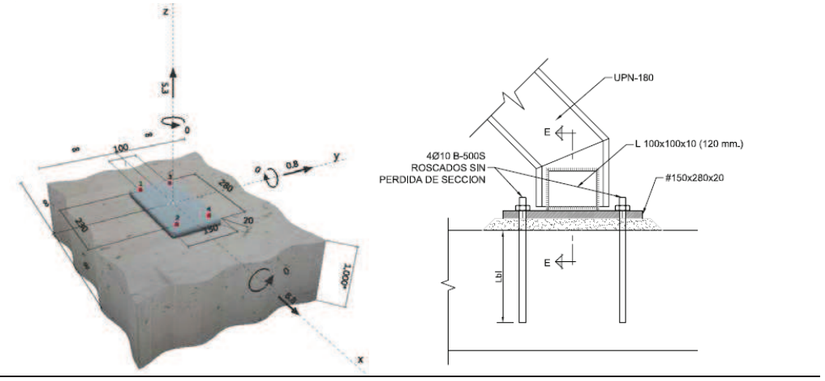


Figura 9: Detalle 2 de apoyo de la escalera metálica.

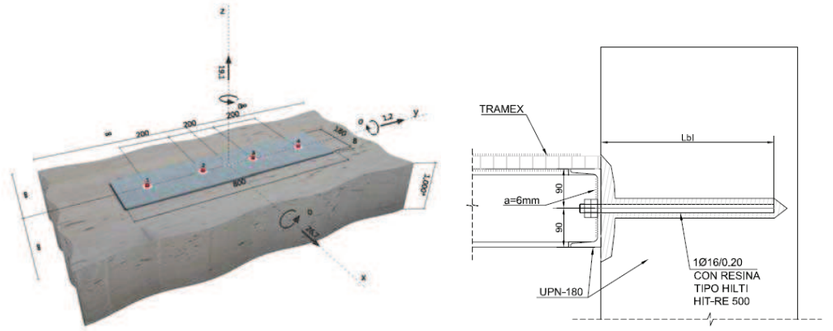


Figura 10: Detalle 3 de apoyo de la escalera metálica.

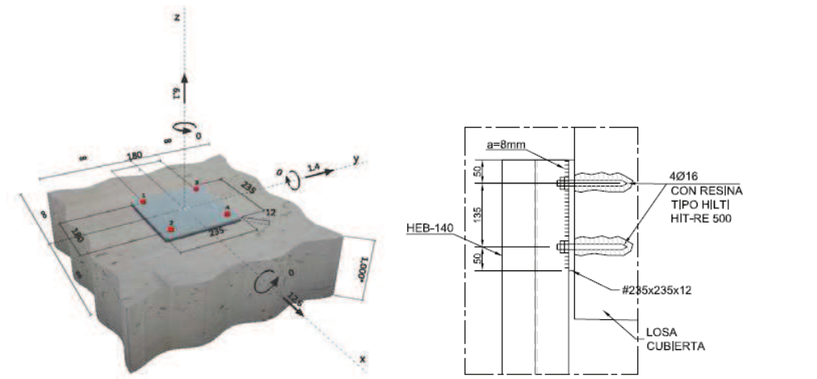


Figura 11: Detalle 7 de apoyo de la escalera metálica.

5. CONCLUSIONES

El presente informe justifica la viabilidad técnica de la escalera metálica propuesta para el acceso peatonal norte de la galería eléctrica.

Jose Mª Velasco

Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Marzo de 2011

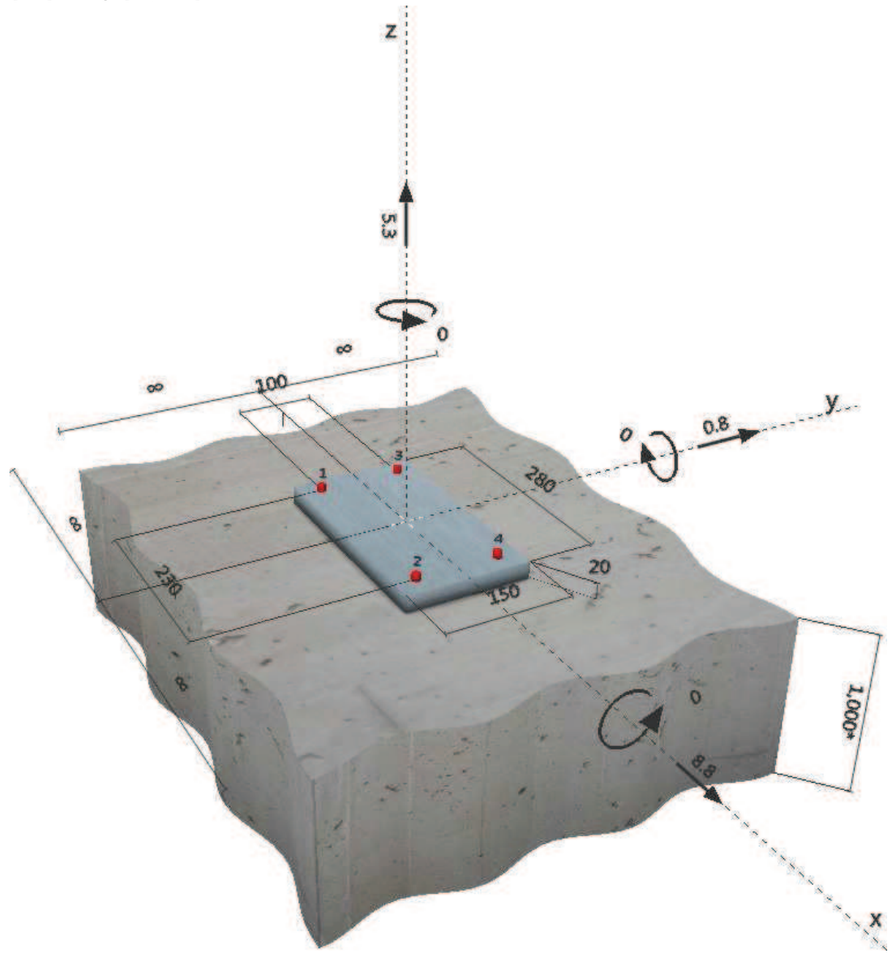
Empresa:		Página:	1
Proyectista:		Proyecto:	
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	- | -	Fecha:	03/03/2011
E-mail:			

Comentarios del proyectista :

1. Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	**HIT-RE 500 + Rebar, 10mm**
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef,opti}$ = 60 mm ($h_{ef,limit}$ = 200 mm)
Material:	BSt 500 S
Homologación No.:	ETA 04/0027
Establecidos I Válidos:	20/05/2009 | 28/05/2014
Prueba:	método de cálculo ETAG BOND; EOTA TR029
Fijación a distancia:	e_b = 0 mm (enrasado); t = 20 mm
Placa de anclaje:	l_x x l_y x t = 280 x 150 x 20 mm (Espesor de placa recomendado: no calculado)
Perfil	sin perfil
Material Base:	no fisurado hormigón , C25/30, f_{cc} = 30.00 N/mm²; h = 1000 mm, Temp. corto/largo: 0/0°C
Instalación:	taladro hecho con martillo, Condición de instalación: seco
Armadura:	sin armadura
	sin armadura de borde longitudinal

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse asegurar su correspondencia con las condiciones existentes asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

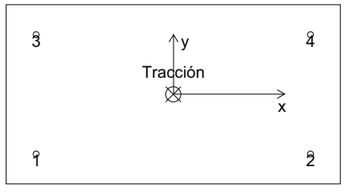
Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: - | -
E-mail:

2. Caso de carga/Resultante de cargas

Caso de carga (Cargas de diseño):

Reacciones en el anclaje [kN]
Carga de tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga de tracción	Carga de Cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	1.325	2.209	2.200	0.200
2	1.325	2.209	2.200	0.200
3	1.325	2.209	2.200	0.200
4	1.325	2.209	2.200	0.200



Máxima extensión del hormigón a compresión [‰]: 0.00
Máxima tensión del hormigón a compresión [N/mm²]: 0.00
Tracción resultante en (x/y)=(0/0) [kN]: 5.300
Compresión resultante en (x/y)=(0/0) [kN]: 0.000

3. Carga de tracción (EOTA TR 029, Sección 5.2.2)

Prueba	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Resultado
Fallo por Acero*	1.325	30.714	4	OK
Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón**	5.300	42.659	12	OK
Rotura por cono de hormigón**	5.300	38.089	14	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

Fallo por Acero

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
43.000	1.400	30.714	1.325

Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón

$A_{p,N}$ [mm²]	$A^0_{p,N}$ [mm²]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c [mm]
100800	32400	15.00	180	90	10000

ψ_c	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm²]	k	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
1.018	15.28	3.200	1.000	1.000

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000

$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
28.795	89.583	2.100	42.659	5.300

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse asegurar su correspondencia con las condiciones existentes asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: - | -
E-mail:

Rotura por cono de hormigón

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]
100800	32400	90	180

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000	10.100

$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
25.710	2.100	38.089	5.300

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse asegurar su correspondencia con las condiciones existentes asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

4. Cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.3)

Prueba	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_V [%]	Resultado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	2.209	14.667	15	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	8.836	106.651	8	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
22.000	1.500	14.667	2.209

Fallo por desconchamiento (cono de hormigón)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor
100800	32400	90	180	2.000

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000	10.100

$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,c1}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
25.710	1.500	106.651	8.836

5. Cargas combinadas de tracción y cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.4)

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Resultado
0.139	0.151	1.5	11	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha <= 1$

6. Desplazamientos

El desplazamiento del anclaje más solicitado debe ser calculado de acuerdo con la homologación pertinente bajo el efecto de las siguientes cargas características.

N_{Sk} = 0.981 [kN]

V_{Sk} = 1.636 [kN]

¡Los desplazamientos aceptables en los anclajes dependen del tipo de construcción de la fijación y deben ser definidos por el proyectista!

7. Avisos

- La tensión de adherencia característica depende de las temperaturas de corto y largo plazo
- La verificación de la transferencia de cargas al material base debe ser verificada de acuerdo EOTA TR 029 Section 7!
- Se asume que la placa es lo suficientemente rígida para no sufrir deformaciones cuando esté solicitada!
- The design is only valid if the clearance hole in the fixture is not larger than the value given in Table 4.1 of EOTA TR029! For larger diameters of the clearance hole see Chapter 1.1. of EOTA TR029!

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

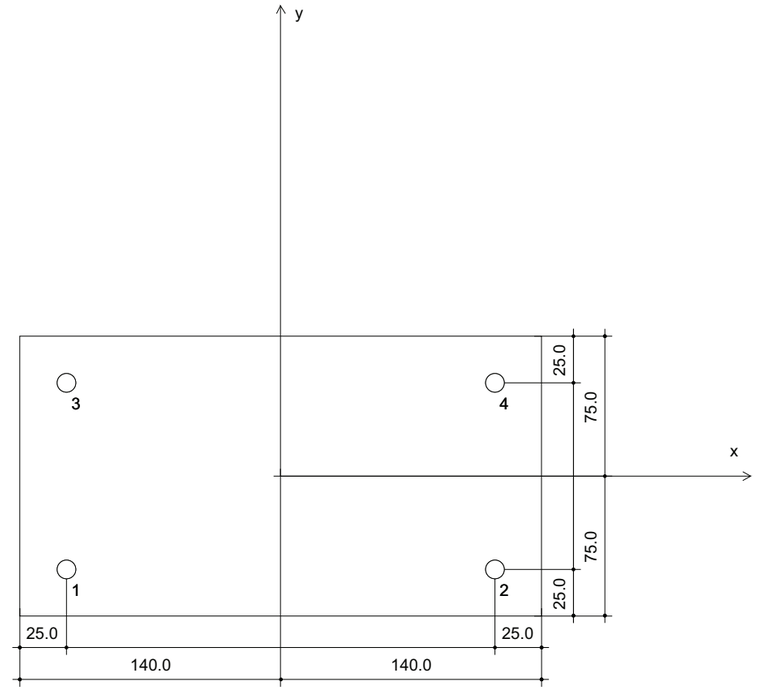
¡La introducción de datos y resultados deben verificarse asegurar su correspondencia con las condiciones existentes asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

www.hilti.es PROFIS Anchor 2.1.2

8. Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: -
Perfil: sin perfil
Diámetro de taladro en chapa: d_f = 10 mm
Espesor de placa (introducir): 20 mm
Espesor de placa recomendado: no calculado
Limpieza: Se requiere limpieza manual del taladro

Tipo y tamaño de anclaje: HIT-RE 500 + Rebar, 10mm
Par de apriete de instalación: 0.000 kNm
Diámetro de taladro en material base: 14 mm
Profundidad de taladro (min/max): 60 mm
Mínimo espesor del material base: 100 mm



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-115	-50	-	-	-	-
2	115	-50	-	-	-	-
3	-115	50	-	-	-	-
4	115	50	-	-	-	-

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse asegurar su correspondencia con las condiciones existentes asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

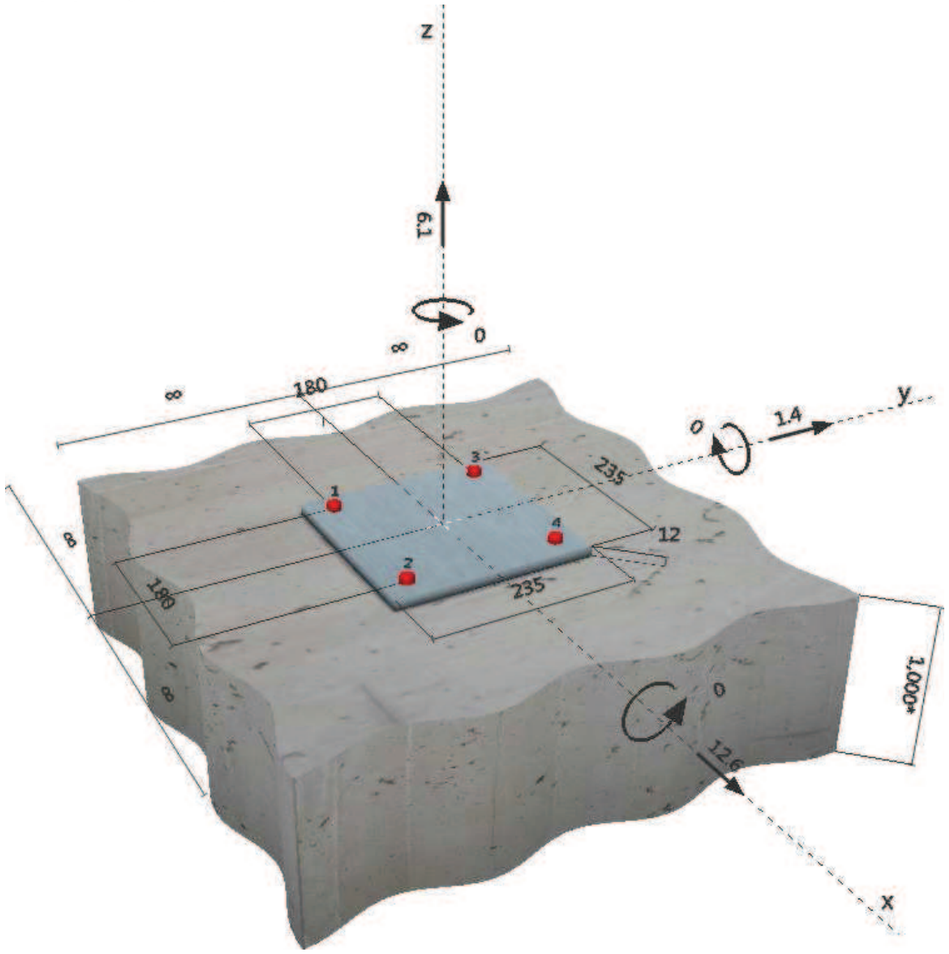
Empresa:		Página:	1
Proyectista:		Proyecto:	
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	- | -	Fecha:	03/03/2011
E-mail:			

Comentarios del proyectista :

1. Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	**HIT-RE 500 + Rebar, 16mm**
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef,opti}$ = 80 mm ($h_{ef,limit}$ = 320 mm)
Material:	BSt 500 S
Homologación No.:	ETA 04/0027
Establecidos I Válidos:	20/05/2009 | 28/05/2014
Prueba:	método de cálculo ETAG BOND; EOTA TR029
Fijación a distancia:	e_b = 0 mm (enrasado); t = 12 mm
Placa de anclaje:	l_x x l_y x t = 235 x 235 x 12 mm (Espesor de placa recomendado: no calculado)
Perfil	sin perfil
Material Base:	no fisurado hormigón , C25/30, f_{cc} = 30.00 N/mm²; h = 1000 mm, Temp. corto/largo: 0/0°C
Instalación:	taladro hecho con martillo, Condición de instalación: seco
Armadura:	sin armadura
	sin armadura de borde longitudinal

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



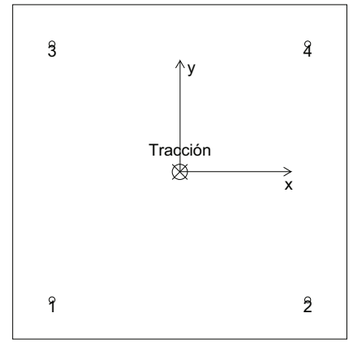
Empresa:		Página:	2
Proyectista:		Proyecto:	
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	- | -	Fecha:	03/03/2011
E-mail:			

2. Caso de carga/Resultante de cargas

Caso de carga (Cargas de diseño):

Reacciones en el anclaje [kN]
Carga de tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga de tracción	Carga de Cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	1.525	3.169	3.150	0.350
2	1.525	3.169	3.150	0.350
3	1.525	3.169	3.150	0.350
4	1.525	3.169	3.150	0.350



Máxima extensión del hormigón a compresión [‰]: 0.00
Máxima tensión del hormigón a compresión [N/mm²]: 0.00
Tracción resultante en (x/y)=(0/0) [kN]: 6.100
Compresión resultante en (x/y)=(0/0) [kN]: 0.000

3. Carga de tracción (EOTA TR 029, Sección 5.2.2)

Prueba	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Resultado
Fallo por Acero*	1.525	79.286	2	OK
Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón**	6.100	83.613	7	OK
Rotura por cono de hormigón**	6.100	57.726	11	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

Fallo por Acero

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
111.000	1.400	79.286	1.525

Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón

$A_{p,N}$ [mm²]	$A^0_{p,N}$ [mm²]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c [mm]
176400	57600	14.00	240	120	10000

ψ_c	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm²]	k	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
1.018	14.26	3.200	1.000	1.000

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000

$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
57.335	175.588	2.100	83.613	6.100

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: - | -
E-mail:

Rotura por cono de hormigón

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]
176400	57600	120	240

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000	10.100

$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
39.584	2.100	57.726	6.100

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse asegurar su correspondencia con las condiciones existentes asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: - | -
E-mail:

4. Cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.3)

Prueba	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_V [%]	Resultado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	3.169	36.667	9	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	12.678	161.634	8	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
55.000	1.500	36.667	3.169

Fallo por desconchamiento (cono de hormigón)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor
176400	57600	120	240	2.000

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000	10.100

$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,c1}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
39.584	1.500	161.634	12.678

5. Cargas combinadas de tracción y cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.4)

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Resultado
0.106	0.086	1.5	6	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha <= 1$

6. Desplazamientos

El desplazamiento del anclaje más solicitado debe ser calculado de acuerdo con la homologación pertinente bajo el efecto de las siguientes cargas características.

N_{Sk} = 1.130 [kN]

V_{Sk} = 2.348 [kN]

¡Los desplazamientos aceptables en los anclajes dependen del tipo de construcción de la fijación y deben ser definidos por el proyectista!

7. Avisos

- La tensión de adherencia característica depende de las temperaturas de corto y largo plazo
- La verificación de la transferencia de cargas al material base debe ser verificada de acuerdo EOTA TR 029 Section 7!
- Se asume que la placa es lo suficientemente rígida para no sufrir deformaciones cuando esté solicitada!
- The design is only valid if the clearance hole in the fixture is not larger than the value given in Table 4.1 of EOTA TR029! For larger diameters of the clearance hole see Chapter 1.1. of EOTA TR029!

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

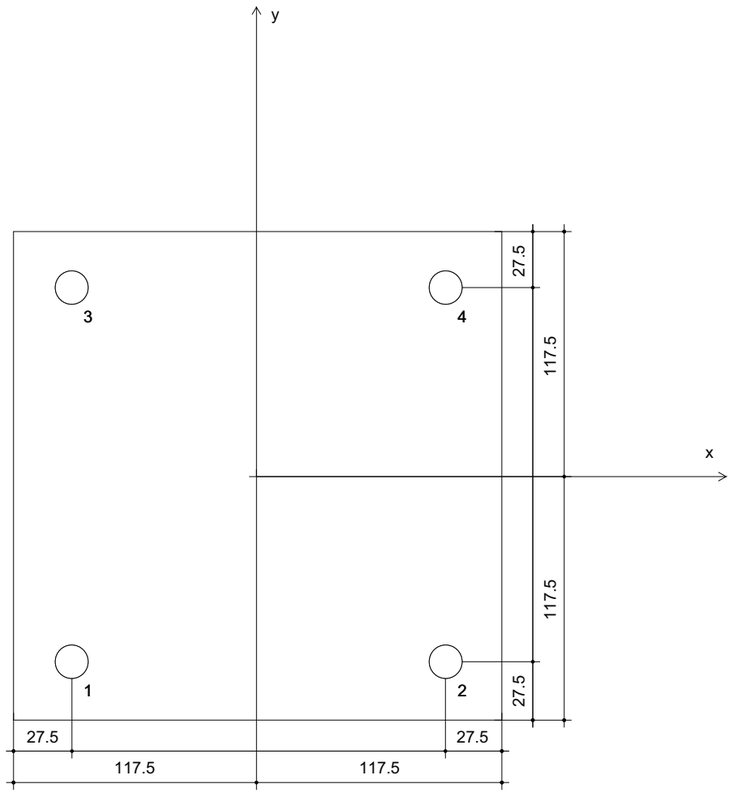
¡La introducción de datos y resultados deben verificarse asegurar su correspondencia con las condiciones existentes asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:		Página:	5
Proyectista:		Proyecto:	
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	- | -	Fecha:	03/03/2011
E-mail:			

8. Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: -
Perfil: sin perfil
Diámetro de taladro en chapa: d_f = 16 mm
Espesor de placa (introducir): 12 mm
Espesor de placa recomendado: no calculado
Limpieza: Se requiere limpieza manual del taladro

Tipo y tamaño de anclaje: HIT-RE 500 + Rebar, 16mm
Par de apriete de instalación: 0.000 kNm
Diámetro de taladro en material base: 20 mm
Profundidad de taladro (min/max): 80 mm
Mínimo espesor del material base: 120 mm



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-90	-90	-	-	-	-
2	90	-90	-	-	-	-
3	-90	90	-	-	-	-
4	90	90	-	-	-	-

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse asegurar su correspondencia con las condiciones existentes asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Ricart, Concepcion

De: Buron Garcia, Jaime
Enviado el: viernes, 18 de marzo de 2011 13:21
Para: Sanchez Rodriguez, Gloria
CC: Calvo Perales, Isaac; Ayuso Pagnacco, Facundo; Ricart, Concepcion
Asunto: SECTOR SAGRERA / SOLICITUD ACLARACIONES - RE: Memoria de cálculo escalera salida central de peatones.

Gloria,

Revisado el documento de "*Dimensionamiento de la escalera metálica de la salida norte de la galería eléctrica*" para las obras de del Sector Sagrera, podemos decir que en él se justifica la validez del diseño estructural propuesto para la estructura metálica de la escalera (perfiles principales y anclajes a elementos de hormigón) con comprobación satisfactoria de los Estados Límite determinantes (comprobación tensional en rotura de los perfiles y cálculo de los anclajes a posteriori en elementos de hormigón anexos) a partir de resultados de esfuerzos obtenidos con modelos de elementos finitos coherentes con las condiciones de contorno.

Asimismo, en los 3 planos adjuntos (2.9.16.8 – Hojas 1 a 3 de 3) se definen de forma completa unas dimensiones y espesores de los elementos metálicos que resultan coherentes con los cálculos justificativos y con alcance suficiente para abordar su ejecución. Se detectan, sin embargo, discrepancias, omisiones y/o erratas en planos sobre las que se solicita aclaración como paso previo a la aprobación para la transmisión de las definiciones estructurales del documento revisado a planos constructivos:

- En la definición de los distintos detalles (hoja 2 de 3) se emplea una denominación para los mismos que no coincide con la empleada en el resto de planos (ver, por ejemplo, detalle 05 de apoyo de zanca en pantalla) o se repite para distintos elementos a definir (ver detalle 05 para apoyo de zanca en pantalla y para anclaje de pilares a losa de cubierta), generando confusión en la definición del conjunto. Se solicita aclaración al respecto y corrección de planos para evitar confusiones en el momento de la ejecución de la estructura.
- En el apoyo de los perfiles UPN-180 que conforman las zancas de la escalera sobre los travesaños IPE-180 entre pilares, se echa en falta la disposición de rigidizadores del alma de los travesaños IPE-180 situados bajo las almas de los perfiles de las zancas para asegurar la correcta transmisión de tensiones en el apoyo. Se solicita aclaración al respecto y, en su caso, inclusión de la rigidización citada en la próxima versión de los planos.

En consecuencia, a la espera de recibir aclaración sobre los aspectos referidos se recomienda no abordar la ejecución de los elementos estructurales de la propuesta de escalera en estudio.

Un saludo,

Jaime Burón García
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Departamento de Estructuras
jaime.buron@inocsa.es
jaime.buron@aecom.com

INOCSA, Una Empresa AECOM.
Quintana, 2 - Madrid (28008), España
T +34 915 487 790 F +34 915 487 791
www.inocsa.es
www.aecom.com

INOCSA
Una Empresa AECOM
18 MAR 2011
ENTRADA Nº 6383 ARCHIVO 4.2.4/642

De: Sanchez Rodriguez, Gloria
Enviado el: jueves, 10 de marzo de 2011 12:56
Para: Buron Garcia, Jaime; Ayuso Pagnacco, Facundo
CC: Calvo Perales, Isaac
Asunto: Memoria de cálculo escalera salida central de peatones.

Buenos días Jaime:

Te adjunto uno de los documentos a revisar la próxima semana. Se trata de una escalera metálica en la salida central de peatones de la galería eléctrica, en la P27. A continuación te paso los planos.
Nos sentamos dentro de un rato con Corsán para organizar la próxima semana, esta tarde lo hablamos.

Saludos.

De: Angela Diez Ruiz [mailto:adiez@isoluxcorsan.com]
Enviado el: viernes, 04 de marzo de 2011 17:12
Para: Sanchez Rodriguez, Gloria; Calvo Perales, Isaac
CC: Jose Vicente Peñas Bermudez; Jose Joaquin Asensio Rodriguez; Miguel Abellan Alcaraz
Asunto: Memoria de cálculo escalera salida central de peatones.

Buenos días,
Adjunto la memoria de cálculo de la salida central de peatones ajustada a la cota +23.45, con rellano de acceso a la galería eléctrica a la cota +17.86, con un rellano de distribución en el último tramo, de ancho 2.43m, para encajar la escalera con la salida del vial en superficie y con un peldañeado de huella 0.25m y contrahuella de 0.20m. Además adjunto la justificación del cálculo de los anclajes. Los planos son los que se han enviado en el sendfile de ayer.
Un saludo,

Ángela Díez Ruiz
Jefe de Producción
L.A.V. Tramo La Sagrera-Nudo de la Trinidad
Corsán Corviam Construcción
Teléfono: 93.352.97.65

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD
El correo electrónico vía Internet no permite asegurar ni la confidencialidad de los mensajes transmitidos ni su integridad o correcta recepción. Si no consintiera éste, rogamos nos lo notifique de manera inmediata.
Este mensaje va dirigido únicamente a su destinatario y pudiera contener información confidencial cuya divulgación esté prohibida por ley. Si lo recibe por error, rogamos nos lo comunique de manera inmediata por esta misma vía y proceda a su eliminación, así como a la de cualquier documento adjunto al mismo. Asimismo, si no es el destinatario de este mensaje, se le informa de que su lectura, copia, distribución y utilización, así como la de cualquier documento adjunto, están prohibidas.

CONFIDENTIALITY WARNING
Internet e-mail does not allow neither the confidentiality nor the completeness nor proper receipt of the messages sent. If you do not consent to the use of Internet e-mail, please notify us immediately.
This message is intended exclusively for its addresser and it could be contained confidential information which spreading is forbidden by law. If you received this in error, please contact the sender and delete it and any attachment. If you are not the addresser indicated in this message, please be informed that any reading, copy, distribution or use of it or its attachments is forbidden.

11 - CUBIERTA Y CASETÓN SALIDA CENTRAL PEATONES

Barcelona, 13 de Abril del 2011

LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA CUBIERTA SALIDA PEATONES CORSAN

(Estudio para la sección tipo con luz de cálculo de 4,31m)

Dr. I.C.C.P Luis M. Bozzo

1.0 Modelo y Cargas

Este estudio de adecuación constructiva propone una alternativa para la cubrición de la obra "Cubierta salida peatones" empleando prelosas pretensadas de la empresa PRETECNIA. La propuesta emplea una solución semi-prefabricada pretensada.

La solución consiste en un forjado uni-direccional formado por prelosas pretensadas de 15cm completadas "in situ" con una capa superior de hormigón de 20cm. La tipología, por tanto, corresponde a un forjado semi-prefabricado-pretensado. A continuación se detallan el análisis y dimensionado realizados.

Hasta este punto se han realizado los cálculos con las siguientes cargas:

Hipótesis:

- Peso propio losa de 35cm 8,75kN/m2
- Permanentes: 49,6kN/m2
- S/C: 20kN/m2
- Cargas especiales de fachadas de 30kN/m alrededor de huecos

Las cargas permanentes se obtuvieron por la información facilitada por la constructora y la sc del MOPU se consideró como equivalente.

Con respecto a la mayoración de acciones para este estudio se consideró un factor de 1,35 para el peso propio, 1,4 para las cargas permanentes y 1,5 para las variables.

Así la carga mayorada por m2 es

Hipótesis 1:

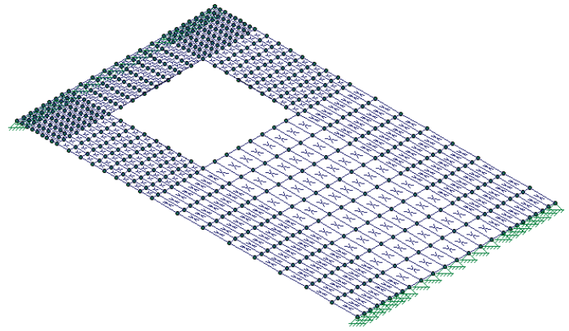
Q_1* = 111,24kN/m2

El modelo corresponde a una barra de 1m de ancho por la luz de cálculo. La prelosa es de 15cm con una fuerza de pretensado máxima en planta de 1828kN/m.

A continuación se detallan los resultados para cada análisis realizado.

2.0 Prelosa especial en zona agujero de 120cm (la misma placa se usará conservadoramente para las zonas "tipo" sin agujero, es decir placas 1-2-3 y 5):

En este análisis se consideró el modelo mostrado en la figura:



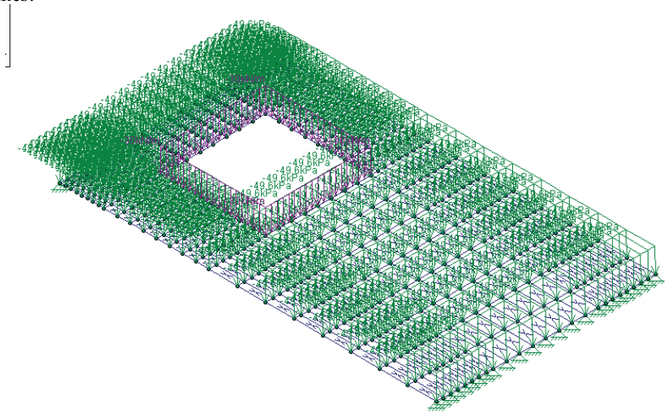
(ancho 2,5m, luz de 4,31m y agujero centrado de 120cm)

Se observa que conservadoramente se considera el agujero como rectangular de mayor dimensión al agujero circular real cargándose en el borde del agujero con 30kK/m. Esta simplificación se realiza para estar acordes con la dirección del armado dispuesto.

Las cargas básicas son las siguientes:

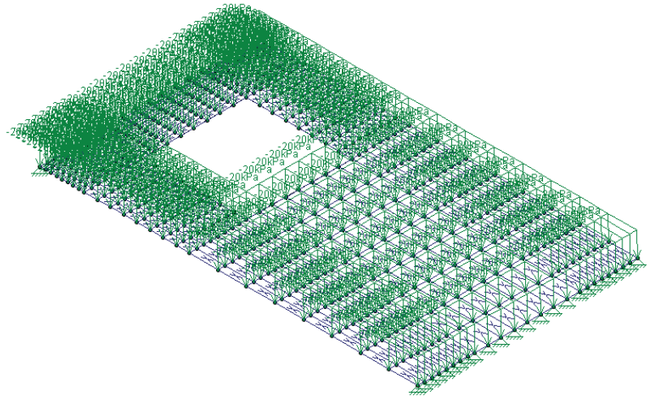
Peso propio (se calcula directamente por el programa)

Permanentes:

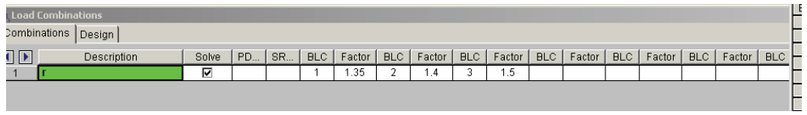


(uniforme tierras 49,6kN/m2 y lineal de 30kN/m alrededor agujero)

Variables:

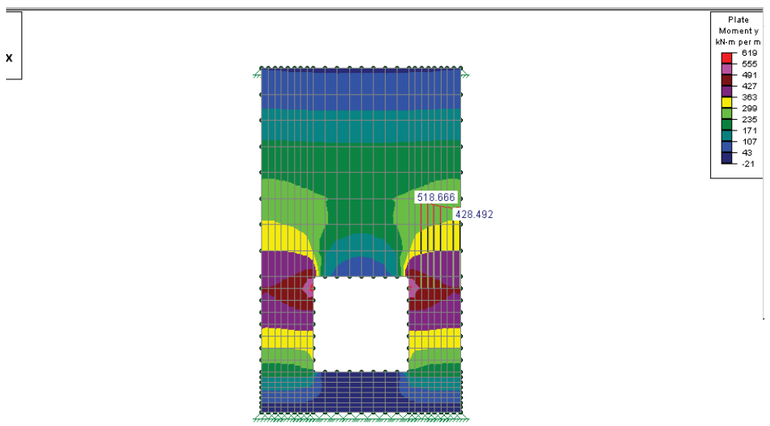


Los factores de mayoración e hipótesis se muestran a continuación:



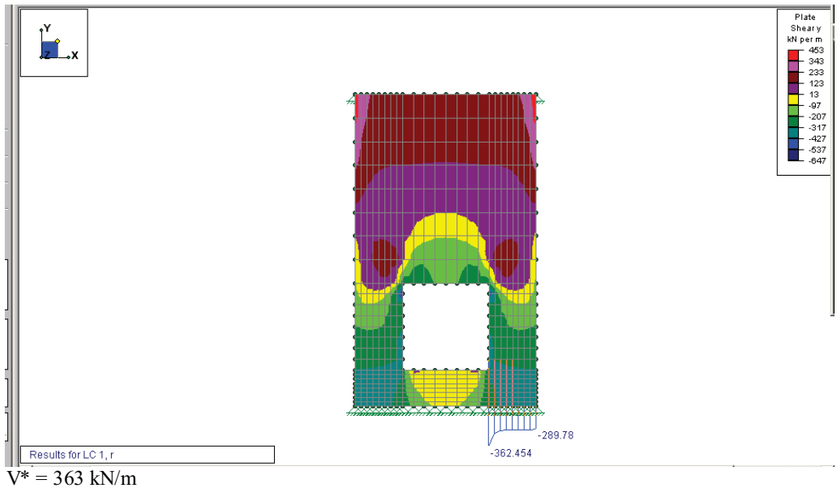
Con este modelo se obtuvieron los siguientes resultados:

Momentos flectores:



max positivo +518kNm/m

Cortante en extremos luz de cálculo:

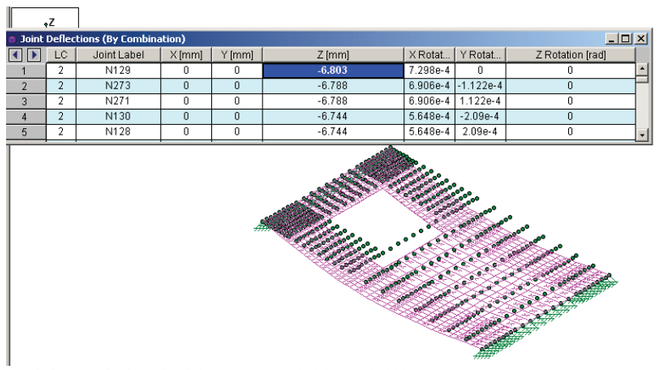


V* = 363 kN/m

Conservadoramente para cortante se calcula directamente con la carga mayorada y con un factor adicional de 1,85 originado por el agujero al 50% de la pieza:

Vu = 1,85x11,1x 4,31/2 = 46T/m (460kN/m)

Flechas (en servicio):



(Valor máximo relativo de 6,8mmcm o L/600 < L/500).

- **Dimensionamiento**

ELU FLEXION

Momento positivo: 51,8Tm/m El área de pretensado de la prelosa T-39 es de 14cm2/m (27 cables de 9,3mm por metro), y esta transmite un momento último de hasta 52,5Tm/m, según se verifica a continuación de las tablas de autorización de uso:

FITXA DE CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES - SEGONS EHE - DEL FORJAT AMB PRELLOSA PRETENSADA MASSISSA - (ATEFOR)

Generalitat de Catalunya
Direcció General d'Arquitectura i Paisatge

FABRICANT Signat
Nom: ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE LOS FORJADOS, S.L.
Localitat: CASTELLBISBAL - BARCELONA
Direcció : c/. Industria nº 9-11 Pol.in. Comte de Sert
Codi Postal : 08755

079022 03.05.2005
CADUCA ALS 5 ANYS
AUTORITZACIÓ ADMINISTRATIVA VISAT

TÈCNIC AUTOR DE LA MEMORIA Signatu
Nom: ENRIC XERCAVINS VALLS

FULL 61 DE 70

TIPUS DE FORJAT	CANTELL TOTAL	TIPUS DE PRELLOSA	FLEXIÓ POSITIVA (1) Moment Ultim M_u (m KN.m)	MOMENT FISSURACIÓ (m KN.m)	RIGIDESA (m2 MN.m) bruta $E.I_b$	RIGIDESA (m2 MN.m) fissurada $E.I_{fs}$	M. Límit de servei (3) (m KN.m) Mo	Mó	M0,2	Rasant Ultim (KN.m)	TALLANT Ultim FORMIGÓ V_{cu} (KN.m) (2)	TALLANT Ultim 2 Ø 4 GELOSÍA V_{su} (KN.m)
15 + 20	35	T - 34	296,83	164,06	131,93	105,55	135,98	192,14	220,84	125,87	209,78	59,05
		T - 35	347,98	192,98	132,95	108,09	164,58	221,39	250,42	125,87	209,78	59,05
		T - 36	396,40	222,36	133,96	111,64	193,63	251,09	280,46	125,87	209,78	59,05
		T - 37	442,08	252,18	134,97	114,38	223,12	281,24	310,94	125,87	209,78	59,05
		T - 38	485,03	282,45	135,96	118,23	253,07	311,83	341,87	125,87	209,78	59,05
		T - 39	525,24	313,16	136,94	120,13	283,45	342,87	373,24	125,87	209,78	59,05
		T - 40	562,71	344,30	137,92	122,05	314,27	374,34	405,04	125,87	209,78	59,05
		T - 41	597,44	375,88	138,88	124,00	345,52	406,24	437,27	125,87	209,78	59,05
		T - 42	629,44	407,88	139,84	125,98	377,19	438,57	469,93	125,87	209,78	59,05
		T - 43	658,70	440,31	140,79	127,99	409,30	471,32	503,01	125,87	209,78	59,05
		T - 44	685,23	473,15	141,73	130,03	441,82	504,48	536,51	125,87	209,78	59,05

NOTA : valors per m. d'amplada

(2) Valor V_{cu} segons EHE sense contribució de l'armadura de tallant.

(3) 3 Moments que corresponen a cada classe d'exposició segons EHE:
Mo moment de descompressió de la fibra inferior de la secció
Mó moment que produeix tensió nul·la en la fibra de la secció situada a la profunditat de l'armadura inferior
M0,2 moment que produeix fissures d'ample 0,2 mm

Els moments, rasants i tallants amb les càrregues majorades per els coeficients emprats (per càrregues permanents o sobrecàrregues) han de ser menors que els valors últims de la fitxa. Els moments sense majorar, han de ser menors als de servei segons l'ambient o classe.

NOTA: (1) a 28 dies. Per un altra edat es multiplicará pel factor:

Edat	7 dies	14 dies	21 dies	28 dies	3 mesos	6 mesos	1 any	>5 anys
Rigideç	0,83	0,89	0,91	1,00	1,06	1,13	1,16	1,20
M.fissuració	0,78	0,86	0,96	1,00	1,10	1,17	1,22	1,27

Segons Classe d'exposició, obertura màxima de fissura:
W_kI=0,2 mm. W_kIIa=0,2[1] mm. W_kIIb i IV=descompressió ([1] veure art. 49.2.4 EHE)

(este valor también se puede verificar directamente de las fichas técnicas adjuntas)

Con relación a armaduras mínimas de la capa de compresión en la dirección transversal la dispuesta es de una barra del 10 cada 20 superior).

La armadura mínima es 0,0018x100x20 = 3,6cm y la dispuesta es de 3,9cm2/m

ELU CORTANTE:

Cortante: 480kN/m a eje de apoyo.

Considerando la EHE se tendría para la zona de la prelosa a cada lado del hueco de 120cm con 3 ramas del 10 cada 8cm:

Vs = 34T/m
Vc_min=12T/m

Por lo que se cumple pues Vc+Vs = 46T/m.

En la sección pasado el agujero se tendría:

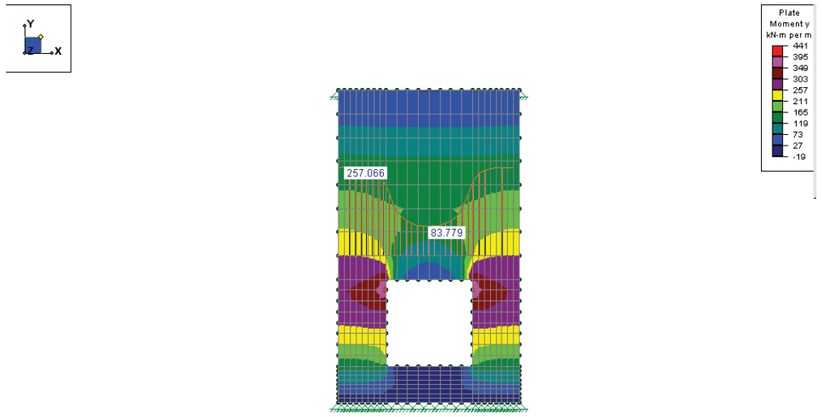
Vu = 1,85 x 11,1 x 1 = 20T/m

Y los estribos están cada 20cm

Vc + Vs = 12T/m + 14T/m = 26T/m > 20T/m

EL FISURACION:

Según fichas técnicas el momento de fisuración es de 37kN/m por lo que se cumple este ELS.



ELU RESISTENCIA AL FUEGO

La prelosa de 15cm con recubrimiento de 40mm cumple requisito de RF120. Según la EHE en su tabla A.7.7 el recubrimiento mínimo para REI 120 es de 35mm.

- **Manipulación en obra**

La prelosa será trasladada suspendida de 4 puntos equidistantes mediante ganchos embebidos. Dado que la longitud de las prelosas es de 4,3m la distancia máxima entre ganchos es aproximadamente 3m.

- **Descripción de las prelosas**

Las prelosas serán de 15cm de espesor y 250cm de ancho con hormigón H50 y refuerzo de pretensado de 14,04cm2/m. La posición de este refuerzo con respecto a la fibra inferior de la prelosa será de 4,465cm lo que da una excentricidad de 0,535cm. La fuerza en pretensado en planta será de 1830kN/m y la resistencia mínima del hormigón antes de la transferencia será H40. Los estribos serán de 3 ramas del 10 cada 8 cada 15 y cada 20. Las celosías para la placa tipo serán del diámetro 4mm separadas cada 10-20cm. El pretensado se dará mediante 27 cordones (Y 1860 S7 en página 103 tabla 32.5.b de la EHE) de 9,3mm de diámetro (Ap = 0,52cm2 cada uno) por metro.

- **Prelosa autoportante**

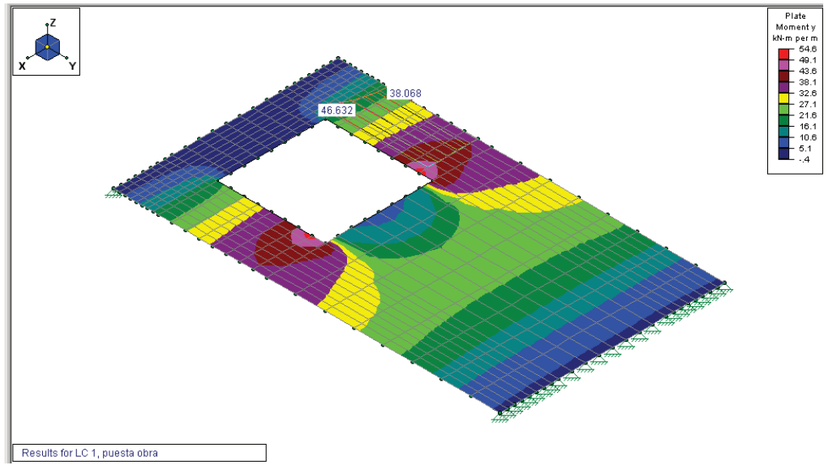
Las prelosas serán de 15cm de espesor con hormigón H50 y refuerzo de pretensado de 14,04cm2/m lo cual dada la excentricidad de los cables generan contraflecha en la planta. De esta forma la flecha constructiva sería la originada por el hormigón in situ menos la contraflecha obteniéndose un valor muy bajo.

Sin considerar el efecto anterior la flecha constructiva sería de solo 7mm por lo que en obra se esperan valores inferiores a 5mm.

Member Section Deflections (By Combination)

	L...	Member Label	S...	x [mm]	y [mm]	z [mm]	x Rotat...	(n) L/y ...	(n) L/z ...
1	1	M3	1	0	0	7.528	7.856e-4	NC	NC
2			2	0	0	7.69	-2.68e-4	NC	7399.362
3			3	0	0	7.752	-4.923e-4	NC	5367.846
4			4	0	0	7.69	-2.68e-4	NC	7399.362
5			5	0	0	7.528	7.856e-4	NC	NC
6	1	M2	1	0	0	-3.022	-1.215e-4	NC	NC
7			2	0	0	-4.641	-2.695e-4	NC	2435.855
8			3	0	0	-5.984	-3.627e-4	NC	1693.376
9			4	0	0	-6.976	-4.459e-4	NC	2089.05
10			5	0	0	-7.528	-4.515e-4	NC	NC
11	1	M4	1	0	0	7.528	-4.515e-4	NC	NC
12			2	0	0	6.976	-4.459e-4	NC	2089.05
13			3	0	0	5.984	-3.627e-4	NC	1693.376
14			4	0	0	4.641	-2.695e-4	NC	2435.855
15			5	0	0	3.022	-1.215e-4	NC	NC
16	1	M1	1	0	0	-3.022	-5.787e-3	NC	NC
17			2	0	0	-3.054	-6.079e-3	NC	NC
18			3	0	0	-3.063	-6.114e-3	NC	NC
19			4	0	0	-3.054	-6.079e-3	NC	NC
20			5	0	0	-3.022	-5.787e-3	NC	NC

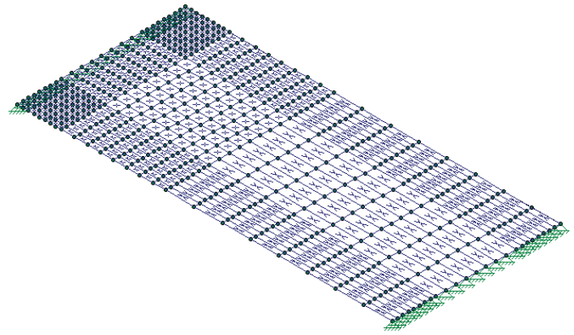
En cuanto a la solicitación en las placas durante el hormigonado el momento sería de 5Tm/m



Según fichas técnicas el momento último de una placa de 15cm con 14cm2/m es de 13Tm/m.

3.0 Prelosa número 4 en zona agujero:

En este análisis se consideró el modelo mostrado en la figura:

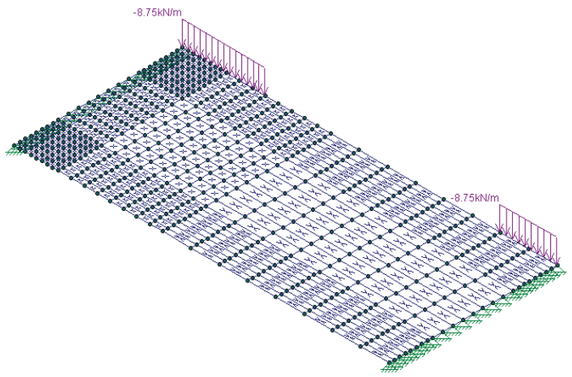


(ancho 1,93m, luz de 4,31m y carga lateral del agujero)

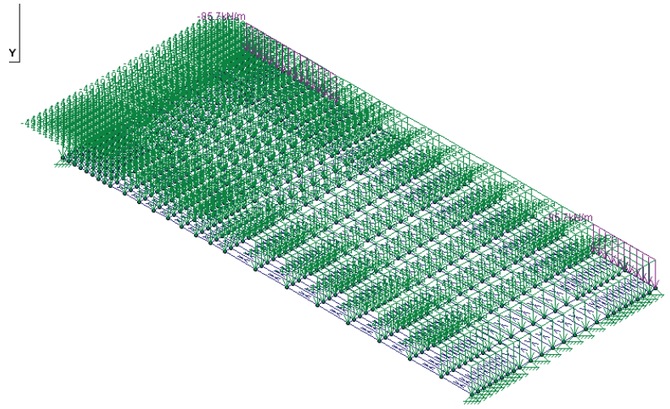
Se observará posteriormente que conservadoramente se considera la carga del agujero en todo el borde común con la placa de 10+10cm.

Las cargas básicas son las siguientes:

Peso propio (se calcula directamente por el programa por lo que solo se añade peso placas 10+10 que cargan en placa 4)

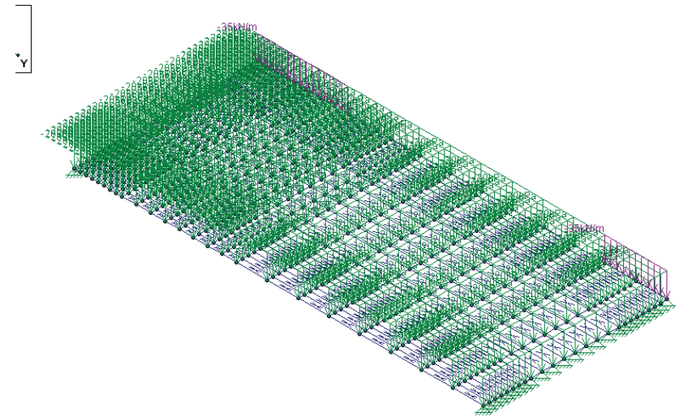


Permanentes:



(uniforme tierras 49,6kN/m2 y lineal de 86kN/m alrededor agujero)

Variables:



Los factores de mayoración e hipótesis se muestran a continuación:

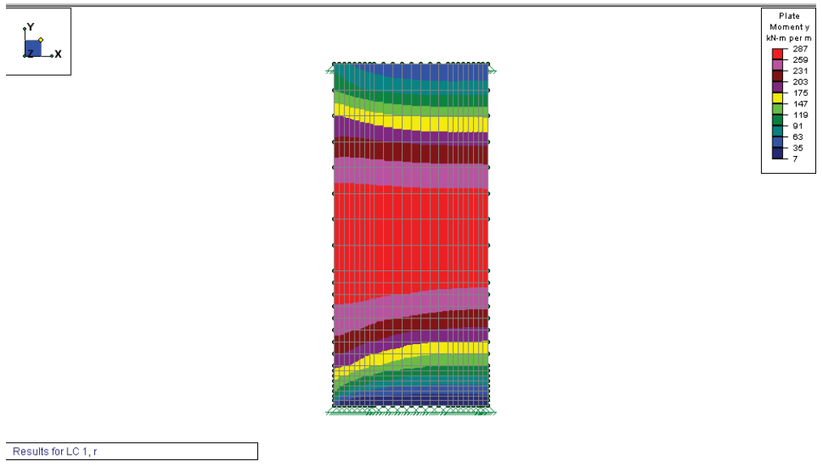
Load Combinations

Combinations | Design

	Description	Solve	PD...	SR...	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC
1	r	☑			1	1.35	2	1.4	3	1.5							

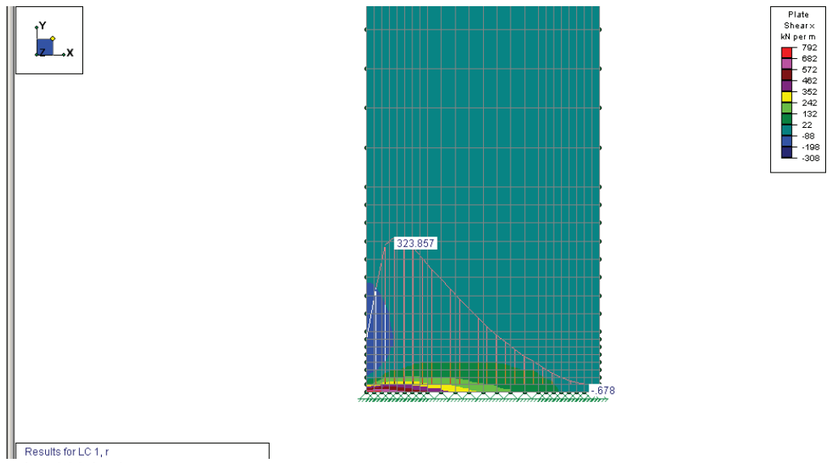
Con este modelo se obtuvieron los siguientes resultados:

Momentos flectores:



max positivo +287kNm/m

Cortante en extremos luz de cálculo:

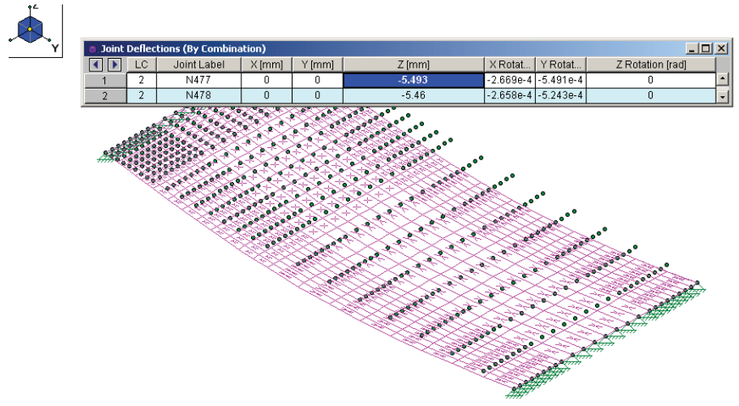


V* = 323 kN/m

Conservadoramente para cortante se calcula directamente con la carga mayorada y con la carga de borde originada por el agujero al 50%:

Vu = 11,1x 4,31/2 + 7,5Ton = 30,4T/m + (304kN/m)

Flechas (en servicio):



	LC	Joint Label	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	X Rotat...	Y Rotat...	Z Rotation [rad]
1	2	N477	0	0	-5,493	-2.669e-4	-5.491e-4	0
2	2	N478	0	0	-5.46	-2.658e-4	-5.243e-4	0

(Valor máximo relativo de 5,4mmcm o L/1000 < L/500).

- **Dimensionamiento**

ELU FLEXION

Momento positivo: 29Tm/m El área de pretensado de la prelosa T-39 es de 14cm2/m (27 cables de 9,3mm por metro), y esta transmite un momento último de hasta 52,5Tm/m, según se verificó previamente con las tablas de autorización de uso.

Con relación a armaduras mínimas de la capa de compresión en la dirección transversal la dispuesta es de una barra del 10 cada 20 superior.

La armadura mínima es 0,0018x100x20 = 3,6cm y la dispuesta es de 3,9cm2/m

ELU CORTANTE:

Cortante: 323kN/m a eje de apoyo.

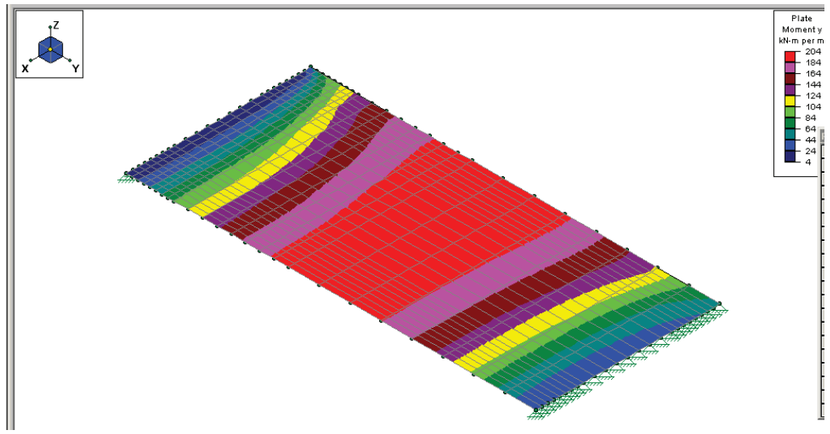
Considerando las fichas técnicas de autorización de uso

Vs = 180kN/m
Vc_min=209Kn/m

Por lo que se cumple pues Vc+Vs = 390kN/m. > 323kN/m

EL FISURACION:

Según fichas técnicas el momento de fisuración es de 37kN/m por lo que se cumple este ELS dado que el momento en servicio indicado a continuación es de solo 204kNm/m:



ELU RESISTENCIA AL FUEGO

La prelosa de 15cm con recubrimiento de 40mm cumple requisito de RF120. Según la EHE en su tabla A.7.7 el recubrimiento mínimo para REI 120 es de 35mm.

- **Manipulación en obra**

La prelosa será trasladada suspendida de 4 puntos equidistantes mediante ganchos embebidos. Dado que la longitud de las prelosas es de 4,3m la distancia máxima entre ganchos es aproximadamente 3m.

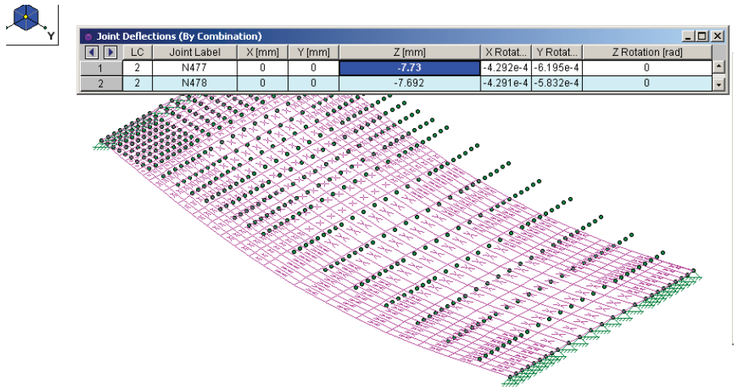
- **Descripción de la prelosa 4:**

Las prelosas serán de 15cm de espesor y 193cm de ancho con hormigón H50 y refuerzo de pretensado de 14,04cm2/m. La posición de este refuerzo con respecto a la fibra inferior de la prelosa será de 4,465cm lo que da una excentricidad de 0,535cm. La fuerza en pretensado en planta será de 1830kN/m y la resistencia mínima del hormigón antes de la transferencia será H40. Las celosías para la placa tipo serán del diámetro 4mm separadas cada 10-20cm. El pretensado se dará mediante 27 cordones (Y 1860 S7 en página 103 tabla 32.5.b de la EHE) de 9,3mm de diámetro (Ap = 0,52cm2 cada uno) por metro.

- **Prelosa autoportante**

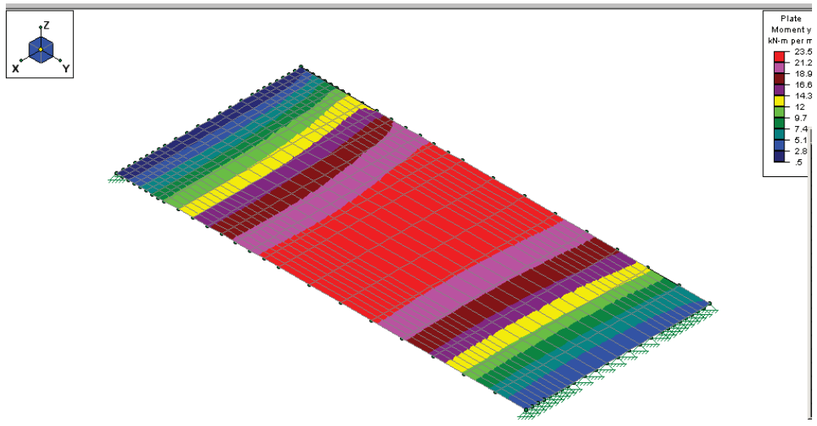
Las prelosas serán de 15cm de espesor con hormigón H50 y refuerzo de pretensado de 14,04cm2/m lo cual dada la excentricidad de los cables generan contraflecha en la planta. De esta forma la flecha constructiva sería la originada por el hormigón in situ menos la contraflecha obteniéndose un valor muy bajo.

Sin considerar el efecto anterior la flecha constructiva sería de solo 7mm por lo que en obra se esperan valores inferiores a 5mm.



	LC	Joint Label	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	X Rotat...	Y Rotat...	Z Rotation [rad]
1	2	N477	0	0	-7.73	-4.292e-4	-6.195e-4	0
2	2	N478	0	0	-7.692	-4.291e-4	-5.832e-4	0

En cuanto a la solicitación en las placas durante el hormigonado el momento sería de 2,3Tm/m



Según fichas técnicas el momento último de una placa de 15cm con 14cm2/m es de 13Tm/m.

Atentamente quedamos a vuestra disposición para cualquier consulta adicional,

Luis Bozzo Estructuras y Proyectos, S.L.

Barcelona, 18 de Abril del 2011

MEMORIA TÉCNICA DE LA

ESTRUCTURA

MEMORIA TÉCNICA DE LA ESTRUCTURA.

1.- Descripción y justificación de la solución estructural adoptada.

2.- Acciones previstas en el cálculo.

3.- Materiales.

4.- Coeficientes de seguridad.

5.- Hipótesis de cálculo.

6.- Métodos de cálculo.

7.- Criterios de dimensionamiento.

8.- Proceso Constructivo.

9.- Conservación de la estructura.

1.- Descripción y justificación de la solución estructural adoptada.

Este estudio de adecuación constructiva propone una alternativa para la cubrición de la obra “Cubierta salida peatones” empleando prelosas pretensadas de la empresa PRETECNIA. La propuesta emplea una solución semi-prefabricada pretensada.

La solución consiste en un forjado uni-direccional formado por prelosas pretensadas de 15cm completadas “in situ” con una capa superior de hormigón de 20cm. La tipología, por tanto, corresponde a un forjado semi-prefabricado-pretensado.

Las prelosas son autoportantes al peso del hormigón.

.

2.- Acciones previstas en el cálculo.

En la evaluación de acciones para determinar el comportamiento de la estructura que se presenta, se han tenido en cuenta la normativa CODIGO TECNICO DE LA EDIFICICACION, así como la "Norma de Construcción Sismorresistente" y la EHE.

En base a ellas, se han evaluado las acciones gravitatorias, las sobrecargas de uso, de nieve, así como las acciones derivadas del viento, del sismo, de la temperatura y de la inestabilidad de los materiales (acciones reológicas). Cada una de ellas se detalla a continuación.

2.1- Acciones gravitatorias.

Son las producidas por el peso de los elementos constructivos, de los objetos que puedan actuar por razón de uso y de la nieve.

Las primeras, a las que en lo sucesivo se denominará concargas, se han entendido disociadas en:

a) Peso propio: como carga debida al peso del elemento resistente.

b) Carga permanente: Como carga debida a los pesos de todos los elementos constructivos, instalaciones fijas, etc., que soporta el elemento.

Las segundas están compuestas por tres tipologías distintas de acción, que obedecen siempre al peso de todos los objetos que pueden gravitar sobre un elemento: personas, muebles, instalaciones amovibles, materias almacenadas, vehículos, etc. Estas tres tipologías obedecen a los criterios siguientes:

a) Sobrecargas superficiales: Son acciones derivadas del uso, que actúan superficialmente sobre los elementos resistentes. En ellas se incluyen las de uso propiamente dichas, según el documento básico SE-AE “Seguridad Estructural. Acciones en la edificación” del CODIGO TECNICO DE LA EDIFICICACION, las de tabiquería y las que, a juicio del que suscribe, se estiman en cada caso más convenientes, dado el uso concreto de la zona sometida a carga.

b) Sobrecargas lineales: Son las acciones derivadas del uso que actúan a lo largo de una línea. Al respecto, se tiene en consideración la sobrecarga en balcones volados, a que hace referencia LA TABLA 3.2 de la normativa y las que se deducen de la aplicación del artículo 3.2 de la misma norma.

c) Sobrecargas aisladas: Son las acciones derivadas del uso, que actúan o pueden actuar en un punto de la estructura.

La determinación final de las intensidades de acciones de cada una de las tipologías detalladas se obtiene tras considerar el documento básico SE “Seguridad Estructural” referentes a las hipótesis de aplicación de sobrecargas y considerando la normativa EHE.

Finalmente, las terceras, que tienen en cuenta la acción producida sobre los elementos resistentes por la acumulación de nieve, se evalúan en orden a la aplicación de los artículos 3.5 del documento básico SE-AE, referentes a los pesos específicos de la nieve, las sobrecargas a considerar sobre elementos horizontales, sobre los planos inclinados, las acciones debidas a la acumulación de la nieve y a la alternancia de cargas debido a dicha acumulación, respectivamente.

Con relación a las consideraciones y definiciones establecidas, las acciones consideradas en el cálculo de la estructura del edificio que se presenta son las siguientes:

2.1.1.- Cargas superficiales consideradas.

Las intensidades consideradas de las acciones gravitatorias de peso propio, cargas permanentes y sobrecargas de uso, se detallan en cada documento anexo para cada módulo.

2.2.- Acciones del viento.

Son las producidas por el viento sobre los elementos resistentes y es la acción más significativa para la estructura del rótulo. Para su determinación se considera que éste actúa horizontalmente sobre los elementos resistentes y con una dirección que forma un ángulo de ± 10° respecto a la horizontal.

La intensidad de su acción se evalúa directamente a partir de la velocidad con la que puede desplazarse y chocar contra un elemento resistente, según el apartado 3.3 del documento básico SE-AE “Seguridad Estructural. Acciones en la edificación”.

2.3.- Acciones Sísmicas.

En la determinación de les acciones sísmicas se ha considerado la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02).

Tal y como indica el apartado 1.2.3., “Criterios de Aplicación de la Norma”, NO es de aplicación obligada esta norma:

- En las construcciones de moderada importancia.

- En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,04*g*, donde *g* es la aceleración de la gravedad.

- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b (articulo 2.1) sea inferior a 0,08*g*. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantes si la aceleración sísmica de cálculo a_c, (articulo 2.2) es igual o mayor de 0,08*g*.

La aceleración de cálculo es:

$$\mathbf{a_c} = \mathbf{S} \cdot p \cdot \mathbf{a_b}$$

donde:

$\mathbf{a_b}$ es la aceleración sísmica básica definida en la norma en el apartado 2.1.
p es un coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el período de vida para el que es proyecta la construcción.

Los valores de este coeficiente son:

construcciones de importancia normal $p = 1,0$

construcciones de importancia especial $p = 1,3$

S coeficiente de amplificación del terreno. Los valores son:

Para $p \cdot \mathbf{a_b} \leq 0,10 \cdot g$ **S**$=C/1,25$

Para $0,10 \cdot g < p \cdot \mathbf{a_b} < 0,40 \cdot g$ **S**$=C/1,25+3,33 \cdot (p \cdot \mathbf{a_b}/g - 0,1) \cdot (1-C/1,25)$

Para $0,40 \cdot g < p \cdot \mathbf{a_b}$ **S**$=1,0$

De acuerdo con estos apartados para el edificio que nos ocupa se tiene:

$\mathbf{a_b} = 0,040 \cdot g$

con lo que **SI** es preceptiva la contemplación de les acciones sísmicas sobre la estructura, de acuerdo con el articulo 1.2.3. de la NCSE-02.

3.- Materiales

Los materiales empleados para la realización de los elementos estructurales del edificio que se detalla son los siguientes:

3.1.- Hormigón.

Se utiliza tanto para la realización de elementos resueltos con hormigón en masa como armado. Los hormigones se tipifican a efectos de la Normativa EHE con el siguiente formato

T –R / C / TM / A

HA-25 / B / 20 / IIa

HA-50 / B / 20 / IIa

donde

T: indicativo que será HM para el hormigón en masa, HA para el hormigón armado y HP para el pretensado.

R: resistencia característica.

C: letra inicial del tipo de consistencia.

TM: tamaño máximo del árido en mm.

A: designación del ambiente.

Sus características más relevantes y, a la vez, consideradas para la realización de los cálculos que se adjuntan, son las siguientes:

3.1.1.- Resistencia a compresión.

La resistencia a compresión coincide con la resistencia característica, definida en la Instrucción EHE en el artículo 39, cuyo valor se detalla particularmente en los planos de proyecto, y que tiene un mínimo de 200 Kg/cm^2., para hormigón en masa y de 250Kg/cm^2 para hormigón armado.

Cabe resaltar que fuere cual fuere el valor de la resistencia, ésta deberá conseguirse al 28º día de su puesta en obra, de modo que al 7º característica ya se haya conseguido, al menos, el 75% de la resistencia que se solicite.

Para asegurar una mayor durabilidad del hormigón en la EHE la resistencia característica mínima de proyecto se relaciona con las distintas clases de ambiente mediante la siguiente tabla:

Resistencias mínimas compatibles con los requisitos de durabilidad

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	CLASE DE EXPOSICIÓN *												
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Resistencia mínima (N/mm^2)	masa	20	--	--	--	--	--	--	30	30	35	30	30	30
	Armado	25	25	30	30	30	35	30	30	30	35	30	30	30
	pretensado	25	25	30	30	35	35	35	30	35	35	30	30	30

* La clase de exposición se define en la tabla siguiente.

3.1.2.- Docilidad.

La docilidad de los hormigones queda establecida en el Pliego de Condiciones que se adjunta. No obstante, es de destacar aquí que la docilidad que le debe corresponder a todo hormigón colocado en obra es la plástica, según definición al respecto en el artículo 30º, epígrafe 6º, de la EHE, y que la puesta en obra de los hormigones con otras docilidades está estrictamente prohibida, salvo en aquellos casos en los que se utilicen fluidificantes o superplastificantes, en las condiciones que prescriben los nombrados Pliegos.

3.1.3.- Tamaño máximo del árido.

El tamaño máximo del árido aceptado para la confección de los hormigones de la obra debe cumplir los requerimientos del artículo 28º, apartado 2º, de la EHE, no aceptándose valores del mismo superiores a los 20 mm.

3.1.4.- Contenido de cemento.

El contenido de cemento se detalla en el apartado 3.7 del Pliego de Condiciones para la puesta en obra del hormigón armado, adjunto a la presente, cuyos valores se adecuan al artículo 37.3.1 de la EHE.

El contenido mínimo de cemento y la relación agua/cemento máxima se relacionan en la EHE con el tipo de ambiente, o exposición, de las cuales se definen 13 clases. Estas clases de exposición son

Clase	Designación	Tipo de proceso corrosivo	Descripción *
No agresiva	I	Ninguno.	Interior edificios.
Normal	IIa	Corrosión de origen diferente a cloruros. Humedad alta.	Cubiertas, cimentaciones sótanos no ventilados.
	IIb	Corrosión de origen diferente a cloruros. Humedad media.	Construcciones exteriores protegidas de la lluvia.
Marina	IIIa	Corrosión por cloruros.	Edificaciones próximas a la costa.
	IIIb	Corrosión por cloruros. Sumergida.	Cimentaciones y pilas sumergidas en el mar.
	IIIc	Corrosión por cloruros. En zona de mareas.	Cimentaciones y pilas en el recorrido de la marea.
No marina	IV	Corrosión por cloruros en medio no marinas.	Piscinas, estaciones, tratamiento de agua.
Química	Qa	Ataque químico débil.	Instalaciones industriales.
	Qb	Ataque químico medio.	Instalaciones industriales, estructuras marinas.
	Qc	Ataque químico fuerte.	Instalaciones industriales con sustancias de agresividad alta.
Heladas	H	Ataque hielo-deshielo sin sales fundentes.	Construcciones en zonas de alta montaña, estaciones invernales.
	F	Ataque por sales fundentes.	Tableros de puentes o pasarelas en zonas de alta montaña.
Erosión	E	Abrasión y cavitación.	Diques, pavimentos de hormigón, pilas de puentes en cauces torrentosos.

* La descripción es un resumen de la indicada en la EHE y se incluye como orientativa.

La máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento indicados en la EHE para los distintos tipos de ambiente se reseña a continuación

Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	CLASE DE EXPOSICIÓN												
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Máxima relación a/c	masa	0,65	--	--	--	--	--	--	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	armado	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	pretensado	0,60	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,50
Mínimo contenido de cemento (Kg/m^3)	masa	200	--	--	--	--	--	--	275	300	325	275	300	275
	armado	250	275	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300
	pretensado	275	300	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300

3.1.5.- Aspecto externo.

El aspecto externo que deben presentar los hormigones puestos en obra se detallan explícitamente en el Pliego de Condiciones para la Puesta en Obra del hormigón armado, adjunto a la presente. A grandes rasgos, cabe detallar aquí que no se aceptarán hormigones fisurados, no homogéneos en color o textura o sucios, tanto de fluorescencias como de manchas de óxido o grasa.

3.1.6.- Características mecánicas. Diagrama σ-ε de cálculo.

Para la determinación del comportamiento de las piezas de hormigón armado y para su comprobación ulterior se ha adoptado el diagrama parábola-rectángulo, preconizado por la Instrucción EHE en su artículo 39º, apartado 5º.

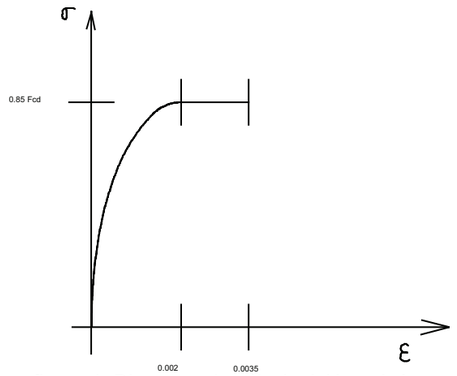


figura 1. Diagrama de cálculo del hormigón.

De este diagrama, figura 1.-, cabe destacar el tramo elástico no lineal constituido por la rama parabólica, de ecuación:

$$\sigma = 0.85\, f_{cd}\, \varepsilon\, (1+20\varepsilon), \text{ para o } <\varepsilon<0.2\%.$$

donde:

- σ es la tensión.
- f_{cd} es la resistencia de cálculo a compresión del hormigón, obtenida después de la aplicación del coeficiente de minoración de resistencias g_f, detallado en el apartado 4º de la presente memoria, y
- ε es la deformación acontecida, expresada en tanto por mil;

así como el tramo rectilíneo de su fase plástica, cuya ecuación es:

$$\sigma = 0.85\, f_{cd}, \text{ para } 0.2\% <\varepsilon<0.35\%.$$

3.1.7.- Características mecánicas. Modelo de deformación longitudinal.

Para la determinación de los estados de corrimientos de la estructura, se han considerado los módulos de elasticidad longitudinal que se detalla:

a) Cargas instantáneas o rápidamente variables.

$$E_j = 10.000\ \sqrt[3]{f_{cm,j}}$$

donde:

E_j es el módulo de elasticidad inicial del hormigón a la edad de j días,

$f_{cm,j}$ es la resistencia media a compresión del hormigón a la edad de j días. en N/mm^2.

Esta resistencia se relaciona con la característica mediante la ecuación

$$f_{cm,j} = f_{ck} + 8N/mm^2$$

b) Módulo instantáneo de deformación longitudinal secante:

$$E_j = 8.500\ \sqrt[3]{f_{cm,j}}$$

donde:

E_j y $f_{cm,j}$ toma los mismos valores que en el subapartado anterior, siempre y cuando las tensiones de servicio no sobrepasen el valor 0,45 f_{cj}, donde f_{cj} es la resistencia característica a la edad de j días.

3.1.8.- Características mecánicas. Retracción.

La retracción es un deformación en el tiempo de origen no-tensional y que se contabiliza en aquellos casos en los que es presumible una alteración del comportamiento de determinados elementos, tales como los pretensados.

Los valores tenidos en cuenta en estos casos son consecuencias de someter al hormigón a deformaciones unitarias de 2.5 10^{-4}.

Dadas las similitudes de la retracción con los efectos producidos por la dilatación térmica, los criterios de aplicación de las acciones resultantes son idénticos a los tenidos en cuenta en las acciones térmicas.

3.1.9.- Características Mecánicas. Fluencia.

La fluencia del hormigón es una deformación en el tiempo que depende del estado tensional. Su efecto más importante en el hormigón es aumentar considerablemente las flechas y redistribuir las tensiones, aunque este último efecto es de segundo orden y, por tanto, no se suele considerar a efectos de cálculo excepto en estructuras pretensadas.

El coeficiente de fluencia depende de diversos parámetros siendo los más importantes la humedad relativa y el denominado espesor medio (e). Este espesor se define como:

$$e = \frac{2A_c}{u}$$

donde A_c es el área de la sección transversal y

u es el perímetro en contacto con la atmósfera.

La tabla siguiente presenta el valor del coeficiente de fluencia a 10.000 días y para tensiones inferiores a 0,6 $f_{cm,\,t0}$ (donde $f_{cm,\,t0}$ es la resistencia media la edad de puesta en carga de la estructura).

Valores del coeficiente de fluencia

Edad de puesta en carga t_0 (días)	Humedad relativa [%]											
	50			60			70			80		
	Espesor medio [mm]											
	50	150	600	50	150	600	50	150	600	50	150	600
1	5,4	4,4	3,6	4,8	4,0	3,3	4,1	3,6	3,0	3,5	3,1	2,7
7	3,8	3,1	2,5	3,3	2,8	2,3	2,9	2,5	2,1	2,5	2,2	1,9
14	3,3	2,7	2,2	2,9	2,4	2,0	2,5	2,2	1,8	2,2	1,9	1,7
28	2,9	2,4	1,9	2,6	2,1	1,8	2,2	1,9	1,6	1,9	1,7	1,5
60	2,5	2,1	1,6	2,2	1,9	1,5	1,9	1,7	1,4	1,6	1,4	1,3
90	2,3	1,9	1,5	2,0	1,7	1,4	1,8	1,5	1,3	1,5	1,3	1,2
365	1,8	1,4	1,2	1,6	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	1,2	1,0	0,9
1.800	1,3	1,1	0,8	1,1	1,0	0,8	1,0	0,9	0,7	0,8	0,7	0,7

El efecto más importante de la fluencia y de la retracción en el hormigón armado es en cuanto a su flecha en el tiempo. Estas flechas adicionales para las cargas permanentes o de larga duración se puede estimar multiplicando la flecha instantánea por el siguiente factor

$$\lambda = \frac{2}{1+50p'}$$

donde p' es la cuantía geométrica de la armadura de compresión A'_S .

Este valor de flecha adicional corresponde a 5 o más años.

No obstante si la situación lo requiere la fluencia y la retracción se pueden considerar por cálculos más complejos, tales como los indicados en los artículos 19 y 20 de la EHE.

3.1.10.- Coeficiente de Poisson.

Se observa un valor de 0.2.

3.1.11.- Coeficiente de Dilatación Térmica.

Se tiene en cuenta un valor igual a 10^{-5}

3.2.- Acero Corrugado.

Se utiliza principalmente para la confección del hormigón armado, aunque en determinadas ocasiones también se requiere su uso en elementos especiales (anclajes, tirantes, etc), lo cual figura explícitamente en los planos de proyecto. Sus características más relevantes son las que se detallan a continuación:

3.2.1.- Límite elástico del Acero.

El límite elástico del acero utilizado para la confección de las armaduras del hormigón se fija en 5.100 Kg/cm2., cuya definición y concreción se adecua a los criterios que fija el artículo 31º, apartado 2º, de la Instrucción, EHE.

3.2.2.- Diagrama σ-ε de cálculo.

Los diagramas tensión-deformación de las barras de armar obedecen a los que se reflejan en la figura 2. A ellos corresponden los aceros de dureza natural y los deformados en frío. Para los primeros, se tiene en cuenta un diagrama bilineal, cuyo tramo ascendente observa una pendiente de
E= 2.100.000 Kg/cm2, válido para umbrales de tensión comprendidos entre

$$-f_{yd} < \sigma < f_{yd}$$

siendo f_{yd} la resistencia de cálculo del material, obtenida tras aplicar sobre límite elástico detallado en 3.2.1. los coeficientes de minoración de resistencia.

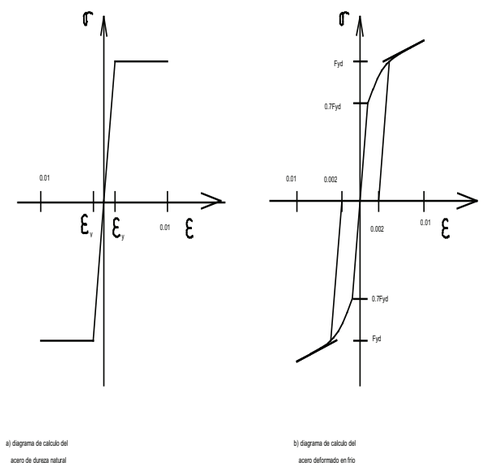
Para los aceros deformados en frío, el diagrama observa un primer tramo elástico, con la misma pendiente de los aceros de dureza natural, y un segundo tramo curvo cuya ecuación es:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} + 0.823\left\{\frac{\sigma}{f_{0.2}} - 0.7\right\}^5, \text{para } \sigma > 0.7\, f_{0.2}$$

donde:

- ε es la deformación unitaria,
- σ es la tensión,
- E es el módulo de elasticidad y
- $f_{0.2}$ es la tensión a que queda sometido el material en período de carga, cuando su deformación total tuviera una componente remanente de valor 0.2%.

Los alambres corrugados tales como los B 500 T quedan limitados según la EHE a mallas electrosoldadas y elementos no estructurales tales como cercos de sujeción o montaje.



a) diagrama de calculo del acero de dureza natural

b) diagrama de calculo del acero deformado en frio

Figura 2.- Diagramas de cálculo del acero

3.2.3.- Características del material y ensayos.

Las características del material que se detalla, así como los ensayos a que deben someterse, quedan determinados en los Pliegos de condiciones adjuntos.

3.3.- Acero laminado

Se utiliza para la confección de elementos estructurales metálicos, tanto principales como secundarios. Sus características más relevantes son las que se detallan:

3.3.1.- Resistencia de cálculo del acero

El límite elástico considerado para el cálculo de los elementos de estructura metálica es:

- aceros S 275 JR (antes A44)	2.750 kg/cm2
- aceros S 355 JR (antes A52)	3.550 Kg/cm2

La resistencia de cálculo queda también fijada en este artículo cuyos valores coinciden con los del límite elástico antes detallados.

3.3.2.- Tipo de acero.

En este proyecto no se emplea acero laminado.

3.3.3.- Constantes elásticas del acero.

Las constantes elásticas tomadas en consideración para el cálculo y comprobación de las secciones de acero laminado son las que se citan:

* Módulo de elasticidad	2.100.000 Kg/cm2
* Módulo de elasticidad transversal	810.000 kg/cm2
* Coeficiente de Poisson n	0.3

3.3.4.- Coeficiente de dilatación térmica.

Se tiene en cuenta el valor 1.2 10^{-5}.

4.- Coeficientes de seguridad.

Los coeficientes de seguridad adoptados afectan tanto a las características mecánicas de los materiales utilizados, como a las acciones que solicitan a la estructura. Ambos se detallan a continuación:

4.1.- Coeficientes de minoración de resistencias.

Los coeficientes de minoración de resistencia gravan de forma distinta a los elementos en función de diversos parámetros, de los cuales el más relevante es el tipo de material que les constituye. Para cada caso se tiene:

4.1.1.- Hormigón armado.

Para la determinación de los coeficientes de minoración de resistencia cabe distinguir los que se aplican directamente sobre el hormigón y los que lo hacen sobre el acero de armar. Dado que el nivel de control de los elementos de estructura de hormigón es normal, el coeficiente a aplicar sobre el hormigón es 1.5. Del mismo modo, el coeficiente a aplicar sobre el acero es 1.15.

4.1.2.- Acero laminado.

En el acero laminado no se observa ningún coeficiente de minoración de resistencia.

4.2.- Coeficientes de Mayoración de acciones.

Al igual que los anteriores, los de mayoración de acciones dependen del material. Con este criterio se observan los coeficientes que a continuación se detallan:

4.2.1.- Hormigón armado.

El valor de cálculo de las acciones en hormigón armado y según la EHE para los diversos estados límites últimos, se obtiene mayorando las cargas características por coeficientes parciales de seguridad. Así el valor de cálculo se define como

$$F_d = \gamma_G \psi_i F_k$$

donde

F_k es el valor de la carga característica según se define en la Norma EHE-AE-88 “Acciones en la edificación”.

ψ_i es un coeficiente que toma en cuenta la variabilidad de la acción y que define en la tabla siguiente.

γ_G es el coeficiente parcial de seguridad de la acción considerada definida en la tabla siguiente en función del nivel control.

Coeficientes de combinación Ψ

USO DEL ELEMENTO	Ψ_0*	Ψ_1**	Ψ_2***
SOBRECARGAS DE USO EN EDIFICIOS			
A. AZOTEAS			
No accesibles o sólo para conservación	0,7	0,5	0,3
Accesibles	s/uso	s/uso	s/uso
B. VIVIENDAS			
Habitaciones	0,7	0,5	0,3
Escaleras y accesos públicos	0,7	0,5	0,3
Balcones volados	0,7	0,5	0,3
C. HOTELES, HOSPITALES, CÁRCELES, ETC.			
Zonas de dormitorios	0,7	0,5	0,3
Zonas públicas, escaleras y accesos	0,7	0,7	0,6
Locales de reunión y de espectáculo	0,7	0,7	0,6
Balcones volados	s/uso	s/uso	s/uso
D. OFICINAS Y COMERCIOS			
Locales privados	0,7	0,5	0,3
Oficinas públicas	0,7	0,5	0,3
Tiendas	0,7	0,7	0,6
Galerías comerciales, escaleras y accesos	0,7	0,7	0,6
Locales de almacén	1,0	0,9	0,8
Balcones volados	s/uso	s/uso	s/uso
E. EDIFICIOS DOCENTES			
Aulas, despachos y comedores	0,7	0,7	0,6
Escaleras y accesos	0,7	0,7	0,6
Balcones volados	s/uso	s/uso	s/uso
F. IGLESIAS, EDIFICIOS DE REUNIÓN Y DE ESPECTÁCULOS			
Locales con asientos fijos	0,7	0,7	0,6
Locales sin asientos fijos, tribunas, escaleras	0,7	0,7	0,6
Balcones volados	s/uso	s/uso	s/uso
SOBRECARGAS DE USO EN CALZADAS Y GARAJES			
G. CALZADAS Y GARAJES			
Áreas con vehículos de peso ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Áreas con vehículos de peso > 30 kN y ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3

* Valor de la acción cuando actúa aisladamente o con alguna otra acción variable.
** Valor de la acción que es sobrepasado en solo períodos de corta duración respecto a la vida útil, o valor frecuente.
*** Valor de la acción que es sobrepasado durante una gran parte de la vida útil o valor casi permanente.

Para acciones permanentes y para acciones accidentales

$$\Psi = 1$$

El coeficiente parcial de seguridad (γ) se obtiene según código técnico:

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación [1]	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
		desestabilizadora	estabilizadora
Estabilidad	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

[1] Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas(Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría G)		[1]	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

[1] En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

De forma que simplificada los coeficientes de mayoración de acciones para el caso frecuente de edificación y conservadoramente incrementando ligeramente el coeficiente para las cargas permanentes de 1,35 a 1,4 son

- cargas de peso propio 1,35
- cargas permanentes 1,4
- cargas de valor no constante 1,5
- cargas variables 1,5
- pretensado 1,0

4.2.2.- Acero laminado.

En la determinación del comportamiento de estructuras metálicas, los coeficientes de referencia se concretan en función de que graven sobre las concargas o sobre las sobrecargas de uso. De este modo se tiene:

- Sobre las concargas: 1.33
- Sobre las sobrecargas: 1.50

5.- Hipótesis de cálculo.

Las hipótesis de cálculo contempladas para el análisis de la estructura que se presenta han sido diversas, en función del material constituyente de un elemento o parte de la estructura, principalmente. De este modo se tienen los siguientes cuadros de hipótesis consideradas.

5.1.- Estructuras de hormigón armado.

Las hipótesis de cargas se organizan en tres grupos, según el cuadro siguiente:

Hipótesis	Tipo de solicitación	Coeficiente de ponderación.
I	Concargas.	1.0
	Sobrecargas de uso, nieve, térmicas, reológicas y empujes del terreno.	1.0
II	Concargas.	1.0
	Sobrecargas de uso, nieve, térmicas, reológicas y empujes del terreno.	0.90
	Acciones del viento.	±0.90
III	Concargas.	1
	Sobrecargas de uso, térmicas, reológicas y empujes del terreno.	0.8
	Nieve.	0.00
	Acciones del viento.	±0.8
	Acciones sísmicas.	±1

5.2.- Estructuras de Acero Laminado.

Las hipótesis de carga contempladas se organizan en tres grupos, de acuerdo con el cuadro siguiente:

Hipótesis	Tipo de solicitación	Coeficiente de ponderación.
I	Concargas.	1.00
	Sobrecargas de uso, nieve térmicas y empujes del terreno.	1.00
II	Concargas.	1.00
	Sobrecargas de uso, nieve, térmicas y empujes del terreno.	0.89
	Acciones del viento.	±0.89
III	Concargas.	0.75
	Sobrecargas de uso, térmicas y empujes del terreno.	0.53
	Nieve.	0.00
	Acciones del viento.	±0.17
	Acciones sísmicas.	±0.67

6.- Métodos de cálculo.

Para la determinación de esfuerzos en los distintos elementos estructurales se utilizan los postulados básicos de la elasticidad y la resistencia de materiales, aplicándolos de forma diversa y a través de distintas metodologías, en función del elemento o elementos a analizar.

Por otro lado, para la comprobación de secciones de hormigón, se utilizan las bases del cálculo en rotura, considerando el trabajo en régimen anelástico del material, contemplando de este modo la fisuración por tracción y la elasto-plasticidad en compresión. Para la comprobación de las secciones de acero, se utilizan generalmente las bases de cálculo elástico, aunque en ocasiones, se contemplan puntualmente las consideraciones del cálculo elástico no lineal y el cálculo elasto-plástico.

La especificación de las metodologías utilizadas para el análisis de los diversos tipos estructurales se detallan a continuación.

6.1.- Estructuras de barras.

Su análisis se lleva a cabo mediante el cálculo matricial de estructuras, aplicado tanto a estructuras planas como espaciales.

Para la determinación de las matrices de rigidez de cada una de las barras de la estructura se parte de los dos teoremas de Mohr, relacionando todos los movimientos posibles de extremos con los esfuerzos acontecidos.

En aquellos casos en los que la esbeltez de la estructura es determinante, se utiliza también el cálculo matricial, aunque basado en la formulación de la ecuación de equilibrio de la estructura bajo las consideraciones de la teoría en 2º orden, deduciendo, pues, las matrices de rigidez de las barras y los vectores de acciones en función del esfuerzo axial.

6.2.- Estructuras tensadas.

Para el trazado de cables en estructuras tensadas se utiliza el polígono funicular de fuerzas, que, soportado informáticamente, permite trazar curvas de fuerza bajo solicitaciones y condiciones relativamente complejas.

6.3.- Losas continuas.

Para el análisis de placas se utilizan la teoría de flexión de placas de Kirchhoff, en los casos de placas delgadas, y la teoría de Reissner-Midlin para la flexión de placas gruesas, que tiene en cuenta la deformación por esfuerzo cortante.

Estas teorías se resuelven mediante la aplicación del método de los elementos finitos, utilizando el elemento CI8M que corresponde a un cuadrilátero isoparamétrico de cuatro a 8 nodos, para el análisis tanto de placas delgadas como gruesas. El elemento CI8M es un elemento mixto propuesto en el año de 1986 por Luis Bozzo basado en el funcional de Reissner.

El cálculo de losas sobre medio elástico se realiza mediante las mismas teorías, considerando un comportamiento elástico del terreno de base.

6.4.- Edificios compuestos por placas y pilares con uniones rígidas.

Esta tipología estructural se analiza globalmente, considerando la teoría de flexión de placas delgadas de Kirchhoff, y las teorías de Mohr para la determinación de las ecuaciones de equilibrio de las barras.

Todo ello, evaluado conjuntamente, permite la determinación precisa de los esfuerzos en todos los elementos de la estructura.

Para ello se efectúa el análisis basándose en el método de los elementos finitos, con soporte el elemento CI8M.

6.5.- Láminas.

Para el análisis de láminas, tanto plegadas como curvas en el espacio, se utilizan las consideraciones básicas de la resistencia de materiales, desacoplando los esfuerzos de membrana y de flexión. Para los primeros, los de membrana, se utiliza la teoría de la tensión plana y para los segundos, los de flexión, según la teoría de Reissner-Midlin. Todo ello se realiza en base al método de los elementos finitos, utilizando elementos serendípitos cuadráticos o cúbicos y elementos Lagrangianos cuadráticos, principalmente.

6.6.- Membranas y planos de carga.

Para el análisis de planos de carga se utilizan las consideraciones de la teoría de la tensión plana, tanto en régimen elástico, como en elasto-plástico, como en régimen de fisuración.

Para ello, se utiliza nuevamente el método de los elementos finitos, utilizando elementos serendípitos, tanto cuadráticos como cúbicos, lagrangianos, tanto lineales como cuadráticos, o elementos no conformes de Wilson-Taylor.

En consideraciones de Elasto-plasticidad se utilizan los criterios de fluencia típicos: éstos son los de Tresca, Von Mises, Mohr-Coulomb, Drucker-Prager o de la Lemniscata de Bernouilli.

6.7.- Muros pantalla y muros de contención.

Para el análisis tanto de la estabilidad de muros de contención como de muros pantalla se utiliza la teoría de empujes activos y pasivos de Rankine.

Para ello se discretiza la pantalla y se solicita, por un lado, a los empujes que hubieren y, por otro, a la reacción que provoca su empotramiento sobre un terreno elástico.

En el caso del cálculo de muros de contención, el apoyo se resuelve directamente mediante una zapata, y en el caso del análisis de muros pantalla mediante su empotramiento en el terreno, considerando el criterio de Blum.

6.8.- Estabilidad de taludes.

Para la determinación de la estabilidad de taludes se utiliza el método del equilibrio de masas de suelo discretas, suponiendo diversos trazados de superficies de rotura cilíndricas.

6.9- Comprobación de perfileria metálica.

La comprobación de perfileria metálica se realiza en base a las consideraciones del código técnico y eurocodigo, según métodos elásticos y anelásticos.

6.10.- Armado de secciones de hormigón armado.

El armado de secciones de hormigón se realiza en rotura, considerando el diagrama σ-ε que se detalla en el apartado 3º de la presente.

Mediante esta metodología se analizan casos de flexión simple recta y esviada, flexo-compresión recta y esviada, compresión compuesta recta y esviada y tracción compuesta recta o esviada, a través de la determinación del plano de deformaciones y planteamiento de las ecuaciones de equilibrio interno.

Para la comprobación a esfuerzos rasantes, tipo cortante o momento torsor, se utilizan las consideraciones de la Normativa EHE "Instrucción de Hormigón Estructural".

7.- Criterios de dimensionamiento.

Los criterios utilizados para el dimensionado de todos y cada uno de los elementos que configuran la estructura del edificio se han basado en observar el cumplimiento de dos requisitos básicos, a saber, el que se refiere a los estados límite últimos por un lado y el de satisfacer los estados límite últimos de utilización por el otro.

Con respecto a la satisfacción del primer requisito cabe señalar que en ningún caso se rebasan las tensiones admisibles de los materiales, contemplando para sentar está afirmación los fenómenos de inestabilidad global y particular de los elementos.

Con respecto a la satisfacción del segundo, se ha incidido sistemáticamente en el control de las deformaciones de todos los elementos resistentes, observándose los límites que a continuación se detallan:

Elemento	Flecha relativa
Jácena de apeo de muros de carga de obra de fábrica de ladrillo.	1/1000
Jácenas de apeo de estructuras de pilares y jácenas.	1/750
Forjados con tabiquería.	1/500
Forjados sin tabiquería.	1/400
Cubiertas transitables.	1/300
Cubiertas no transitables.	1/250
Tejados.	1/150

8.- Proceso Constructivo.

El proceso constructivo referente exclusivamente a la cubierta es muy simple en cuanto a que al ser elementos autoportante estos se apoyan directamente sobre los muros laterales completándose “in situ” los 20cm restantes. Por tanto el proceso es:

1. Replanteo de medidas de prelosas en coordinación PRETECNIA-CONSTRUCTORA si fuese necesario.
2. Preparación de planos numerados de prelosa por parte de PRETECNIA
3. Ubicación en obra de prelosas autoportantes
4. Armado de nervios transversales y capa de compresión de 20cm
5. Hormigonado de zona “in situ” con continuidad en la capa de compresión.

9.- Mantenimiento de la Estructura.

9.1.- Estructuras de acero.

Las estructuras de acero tradicionalmente son las que revisten mayor repercusión en cuanto a las tareas de mantenimiento se refiere, dada la mayor inestabilidad de su estructura molecular.

Básicamente, el mantenimiento deberá hacer frente a la oxidación y a la corrosión.

Para ello, cabe proteger la estructura de la intemperie. Así pues, debe aplicarse en todas las superficies expuestas una imprimación de pintura o producto antioxidante. Dicha imprimación será objeto de un control periódico, a fin de detectar posibles indicios de oxidación.

A tal efecto es preceptivo el cumplimiento del siguiente programa de actividades de mantenimiento:

a) La estructura metálica es interior o no expuesta a agentes ambientales nocivos: deberá realizarse una revisión de la estructura cada 4 años, detectando puntos de inicio de la oxidación, en los que deberá levantarse el material degradado y proteger la zona deteriorada, mediante la imprimación local de pintura antioxidante.

   Cada 10 años deberá procederse a un levantado de la imprimación existente para un posterior pintado total de la estructura.

b) La estructura metálica es exterior o en un ambiente de agresividad moderada: deberá realizarse una revisión de la estructura cada 2 años, detectando puntos de inicio de la oxidación, en los que deberá levantarse el material degradado y proteger la zona deteriorada mediante la imprimación local de pintura antioxidante.

   Cada 5 años deberá procederse a un levantado de la imprimación existente para un posterior pintado total de la estructura.

c) La estructura metálica es exterior o expuesta a un ambiente de agresividad elevada: deberá realizarse una revisión de la estructura cada año, detectando puntos de inicio de la oxidación, en los que deberá levantarse el material degradado y proteger la zona deteriorada mediante la imprimación local de pintura antioxidante.

   Cada 3 años deberá procederse a un levantado de la imprimación existente, para un posterior pintado total de la estructura.

9.2.- Estructuras de hormigón.

Las partes de la estructura constituidas por hormigón armado deberán someterse también a un programa de mantenimiento, muy parecido al detallado para la estructura metálica, puesto que el mayor número de patologías del hormigón armado provienen o se manifiestan al iniciarse el proceso de corrosión de sus armaduras.

De este modo será necesario observar el siguiente programa de mantenimiento:

a) El elemento de hormigón es interior: será precisa una revisión de los elementos a los dos años de haber sido construidos y luego establecer una revisión de los mismos cada 10 años, con el objeto de detectar posibles fisuraciones.

   Si dichas fisuraciones resultan visibles al observador, será conveniente inyectarlas o protegerlas con algún tipo de resina epoxi, para evitar la oxidación de las armaduras.

b) El elemento de hormigón es exterior o queda inmerso en un ambiente húmedo: en este caso será preceptiva una imprimación con resina epoxi de todos sus paramentos después de haberse completado el fraguado y realizar una revisión al cabo de un año y medio de haber sido construido.

   Posteriormente, será preceptiva también una revisión quinquenal, detectando fisuras, sellándolas con algún tipo de resina epoxi.

c) El elemento de hormigón queda expuesto a un ambiente de agresividad elevada: será precisa una imprimación con resina epoxi de todos sus paramentos después de haberse completado el fraguado, y realizar una revisión al cabo de 6 meses de haber sido construido.

   Será preceptiva una revisión cada 2 años, así como una nueva imprimación de pintura epoxi cada 5 años, salvo justificación del fabricante de la resina de que dicho período de tiempo pueda ser mayor.

9.3.- Estructuras tensadas de lona.

Las cubiertas de lona se reemplazarán al cabo de, aproximadamente, 20 años de uso y según el estado de la misma antes.

Barcelona, Abril del 2011.

Luis Miguel Bozzo Rotondo
Doctor I.C.C.P (Universidad de California en Berkeley)

amatria
ingeniería
www.amatria.com

amatria
ingeniería
www.amatria.com

PROYECTO: 817 AVE SAGRERA-TRINIDAD
Memoria de cálculo del casetón en cubierta del acceso peatonal norte a la galería eléctrica.

INOCSA
Una Empresa AECOM
18 ABR 2011
ENTRADA Nº: 6641 ARCHIVO: 63

1. Antecedentes

Referencia: 817
Fecha: Abril 2011
Nombre de la obra: Acceso central de peatones a la galería eléctrica

Dentro de las obras de la línea de alta velocidad en el tramo Sagrera - Nus de la Trinitat se realiza la reposición de una galería eléctrica. Esta galería dispone de dos accesos de mantenimiento a cada lado de la plataforma ferroviaria. La cubierta del acceso peatonal norte tiene una cobertura de tierras de 2.3m, y es necesaria la ejecución de un casetón para dar salida en superficie.

El objeto del presente informe es presentar el diseño estructural de este casetón ubicado en la cubierta del acceso peatonal norte de la galería eléctrica.

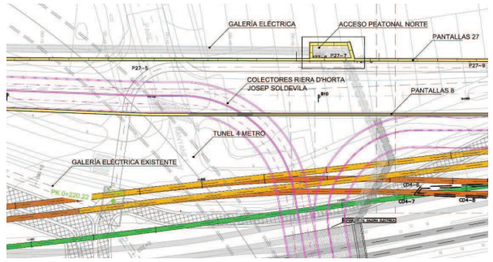


Figura 1: Planta ubicación de la salida peatonal norte de la galería eléctrica

2. Definición de la solución propuesta

El casetón presenta una planta rectangular de 4.45x3.62m y una altura de 1.9m. Sobre este casetón se apoyará una cubierta prefabricada de 0.25m de canto con una cobertura de 15cm de tierras. Para la ejecución de este casetón se propone una muro de hormigón armado de canto 0.2m.

Se considera que la cubierta del casetón está simplemente apoyada en él y en consecuencia, no actúa como arriostramiento en cabeza haciendo que el muro trabaje en ménsula. Los muros del casetón se encuentran empotrados en la capa de compresión de la cubierta de 20cm de espesor, para cumplir esta hipótesis se dejarán esperas durante la ejecución de la cubierta con la longitud suficiente para solaparlas con la armadura del casetón.

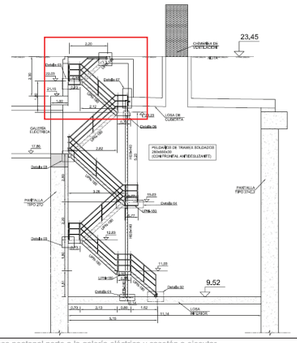


Figura 2: Sección del acceso peatonal norte a la galería eléctrica y casetón a ejecutar

3. Normativa aplicada

Para el cálculo y la comprobación de los diferentes elementos estructurales se ha seguido:

Estructura Hormigón	Instrucción de hormigón estructural EHE-98.
Hipótesis de Carga y Combinaciones	Instrucción de hormigón estructural EHE-98 Eurocódigos. Instrucción de acciones a considerar en puentes de carretera IAP

4. Materiales

Hormigón:

Hormigón en pantallas.....HA-30 (fck = 30 N/mm^2)
.

Acero corrugado:

Acero en las pantallas.....B 500 S (fyk = 500 N/mm^2)

Para la comprobación de las fisuras se ha considerado el mismo tipo de ambiente que lo indicado en proyecto original para esta zona es decir IIa

amatria
ingeniería
www.amatria.com

5. Coeficientes de seguridad

Hormigón armado:

Coeficiente de seguridad del hormigón.....γc = 1.50
Coeficiente de seguridad del acero.....γs = 1.15

Coeficientes de seguridad para acciones

Coeficiente de seguridad para acciones variables.....1.50
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes.....1.35
Coeficiente de seguridad para acciones accidentales.....1

6. Descripción de las cargas y combinaciones consideradas .

6.1 Cargas

Se ha considerado las siguientes cargas en el casetón:

- **pp:** peso propio de la estructura. Para la valoración de las acciones debidas al peso propio se ha considerando un peso específico del hormigón de γ_H=25 kN/m^3
- **qth:** empuje lateral del relleno de tierras calculado según la expresión:

  qth = γt· Ko · z donde Ko =0.5 coeficiente de empuje en reposo
  γt = 20kN/m^3 peso unitario del terreno
  z = 2.3m altura de tierras

- **qh_vial:** empuje lateral de la rodadura sobre vial (carril bici) calculado según la expresión:

  qh_veh = Ko · qv_veh donde Ko =0.5 coeficiente de empuje en reposo
  *qv_veh = 10kN/m^2

  * Del lado de la seguridad se considera una sobrecarga de 10kN/m^2 correspondiente a la carga de tráfico rodado

- **q_cubierta:** carga cubierta sobre el casetón de 19.2kN/m calculado según la expresión siguiente:

  qth = (γ_M · c ·A + γt · cob ·A + qv_veh · A)/P donde γt = 20kN/m^3 peso unitario del terreno
  γ_M = 25 kN/m^3 peso unitario del hormigón
  qv_veh = 10kN/m^2 sobrecarga rodadura
  c = 0.25m canto cubierta
  cob = 0.15m cobertura de tierras
  A =16.1m^2 área cubierta
  P =16.15m perímetro casetón

6.2 Combinaciones

ELU: cpqtot = 1.35·pp + 1.5·qth + 1.5·qh_vial + 1.5·q_cubierta
Cpq1 = 1.35·pp + 1.5·qth + 1.5·qh_vial

ELS: cpqtot = 1.00·pp + 1.00·qth + 1.00·qh_vial + 1.00·q_cubierta
Cpq1 = 1.00·pp + 1.00·qth + 1.00·qh_vial

amatria
ingeniería
www.amatria.com

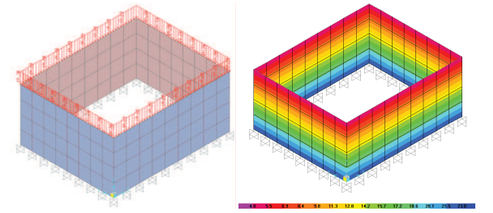


Figura 3: Empuje de tierras y carga de cubierta aplicada a los muros del casetón.

7. Metodologia de Calculo

7.1 Software utilizado

Para los cálculos estructurales se han utilizado los siguientes programas:

- SAP 2000 versión 14 de la compañía CSI. Programa de modelización numérica empleado para la obtención de los esfuerzos actuantes. Al combinar las cargas, anteriormente expuestas, de la forma más desfavorable se obtienen las acciones de cálculo para el diseño de la estructura.

- PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL, para el dimensionamiento de la estructura de hormigón armado.

7.2 Descripción del modelo de cálculo

Se ha realizado un modelo de elementos finitos tipo lámina (shell) del casetón según la geometría descrita en el apartado 2. El apoyo del casetón se ha valorado a través de un empotramiento haciendo que los muros verticales trabajen en ménsula.

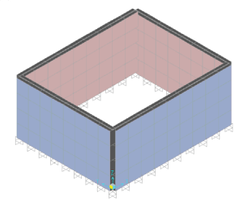


Figura 4: Perspectiva del modelo SAP2000 del casetón del acceso peatonal norte de la galería eléctrica

8. Resultados

A continuación se presentan los diagramas de esfuerzos del casetón y la deformación experimentada obtenidos mediante la simulación en SAP2000 de la geometría y las cargas consideradas.

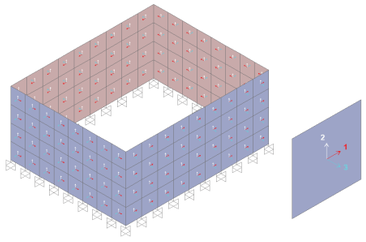


Figura 5: numeración de los ejes locales de la shell en el programa SAP 2000

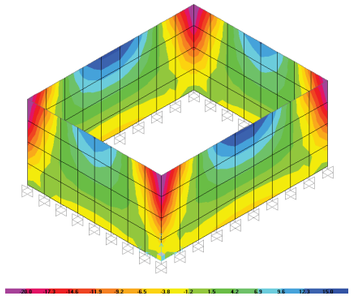


Figura 6: Diagrama de momentos flectores M11 mayorados en kNm SAP.

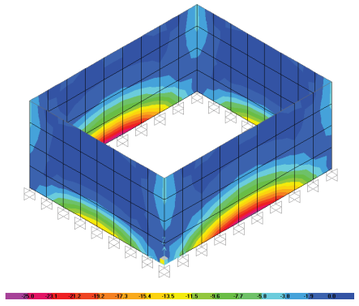


Figura 7: Diagrama de momentos flectores M22 mayorados en kNm SAP.

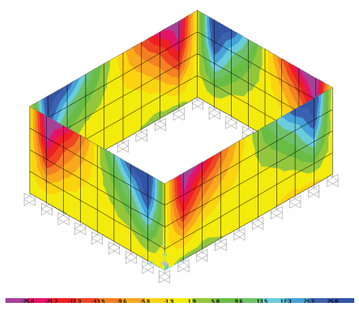


Figura 8: Diagrama de esfuerzos cortantes V13 mayorados en kN SAP.

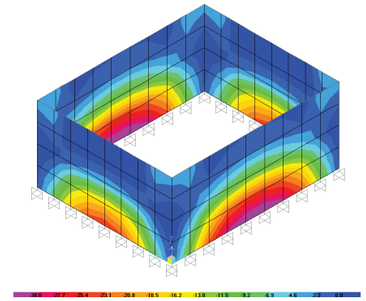


Figura 9: Diagrama de esfuerzos cortantes V23 mayorados en kN SAP.

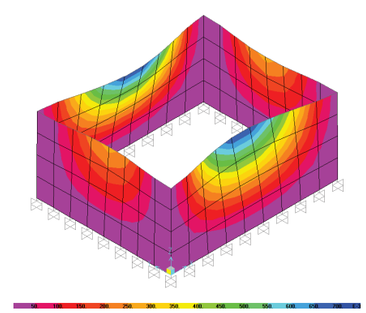


Figura 10: Deformada en mm. SAP. δmax=0.7mm

Tabla con los valores de dimensionado considerados y armados dispuestos:

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELU			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Md (kN·m)**	**Mu kN·m)**
Md11+	5d12/m	+15	34.8
Md11-	5d12/m	-20	34.8
Md22+	5d12/m	+0	34.8
Md22-	5d12/m	-25	34.8

ARMADO LONGITUDINAL A FLEXIÓN ELS (fisuración)			
Esfuerzo	**Armado Nº barras**	**Mk (kN·m)**	**Wk mm**
Mk11+	5d12/m	+10	0.0
Mk11-	5d12/m	-12	0.0
Mk22+	5d12/m	+0	0.0
Mk22-	5d12/m	-15	0.0

ARMADO TRANSVERSAL A CORTANTE*			
Esfuerzo	**Armado Nº ramas**	**Vd (kN)**	**Vu (kN)**
Vd13	Sin armadura	25	88.8
Vd23	Sin armadura	35	88.8

10. Conclusiones

Con el presente informe y el anejo adjunto se justifica la viabilidad técnica del casetón para la utilización especificada.

En los anejos se muestran los cálculos realizados.

Jose Mª Velasco
Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Abril de 2011

Obra: AVE Sagrera: acceso central para peatones galería electrica
Fecha: 07/04/2011
Hora: 10:45:51

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

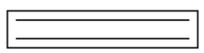
```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : LOSA_0.2
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.20
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 4
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 88.8
```


Obra: AVE Sagrera: acceso central para peatones galería electrica
Fecha: 07/04/2011
Hora: 10:48:33

Características mecánicas de las secciones

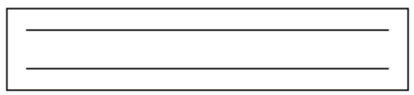
1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 30.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Sección

```
Sección : LOSA_0.2
b   [m]    = 1.00
h   [m]    = 0.20
ri  [m]    = 0.051
rs  [m]    = 0.051
A_i [cm2]  = 5.65
A s [cm2]  = 0.00
```



2 Resultados

	Sección bruta	Sección homogeneizada
A [m²]	0.2000	0.204
Ix [m4]	0.0007	0.0007
Iy [m4]	0.0167	0.0169
ix [m]	0.06	0.06
iy [m]	0.29	0.29
x´g [m]	0.50	0.50
y´g [m]	0.10	0.10

	Sección fisurada
Ix [m4]	0.0001
Mfis [kN·m]	19.8
y´fis [m]	0.03

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: AVE Sagrera: acceso central para peatones galería electrica
Fecha: 07/04/2011
Hora: 10:41:42

Comprobación de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

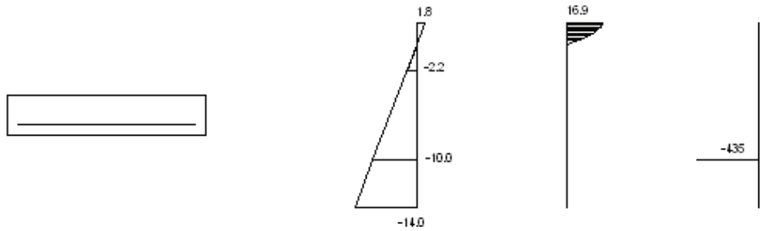
- Sección

Sección : LOSA_0.2
b [m] = 1.00
h [m] = 0.20
ri [m] = 0.051
rs [m] = 0.051

2 Comprobación

At [cm²] = 5.7
Ac [cm²] = 0.0

Mu [kN·m] = 34.8



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.023

1/r [1/m]·1.E-3 = 79.2

εs ·1.E-3 = 1.8

εi ·1.E-3 = -14.0

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.051	0.0	-2.2	0.0
0.149	5.7	-10.0	434.8

INOCSA
Una Empresa AECOM

INOCSA
Una Empresa AECOM
29 ABR 2011
ENTRADA Nº 6744 ARCHIVO 64.2

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V. MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

SALIDA CENTRAL DE PEATONES EN GALERÍA ELÉCTRICA: CUBIERTA CON LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA y CASETÓN DE ACCESO

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica de los documentos relativos a la "CUBIERTA Y CASETÓN PARA ACCESO EN SALIDA CENTRAL DE PEATONES PARA GALERÍA ELÉCTRICA" recibidos durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación con la propuesta de estructura horizontal y muros superiores para la cubierta de la salida central de peatones en galería eléctrica y su casetón de acceso, en las obras del Sector Sagrera; a saber:

- DOCUMENTO: "LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA CUBIERTA SALIDA PEATONES. CORSÁN"; del que se asume como vigente la generalidad de la Memoria de Cálculo; y el plano adjunto E01 - "COBERTURA SORTIDA DE PEATONS" (Hoja 1 de 1), que se asume como definición gráfica vigente de la propuesta.

  La documentación citada es emitida por la empresa LUIS BOZZO ESTRUCTURAS Y PROYECTOS S.L. como responsables de los cálculos estructurales de los elementos en estudio.

- DOCUMENTO: “Memoria de cálculo del casetón en cubierta del acceso peatonal norte a la galería eléctrica”; del que se asume como vigente la generalidad de la Memoria de Cálculo; y el plano adjunto “CASETÓN SCP – GEOMETRÍA Y ARMADO” (Hoja 1 de 1), que se asume como definición gráfica vigente de la propuesta.

  La documentación citada es emitida por la empresa AMATRIA Ingeniería S.L. como responsables de los cálculos estructurales de los elementos en estudio.

En el presente informe se realiza un análisis crítico del desarrollo de los cálculos presentados, de los criterios de diseño y bases de cálculo con los que se abordan las comprobaciones con las que se justifica la viabilidad estructural de los elementos en estudio y los planos con los que se pretende su definición para proceder a su ejecución.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Memorias de Cálculo

En las Memorias de Cálculo recibidas se describen las soluciones estructurales propuestas y se presentan las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se aborda el análisis y dimensionamiento de los elementos que conforman la estructura horizontal de cubierta y los muros superiores del casetón de acceso. En las Memorias se incluyen, además, resúmenes suficientes de los datos de entrada y resultados de salida de los modelos de cálculo empleados.

Las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se desarrollan los cálculos estructurales se pueden considerar, de forma general, adecuados para las condiciones de contorno y acordes con la normativa vigente.

El análisis de cada uno de los elementos estructurales se aborda mediante el empleo de programas de cálculo, comerciales o de desarrollo propio, que se consideran adecuados para la obtención de los esfuerzos resultantes. Para el dimensionamiento de las secciones resistentes se han empleado tablas de autorización de uso de elementos prefabricados y programas comerciales suficientemente conocidos (Prontuario Informático del Hormigón Estructural) o programas de elaboración propia que arrojan resultados en el orden de lo esperado.

INOCSA
Una Empresa AECOM

En el desarrollo de los cálculos se presentan las comprobaciones de los Estados Límite Últimos (Flexión y Cortante) y de Servicio (Fisuración y Deformación) determinantes para los elementos estructurales en estudio (dintel, hastiales y solera).

Tanto las hipótesis empleadas como el desarrollo de los cálculos pueden considerarse en principio admisibles, por cuanto se atienen en general a las normativas vigentes e incluyen los diferentes efectos habituales. De forma general, las comprobaciones presentadas son coherentes con los resultados esperados y con los esquemas de armado propuestos en planos.

Se hace notar, sin embargo que, en la Memoria de cálculo de la LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA de cubierta:

- Se localiza una discrepancia entre la carga lineal alrededor de hueco indicada en la descripción del “Modelo y Cargas” (30 kN/m, coherente con el orden de magnitud de las reacciones esperadas según el cálculo del casetón de acceso) y la realmente considerada en el cálculo de alguno de los elementos de cubierta (en PRELOSA 4, parece no considerarse ninguna carga lineal en hueco) o la indicada en planos (20 kN/m en los bordes largos del hueco de la escalera). Se solicita aclaración al respecto y, en su caso, corrección de la discrepancia en la próxima edición del documento.

- En los cálculos de las prelosas con desarrollo explícito (PRELOSAS 3 y 4) se echa en falta la comprobación del Estado Límite Último de cortante para la fase constructiva de hormigonado de la losa de compresión. Se solicita aclaración al respecto y, en su caso, inclusión de dicha comprobación en la próxima edición del documento.

- Se echa en falta el cálculo justificativo de las PRELOSAS 6 y 7 [T-33 (10+10)] que reciben cargas lineales de los muros del casetón y cuya capa de compresión debe ser suficiente para el empotramiento de éstos. Se solicita aclaración al respecto y, en su caso, inclusión de cálculos para las PRELOSAS 6 y 7 en la próxima edición del documento.

- Se echa en falta el cálculo justificativo de la PRELOSA 1 [T-39 (15+20)] en la que la longitud del apoyo en uno de los extremos se reduce a menos de la mitad del otro. Se solicita aclaración al respecto y, en su caso, inclusión de cálculos para la PRELOSAS 1 en la próxima edición del documento.

Planos

Se presentan, como complemento a cada una de las Memorias, un plano adjunto con la definición completa de la geometría de los elementos que conforman la cubierta semi-prefabricada en estudio y los muros del casetón de acceso.

Salvo para los casos citados en los que se echan en falta cálculos justificativos para algunos elementos de la losa de cubierta, de forma general los planos definen dimensiones y esquemas de armado coherentes con los análisis estructurales y comprobaciones seccionales desarrollados en su documento correspondiente.

4. CONCLUSIONES

Como conclusión, y tal y como se desarrolla en los apartados anteriores, se puede decir que la validez estructural de la propuesta de cubierta y casetón de acceso para la salida central de peatones en galería eléctrica queda pendiente de las aclaraciones solicitadas sobre los cálculos justificativos de las LOSAS SEMI-PREFABRICADAS PRETENSADAS previstas para la estructura horizontal.

Por tanto, a la espera de recibir aclaración sobre los aspectos referidos, se recomienda no abordar la ejecución de los elementos estructurales de la propuesta de cubierta y casetón de acceso situ en estudio.

Madrid, 29 de abril de 2011

INOCSA, Una Empresa AECOM

Barcelona, 5 de Mayo del 2011

LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA CUBIERTA SALIDA PEATONES CORSAN

(Estudio para la sección tipo con luz de cálculo de 4,31m)

Dr. I.C.C.P Luis M. Bozzo

1.0 Modelo y Cargas

Este estudio de adecuación constructiva propone una alternativa para la cubrición de la obra "Cubierta salida peatones" empleando prelosas pretensadas de la empresa PRETECNIA. La propuesta emplea una solución semi-prefabricada pretensada.

La solución consiste en un forjado uni-direccional formado por prelosas pretensadas de 15cm completadas "in situ" con una capa superior de hormigón de 20cm. La tipología, por tanto, corresponde a un forjado semi-prefabricado-pretensado. A continuación se detallan el análisis y dimensionado realizados.

Hasta este punto se han realizado los cálculos con las siguientes cargas:

Hipótesis:

- Peso propio losa de 35cm 8,75kN/m2
- Permanentes: 49,6kN/m2
- S/C: 20kN/m2
- Cargas especiales de fachadas de 20-30kN/m alrededor de huecos(ver plano adjunto)

Las cargas permanentes se obtuvieron por la información facilitada por la constructora y la sc del MOPU se consideró como equivalente.

Con respecto a la mayoración de acciones para este estudio se consideró un factor de 1,35 para el peso propio, 1,4 para las cargas permanentes y 1,5 para las variables.

Así la carga mayorada por m2 es

Hipótesis 1:

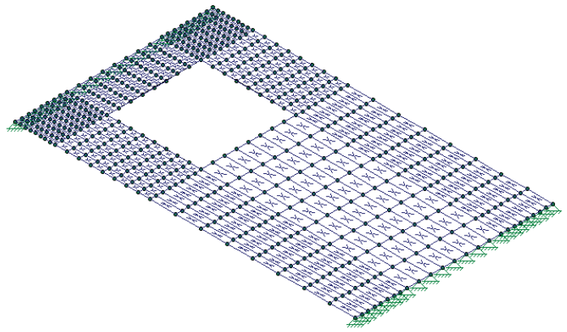
Q_1* = 111,24kN/m2

El modelo corresponde a una barra de 1m de ancho por la luz de cálculo. La prelosa es de 15cm con una fuerza de pretensado máxima en planta de 1828kN/m.

A continuación se detallan los resultados para cada análisis realizado.

2.0 Prelosa especial en zona agujero de 120cm (la misma placa se usará conservadoramente para las zonas "tipo" sin agujero, es decir placas 2-3 y 5):

En este análisis se consideró el modelo mostrado en la figura:



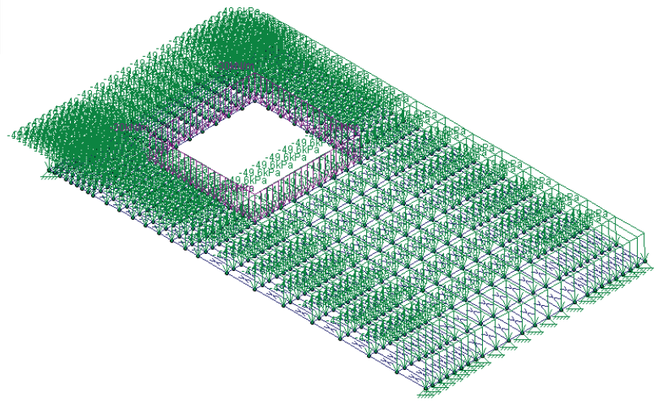
(ancho 2,5m, luz de 4,31m y agujero centrado de 120cm)

Se observa que conservadoramente se considera el agujero como rectangular de mayor dimensión al agujero circular real cargándose en el borde del agujero con 30kK/m. Esta simplificación se realiza para estar acordes con la dirección del armado dispuesto.

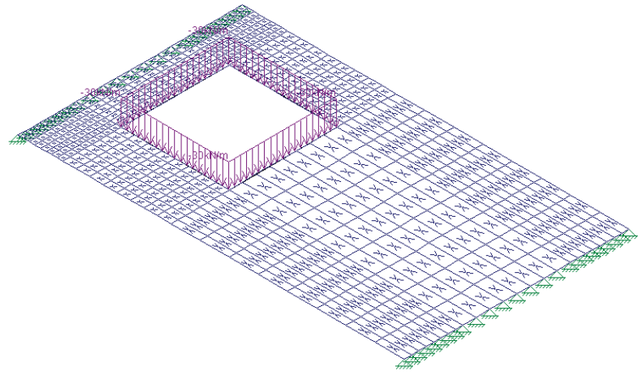
Las cargas básicas son las siguientes:

Peso propio (se calcula directamente por el programa)

Permanentes:

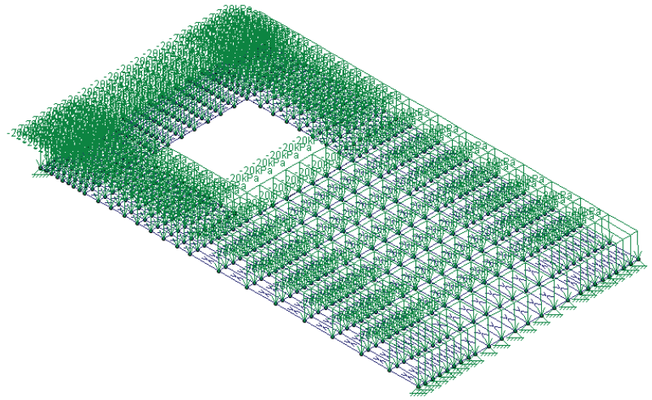


(uniforme tierras 49,6kN/m2 y lineal de 30kN/m alrededor agujero)



(detalle de carga lineal de 30kN/m alrededor agujero)

Variables:



Los factores de mayoración e hipótesis se muestran a continuación:

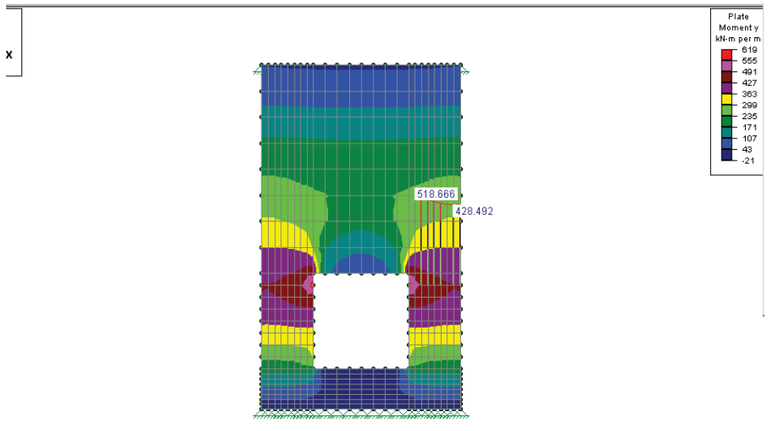
Load Combinations

Combinations | Design

	Description	Solve	PD...	SR...	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC
1	r	☑			1	1.35	2	1.4	3	1.5							

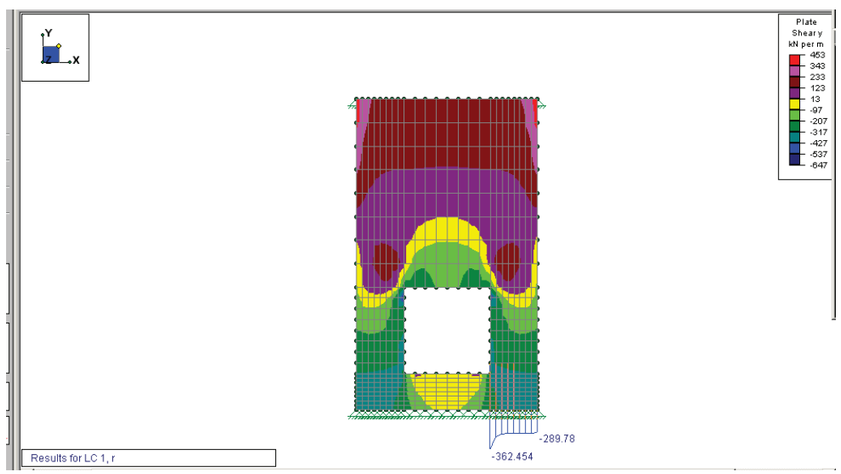
Con este modelo se obtuvieron los siguientes resultados:

Momentos flectores:



max positivo +518kNm/m

Cortante en extremos luz de cálculo:

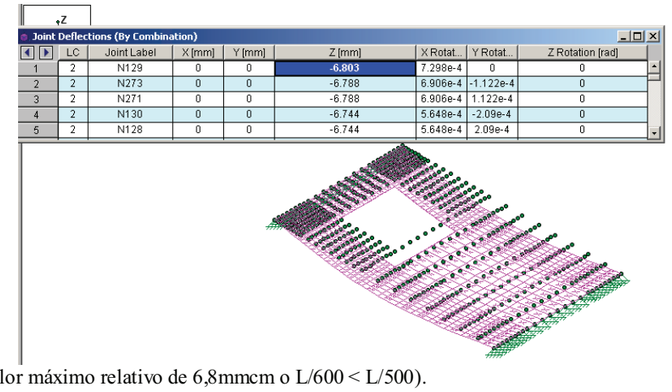


V* = 363 kN/m

Conservadoramente para cortante se calcula directamente con la carga mayorada y con un factor adicional de 1,85 originado por el agujero al 50% de la pieza:

Vu = 1,85x11,1x 4,31/2 = 46T/m (460kN/m)

Flechas (en servicio):



Joint Deflections (By Combination)

	LC	Joint Label	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	X Rotat...	Y Rotat...	Z Rotation [rad]
1	2	N129	0	0	-6.803	7.298e-4	0	0
2	2	N273	0	0	-6.788	6.906e-4	-1.122e-4	0
3	2	N271	0	0	-6.788	6.906e-4	1.122e-4	0
4	2	N130	0	0	-6.744	5.648e-4	-2.09e-4	0
5	2	N128	0	0	-6.744	5.648e-4	2.09e-4	0

(Valor máximo relativo de 6,8mmcm o L/600 < L/500).

- **Dimensionamiento**

ELU FLEXION

Momento positivo: 51,8Tm/m El área de pretensado de la prelosa T-39 es de 14cm2/m (27 cables de 9,3mm por metro), y esta transmite un momento último de hasta 52,5Tm/m, según se verifica a continuación de las tablas de autorización de uso:

FITXA DE CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES - SEGONS EHE - DEL FORJAT AMB PRELLOSA PRETENSADA MASSISSA - (ATEFOR)

Generalitat de Catalunya
Direcció General d'Arquitectura i Paisatge

FABRICANT
Nom: ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE LOS FORJADOS, S.L.
Localitat: CASTELLBISBAL - BARCELONA
Direcció : c/. Industria nº 9-11 Pol.in. Comte de Sert
Codi Postal : 08755
Signat:

079022 03.05.2005
CADUCA ALS 5 ANYS
AUTORITZACIÓ ADMINISTRATIVA VISAT

TÈCNIC AUTOR DE LA MEMORIA
Nom: ENRIC XERCAVINS VALLS
Signatura:

FULL 61 DE 70

TIPUS DE FORJAT	CANTELL TOTAL	TIPUS DE PRELLOSA	FLEXIÓ POSITIVA (1) Moment Ultim M_u (m KN.m)	MOMENT FISSURACIÓ (m KN.m)	RIGIDESA (m2 MN.m) bruta $E.I_b$	RIGIDESA (m2 MN.m) fissurada $E.I_{fs}$	M. Límit de servei (3) (m KN.m) Mo	Mó	M0,2	Rasant Ultim (KN.m)	TALLANT Ultim FORMIGÓ V_{su} (KN.m) (2)	TALLANT Ultim 2 Ø 6 GELOSIA V_{su} (KN.m)
15 + 20	35	T - 34	296,83	164,06	131,93	105,55	135,98	192,14	220,84	125,87	209,78	59,05
		T - 35	347,98	192,98	132,95	108,09	164,58	221,39	250,42	125,87	209,78	59,05
		T - 36	396,40	222,36	133,96	111,64	193,63	251,09	280,46	125,87	209,78	59,05
		T - 37	442,08	252,18	134,97	114,38	223,12	281,24	310,94	125,87	209,78	59,05
		T - 38	485,03	282,45	135,96	118,23	253,07	311,83	341,87	125,87	209,78	59,05
		T - 39	525,24	313,16	136,94	120,13	283,45	342,87	373,24	125,87	209,78	59,05
		T - 40	562,71	344,30	137,92	122,05	314,27	374,34	405,04	125,87	209,78	59,05
		T - 41	597,44	375,88	138,88	124,00	345,52	406,24	437,27	125,87	209,78	59,05
		T - 42	629,44	407,88	139,84	125,98	377,19	438,57	469,93	125,87	209,78	59,05
		T - 43	658,70	440,31	140,79	127,99	409,30	471,32	503,01	125,87	209,78	59,05
		T - 44	685,23	473,15	141,73	130,03	441,82	504,48	536,51	125,87	209,78	59,05

NOTA : valors per m. d'amplada

(2) Valor V_{su} segons EHE sense contribució de l'armadura de tallant.

(3) 3 Moments que corresponen a cada classe d'exposició segons EHE:
Mo moment de descompressió de la fibra inferior de la secció
Mó moment que produeix tensió nul·la en la fibra de la secció situada a la profunditat de l'armadura inferior
M0,2 moment que produeix fissures d'ample 0,2 mm

Els moments, rasants i tallants amb les càrregues majorades per els coeficients emprats (per càrregues permanents o sobrecàrregues) han de ser menors que els valors últims de la fitxa. Els moments sense majorar, han de ser menors als de servei segons l'ambient o classe.

NOTA: (1) a 28 dies. Per un altra edat es multiplicará pel factor:

Edat	7 dies	14 dies	21 dies	28 dies	3 mesos	6 mesos	1 any	>5 anys
Rigideç	0,83	0,89	0,91	1,00	1,06	1,13	1,16	1,20
M.fissuració	0,78	0,86	0,96	1,00	1,10	1,17	1,22	1,27

Segons Classe d'exposició, obertura màxima de fissura:
W_kI=0,2 mm. W_kIIa=0,2[1] mm. W_kIII i IV=descompressió ([1] veure art. 49.2.4 EHE)

(este valor también se puede verificar directamente de las fichas técnicas adjuntas)

Con relación a armaduras mínimas de la capa de compresión en la dirección transversal la dispuesta es de una barra del 10 cada 20 superior).

La armadura mínima es 0,0018x100x20 = 3,6cm y la dispuesta es de 3,9cm2/m

ELU CORTANTE:

Cortante: 480kN/m a eje de apoyo.

Considerando la EHE se tendría para la zona de la prelosa a cada lado del hueco de 120cm con 3 ramas del 10 cada 8cm:

Vs = 34T/m
Vc_min=12T/m

Por lo que se cumple pues Vc+Vs = 46T/m.

En la sección pasado el agujero se tendría:

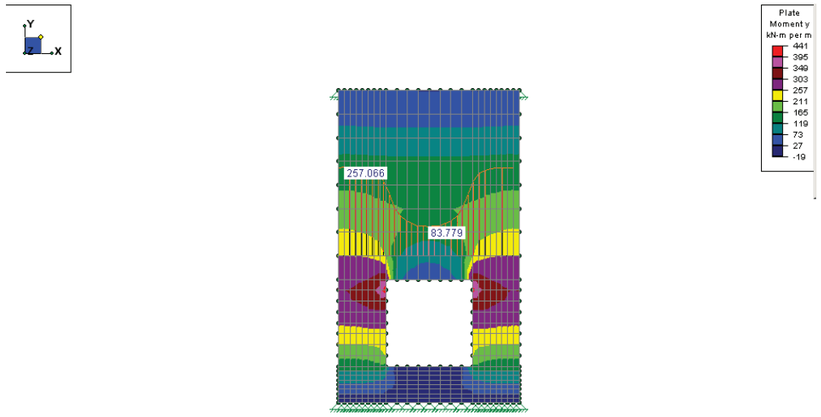
Vu = 1,85 x 11,1 x 1 = 20T/m

Y los estribos están cada 20cm

Vc + Vs = 12T/m + 14T/m = 26T/m > 20T/m

EL FISURACION:

Según fichas técnicas el momento de fisuración es de 37kN/m por lo que se cumple este ELS.



ELU RESISTENCIA AL FUEGO

La prelosa de 15cm con recubrimiento de 40mm cumple requisito de RF120. Según la EHE en su tabla A.7.7 el recubrimiento mínimo para REI 120 es de 35mm.

- **Manipulación en obra**

La prelosa será trasladada suspendida de 4 puntos equidistantes mediante ganchos embebidos. Dado que la longitud de las prelosas es de 4,3m la distancia máxima entre ganchos es aproximadamente 3m.

- **Descripción de las prelosas**

Las prelosas serán de 15cm de espesor y 250cm de ancho con hormigón H50 y refuerzo de pretensado de 14,04cm2/m. La posición de este refuerzo con respecto a la fibra inferior de la prelosa será de 4,465cm lo que da una excentricidad de 0,535cm. La fuerza en pretensado en planta será de 1830kN/m y la resistencia mínima del hormigón antes de la transferencia será H40. Los estribos serán de 3 ramas del 10 cada 8 cada 15 y cada 20. Las celosías para la placa tipo serán del diámetro 4mm separadas cada 10-20cm. El pretensado se dará mediante 27 cordones (Y 1860 S7 en página 103 tabla 32.5.b de la EHE) de 9,3mm de diámetro (Ap = 0,52cm2 cada uno) por metro.

- **Prelosa autoportante**

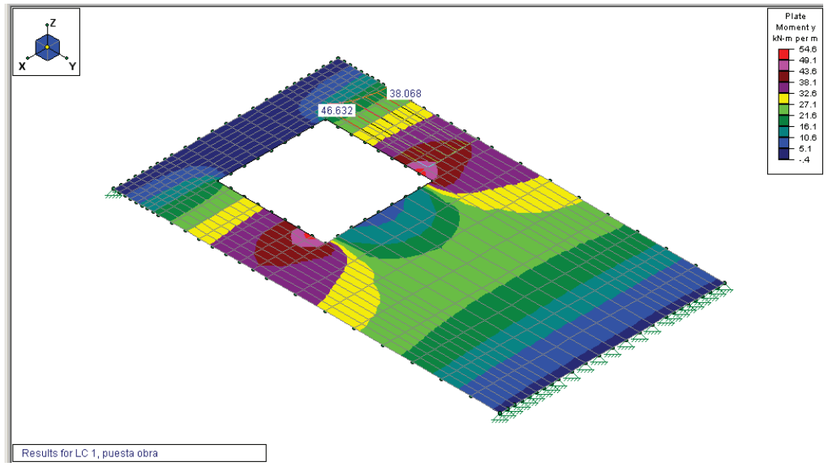
Las prelosas serán de 15cm de espesor con hormigón H50 y refuerzo de pretensado de 14,04cm2/m lo cual dada la excentricidad de los cables generan contraflecha en la planta. De esta forma la flecha constructiva sería la originada por el hormigón in situ menos la contraflecha obteniéndose un valor muy bajo.
Sin considerar el efecto anterior la flecha constructiva sería de solo 7mm por lo que en obra se esperan valores inferiores a 5mm.

Luis Bozzo Estructuras y Proyectos S.L. wwww.luisbozzo.com 2011

Member Section Deflections (By Combination)

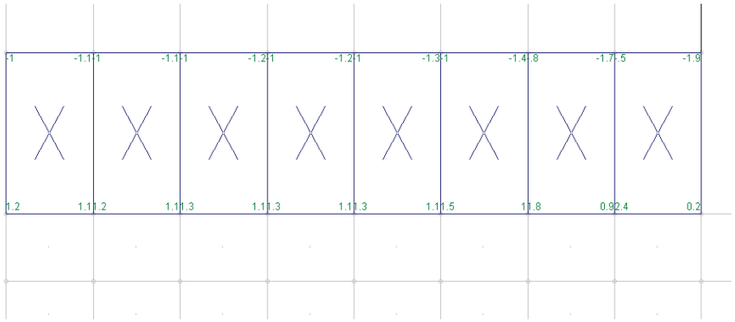
	L...	Member Label	S...	x [mm]	y [mm]	z [mm]	x Rotat...	(n) L/y ...	(n) L/z ...
1	1	M3	1	0	0	7.528	7.856e-4	NC	NC
2			2	0	0	7.69	-2.68e-4	NC	7399.362
3			3	0	0	7.752	-4.923e-4	NC	5367.846
4			4	0	0	7.69	-2.68e-4	NC	7399.362
5			5	0	0	7.528	7.856e-4	NC	NC
6	1	M2	1	0	0	-3.022	-1.215e-4	NC	NC
7			2	0	0	-4.641	-2.695e-4	NC	2435.855
8			3	0	0	-5.984	-3.627e-4	NC	1693.376
9			4	0	0	-6.976	-4.459e-4	NC	2089.05
10			5	0	0	-7.528	-4.515e-4	NC	NC
11	1	M4	1	0	0	7.528	-4.515e-4	NC	NC
12			2	0	0	6.976	-4.459e-4	NC	2089.05
13			3	0	0	5.984	-3.627e-4	NC	1693.376
14			4	0	0	4.641	-2.695e-4	NC	2435.855
15			5	0	0	3.022	-1.215e-4	NC	NC
16	1	M1	1	0	0	-3.022	-5.787e-3	NC	NC
17			2	0	0	-3.054	-6.079e-3	NC	NC
18			3	0	0	-3.063	-6.114e-3	NC	NC
19			4	0	0	-3.054	-6.079e-3	NC	NC
20			5	0	0	-3.022	-5.787e-3	NC	NC

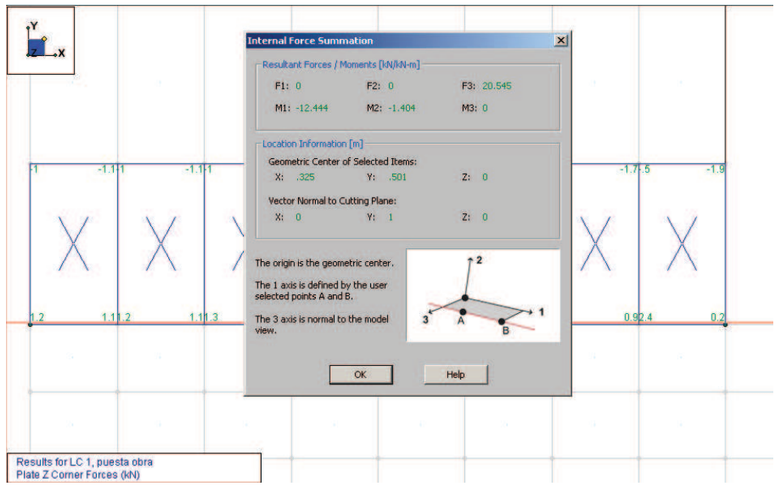
En cuanto a la solicitación en las placas durante el hormigonado el momento sería de 5Tm/m



Según fichas técnicas el momento último de una placa de 15cm con 14cm2/m es de 13Tm/m.

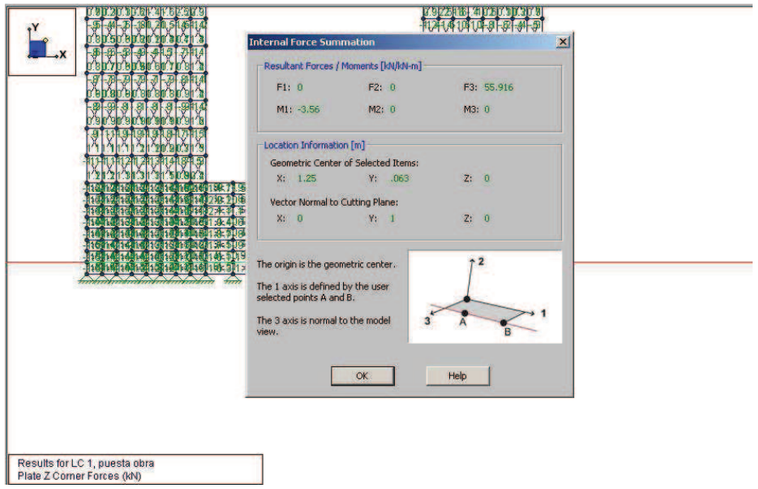
Con respecto al cortante último el total en la zona anexa al hueco es de 20kN, según se muestra a continuación (valores en servicio):





Por tanto conservadoramente Vu = 30kN (o 3Ton). Dado que el ancho es de 65cm y el canto de la prelosa de 15cm, el cortante solicitado es de sólo 3,8Kg/cm2 muy inferior al mínimo de la normativa (Vu2 = 9,9kg/cm2 en este caso con espesor de 150mm y hormigón H50 según Capitulo 10 EHE actual)

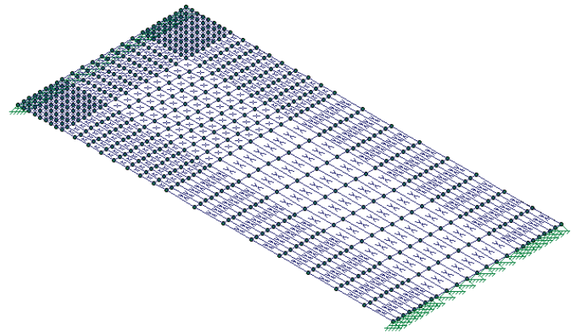
En los lados de mayor ancho el resultado es aun más conservador:



Vu = 56x1,5=84kN → t_u = 2,8kg/cm2 << 10kg/cm2

3.0 Prelosa número 4 en zona agujero:

En este análisis se consideró el modelo mostrado en la figura:

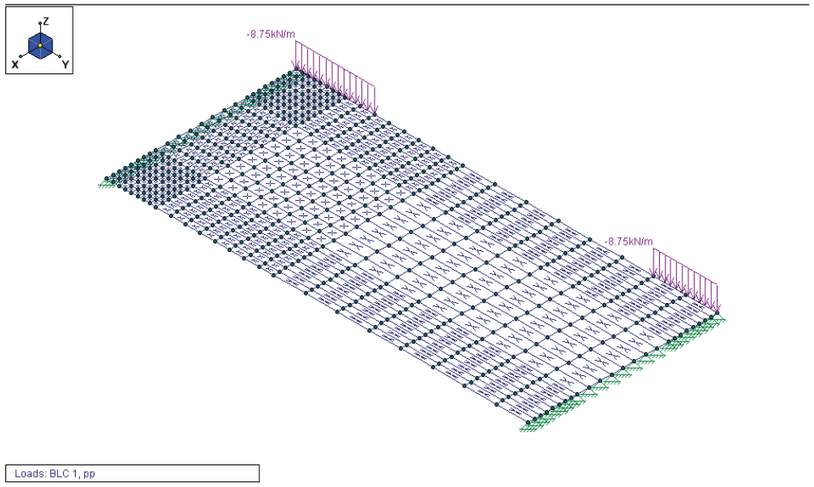


(ancho 1,93m, luz de 4,31m y carga lateral del agujero)

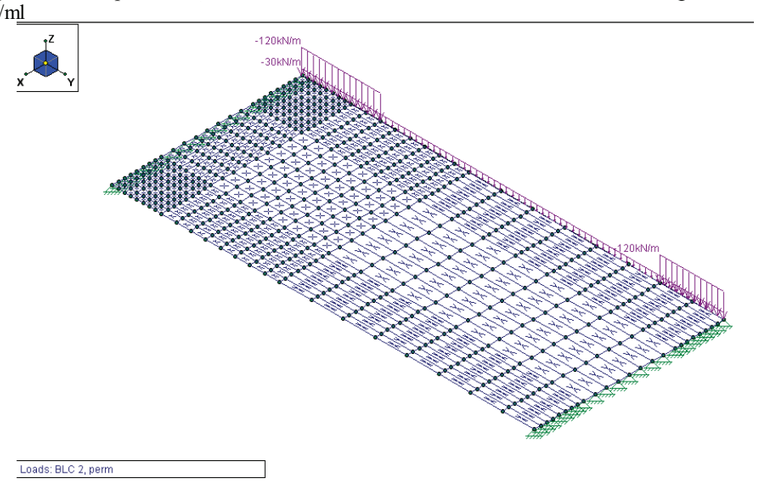
Se observará posteriormente que conservadoramente se considera la carga del agujero en todo el borde común con la placa de 10+10cm.

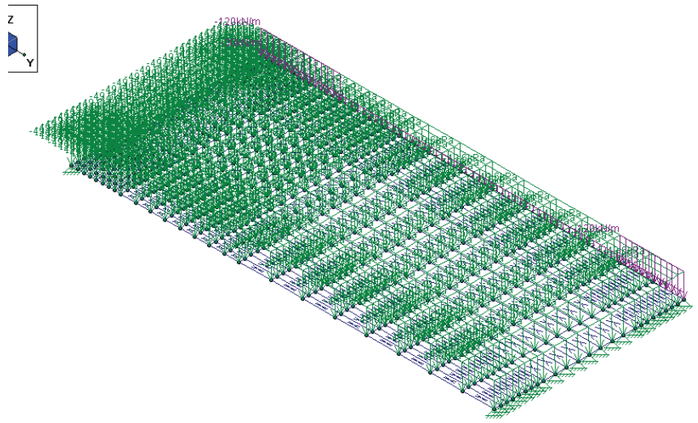
Las cargas básicas son las siguientes:

Peso propio (se calcula directamente por el programa por lo que solo se añade peso placas 10+10 que cargan en placa 4 en 70 y 60cm del borde)



Permanentes: Considerando 20kN distribuida lineal sobre placa de 20cm más la carga uniforme de 49,6kN/m2 se tendría una carga lineal en los extremos del borde de 120kN/m. Este cálculo es en realidad muy conservador pues la carga se transferirá directamente al borde a escasos centímetros (menos de 3h) en lugar de ir a las placas a 3,44m/2 de distancia. Adicionalmente se considera una carga en el borde de 30kN/ml





(uniforme tierras 49,6kN/m2 y lineal de 86kN/m alrededor agujero)

Variables: (la carga en el borde también se considera conservadoramente como 20kN/m2 x 3,44/2 = 34,4kN/m)

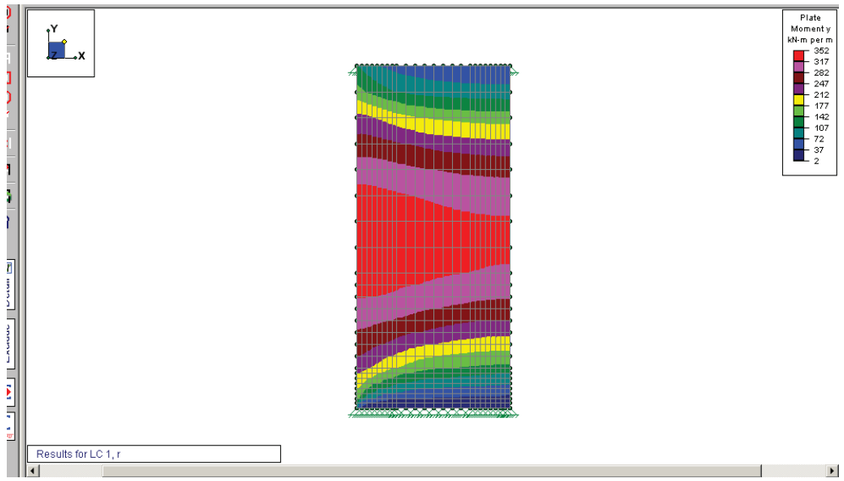
Los factores de mayoración e hipótesis se muestran a continuación:

Load Combinations

Combinations	Design															
	Description	Solve	PD...	SR...	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC
1	r	☑			1	1.35	2	1.4	3	1.5							

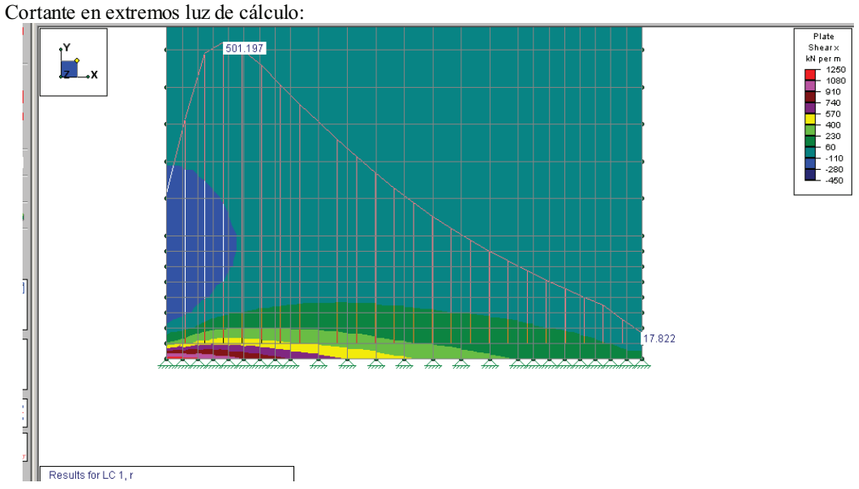
Con este modelo se obtuvieron los siguientes resultados:

Momentos flectores:



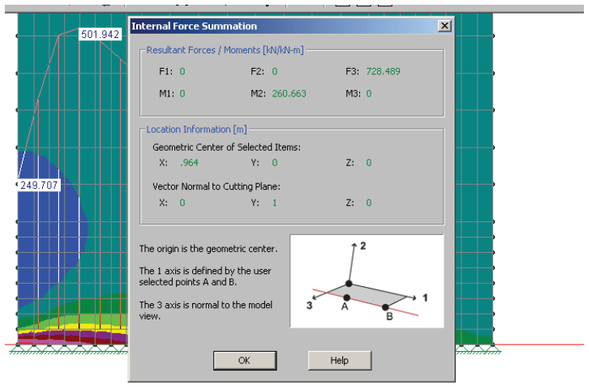
max positivo +352kNm/m << 525kNm/m

Cortante en extremos luz de cálculo:



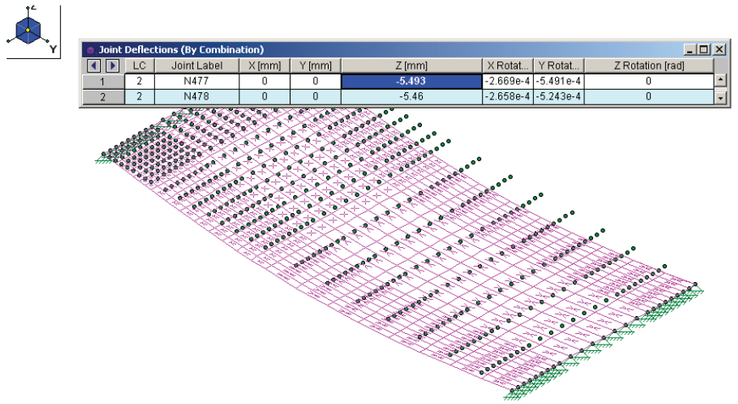
V* = 502 kN/m

Integrando el cortante en todo el ancho se obtiene una solicitación por placa de 73Ton (730kN):



(Vu = 730kN en 1,93m de ancho)

Flechas (en servicio):



(Valor máximo relativo de 5,4mmcm o L/1000 < L/500).

- **Dimensionamiento**

ELU FLEXION

Momento positivo: 35,2Tm/m El área de pretensado de la prelosa T-39 es de 14cm2/m (27 cables de 9,3mm por metro), y esta transmite un momento último de hasta 52,5Tm/m, según se verificó previamente con las tablas de autorización de uso.

Con relación a armaduras mínimas de la capa de compresión en la dirección transversal la dispuesta es de una barra del 10 cada 20 superior.

La armadura mínima es 0,0018x100x20 = 3,6cm y la dispuesta es de 3,9cm2/m

ELU CORTANTE:

Cortante: 729kN en 1,93m de ancho de placa.

La placa dispone de un zuncho Z-1 por encima de la misma y celosías cada 10cm. Por tanto se tiene según fichas técnicas y para una placa de 1,93m de ancho:

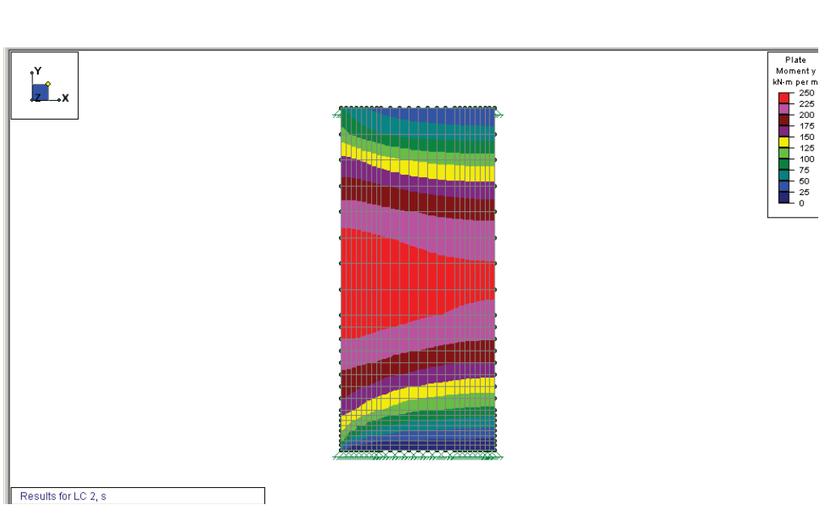
Vc = 210 x 1,93 = 405kN

Vs = (59 x 0,61) x 193/10 = 695kN

Vc + Vs = 1100kN >> 730kN (sin contar zuncho Z-1)

EL FISURACION:

Según fichas técnicas el momento de fisuración es de 37kN/m por lo que se cumple este ELS dado que el momento en servicio indicado a continuación es de solo 250kNm/m:



ELU RESISTENCIA AL FUEGO

La prelosa de 15cm con recubrimiento de 40mm cumple requisito de RF120. Según la EHE en su tabla A.7.7 el recubrimiento mínimo para REI 120 es de 35mm.

- **Manipulación en obra**

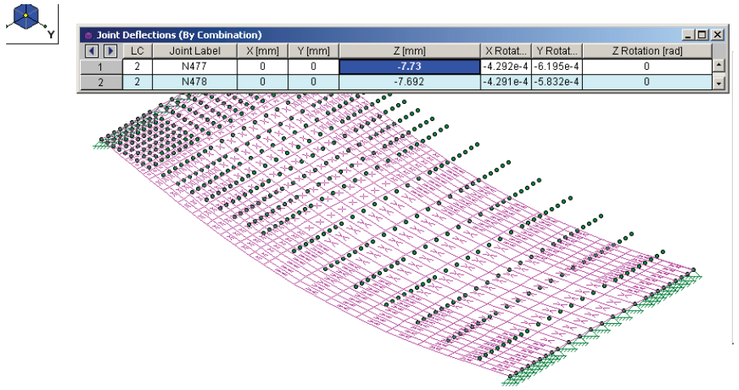
La prelosa será trasladada suspendida de 4 puntos equidistantes mediante ganchos embebidos. Dado que la longitud de las prelosas es de 4,3m la distancia máxima entre ganchos es aproximadamente 3m.

- **Descripción de la prelosa 4:**

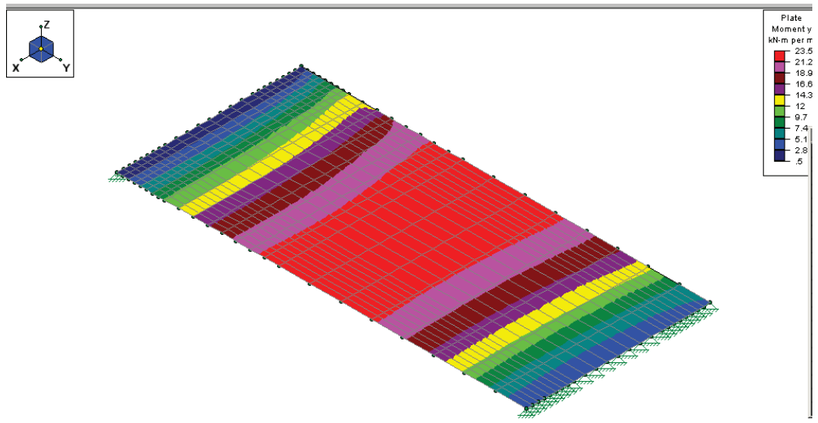
Las prelosas serán de 15cm de espesor y 193cm de ancho con hormigón H50 y refuerzo de pretensado de 14,04cm2/m. La posición de este refuerzo con respecto a la fibra inferior de la prelosa será de 4,465cm lo que da una excentricidad de 0,535cm. La fuerza en pretensado en planta será de 1830kN/m y la resistencia mínima del hormigón antes de la transferencia será H40. Las celosías para la placa tipo serán del diámetro 4mm separadas cada 10-20cm. El pretensado se dará mediante 27 cordones (Y 1860 S7 en página 103 tabla 32.5.b de la EHE) de 9,3mm de diámetro (Ap = 0,52cm2 cada uno) por metro.

- **Prelosa autoportante**

Las prelosas serán de 15cm de espesor con hormigón H50 y refuerzo de pretensado de 14,04cm2/m lo cual dada la excentricidad de los cables generan contraflecha en la planta. De esta forma la flecha constructiva sería la originada por el hormigón in situ menos la contraflecha obteniéndose un valor muy bajo.
Sin considerar el efecto anterior la flecha constructiva sería de solo 7mm por lo que en obra se esperan valores inferiores a 5mm.

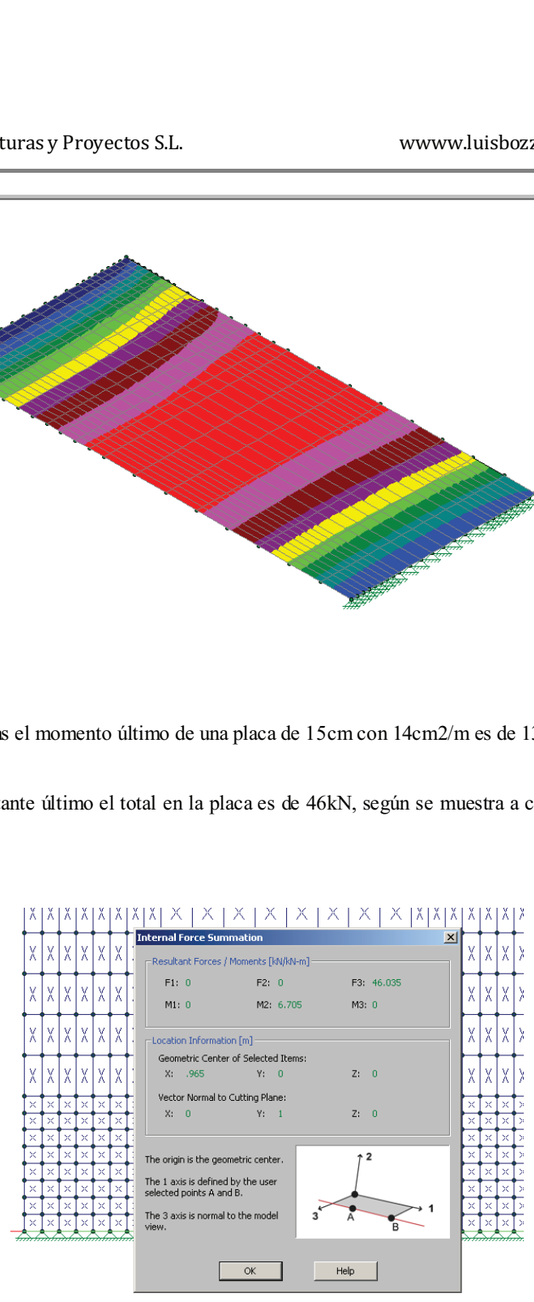


En cuanto a la solicitación en las placas durante el hormigonado el momento sería de 2,3Tm/m



Según fichas técnicas el momento último de una placa de 15cm con 14cm2/m es de 13Tm/m.

Con respecto al cortante último el total en la placa es de 46kN, según se muestra a continuación (valores en servicio):

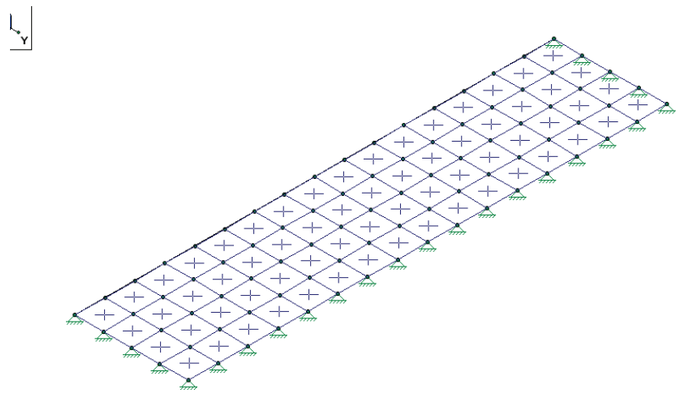


Por tanto conservadoramente Vu = 70kN (o 7Ton). Dado que el ancho es de 193cm y el canto de la prelosa de 15cm, el cortante solicitado es de sólo 3Kg/cm2 muy inferior al mínimo de la normativa (Vu2 = 9,9kg/cm2 en este caso con espesor de 150mm y hormigón H50 según Capitulo 10 EHE actual)

- Prelosa 1: Esta prelosa se considera apoyada en todo su contorno con el muro, es decir se apoya en 3 caras, por lo que la luz de cálculo siempre será menor a la luz máxima. A pesar de ello se considera conservadoramente como la prelosa tipo anteriormente descrita

- Prelosas 6 y 7:

En este análisis se consideró el modelo mostrado en la figura:

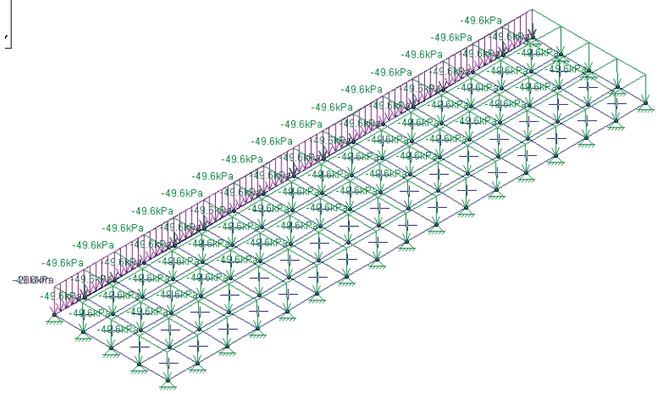


(apoyada en tres lados con ancho 85cm y luz de 3,6m)

Las cargas básicas son las siguientes:

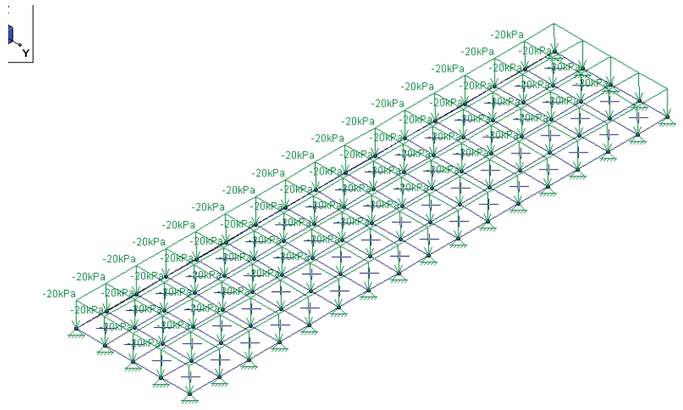
Peso propio (se calcula directamente por el programa para losa de 20cm)

Permanentes:



(uniforme tierras 49,6kN/m2 y lineal de 20kN/m en lado exterior)

Variables:



Los factores de mayoración e hipótesis se muestran a continuación:

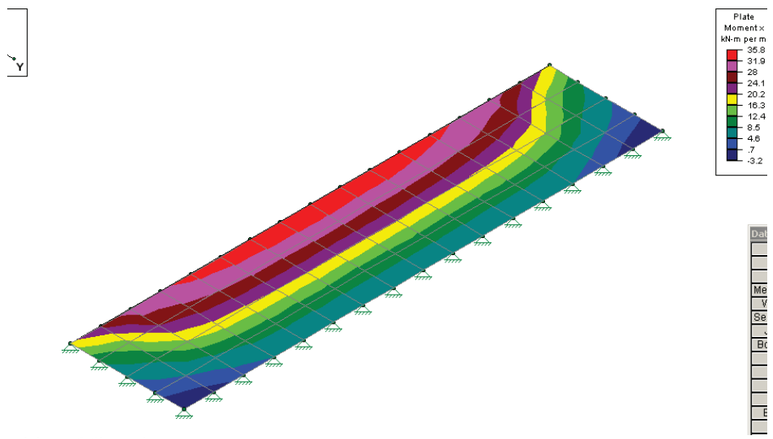
Load Combinations

Combinations | Design

	Description	Solve	PD...	SR...	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC
1	1	☑			1	1.35	2	1.4	3	1.5							

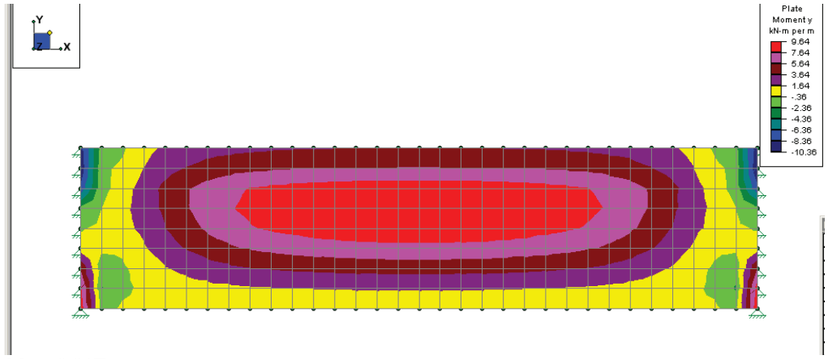
Con este modelo se obtuvieron los siguientes resultados:

Momentos flectores (dirección pretensado):



max positivo +36kNm/m

Momento flector “secundario”:



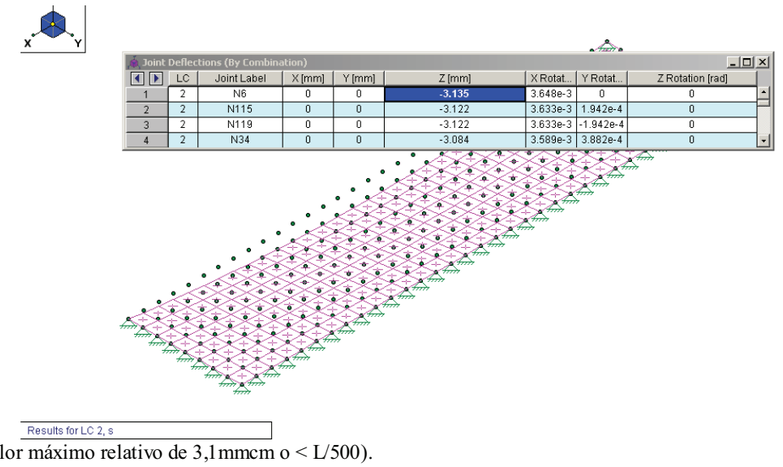
Mu = 0,96Tm/m

Cortante en extremos luz de cálculo:

Conservadoramente para cortante se calcula directamente con la carga mayorada y directamente para el apoyo a 85cm de distancia:

Vu = 0,57T/m + 5,9T/m + 2,0T/m + 2,8T/m = 11,3T/m

Flechas (en servicio):



Joint Deflections (By Combination)

	LC	Joint Label	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	X Rotat...	Y Rotat...	Z Rotation [rad]
1	2	N6	0	0	-3.135	3.648e-3	0	0
2	2	N115	0	0	-3.122	3.633e-3	1.942e-4	0
3	2	N119	0	0	-3.122	3.633e-3	-1.942e-4	0
4	2	N34	0	0	-3.084	3.589e-3	3.882e-4	0

Results for LC 2, s

(Valor máximo relativo de 3,1mmcm o < L/500).

- **Dimensionamiento**

ELU FLEXION

Momento positivo: 3,6Tm/m El área de pretensado de la prelosa T-33 es de 10,92cm2/m (21 cables de 9,3mm por metro), y esta transmite un momento último de hasta 18,4Tm/m, según se verifica a continuación de las tablas de autorización de uso:

FITXA DE CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES - SEGONS EHE - DEL FORJAT AMB PRELLOSA PRETENSADA MASSISSA - (ATEFOR)

FABRICANT
Nom: ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE LOS FORJADOS, S.L.
Localitat: CASTELLBISBAL - BARCELONA
Direcció : c/. Industria nº 9-11 Pol.In. Comte de Sert
Codi Postal : 08755
Signat

TÈCNIC AUTOR DE LA MEMORIA
Nom: ENRIC XERCAVINS VALLS
Signat

FULL 43 DE 70

Generalitat de Catalunya
Direcció General d'Arquitectura i Paisatge

079022 03.05.2005

CADUCA ALS 5 ANYS
AUTORITZACIÓ ADMINISTRATIVA
VISAT

TIPUS DE FORJAT	CANTELL TOTAL	TIPUS DE PRELLOSA	FLEXIÓ POSITIVA (1) Moment Ultim M_u (m KN.m)	MOMENT FISSURACIÓ (m KN.m)	RIGIDESA (m2 MN.m) bruta $E_c I_b$	RIGIDESA (m2 MN.m) fissurada $E_c I_{fis}$	M. Límit de servei (3) (m KN.m) Mo	Mó	M0,2	Rasant Ultim (KN.m)	TALLANT Ultim FORMIGÓ V_{ou} (KN.m) (2)	TALLANT Ultim 2 Ø 4 GELOSÍA V_{su} (KN.m)
10 + 10	20	T - 22	108,68	61,53	24,58	19,67	52,36	70,70	80,07	67,77	112,96	32,12
		T - 23	117,44	67,05	24,67	20,06	57,83	76,27	85,70	67,77	112,96	32,12
		T - 24	125,82	72,61	24,77	20,64	63,33	81,89	91,37	67,77	112,96	32,12
		T - 25	133,82	78,21	24,86	21,06	68,88	87,54	97,08	67,77	112,96	32,12
		T - 26	141,43	83,85	24,95	21,69	74,47	93,24	102,83	67,77	112,96	32,12
		T - 27	148,66	89,53	25,04	21,96	80,09	98,97	108,62	67,77	112,96	32,12
		T - 28	155,51	95,25	25,12	22,23	85,76	104,74	114,44	67,77	112,96	32,12
		T - 29	161,97	101,01	25,21	22,51	91,47	110,55	120,31	67,77	112,96	32,12
		T - 30	168,05	106,81	25,30	22,79	97,21	116,41	126,22	67,77	112,96	32,12
		T - 31	173,75	112,64	25,39	23,08	102,99	122,29	132,16	67,77	112,96	32,12
		T - 32	179,07	118,52	25,47	23,37	108,82	128,22	138,14	67,77	112,96	32,12
		T - 33	184,00	124,43	25,56	23,67	114,68	134,19	144,16	67,77	112,96	32,12

NOTA : valors per m. d'amplada

(2) Valor V_{ou} segons EHE sense contribució de l'armadura de tallant.

(3) 3 Moments que corresponen a cada classe d'exposició segons EHE:
Mo moment de descompressió de la fibra inferior de la secció
Mó moment que produeix tensió nul·la en la fibra de la secció situada a la profunditat de l'armadura inferior
M0,2 moment que produeix fissures d'ample 0,2 mm

Els moments, rasants i tallants amb les càrregues majorades per els coeficients emprats (per càrregues permanents o sobrecàrregues) han de ser menors que els valors últims de la fitxa. Els moments sense majorar, han de ser menors als de servei segons l'ambient o classe.

NOTA: (1) a 28 dies. Per un altra edat es multiplicará pel factor:

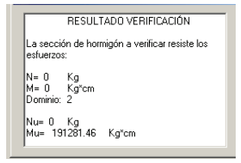
Edat	7 dies	14 dies	21 dies	28 dies	3 mesos	6 mesos	1 any	>5 anys
Rigidez	0,83	0,89	0,91	1,00	1,06	1,13	1,16	1,20
M.fissuració	0,78	0,86	0,96	1,00	1,10	1,17	1,22	1,27

Segons Classe d'exposició, obertura máxima de fissura:
W_kI=0,2 mm. W_kIIa=0,2[1] mm. W_kIII i IV=descompressió ([1] veure art. 49.2.4 EHE)

Con relación a armaduras mínimas de la capa de compresión en la dirección transversal la dispuesta es de una barra del 10 cada 20 superior).

La armadura mínima es 0,0018x100x20 = 3,6cm y la dispuesta es de 3,9cm2/m

Momento "secundario" de 1Tm/m: La prelosa lleva un refuerzo perpendicular al pretensado del 6 cada 10cm, el cual transfiere hasta 1,9Tm/m >> 1Tm/m:



ELU CORTANTE:

Cortante: 113kN/m a eje de apoyo y suponiendo conservadoramente que la carga va a los apoyos adyacentes.

Esta carga equivale a un cortante de tu = 6,6kg/cm2 (ancho 100cm y espesor de 20cm)

Considerando la EHE se tendría solo con el hormigón:

Vc_min = 8,6kg/cm2 (h =200mm, H_prom=37,5) > 6,6kg/cm2

EL FISURACION:

Es claro que no fisura por la solicitación tan baja siendo el valor en rotura inferior a la resistencia por fisuración indicada en la tabla anterior.

ELU RESISTENCIA AL FUEGO

La prelosa de 10cm con recubrimiento de 35mm cumple requisito de RF120. Según la EHE en su tabla A.7.7 el recubrimiento mínimo para REI 120 es de 35mm.

- **Manipulación en obra**

La prelosa será trasladada suspendida de 4 puntos equidistantes mediante ganchos embebidos. Dado que la longitud de las prelosas es de 3,6m la distancia máxima entre ganchos es aproximadamente 3m.

- **Descripción de las prelosas**

Las prelosas serán de 10cm de espesor y 77-91cm de ancho con hormigón H50 y refuerzo de pretensado de 10,92cm2/m. La posición de este refuerzo con respecto a la fibra inferior de la prelosa será de 4,465cm lo que da una excentricidad de 0,535cm. La fuerza en pretensado en planta será de 1422kN/m y la resistencia mínima del hormigón antes de la transferencia será H35. Las celosías serán cada 12-24cm de diámetro 4mm. El pretensado se dará mediante 21 cordones (Y 1860 S7 en página 103 tabla 32.5.b de la EHE) de 9,3mm de diámetro (Ap = 0,52cm2 cada uno) por metro.

- **Prelosa autoportante**

Las prelosas serán de 10cm de espesor con hormigón H50 y se apoyarán directamente en los tres bordes laterales por lo que claramente son autoportantes pues la distancia máxima al eje de apoyo sería de sólo 85cm.

Atentamente quedamos a vuestra disposición para cualquier consulta adicional,

Luis Bozzo Estructuras y Proyectos, S.L.

Barcelona, 5 de Mayo del 2011

INOCSA
Una Empresa AECOM

INOCSA
Una Empresa AECOM
09 MAY 2011
ENTRADA Nº 6832 ARCHIVO 64.2

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V. MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

SALIDA CENTRAL DE PEATONES EN GALERÍA ELÉCTRICA: REVISIÓN DE CUBIERTA CON LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica de los documentos relativos a la "CUBIERTA EN SALIDA CENTRAL DE PEATONES PARA GALERÍA ELÉCTRICA" en su edición del 05/05/2011 recibidos durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación con la propuesta revisada de estructura horizontal para la cubierta de la salida central de peatones en galería eléctrica, en las obras del Sector Sagrera; a saber:

- DOCUMENTO: "LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA CUBIERTA SALIDA PEATONES. CORSÁN"; del que se asume como vigente la generalidad de la Memoria de Cálculo; y el plano adjunto E01 - "COBERTURA SORTIDA DE PEATONS" (Hoja 1 de 1), que se asume como definición gráfica vigente de la propuesta.

La documentación citada es emitida por la empresa LUIS BOZZO ESTRUCTURAS Y PROYECTOS S.L. como responsables de los cálculos estructurales de los elementos en estudio; y en ella se pretende dar respuesta a las observaciones realizadas en la fase previa de supervisión sobre la versión anterior del documento en el que se definía la propuesta de cubierta semi-prefabricada para la salida central de peatones de la galería eléctrica.

8112

En el presente informe se realiza una revisión de las aclaraciones presentadas y, en su caso, de las correcciones que se hayan podido realizar en el desarrollo de los cálculos presentados como justificación de la validez estructural de la propuesta y de las modificaciones que haya sido recogidas en el plano con el que se pretende su definición para proceder a su ejecución.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Revisada la documentación recibida, se puede decir que en la nueva versión del documento de "LOSA SEMI-PREFABRICADA…" se recogen las correcciones relacionadas con las observaciones realizadas en los informes de supervisión previos resultando de forma general satisfactorias y coherentes la nueva versión del plano de definición de las estructuras en estudio.

Por tanto, la validez estructural de la propuesta de cubierta semi-prefabricada pretensada para la salida central de peatones en galería eléctrica se considera suficientemente justificada con la documentación recibida, por lo que no se encuentra impedimento para comenzar su ejecución conforme a su definición en el plano vigente.

Madrid, 09 de mayo de 2011

INOCSA, Una Empresa AECOM

12 - CUBIERTA DEL CASETÓN SALIDA CENTRAL PEATONES

Barcelona, 20 de Mayo del 2011

LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA CUBIERTA ESCALERA SALIDA PEATONES CORSAN

(Estudio para la tapa de la escalera o sobre-cubierta)

Dr. I.C.C.P Luis M. Bozzo

INOCSA
Una Empresa AECOM
23 MAY 2011
ENTRADA Nº 8115 ARCHIVO 63

1.0 Modelo y Cargas

Este estudio de adecuación constructiva propone una alternativa para la cubrición de la obra "Cubierta salida peatones" empleando prelosas pretensadas de la empresa PRETECNIA. La propuesta emplea una solución semi-prefabricada pretensada (en este caso no autoportante por la presencia del agujero de la escalera).

La solución consiste en un forjado uni-direccional formado por prelosas pretensadas de 10cm completadas "in situ" con una capa superior de hormigón de 10cm. La tipología, por tanto, corresponde a un forjado semi-prefabricado-pretensado. A continuación se detallan el análisis y dimensionado realizados.

Hasta este punto se han realizado los cálculos con las siguientes cargas:

Hipótesis:

- Peso propio losa de 20cm 5,0kN/m2
- Permanentes: 5,0kN/m2
- S/C: 20kN/m2

Las cargas permanentes se obtuvieron por la información facilitada por la constructora y la sc de 20kN/m2 se asume conservadoramente para tránsito de vehículos ligeros.

Con respecto a la mayoración de acciones para este estudio se consideró un factor de 1,35 para el peso propio, 1,4 para las cargas permanentes y 1,5 para las variables.

Así la carga mayorada por m2 es

Hipótesis 1:

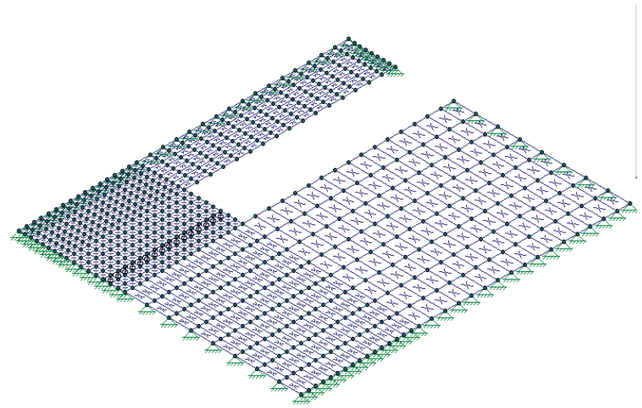
Q_1* = 43,75kN/m2

El modelo corresponde a una losa de 3,6mx4,2m con el hueco de la escalera.

A continuación se detallan los resultados para cada análisis realizado.

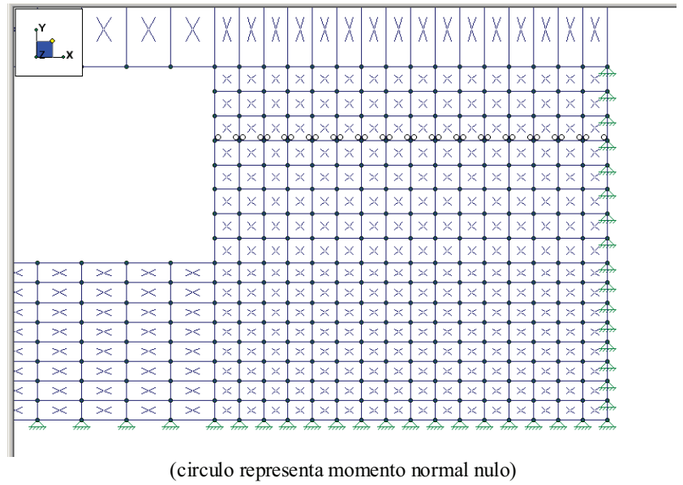
2.0 Prelosa especial en zona agujero de escalera de 75cm x 2,7m :

En este análisis se consideró el modelo mostrado en la figura:



(ancho 3,6m, luz de 4,7m y agujero centrado de 75cmx270cm)

Dado que entre placa y placa solo se dispone de 10cm de capa de compresión se asume conservadoramente una rótula en el eje entre placas, según se muestra a continuación:

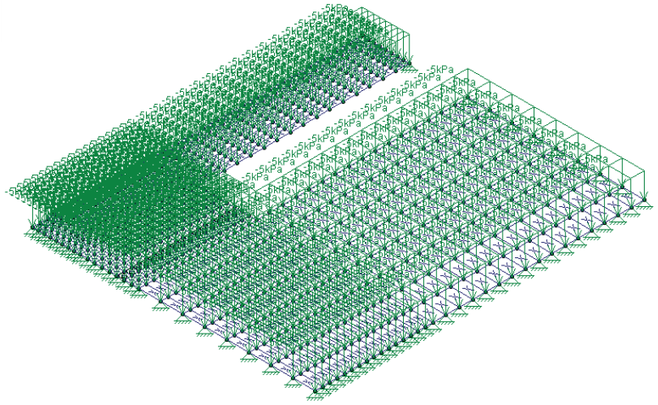


(circulo representa momento normal nulo)

Las cargas básicas son las siguientes:

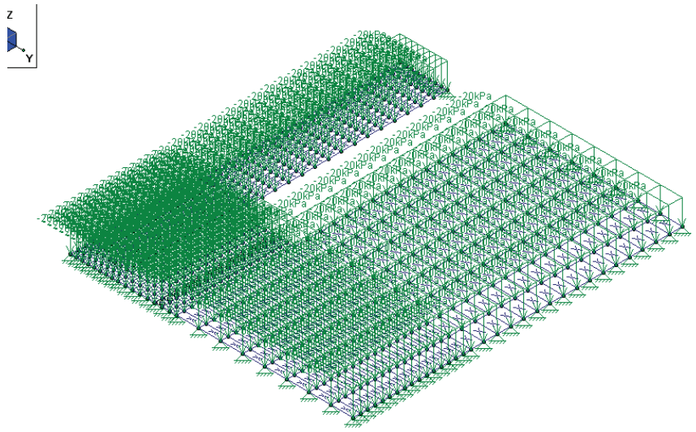
Peso propio (se calcula directamente por el programa)

Permanentes:



(uniforme tierras 5kN/m2)

S/C 20kN/m2:



Los factores de mayoración e hipótesis se muestran a continuación:

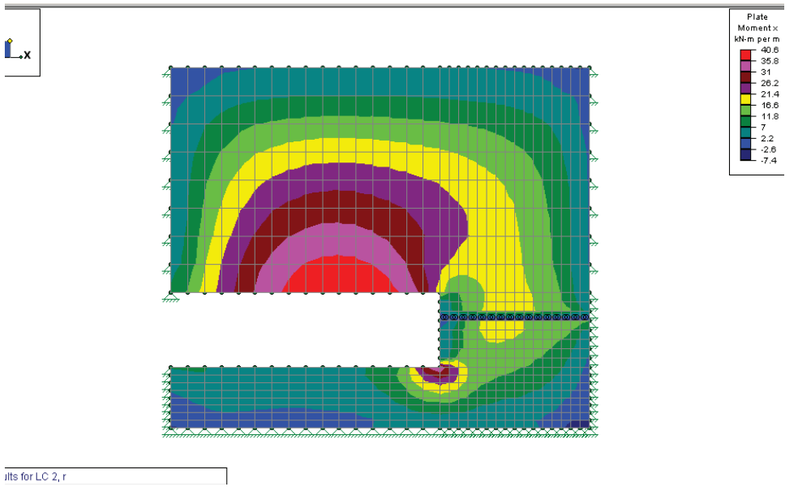
Load Combinations

Combinations | Design

	Description	Solve	PD...	SR...	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC	Factor	BLC
1	r	☑			1	1.35	2	1.4	3	1.5									

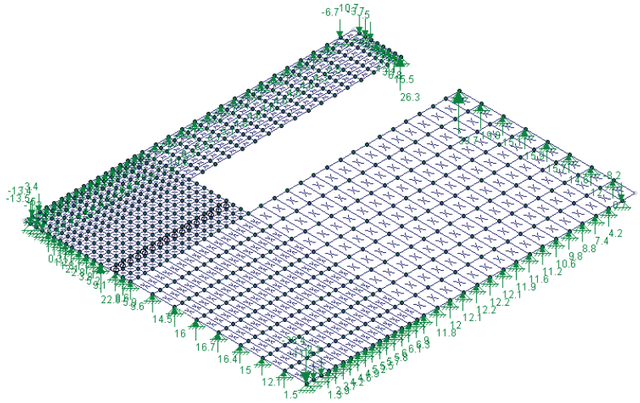
Con este modelo se obtuvieron los siguientes resultados:

Momentos flectores:



max positivo +40kNm/m

Cortante en extremos luz de cálculo:

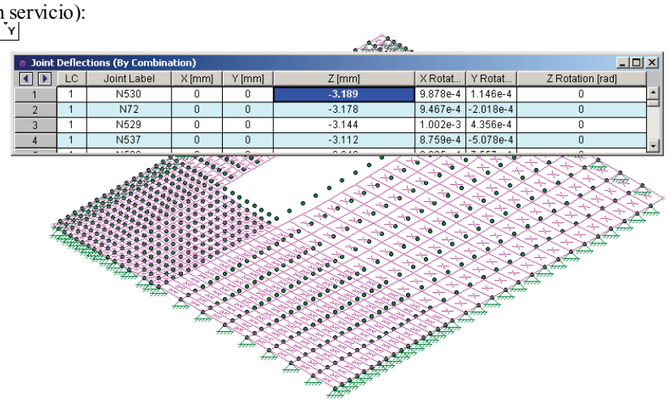


V* = 50 kN/m

Conservadoramente para cortante se calcula directamente con la carga mayorada, de forma unidireccional:

Vu = 4,375x 4,7/2 = 10T/m (103kN/m)

Flechas (en servicio):



(Valor máximo relativo de 3,2mmcm < L/1000).

- **Dimensionamiento**

ELU FLEXION

Momento positivo: 4Tm/m El área de pretensado de la prelosa T-22 es de 5,2cm2/m (10 cables de 9,3mm por metro), y esta transmite un momento último de hasta 10,9Tm/m, según se verifica a continuación de las tablas de autorización de uso:

FITXA DE CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES - SEGONS EHE - DEL FORJAT AMB PRELLOSA PRETENSADA MASSISSA - (ATEFOR)

FABRICANT
Nom: ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE LOS FORJADOS, S.L.
Localitat: CASTELLBISBAL - BARCELONA
Direcció : c/. Industria nº 9-11 Pol.In. Comte de Sert
Codi Postal : 08755
Signat

TÈCNIC AUTOR DE LA MEMORIA
Nom: ENRIC XERCAVINS VALLS
Signat

FULL 43 DE 70

Generalitat de Catalunya
Direcció General d'Arquitectura i Paisatge

079022 03.05.2005
CADUCA ALS 5 ANYS
AUTORITZACIÓ ADMINISTRATIVA
VISAT

TIPUS DE FORJAT	CANTELL TOTAL	TIPUS DE PRELLOSA	FLEXIÓ POSITIVA (1)									
			Moment Ultim M_u (m KN.m)	MOMENT FISSURACIÓ (m KN.m)	RIGIDESA (m2 MN.m)		M. Límit de servei (3) (m KN.m)			Rasant Ultim (KN.m)	TALLANT Ultim FORMIGÓ V_{wu} (KN.m) (2)	TALLANT Ultim 2 Ø 4 GELOSIA V_{wu} (KN.m)
					brute $E.I_b$	fissurada $E.I_{fis}$	Mo	Mó	M0,2			
10 + 10	20	T - 22	108,68	61,53	24,58	19,67	52,36	70,70	80,07	67,77	112,96	32,12
		T - 23	117,44	67,05	24,67	20,06	57,83	76,27	85,70	67,77	112,96	32,12
		T - 24	125,82	72,61	24,77	20,64	63,33	81,89	91,37	67,77	112,96	32,12
		T - 25	133,82	78,21	24,86	21,06	68,88	87,54	97,08	67,77	112,96	32,12
		T - 26	141,43	83,85	24,95	21,69	74,47	93,24	102,83	67,77	112,96	32,12
		T - 27	148,66	89,53	25,04	21,96	80,09	98,97	108,62	67,77	112,96	32,12
		T - 28	155,51	95,25	25,12	22,23	85,76	104,74	114,44	67,77	112,96	32,12
		T - 29	161,97	101,01	25,21	22,51	91,47	110,55	120,31	67,77	112,96	32,12
		T - 30	168,05	106,81	25,30	22,79	97,21	116,41	126,22	67,77	112,96	32,12
		T - 31	173,75	112,64	25,39	23,08	102,99	122,29	132,16	67,77	112,96	32,12
		T - 32	179,07	118,52	25,47	23,37	108,82	128,22	138,14	67,77	112,96	32,12
		T - 33	184,00	124,43	25,56	23,67	114,68	134,19	144,16	67,77	112,96	32,12

NOTA : valors per m. d'amplada

(2) Valor V_{wu} segons EHE sense contribució de l'armadura de tallant.

(3) 3 Moments que corresponen a cada classe d'exposició segons EHE:
Mo moment de descompressió de la fibra inferior de la secció
Mó moment que produeix tensió nul·la en la fibra de la secció situada a la profunditat de l'armadura inferior
M0,2 moment que produeix fissures d'ample 0,2 mm

Els moments, rasants i tallants amb les càrregues majorades per els coeficients emprats (per càrregues permanents o sobrecàrregues) han de ser menors que els valors últims de la fitxa. Els moments sense majorar, han de ser menors als de servei segons l'ambient o classe.

NOTA: (1) a 28 dies. Per un altra edat es multiplicará pel factor:

Edat	7 dies	14 dies	21 dies	28 dies	3 mesos	6 mesos	1 any	>5 anys
Rigideç	0,83	0,89	0,91	1,00	1,06	1,13	1,16	1,20
M.fissuració	0,78	0,86	0,96	1,00	1,10	1,17	1,22	1,27

Segons Classe d'exposició, obertura màxima de fissura:
W_kI=0,2 mm. W_kIIa=0,2[1] mm. W_kIII i IV=descompressió ([1] veure art. 49.2.4 EHE)

(este valor también se puede verificar directamente de las fichas técnicas adjuntas)

Con relación a armaduras mínimas de la capa de compresión en la dirección transversal la dispuesta es de una barra del 8 cada 20 superior).

La armadura mínima es 0,0018x100x10 = 1,8cm y la dispuesta es de 1,5cm2/m+5,65cm2/m (esta última es la armadura inferior entre placa y placa)

ELU CORTANTE:

Cortante: 100kN/m a eje de apoyo.

Según la ficha técnica anterior sólo el hormigón ya transfiere este cortante

EL FISURACION:

Según fichas técnicas el momento de fisuración es de 80kN/m por lo que se cumple este ELS ya que es incluso mayor al de rotura.

ELU RESISTENCIA AL FUEGO

La prelosa de 10cm con recubrimiento de 40mm cumple requisito de RF120. Según la EHE en su tabla A.7.7 el recubrimiento mínimo para REI 120 es de 35mm.

- **Manipulación en obra**

La prelosa será trasladada suspendida de 4 puntos equidistantes mediante ganchos embebidos. Dado que la longitud de las prelosas es de 4,7m la distancia máxima entre ganchos es aproximadamente 3m.

- **Descripción de las prelosas**

Las prelosas serán de 10cm de espesor y 250cm de ancho con hormigón H50 y refuerzo de pretensado de 5,2cm2/m. La posición de este refuerzo con respecto a la fibra inferior de la prelosa será de 4,465cm lo que da una excentricidad de 0,535cm. La fuerza en pretensado en planta será de 677kN/m y la resistencia mínima del hormigón antes de la transferencia será H35. Las celosías serán del 4 cada 62cm, según fichas técnicas. El pretensado se dará mediante 10 cordones (Y 1860 S7 en página 103 tabla 32.5.b de la EHE) de 9,3mm de diámetro (Ap = 0,52cm2 cada uno) por metro.

- **Prelosa no autoportante**

La prelosa de 2,5m de ancho es autoportante pues se apoya en tres caras pero la del agujero solo apoya 60cm por lo que no es estable sin un apoyo provisional en la junta con la prelosa de 2,5m. Por tanto se debe disponer de un apoyo provisional en dicha junta como por ejemplo una escuadra metálica o una viga metálica de lado a lado que posteriormente a 7 días del hormigonado se retiraría.

Atentamente quedamos a vuestra disposición para cualquier consulta adicional,

Luis Bozzo Estructuras y Proyectos, S.L.

Barcelona, 20 de Mayo del 2011

INOCSA
Una Empresa AECOM
3 1 MAY 2011
ENTRADA Nº: 7048 ARCHIVO: 6.4.7

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V. MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

SALIDA CENTRAL DE PEATONES EN GALERÍA ELÉCTRICA: CUBIERTA CON LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA PARA EL CASETÓN DE ACCESO

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica de los documentos relativos a la "CUBIERTA DEL CASETÓN PARA ACCESO EN SALIDA CENTRAL DE PEATONES PARA GALERÍA ELÉCTRICA" recibidos durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación con la propuesta de estructura horizontal para la cubierta del casetón de acceso de la salida central de peatones en la galería eléctrica de las obras del Sector Sagrera; a saber:

- DOCUMENTO: "LOSA SEMI-PREFABRICADA PRETENSADA CUBIERTA ESCALERA SALIDA PEATONES CORSÁN"; del que se asume como vigente la generalidad de la Memoria de Cálculo.

- Plano adjunto E02 - "COBERTURA SORTIDA DE PEATONS" (Hoja 1 de 1), que se asume como definición gráfica vigente de la propuesta.

La documentación citada es emitida por la empresa LUIS BOZZO ESTRUCTURAS Y PROYECTOS S.L. como responsables de los cálculos estructurales de los elementos en estudio.

En el presente informe se realiza un análisis crítico del desarrollo de los cálculos presentados, de los criterios de diseño y bases de cálculo con los que se abordan las comprobaciones con las que se justifica la viabilidad estructural de los elementos en estudio y los planos con los que se pretende su definición para proceder a su ejecución.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Memoria de Cálculo

En la Memoria de Cálculo recibida se describe la solución estructural propuesta y se presentan las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se aborda el análisis y dimensionamiento de los elementos que conforman la estructura horizontal de cubierta del casetón de acceso. En la Memoria se incluyen, además, resúmenes suficientes de los datos de entrada y resultados de salida de los modelos de cálculo empleados.

Las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se desarrollan los cálculos estructurales se pueden considerar, de forma general, adecuados para las condiciones de contorno y acordes con la normativa vigente.

El análisis de cada uno de los elementos estructurales se aborda mediante el empleo de programas de cálculo, comerciales o de desarrollo propio, que se consideran adecuados para la obtención de los esfuerzos resultantes. Para el dimensionamiento de las secciones resistentes se han empleado tablas de autorización de uso de elementos prefabricados o programas de elaboración propia que arrojan resultados en el orden de lo esperado.

En el desarrollo de los cálculos se presentan las comprobaciones de los Estados Límite Últimos (Flexión y Cortante) y de Servicio (Fisuración y Deformación) determinantes para los elementos estructurales que conforman la cubierta en estudio.

Tanto las hipótesis empleadas como el desarrollo de los cálculos pueden considerarse en principio admisibles, por cuanto se atienen en general a las normativas vigentes e incluyen los diferentes efectos habituales. De forma general, las comprobaciones presentadas son coherentes con los resultados esperados y con los esquemas de armado propuestos en planos.

Planos

Se presenta un plano adjunto con la definición completa de la geometría de los elementos que conforman la cubierta semi-prefabricada en estudio.

De forma general, los planos definen dimensiones y esquemas de armado coherentes con los análisis estructurales y comprobaciones seccionales desarrollados en la Memoria de Cálculo de referencia.

4. CONCLUSIONES

Como conclusión, y tal y como se desarrolla en los apartados anteriores, se puede decir que la validez estructural de la propuesta de cubierta semi-prefabricada pretensada para el casetón de acceso para la salida central de peatones en galería eléctrica queda suficientemente justificada con la documentación recibida, por lo que no se encuentra impedimento para comenzar su ejecución conforme a su definición en el plano vigente.

Madrid, 31 de mayo de 2011

INOCSA, Una Empresa AECOM

APÉNDICE 40 - CÁLCULO GALERÍA FEEDERS

APÉNDICE 40 - CÁLCULO GALERÍA FEEDERS.

ÍNDICE

1.- SECCIÓN TIPO 3.

1.01.- INFORME DE CÁLCULO

1.02.- APROBACIÓN UPC

1.03.- APROBACIÓN INOCSA

2.- INFORME DE CÁLCULO ARQUETA DE ACCESO A GALERÍA DE FEEDERS.

2.01.- INFORME DE CÁLCULO

2.02.- INFORME PRELIMINAR UPC

2.03.- NOTA TÉCNICA ACLARATORIA 1

2.04.- NOTA TÉCNICA ACLARATORIA 2

2.05.- APROBACIÓN INOCSA

bortubo sa

Ctra. Murcia-Fortuna, km 12
E-30620 FORTUNA (Murcia)
Tel. 00 34 968 68 62 62

http:\\www.bortubo.com
email: bortubo@bortubo.com
Fax:00 34 968 68 53 46

AENOR ER Empresa Registrada ER-0830/1999

CERTIFIED IQNet QUALITY SYSTEM

MEMORIA DE CÁLCULO

MARCO 2000 X 2500 X 2350 – 200/200

Hr = 7,00 m. + FFCC UIC71

EMPRESA

ISOLUX CORSÁN

OBRA

LAV MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRANCIA
TRAMO: LA SAGRERA- NUDO DE LA TRINIDAD
SECTOR SAGRERA
(BARCELONA)

INDICE

1.- INTRODUCCION
1.1 Descripción de la estructura
1.2 Identificación de la Obra
1.3 Características de la Obra
1.4 Características físicas del marco
1.5 Características de los materiales
1.6 Normas utilizadas
2.- ACCIONES
2.1 Peso propio
2.2 Cargas verticales
2.2.1 Peso de las tierras
2.2.2 Acciones variables
2.2.2.1 Sobrecarga uniforme de uso
2.2.2.2 Sobrecarga de tráfico.
2.2.2.3 Sobrecarga uniforme zonas independientes de plataforma
2.3 Carga horizontal
2.4 Cargas sísmicas, freáticas y térmicas
3.- CALCULO DE LA ESTRUCTURA
3.1 Programa utilizado
3.2 Hipótesis combinadas para el ELU
3.2.1 Estudio Dintel y Solera
3.2.2 Estudio Esquinas
3.2.3 Estudio Hastiales
3.2.4 Hipótesis Combinada para el ELS
3.3 Armado
3.4 Estado Límite de Fisuración
3.5 Detalle de disposición de armaduras. Autorización planos para fabricación.
3.6 Cálculo y comprobación apertura de fisura
4.- ANEJOS DE CALCULO
5.- SELLADO DE UNIONES EN MARCOS PREFABRICADOS
6.- DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CE DE LOS MARCOS

1.- INTRODUCCION

1.1 Descripción de la estructura.-

La presente memoria de cálculo se refiere al proyecto de la estructura para los marcos a utilizar en galería prefabricada, que hay que realizar a lo largo de todo el tramo proyectado.

La tipología adoptada es la de un marco cerrado o cajón, con gálibos interiores de 2,00 metros en horizontal y altura de hastíales igual a 2,50.

1.2 Identificación de la Obra

La presente memoria de cálculo corresponde a las obras que la empresa *ISOLUX CORSÁN*, lleva a cabo con el nombre de "*LAV MADROD-ZARAGOZA-BARCELONA-FRANCIA.TRAMO: LA SAGRERA-NUDO DE LA TRINIDAD. SECTOR SAGRERA (BARCELONA)*".

1.3 Características de la obra

Las obras de drenaje transversal tienen por objeto varias funciones:

- Permeabilizar la plataforma mitigando el efecto presa de la obra y por lo tanto de permitir el drenaje transversal a lo largo de la misma, destacando especialmente las zonas sensibles a inundaciones.
- Permitir el paso de servicios.

Se estudian y dimensionan los marcos para un relleno de tierras por encima del dintel de 7,00 metros, de los cuales, 0,30 metros corresponden una capa de balasto y el resto al propio relleno del terreno.

La condición del terreno de apoyo sobre el suelo en las hipótesis de cálculo, considera un medio elástico con coeficiente de balasto de **2100 t/m^3** .La colocación se hará en terraplén, sobre cama de hormigón de limpieza o cama granular compactada, que no tenga la rigidez suficiente como para alterar el estado tensional del apoyo.

Para el establecimiento del recubrimiento de hormigón de las armaduras, según la EHE, para una resistencia característica del hormigón comprendida entre 250 y 400 kp / m2, para elementos prefabricados con una exposición **IIb**, el recubrimiento indicado es de 25 mm, ya que el "margen de recubrimiento" es cero, en función de que los elementos prefabricados se realizan con un control intenso de ejecución.

No obstante, en aras de una mayor protección de las armaduras, el recubrimiento de las mismas empleado para el cálculo y fabricación de los marcos referidos en esta memoria de cálculo es de 30 mm.

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

El relleno del terraplén se hará con material granular, que se supone en el cálculo de densidad 2,0 t/m³ y **30° de ángulo de rozamiento interno**. En los laterales del marco, este relleno estará compactado para conseguir el 95% del Proctor Modificado.

Para el relleno del trasdós, ***debe compensarse la zanja hasta la altura de la parte superior del marco, rellenando alternativamente sobre los dos lados, utilizando los materiales granulados seleccionados, compactados con la ayuda de un compactador ligero o a mano, en capas que no excedan de 200 mm y respetando un desnivel a cada lado del marco que no exceda 500 mm. Asimismo, se debería realizar el relleno inicial por encima del marco en capas de material de 200 mm. de espesor.*** **(Anexo C.2 Norma UNE EN 14844)**

Como coeficiente de empuje, se ha tomado el coeficiente de **empuje al reposo, cuyo valor es de 0,50**, siendo el empuje que se produce cuando no existe movimiento entre la estructura y el terreno que la rodea, obedeciendo a la fórmula:

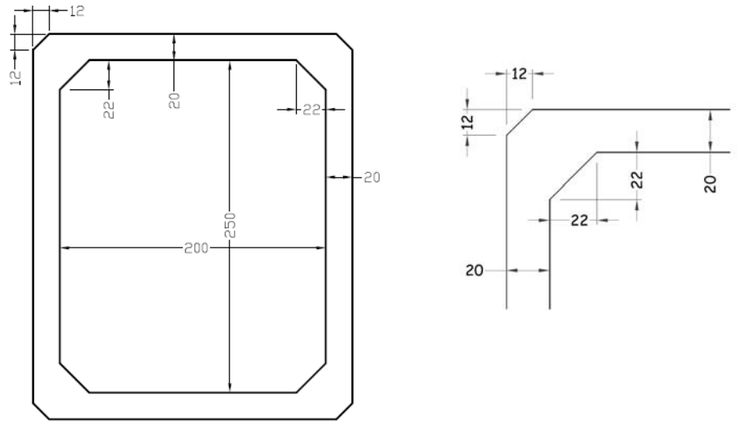
$$Ko = 1 - \text{sen}\phi = 0{,}50$$

En el caso de que la estructura ceda, el empuje decrece hasta llegar un momento (si la estructura se sigue moviendo) en que el terreno acaba por romperse y entramos en el régimen plástico con lo que hemos de considerar el empuje activo.

El empuje activo siempre es inferior al empuje al reposo.

1.4 Características físicas del marco.-

El marco tiene unas dimensiones interiores de 2,50 metros en vertical por 2,00 metros en horizontal, con una longitud útil de 2,35 metros, con unión entre ellos por el sistema de machihembrado, con espesores de 20 cm. en dintel y solera y 20 cm. en hastiales.



Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

1.5 Características de los materiales.-

El control de calidad atenderá a lo especificado en la Instrucción EHE asignándose para la realización y fabricación de los marcos "**Control intenso**".

Los materiales principalmente empleados en la fabricación son:

Hormigón	HA-35
Acero	B500SD
Coeficiente de minoración del hormigón	$\gamma_c = 1,5$
Coeficiente de minoración del acero	$\gamma_s = 1,15$

Para los coeficientes parciales de seguridad γ_r, se adoptan los valores recogidos en la Instrucción EHE

Estados Límites Ultimos (ELU)		
Tipo de acción	Efecto	
	Favorable	Desfavorable
Permanente	1,00	1,35
Permanente valor no cte	1,00	1,50
Variable	0,00	1,50

Estados Límites de Servicio (ELS)		
Tipo de acción	Efecto	
	Favorable	Desfavorable
Permanente	1,00	1,00
Permanente valor no cte	1,00	1,00
Variable	0,00	1,00

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

1.6 Normas utilizadas.-

Para la elaboración de la presente Memoria de Cálculo, se emplean las normas y recomendaciones enumeradas a continuación:

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE, Real Decreto 1247 / 2008 de 18 de julio.
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril, de la Secretaría de Estado de Infraestructura del Transporte, dependiente del Ministerio de Fomento de septiembre de 2.007
- Norma UNE EN 14844:2006 de Productos prefabricados de hormigón. Marcos
- Norma Sismorresistente para puentes de ferrocarril NCSP-07.

2.- ACCIONES

2.1 Peso propio.

El peso propio del marco prefabricado, con una densidad del hormigón de 2,5 t/m³.

2.2 Carga vertical.

2.2.1 Peso de las tierras.

Carga vertical debida al peso de las tierras del relleno.

Resultado de aplicar una media ponderada, en proporción a la altura de balasto y a la altura restante del relleno de tierras, considerando el peso específico correspondiente a cada material

Densidad del balasto……. 1,80

Densidad de las tierras…….. 2,00

Densidad media del relleno = ($h_b * Pe_b + h_t * Pe_t$) / H_{total}

Densidad media del relleno para el cálculo = Tomamos: 2,00 T/m3

Tomaremos para todos los cálculos 2,00 Tn/m3, por ser el valor más desfavorable.

2.2.2 Tráfico ferroviario o cargas variables.

Las cargas verticales del tráfico corresponden al esquema de cargas denominado tren UIC 71, que representa el efecto estático. Estas cargas aplicando las directrices de la Instrucción para el

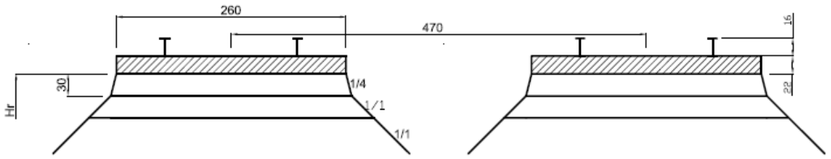
Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

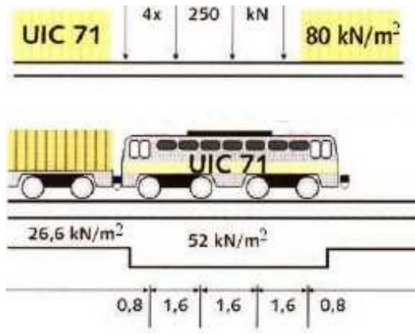
Proyecto de Puentes de Ferrocarril, se verán afectadas por un "coeficiente de clasificación" α, cuyo valor es de 1,21.

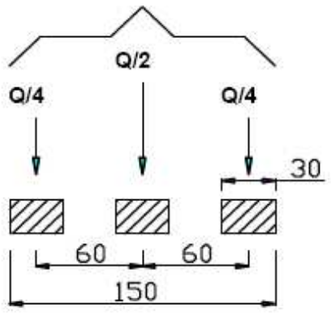
Este coeficiente α de hecho aumenta las cargas del modelo LM71 ó UIC71, convirtiendo las cargas puntuales de 250 KN a 302 kN y las sobrecargas distribuidas de 80 kN/m a 96,8 kN/m. Estos valores producen efectos del mismo orden que los considerados hasta ahora en el diseño de los puentes de ferrocarril españoles en la IAPF-75. De esta manera, se mantiene la capacidad portante de la red.

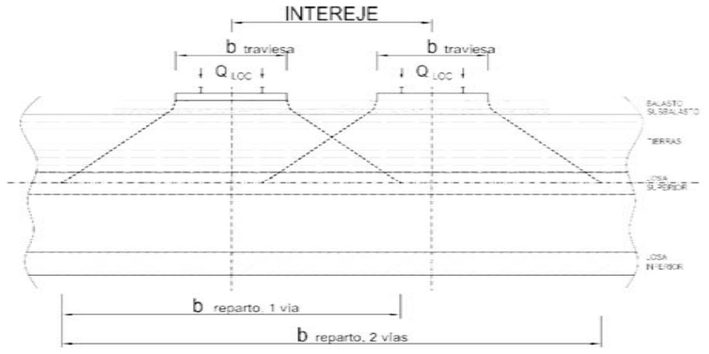
Las instrucciones de la UIC 71, para el caso que nos ocupa, se han adaptado a las especificaciones del proyecto; las disposiciones de las vías, separación de traviesas, ancho de las mismas, etc, correspondiendo a las indicadas en la figura 1.

Figura 1:









La capa de balasto utilizada para el cálculo será de 0,40 m, donde las cargas se reparten con un ángulo de 14,04º (1/4).

Importante, la consideración del largo de la traviesa, que es de 2,60 m, de tal forma que la carga unitaria repartida en la base de la traviesa es de:

4 x 250 KN / (6,40 m x 2,60 m) = 60,09 KN/m²

60,09 KN/m² x 1,21 = 72,71 KN/m²

A la hora de determinar el reparto de cargas debe tenerse en cuenta la posibilidad de que las dos vías de la línea estén cargadas simultáneamente, por lo que para los tramos con mayores alturas de tierras va a existir un grado de solapamiento entre las distribuciones de cargas procedentes de ambas vías. Así, se mayorará el valor de la sobrecarga para reflejar el paso simultáneo de dos trenes por ese punto de la vía.

En los apartados siguientes se exponen para cada una de las alturas de tierras, los valores que se obtienen en **Tn/m²** , dependiendo de las acciones que se originan, así como la densidad a aplicar al relleno correspondiente y el coeficiente de impacto para cada caso.

2.2.2.1 Coeficiente de Impacto.

Las solicitaciones y deformaciones reales en un puente debido al tráfico ferroviario son de naturaleza dinámica, aumentando los valores de las cargas estáticas y que vienen recogidos en la Instrucción en el "Coeficiente de Impacto envolvente Φ".

Considerando para el cálculo de su valor que:

- Se trata de vías con grado de mantenimiento bueno.
- Que según la Instrucción para Puentes de Ferrocarril, nos encontramos en el caso de estructuras porticadas de vano único
-

$$L_m = (2,5 + 2,0 + 2,5) / 3 = 2,33$$

$$L_{\phi 2} = K \times L_m, \quad \text{siendo } K = 1,3 = 3,03$$

$$\phi_2 = 0,82 + 1,44 / (\sqrt{L_\phi} - 0,2) = \mathbf{1,75}$$

Limitando la propia Instrucción el coeficiente de impacto entre los valores de **1,00 y 1,67.**

En el caso de puentes con cobertura entre la vía y la estructura resistente de más de 1,00 metro, los coeficientes de impacto ϕ_2 pueden minorarse con la siguiente fórmula:

$$\phi 2min = \phi 2 - ((h - 1{,}00) / 10).$$

$$\mathbf{\phi 2min} = 1{,}67 - ((7{,}0 - 1{,}00) / 10).= \mathbf{1{,}07}$$

2.2.2.2 Cargas dinámicas mayoradas.-

En la tabla 1, se indican para cada una de las alturas de tierras, las cargas sin mayorar, que corresponden a cada situación.

En la tabla 2, se recogen las cargas dinámicas mayoradas, así como la densidad media a aplicar en cada caso y el coeficiente de impacto correspondiente.

	H	1 Via 100 Tn	2 Vias 200 Tn	Puntual 25 Tn	Cálculo Tn/m²
Tabla 1	7,00	0,71	1,03	0,19	1,03

	H	Q din Tn / m²	Coef Clasif α	Coef Impac $\Phi_{2\ min}$	Q din de cálculo Tn / m²	Densidad (T/m³)
Tabla 2	7,00	1,03	1,21	1,07	**1,33**	2,00

2.3 Carga horizontal.

Se considera que las tensiones verticales actuando sobre un plano horizontal ejercen una presión horizontal sobre los hastíales. Asimismo, se ha tenido en cuenta los posibles desequilibrios en los empujes laterales

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

BORTUBO, S.A. *Memoria*

2.4 Cargas sísmicas, freáticas y térmicas.

No se consideran cargas freáticas ni térmicas.

No se han tenido en cuenta las acciones sísmicas, ya que según la Norma Sismorresistente NCSP-07, define que *no es obligatoria su aplicación cuando se trate de construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí y la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,08g.* Dado que los marcos en cuestión se pueden considerar bien arriostrados, y la aceleración sísmica básica de la población en la que se van a colocar (Barcelona) es de 0,04g, **no es obligatorio el cálculo sísmico.**

3.-CALCULO DE LA ESTRUCTURA

3.1 Programa utilizado

Para el cálculo se utiliza el programa informático GALERIA, realizado por D. Julián Díaz del Valle, Dr. Ingeniero de Caminos Catedrático de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la E.T.S. I.C.C. y Puertos, y revisado en su versión número 5 (2008) para actualizarlo a la EHE en vigor.

El Programa GALERIA constituye una versión avanzada del programa ARCO, que se desarrolló para el cálculo y diseño de estructuras enterradas que se suponen formadas por arcos de sección variable y directriz arbitraria y que tenía el inconveniente el programa ARCO de que dichas estructuras tienen un eje de simetría y las acciones están dispuestas simétricamente respecto de dicho eje.

Se ha modificado substancialmente la técnica de cálculo que en el programa ARCO se basaba en los teoremas energéticos de Castigliano. Ahora, el programa GALERIA se ha desarrollado en base a las técnicas matriciales propias del método de los desplazamientos o de la matriz de rigidez. La nueva tecnología matricial va a permitir considerar tipologías más complejas en cuento a su geometría y condiciones de apoyo, así como refinamientos de cálculo.

Su aplicación es muy útil en el caso de galerías, pasos inferiores de autopistas y ferrocarril, falsos túneles, etc. Además del peso y empuje de las tierras, considera las sobrecargas superiores, así como cualquier otro tipo de acciones.

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

Importante resaltar una serie de consideraciones que han condicionado el desarrollo y puesta en práctica el Programa GALERIA, como son:

a) El campo de aplicación de las estructuras enterradas es muy amplio, extendiéndose desde los colectores y galerías de servicios, hasta las obras de paso de carretera o ferrocarril.

b) El proceso constructivo puede variar sustancialmente desde la construcción en zanja propia de las galerías urbanas, hasta las obras de paso de carretera o ferrocarril que se colocan al nivel del terreno natural, construyendo después el terraplén.

c) Se recoge una tipología muy extensa de conducciones subterráneas, dependiendo el empleo de una u otras de condiciones hidráulicas, de gálibo, geotécnicas, económicas y constructivas.

d) Las acciones que se contemplan en el programa y que pueden actuar sobre una estructura enterrada son:

1) Cargas gravitatorias debido al peso propio y de las tierras, así como a los empujes laterales del terreno.

2) Presiones transmitidas por sobrecargas móviles, compactadores, tráfico de vehículos, paso de trenes, etc.

3) Presiones hidrostáticas internas o producidas por las aguas freáticas

4) Presiones transmitidas por cimentaciones u otras estructuras enterradas, sismo, etc.

Las acciones del tipo 1, dependen de la deformabilidad relativa de la estructura. En el caso de galerías muy rígidas, el peso efectivo de las tierras puede llegar a ser el doble del que resulta por geostasia. Por el contrario en las galerías muy flexibles se produce un “abovedamiento” o “efecto arco” que puede producir las cargas del terreno casi al 70 % de su valor en algunos casos.

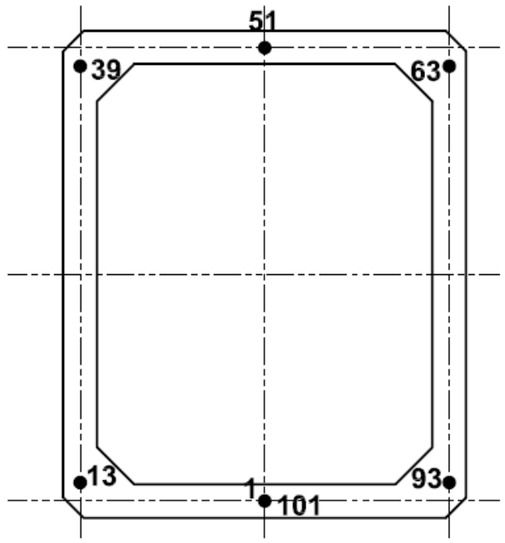
En el programa se introduce la altura de tierras HT sobre la base de la galería, pues dicha base estará a la cota de la rasante o del terreno dependiendo del caso, y es fácil de determinar. Como es lógico se introducen el peso específico de las tierras y el coeficiente de empuje que corresponda.
Las acciones del tipo 2, son determinantes cuando el recubrimiento de tierras es pequeño (<= 1,5 metros ó D / 2) y por el contrario se pueden considerar despreciables con coberturas del orden de 4 x D (siendo D la máxima dimensión vertical).

La carga vertical, se podrá “repartir en profundidad” cuando la cobertura de tierras sea suficiente.
En el programa y eventualmente, las cargas estáticas se mayoran con un coeficiente de impacto.

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

Dicho coeficiente puede variar entre 1 y 2, y depende del tipo y estado del pavimento, de la cobertura de tierras y de la rigidez de la obra de paso.

Las acciones de los tipos 3 y 4, dependen de cada caso particular y el Programa ofrece de forma sencilla la forma de introducir en el cálculo estructural.
La estructura se ha esquematizado mediante elementos finitos, considerando un ancho unitario de 1 metro y dividiendo el arco completo en **cien segmentos**.



Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

3.2 Hipótesis combinadas para el ELU

3.2.1 Estudio DINTEL Y SOLERA (Hip 1)

Peso propio (Øpp) x 1,35

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,50

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,0

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 0

Presión interior (Øpr) x 1,5

3.2.2 Estudio ESQUINAS (Hip 2)

Peso propio (Øpp) x 1,35

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,50

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 1,5

Presión interior (Øpr) x 1,5

3.2.3 Estudio HASTIALES (Hip 3)

Peso propio (Øpp) x 1,0

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 1,0

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 1,5

Presión interior (Øpr) x 1,5

3.2.4 Hipótesis combinada para el ELS (Hip 4)

Peso propio (Øpp) x 1,0

Peso de las tierras vertical (Øpt) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (Øet) x 1,0

Empuje sobrecargas repartidas verticales (Øqv) x 0

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (Øqh) x 0

Presión interior (Øpr) x 0

3.3 Armado.-

Los criterios considerados en el armado cumplen las especificaciones de la Instrucción EHE, ajustándose los valores de cálculo de los materiales, los coeficientes de mayoración de las cargas, las disposiciones de las armaduras y las cuantías geométricas y mecánicas mínimas y máximas a dichas especificaciones.

3.4 Estado Límite de Fisuración.-

Teniendo en cuenta que para el paso inferior se ha considerado un ambiente IIb al ser estructura enterrada, la resistencia del hormigón será de 35 N / mm² y el recubrimiento de 30 mm, la comprobación a satisfacer consiste en el cumplimiento de la siguiente inecuación:

$$W_k <= W_{máx} = 0{,}30 \text{ mm}$$

BORTUBO, S.A., somete a la aprobación de la Empresa Constructora y en su caso a la Dirección Facultativa, esta Memoria de Cálculo, sin cuyo previo consentimiento a todas las hipótesis mencionadas, coeficientes adoptados y material empleado, no se procederá a la fabricación.

Murcia, 04 de Febrero de 2010

Raúl Velandrino Poveda

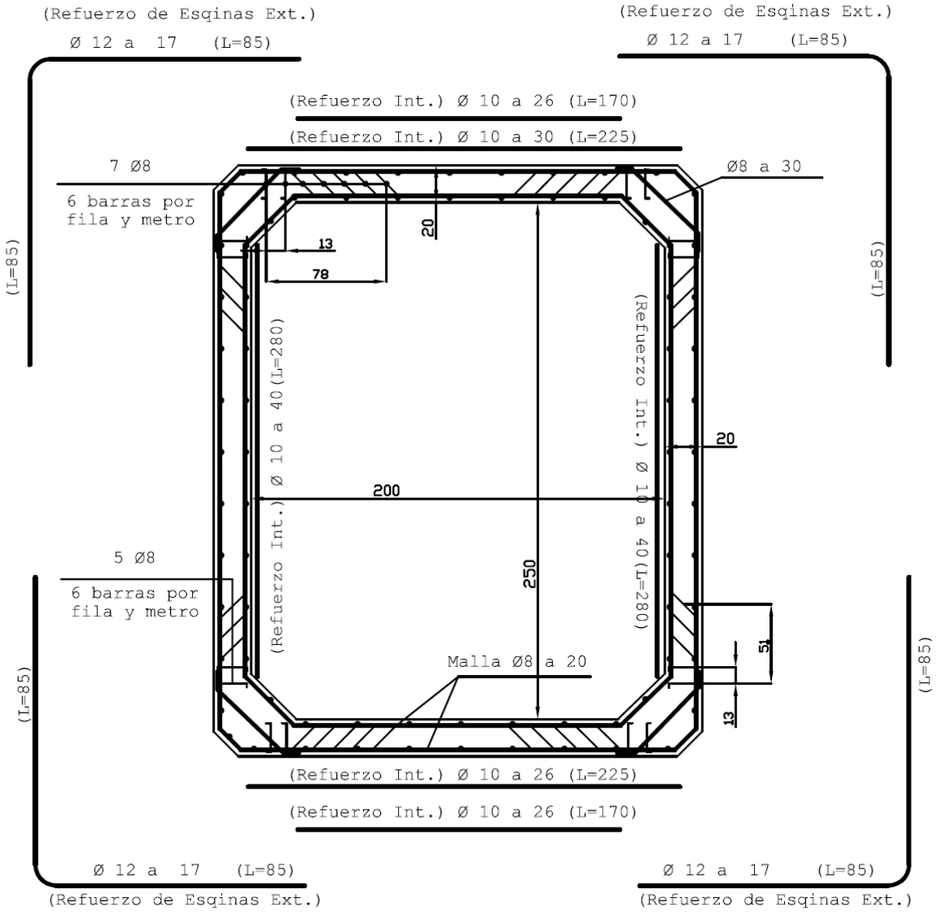
Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado nº: 4.418

3.5 Detalle de Disposición de Armaduras

MARCO 2500 x 2000 x 2350 - 200/200

HR:7,0 + FFCC UIC71



ACERO: B-500-SD

HORMIGON HA.-35/20/IIb

RECUBRIMIENTO ARMADURAS 3 cm.

Fyk= 5.100 Kp/cm²

Fck= 350 Kp/cm²

COTAS EN (cm)

BORTUBO, S.A.

APROBADO PARA FABRICACIÓN	
Fecha:	
Firma y sello:	

3.6 CALCULO Y COMPROBACION APERTURA DE FISURA

DINTEL Hr : 7,00

DATOS por metro									Simplif.	Anejo 9
As1		As2						s1	82,6446 Gs	2511,3882	2176,6589
Nº de barras	Ø mm	Nº de barras	Ø mm					s2	150 Gsr	1945,0988	1685,8471
3,3	10	5,0	8					s (mm)	82,6446		
3,8	10	0	0					Ac,eficaz mm2	50000 Ep s1	0,0008	0,0007
5,0	8	0	0					d	170 Ep s2	0,0005	0,0004
0	0	0	0					fct,m (Mpa)	3,2100	7,87788E-06	
12,1	10	5	8					Mfis (m.kp)	2140 x	38,2504	
As1 --------->	809	As2 ------->	251						Iner fis	117067880	
Recubrimiento mm	30	n		7							
Esp de pared mm	200	Sm		107							
Mk ELS ó Mk ELU/gf (m.kp)	2,763	Ep sm		0,0008		0,0007					
fck (Mpa)	35	wk		0,1529		0,1325					
ro1	0,0048		1+ro2/ro1		1,3107						
ro2	0,0015		1+ro2*d'/(ro1*d)		1,0548						

Fisura
0,133
Exposición IIb 0,3 mm.

SOLERA Hr : 7,00

DATOS por metro									Simplif.	Anejo 9
As1		As2						s1	79,3651 Gs	2562,4233	2224,7492
Nº de barras	Ø mm	Nº de barras	Ø mm					s2	150 Gsr	1855,0479	1610,5912
3,8	10	5,0	8					s (mm)	79,3651		
3,8	10	0	0					Ac,eficaz mm2	50000 Ep s1	0,0009	0,0008
5,0	8	0	0					d	170 Ep s2	0,0005	0,0004
0	0	0	0					fct,m (Mpa)	3,2100	7,52622E-06	
12,6	10	5	8					Mfis (m.kp)	2140 x	39,0320	
As1 --------->	848	As2 ------->	251						Iner fis	121811021	
Recubrimiento mm	30	n		7							
Esp de pared mm	200	Sm		105							
Mk ELS ó Mk ELU/gf (m.kp)	2,956	Ep sm		0,0009		0,0008					
fck (Mpa)	35	wk		0,1613		0,1400					
ro1	0,0050		1+ro2/ro1		1,2963						
ro2	0,0015		1+ro2*d'/(ro1*d)		1,0523						

Fisura
0,140
Exposición IIb 0,3 mm.

ESQUINA Hr : 7,00

DATOS por metro									Simplif.	Anejo 9
As1		As2						s1	90,9091 Gs	4186,0309	3646,8843
Nº de barras	Ø mm	Nº de barras	Ø mm					s2	180 Gsr	1692,1045	1474,1672
0,0	0	5,0	8					s (mm)	90,9091		
6,0	12	0	0					Ac,eficaz mm2	50000 Ep s1	0,0018	0,0016
5,0	8	0	0					d	170 Ep s2	0,0008	0,0007
0	0	0	0					fct,m (Mpa)	3,2100	6,88871E-06	
11	12	5	8					Mfis (m.kp)	2140 x	40,5895	
As1 --------->	930	As2 ------->	251						Iner fis	131501131	
Recubrimiento mm	30	n		7							
Esp de pared mm	200	Sm		110							
Mk ELS ó Mk ELU/gf (m.kp)	5,284	Ep sm		0,0018		0,0016					
fck (Mpa)	35	wk		0,3437		0,2994					
ro1	0,0055		1+ro2/ro1		1,2703						
ro2	0,0015		1+ro2*d'/(ro1*d)		1,0477						

Fisura
0,299
Exposición IIb 0,3 mm.

4.- ANEJOS DE CALCULO

```
"""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
"                                                                             "
"              P R O G R A M A    G A L E R I A                               "
"             ==================================                              "
"                                                                             "
"      CALCULO DE GALERIAS ENTERRADAS Y PASOS INFERIORES                      "
"                                                                             "
"        Version no5 (EHE)           Fecha : 11/05/2008                       "
"                                                                             "
"        Copyright :  J.Diaz del Valle  .  SA-123-2007                        "
"                                                                             "
"        E.T.S. de  Ingenieros de Caminos de Santander                        "
"                                                                             "
"                                                                             "
"""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
```

```
"""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
"                                                                             "
"               DATOS DEL PROYECTO DE LA GALERIA                              "
"              ==================================                             "
"                                                                             "
"         Proyecto : 2.00 x 2.50 + FFCC UIC71                                 "
"                                                                             "
"         Referencia : Hr= 7.00 m.                                            "
"                                                                             "
"         Fecha de calculo : 04/02/2010                                       "
"                                                                             "
"                                                                             "
"""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
```


D A T O S G E O M E T R I C O S
==========

DEFINICION DEL ARCO :

TIPO 14: Seccion cajon definida por .....: L,H,b,c

Altura (m) ..... H = 2.700

Longitud media horizontal del cajon ..... L = 2.200

Longitud horizontal de las cartelas (m) ..... b = 0.220

Longitud vertical de las cartelas (m) ..... c = 0.220

Espesor de las paredes verticales (m) ..... = 0.200

Espesor de las paredes horizontales (m) ..... = 0.200

Numero de segmentos en que se divide el arco ..... = 100

Salto de impresion de resultados ..... = 1

Nudos de separacion entre tramos : 1 9 13 39 43 51 59
63 89 93 101

Apoyo inferior sobre lecho elastico.(TIPO 1) :

Coeficiente de balasto del estrato elastico (t/m3) ..... K = 2100

Limite izquierdo de la zona de apoyo (m) ..... Xizq = -1.10

Limite derecho de la zona de apoyo (m) ..... Xder = 1.10

COORDENADAS DE LOS NUDOS DEL ARCO

Nudo	X	Y	Nudo	X	Y	Nudo	X	Y
1	0.000	0.000	2	-0.097	0.000	3	-0.195	0.000
4	-0.292	0.000	5	-0.390	0.000	6	-0.488	0.000
7	-0.585	0.000	8	-0.683	0.000	9	-0.780	0.000
10	-0.860	0.027	11	-0.940	0.055	12	-1.020	0.083
13	-1.100	0.110	14	-1.100	0.205	15	-1.100	0.301
16	-1.100	0.396	17	-1.100	0.492	18	-1.100	0.587
19	-1.100	0.682	20	-1.100	0.778	21	-1.100	0.873
22	-1.100	0.968	23	-1.100	1.064	24	-1.100	1.159
25	-1.100	1.255	26	-1.100	1.350	27	-1.100	1.445
28	-1.100	1.541	29	-1.100	1.636	30	-1.100	1.732
31	-1.100	1.827	32	-1.100	1.922	33	-1.100	2.018
34	-1.100	2.113	35	-1.100	2.208	36	-1.100	2.304
37	-1.100	2.399	38	-1.100	2.495	39	-1.100	2.590
40	-1.020	2.618	41	-0.940	2.645	42	-0.860	2.672

43	-0.780	2.700	44	-0.683	2.700	45	-0.585	2.700
46	-0.488	2.700	47	-0.390	2.700	48	-0.292	2.700
49	-0.195	2.700	50	-0.097	2.700	51	0.000	2.700
52	0.097	2.700	53	0.195	2.700	54	0.292	2.700
55	0.390	2.700	56	0.488	2.700	57	0.585	2.700
58	0.683	2.700	59	0.780	2.700	60	0.860	2.672
61	0.940	2.645	62	1.020	2.618	63	1.100	2.590
64	1.100	2.495	65	1.100	2.399	66	1.100	2.304
67	1.100	2.208	68	1.100	2.113	69	1.100	2.018
70	1.100	1.922	71	1.100	1.827	72	1.100	1.732
73	1.100	1.636	74	1.100	1.541	75	1.100	1.445
76	1.100	1.350	77	1.100	1.255	78	1.100	1.159
79	1.100	1.064	80	1.100	0.968	81	1.100	0.873
82	1.100	0.778	83	1.100	0.682	84	1.100	0.587
85	1.100	0.492	86	1.100	0.396	87	1.100	0.301
88	1.100	0.205	89	1.100	0.110	90	1.020	0.083
91	0.940	0.055	92	0.860	0.027	93	0.780	0.000
94	0.683	0.000	95	0.585	0.000	96	0.488	0.000
97	0.390	0.000	98	0.292	0.000	99	0.195	0.000
100	0.097	0.000	101	0.000	0.000			

MATERIALES : HORMIGON Y ARMADURAS

Resistencia caracteristica del hormigon (Kp/cm2) ..... fck = 350

Coeficiente de minoracion de fck ..... ¥c = 1.50

Limite elastico del acero (Kp/cm2) ..... fyk = 5100

Coeficiente de minoracion de fyk ..... ¥s = 1.15

Recubrimiento de las armaduras (m) ..... c =0.030

Se disponen armaduras minimas de flexocompresion.

.

D A T O S D E A C C I O N E S

ACCIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO DEL ARCO :

Peso especifico del hormigon (t/m3) ..... = 2.50

ACCIONES DEBIDAS AL PESO DE LAS TIERRAS :

Existe escalon de tierras a izqda y dcha (SI=1,NO=0) ..... = 0

Inclinacion de las tierras a la izquierda (Grados) ..... = 0

Inclinacion de las tierras a la derecha (Grados) ..... = 0

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

Altura de las tierras desde el centro de la base (m) .....= 9.70

Peso especifico de las tierras (t/m3) ..... = 2.00

ACCIONES DEBIDAS AL EMPUJE DE LAS TIERRAS :

Acciones definidas por coeficientes de empuje :

Coeficiente de empuje de tierras ..... = 0.50

El terreno reacciona en los dos sentidos (Empuje y despegue del arco)

ACCIONES DEBIDAS AL TRAFICO :

Existe trafico encima del arco (SI=1,NO=0) ..... = 0

ACCIONES DEBIDAS A PRESIONES INTERNAS Y EXTERNAS :

Nivel freatico medido desde la base (m) ..... = 0.00

Nivel del agua interior medido desde la base (m) ..... = 0.00

Presion interna adicional (t/m2) ..... = 0.5

ACCIONES DEBIDAS A SOBRECARGAS REPARTIDAS :

Carga uniforme (t/m2) (+descendente, -ascendente) ..... Qy = 1.33

La carga anterior se extiende desde el nudo No 39 ,hasta el nudo No 63
y se considera por unidad de proyeccion horizontal.

Carga uniforme (t/m2) (+ hacia dcha, - hacia izda) ..... Qx = 0.67

La carga anterior se extiende desde el nudo No 9 ,hasta el nudo No 43
y se considera por unidad de proyeccion vertical.

Carga uniforme (t/m2) (+ hacia dcha, - hacia izda) ..... Qx = 0.67

La carga anterior se extiende desde el nudo No 59 ,hasta el nudo No 93
y se considera por unidad de proyeccion vertical.

ACCIONES DEBIDAS AL SISMO :

No se considera la accion sismica.

COEFICIENTES DE PONDERACION DE LAS ACCIONES :

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

Coeficiente de ponderacion del peso propio del arco ..... = ¥pp

Coeficiente de ponderacion del peso de las tierras ..... = ¥pt

Coeficiente de ponderacion del empuje de las tierras ..... = ¥et

Coeficiente de ponderacion de las acciones de trafico ..... = ¥tr

Coeficiente de ponderacion de presiones internas y externas .... = ¥pr

Coeficiente de ponderacion de cargas repartidas verticales ..... = ¥qv

Coeficiente de ponderacion de cargas repartidas horizontales ... = ¥qh

Coeficiente de ponderacion de cargas concentradas verticales ... = ¥Pv

Coeficiente de ponderacion de cargas concentradas horizontales . = ¥Ph

Coeficiente de ponderacion del sismo de izquierda a derecha .... = ¥si

Coeficiente de ponderacion del sismo de derecha a izquierda .... = ¥sd

.

CARACTERISTICAS DEL ARCO

Nudo No	X (m)	Y (m)	Espesor (m)	Ancho (m)	Inercia (m4/m)	Area (m2/m)	Grados de libertad u	v	é
Hastial izquierdo :									
14	-1.100	0.205	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
15	-1.100	0.301	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
16	-1.100	0.396	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
17	-1.100	0.492	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
18	-1.100	0.587	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
19	-1.100	0.682	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
20	-1.100	0.778	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
21	-1.100	0.873	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
22	-1.100	0.968	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
23	-1.100	1.064	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
24	-1.100	1.159	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
25	-1.100	1.255	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
26	-1.100	1.350	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
27	-1.100	1.445	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
28	-1.100	1.541	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
29	-1.100	1.636	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
30	-1.100	1.732	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
31	-1.100	1.827	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
32	-1.100	1.922	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
33	-1.100	2.018	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
34	-1.100	2.113	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
35	-1.100	2.208	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
36	-1.100	2.304	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
37	-1.100	2.399	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
38	-1.100	2.495	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
Dintel superior :									
39	-1.100	2.590	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	-	-

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

40	-1.020	2.618	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	-	-
41	-0.940	2.645	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	-	-
42	-0.860	2.672	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	-	-
43	-0.780	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
44	-0.683	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
45	-0.585	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
46	-0.488	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
47	-0.390	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
48	-0.292	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
49	-0.195	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
50	-0.097	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
51	0.000	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
52	0.097	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
53	0.195	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
54	0.292	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
55	0.390	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
56	0.488	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
57	0.585	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
58	0.683	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
59	0.780	2.700	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
60	0.860	2.672	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	-	-
61	0.940	2.645	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	-	-
62	1.020	2.618	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	-	-
63	1.100	2.590	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	-	-
Hastial derecho :									
64	1.100	2.495	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
65	1.100	2.399	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
66	1.100	2.304	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
67	1.100	2.208	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
68	1.100	2.113	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
69	1.100	2.018	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
70	1.100	1.922	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
71	1.100	1.827	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
72	1.100	1.732	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
73	1.100	1.636	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
74	1.100	1.541	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
75	1.100	1.445	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
76	1.100	1.350	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
77	1.100	1.255	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
78	1.100	1.159	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
79	1.100	1.064	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
80	1.100	0.968	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
81	1.100	0.873	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
82	1.100	0.778	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
83	1.100	0.682	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
84	1.100	0.587	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
85	1.100	0.492	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
86	1.100	0.396	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
87	1.100	0.301	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
88	1.100	0.205	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
Solera :									
13	-1.100	0.110	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	K= 84	-
12	-1.020	0.083	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	K= 168	-
11	-0.940	0.055	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	K= 168	-
10	-0.860	0.027	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	K= 168	-
9	-0.780	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 186	-
8	-0.683	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 205	-
7	-0.585	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 205	-
6	-0.488	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 205	-

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

5	-0.390	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
4	-0.292	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
3	-0.195	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
2	-0.097	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
1	0.000	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	0.0000	K=	205	-
100	0.097	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
99	0.195	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
98	0.292	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
97	0.390	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
96	0.488	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
95	0.585	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
94	0.683	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	205	-
93	0.780	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	186	-
92	0.860	0.027	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	K=	168	-
91	0.940	0.055	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	K=	168	-
90	1.020	0.083	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	K=	168	-
89	1.100	0.110	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	K=	84	-

.

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 1

DINTEL Y SOLERA

COEFICIENTES DE PONDERACION

¥pp = 1.350 ¥pt = 1.500 ¥et = 1.000 ¥pr = 1.500 ¥qv = 1.500

¥qh = 0.000 ¥Pv = 0.000 ¥Ph = 0.000 ¥si = 0.000 ¥sd = 0.000

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = -0.000

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -57.567

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.007

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	åsuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
13	27.607	0.000	1.104	0.000
12	27.389	0.000	2.191	0.000
11	27.167	0.000	2.173	0.000
10	26.938	0.000	2.155	0.000
9	26.704	0.000	2.370	0.000
8	26.417	0.000	2.576	0.000
7	26.138	0.000	2.548	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

6	25.881	0.000	2.523	0.000
5	25.657	0.000	2.502	0.000
4	25.473	0.000	2.484	0.000
3	25.336	0.000	2.470	0.000
2	25.252	0.000	2.462	0.000
1	25.223	-0.000	2.459	0.000
100	25.250	0.000	2.462	0.000
99	25.333	0.000	2.470	0.000
98	25.468	0.000	2.483	0.000
97	25.650	0.000	2.501	0.000
96	25.874	0.000	2.523	0.000
95	26.129	0.000	2.548	0.000
94	26.406	0.000	2.575	0.000
93	26.692	0.000	2.369	0.000
92	26.925	0.000	2.154	0.000
91	27.152	0.000	2.172	0.000
90	27.374	0.000	2.190	0.000
89	27.590	0.000	1.104	0.000
	Suma =	-0.000	57.567	0.000

.

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
14	-0.248	-13.148	1.206	27.057	9.286	-5.952
15	-0.352	-13.152	0.983	26.983	8.457	-5.106
16	-0.437	-13.156	0.793	26.919	7.636	-4.339
17	-0.504	-13.159	0.632	26.855	6.825	-3.649
18	-0.558	-13.163	0.498	26.790	6.023	-3.037
19	-0.600	-13.166	0.386	26.726	5.229	-2.500
20	-0.632	-13.170	0.295	26.661	4.445	-2.039
21	-0.657	-13.174	0.221	26.597	3.670	-1.652
22	-0.675	-13.177	0.161	26.533	2.905	-1.339
23	-0.688	-13.181	0.112	26.468	2.148	-1.098
24	-0.697	-13.184	0.071	26.404	1.400	-0.929
25	-0.702	-13.188	0.035	26.340	0.662	-0.831
26	-0.703	-13.191	0.002	26.275	-0.068	-0.803
27	-0.702	-13.195	-0.031	26.211	-0.788	-0.844
28	-0.697	-13.198	-0.067	26.146	-1.500	-0.953
29	-0.689	-13.202	-0.109	26.082	-2.202	-1.130
30	-0.676	-13.205	-0.159	26.018	-2.895	-1.373
31	-0.658	-13.209	-0.221	25.953	-3.579	-1.682
32	-0.634	-13.212	-0.296	25.889	-4.254	-2.056
33	-0.601	-13.216	-0.387	25.824	-4.919	-2.494
34	-0.559	-13.219	-0.498	25.760	-5.576	-2.995
35	-0.506	-13.223	-0.630	25.696	-6.224	-3.558
36	-0.438	-13.226	-0.786	25.631	-6.862	-4.182
37	-0.355	-13.230	-0.968	25.567	-7.492	-4.867
38	-0.253	-13.233	-1.179	25.494	-8.112	-5.611
Dintel superior :						
39	-0.138	-13.235	-1.243	20.866	5.916	-6.414
40	-0.104	-13.336	-1.270	16.053	19.324	-4.701
41	-0.070	-13.439	-1.299	15.602	17.478	-3.145
42	-0.035	-13.545	-1.330	15.158	15.653	-1.744

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

43	0.001	-13.653	-1.357	12.178	15.753	-0.496
44	-0.000	-13.785	-1.344	9.418	15.643	1.138
45	-0.002	-13.913	-1.268	9.418	13.408	2.554
46	-0.003	-14.031	-1.138	9.418	11.173	3.752
47	-0.004	-14.134	-0.964	9.418	8.939	4.733
48	-0.006	-14.218	-0.753	9.418	6.704	5.495
49	-0.007	-14.280	-0.516	9.418	4.469	6.040
50	-0.008	-14.318	-0.261	9.418	2.235	6.367
51	-0.009	-14.330	0.004	9.418	-0.000	6.476
52	-0.011	-14.317	0.268	9.418	-2.235	6.367
53	-0.012	-14.278	0.523	9.418	-4.470	6.040
54	-0.013	-14.216	0.760	9.418	-6.704	5.495
55	-0.015	-14.131	0.971	9.418	-8.939	4.733
56	-0.016	-14.027	1.145	9.418	-11.174	3.752
57	-0.017	-13.909	1.275	9.418	-13.408	2.554
58	-0.018	-13.781	1.351	9.418	-15.643	1.138
59	-0.020	-13.648	1.364	12.178	-15.753	-0.497
60	0.016	-13.539	1.337	15.158	-15.653	-1.744
61	0.051	-13.433	1.306	15.602	-17.478	-3.145
62	0.086	-13.329	1.277	16.053	-19.324	-4.701
63	0.119	-13.227	1.251	20.866	-5.916	-6.414
Hastial derecho :						
64	0.236	-13.225	1.186	25.494	8.112	-5.611
65	0.338	-13.222	0.975	25.567	7.492	-4.867
66	0.422	-13.218	0.793	25.632	6.862	-4.182
67	0.490	-13.215	0.637	25.696	6.224	-3.558
68	0.545	-13.211	0.505	25.760	5.576	-2.995
69	0.587	-13.208	0.394	25.825	4.919	-2.494
70	0.621	-13.204	0.303	25.889	4.254	-2.056
71	0.646	-13.201	0.228	25.953	3.579	-1.683
72	0.664	-13.198	0.166	26.018	2.895	-1.374
73	0.678	-13.194	0.116	26.082	2.202	-1.130
74	0.687	-13.191	0.074	26.147	1.500	-0.954
75	0.692	-13.187	0.038	26.211	0.788	-0.844
76	0.694	-13.183	0.004	26.275	0.068	-0.803
77	0.693	-13.180	-0.028	26.340	-0.662	-0.831
78	0.689	-13.176	-0.064	26.404	-1.400	-0.929
79	0.681	-13.173	-0.105	26.469	-2.148	-1.098
80	0.668	-13.169	-0.154	26.533	-2.905	-1.339
81	0.651	-13.166	-0.214	26.597	-3.670	-1.652
82	0.627	-13.162	-0.288	26.662	-4.445	-2.039
83	0.595	-13.159	-0.380	26.726	-5.229	-2.500
84	0.554	-13.155	-0.491	26.790	-6.023	-3.037
85	0.501	-13.151	-0.626	26.855	-6.825	-3.649
86	0.434	-13.148	-0.786	26.919	-7.636	-4.339
87	0.350	-13.144	-0.976	26.984	-8.457	-5.106
88	0.247	-13.141	-1.199	27.057	-9.286	-5.952
Solera :						
13	-0.130	-13.146	1.275	22.640	-5.838	-6.877
12	-0.095	-13.043	1.303	17.969	-20.382	-5.069
11	-0.060	-12.936	1.335	17.541	-18.386	-3.429
10	-0.024	-12.828	1.369	17.115	-16.393	-1.958
9	0.012	-12.716	1.401	14.002	-16.607	-0.656
8	0.011	-12.579	1.392	11.102	-16.599	1.082
7	0.009	-12.447	1.317	11.102	-14.176	2.581
6	0.008	-12.325	1.184	11.102	-11.779	3.846
5	0.006	-12.217	1.005	11.102	-9.405	4.878
4	0.005	-12.130	0.788	11.102	-7.052	5.680
3	0.003	-12.065	0.542	11.102	-4.714	6.253

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

2	0.002	-12.025	0.278	11.102	-2.386	6.599
1	0.000	-12.011	0.004	11.102	-1.225	6.719
100	-0.002	-12.024	-0.270	11.102	3.557	6.605
99	-0.003	-12.063	-0.535	11.102	4.723	6.258
98	-0.005	-12.128	-0.780	11.102	7.060	5.684
97	-0.006	-12.215	-0.998	11.102	9.413	4.881
96	-0.008	-12.321	-1.177	11.102	11.786	3.848
95	-0.009	-12.443	-1.310	11.102	14.183	2.583
94	-0.011	-12.574	-1.385	11.102	16.605	1.083
93	-0.012	-12.710	-1.394	14.003	16.612	-0.655
92	0.024	-12.822	-1.362	17.116	16.397	-1.958
91	0.060	-12.930	-1.328	17.542	18.389	-3.429
90	0.095	-13.035	-1.297	17.969	20.383	-5.069
89	0.129	-13.138	-1.268	22.640	5.839	-6.878

.

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 2

ESQUINAS

COEFICIENTES DE PONDERACION

¥pp = 1.350 ¥pt = 1.500 ¥et = 1.500 ¥pr = 1.500 ¥qv = 1.500

¥qh = 1.500 ¥Pv = 0.000 ¥Ph = 0.000 ¥si = 0.000 ¥sd = 0.000

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = 5.427

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -57.567

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = -7.320

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	åsuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
13	17.822	0.000	0.713	0.000
12	18.426	0.000	1.474	0.000
11	19.021	0.000	1.522	0.000
10	19.603	0.000	1.568	0.000
9	20.168	0.000	1.790	0.000
8	20.829	0.000	2.031	0.000
7	21.468	0.000	2.093	0.000
6	22.097	0.000	2.154	0.000
5	22.731	0.000	2.216	0.000
4	23.380	0.000	2.280	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

3	24.055	0.000	2.345	0.000
2	24.762	0.000	2.414	0.000
1	25.508	-5.427	2.487	0.000
100	26.297	0.000	2.564	0.000
99	27.130	0.000	2.645	0.000
98	28.009	0.000	2.731	0.000
97	28.931	0.000	2.821	0.000
96	29.891	0.000	2.914	0.000
95	30.884	0.000	3.011	0.000
94	31.901	0.000	3.110	0.000
93	32.930	0.000	2.923	0.000
92	33.777	0.000	2.702	0.000
91	34.621	0.000	2.770	0.000
90	35.460	0.000	2.837	0.000
89	36.296	0.000	1.452	0.000
	Suma =	-5.427	57.567	0.000

.

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
14	0.765	-8.489	-3.719	25.858	16.785	-8.318
15	1.134	-8.493	-4.023	25.785	15.409	-6.783
16	1.530	-8.496	-4.268	25.720	14.046	-5.378
17	1.947	-8.499	-4.459	25.656	12.698	-4.103
18	2.379	-8.503	-4.601	25.592	11.363	-2.956
19	2.823	-8.506	-4.699	25.527	10.041	-1.935
20	3.274	-8.510	-4.759	25.463	8.734	-1.040
21	3.730	-8.513	-4.786	25.398	7.439	-0.269
22	4.187	-8.517	-4.783	25.334	6.159	0.379
23	4.642	-8.520	-4.758	25.270	4.892	0.906
24	5.094	-8.523	-4.713	25.205	3.639	1.312
25	5.540	-8.527	-4.654	25.141	2.400	1.600
26	5.981	-8.530	-4.587	25.077	1.174	1.770
27	6.415	-8.533	-4.514	25.012	-0.038	1.824
28	6.842	-8.537	-4.442	24.948	-1.237	1.763
29	7.263	-8.540	-4.375	24.883	-2.422	1.588
30	7.677	-8.543	-4.316	24.819	-3.593	1.301
31	8.087	-8.547	-4.272	24.755	-4.751	0.902
32	8.493	-8.550	-4.246	24.690	-5.895	0.394
33	8.897	-8.553	-4.243	24.626	-7.025	-0.222
34	9.303	-8.557	-4.266	24.561	-8.142	-0.946
35	9.712	-8.560	-4.321	24.497	-9.245	-1.775
36	10.128	-8.563	-4.411	24.433	-10.334	-2.709
37	10.555	-8.567	-4.541	24.368	-11.410	-3.747
38	10.996	-8.570	-4.715	24.295	-12.472	-4.886
Dintel superior :						
39	11.449	-8.572	-4.774	22.370	2.270	-6.126
40	11.579	-8.955	-4.800	20.319	16.590	-4.642
41	11.710	-9.341	-4.829	19.986	14.703	-3.319
42	11.842	-9.729	-4.864	19.659	12.838	-2.155
43	11.974	-10.121	-4.904	17.106	13.736	-1.147
44	11.972	-10.600	-4.920	14.715	14.444	0.370
45	11.970	-11.078	-4.878	14.715	12.209	1.670

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

46	11.968	-11.550	-4.787	14.715	9.975	2.751
47	11.966	-12.011	-4.656	14.715	7.740	3.615
48	11.964	-12.457	-4.494	14.715	5.505	4.260
49	11.962	-12.886	-4.310	14.715	3.271	4.688
50	11.960	-13.297	-4.113	14.715	1.036	4.898
51	11.958	-13.688	-3.911	14.715	-1.199	4.890
52	11.956	-14.060	-3.715	14.715	-3.433	4.664
53	11.954	-14.413	-3.532	14.715	-5.668	4.221
54	11.952	-14.749	-3.372	14.715	-7.903	3.559
55	11.950	-15.072	-3.244	14.715	-10.138	2.680
56	11.948	-15.383	-3.156	14.715	-12.372	1.582
57	11.946	-15.689	-3.118	14.715	-14.607	0.267
58	11.944	-15.993	-3.139	14.715	-16.842	-1.266
59	11.942	-16.303	-3.227	17.509	-16.064	-3.017
60	11.850	-16.564	-3.314	20.491	-15.087	-4.216
61	11.756	-16.831	-3.376	20.870	-16.935	-5.570
62	11.662	-17.102	-3.423	21.255	-18.804	-7.081
63	11.566	-17.377	-3.461	24.050	-3.213	-8.751
Hastial derecho :						
64	11.231	-17.375	-3.548	26.693	12.885	-7.481
65	10.879	-17.371	-3.826	26.766	12.014	-6.293
66	10.503	-17.367	-4.057	26.830	11.130	-5.189
67	10.107	-17.364	-4.245	26.895	10.233	-4.170
68	9.694	-17.360	-4.394	26.959	9.321	-3.237
69	9.270	-17.357	-4.507	27.023	8.396	-2.392
70	8.836	-17.353	-4.588	27.088	7.458	-1.635
71	8.395	-17.349	-4.641	27.152	6.506	-0.969
72	7.951	-17.346	-4.668	27.216	5.540	-0.394
73	7.505	-17.342	-4.674	27.281	4.560	0.088
74	7.060	-17.338	-4.663	27.345	3.567	0.476
75	6.616	-17.335	-4.638	27.410	2.560	0.768
76	6.175	-17.331	-4.603	27.474	1.540	0.964
77	5.738	-17.327	-4.562	27.538	0.506	1.062
78	5.305	-17.324	-4.520	27.603	-0.542	1.061
79	4.876	-17.320	-4.479	27.667	-1.604	0.959
80	4.450	-17.316	-4.445	27.732	-2.679	0.755
81	4.028	-17.312	-4.420	27.796	-3.767	0.448
82	3.607	-17.309	-4.411	27.860	-4.870	0.036
83	3.186	-17.305	-4.420	27.925	-5.986	-0.481
84	2.763	-17.301	-4.451	27.989	-7.115	-1.106
85	2.336	-17.297	-4.511	28.053	-8.259	-1.839
86	1.901	-17.294	-4.602	28.118	-9.416	-2.681
87	1.457	-17.290	-4.729	28.182	-10.586	-3.635
88	0.998	-17.286	-4.897	28.255	-11.770	-4.701
Solera :						
13	0.414	-8.487	-3.620	25.753	-0.249	-9.985
12	0.314	-8.774	-3.577	25.585	-17.289	-8.464
11	0.215	-9.057	-3.519	25.531	-15.889	-7.060
10	0.117	-9.335	-3.438	25.458	-14.429	-5.776
9	0.022	-9.604	-3.312	22.604	-16.615	-4.618
8	0.019	-9.919	-3.161	19.791	-18.600	-2.713
7	0.016	-10.223	-3.085	19.791	-16.677	-0.991
6	0.014	-10.522	-3.076	19.791	-14.692	0.539
5	0.011	-10.824	-3.125	19.791	-12.645	1.873
4	0.008	-11.134	-3.226	19.791	-10.536	3.005
3	0.005	-11.455	-3.368	19.791	-8.363	3.928
2	0.003	-11.791	-3.544	19.791	-6.122	4.636
1	0.000	-12.147	-3.745	19.791	-4.984	5.122
100	-0.002	-12.522	-3.961	14.364	-0.072	5.372

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

99	-0.004	-12.919	-4.182	14.364	1.181	5.379
98	-0.006	-13.338	-4.399	14.364	3.730	5.142
97	-0.008	-13.776	-4.600	14.364	6.367	4.652
96	-0.010	-14.234	-4.776	14.364	9.095	3.900
95	-0.012	-14.707	-4.915	14.364	11.919	2.878
94	-0.014	-15.191	-5.007	14.364	14.841	1.576
93	-0.016	-15.681	-5.039	16.999	14.897	-0.016
92	0.121	-16.084	-5.025	19.885	14.739	-1.155
91	0.257	-16.486	-5.002	20.397	17.307	-2.510
90	0.393	-16.886	-4.977	20.927	19.923	-4.083
89	0.528	-17.284	-4.954	24.747	4.439	-5.880

.

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 3

HASTIALES

COEFICIENTES DE PONDERACION

¥pp = 1.000 ¥pt = 1.000 ¥et = 1.500 ¥pr = 1.500 ¥qv = 0.000

¥qh = 1.500 ¥Pv = 0.000 ¥Ph = 0.000 ¥si = 0.000 ¥sd = 0.000

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = 5.427

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -35.942

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = -7.321

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	åsuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
13	7.046	0.000	0.282	0.000
12	7.807	0.000	0.625	0.000
11	8.560	0.000	0.685	0.000
10	9.301	0.000	0.744	0.000
9	10.024	0.000	0.890	0.000
8	10.871	0.000	1.060	0.000
7	11.681	0.000	1.139	0.000
6	12.464	0.000	1.215	0.000
5	13.229	0.000	1.290	0.000
4	13.984	0.000	1.363	0.000
3	14.735	0.000	1.437	0.000
2	15.489	0.000	1.510	0.000
1	16.251	-5.427	1.584	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

100	17.024	0.000	1.660	0.000
99	17.811	0.000	1.737	0.000
98	18.613	0.000	1.815	0.000
97	19.429	0.000	1.894	0.000
96	20.258	0.000	1.975	0.000
95	21.098	0.000	2.057	0.000
94	21.943	0.000	2.139	0.000
93	22.787	0.000	2.022	0.000
92	23.477	0.000	1.878	0.000
91	24.162	0.000	1.933	0.000
90	24.843	0.000	1.987	0.000
89	25.521	0.000	1.021	0.000
Suma =		-5.427	35.942	0.000

.

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
14	0.955	-3.356	-4.631	15.289	16.752	-6.405
15	1.408	-3.359	-4.858	15.235	15.376	-4.874
16	1.880	-3.361	-5.025	15.187	14.014	-3.472
17	2.365	-3.363	-5.140	15.139	12.665	-2.200
18	2.859	-3.365	-5.205	15.091	11.330	-1.056
19	3.357	-3.367	-5.227	15.044	10.009	-0.039
20	3.855	-3.369	-5.211	14.996	8.701	0.853
21	4.350	-3.371	-5.161	14.948	7.407	1.621
22	4.838	-3.373	-5.083	14.901	6.126	2.266
23	5.318	-3.375	-4.981	14.853	4.860	2.790
24	5.788	-3.377	-4.861	14.805	3.606	3.193
25	6.245	-3.379	-4.726	14.758	2.367	3.478
26	6.689	-3.381	-4.583	14.710	1.141	3.645
27	7.119	-3.383	-4.435	14.662	-0.071	3.696
28	7.535	-3.385	-4.288	14.615	-1.270	3.631
29	7.938	-3.387	-4.145	14.567	-2.454	3.453
30	8.326	-3.388	-4.012	14.519	-3.626	3.163
31	8.703	-3.390	-3.893	14.471	-4.783	2.762
32	9.070	-3.392	-3.792	14.424	-5.927	2.251
33	9.427	-3.394	-3.714	14.376	-7.058	1.631
34	9.779	-3.396	-3.663	14.328	-8.174	0.904
35	10.127	-3.398	-3.643	14.281	-9.277	0.072
36	10.475	-3.400	-3.659	14.233	-10.367	-0.866
37	10.827	-3.402	-3.715	14.185	-11.442	-1.906
38	11.185	-3.404	-3.815	14.131	-12.504	-3.049
Dintel superior :						
39	11.551	-3.405	-3.854	15.722	-2.368	-4.292
40	11.656	-3.715	-3.873	17.299	7.704	-3.590
41	11.762	-4.026	-3.897	17.210	6.527	-2.988
42	11.868	-4.339	-3.932	17.125	5.365	-2.486
43	11.975	-4.657	-3.987	15.915	6.822	-2.081
44	11.973	-5.049	-4.055	14.747	8.186	-1.217
45	11.971	-5.447	-4.090	14.747	6.845	-0.484
46	11.969	-5.846	-4.098	14.747	5.504	0.118
47	11.967	-6.245	-4.083	14.747	4.164	0.589
48	11.965	-6.642	-4.052	14.747	2.823	0.930

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

49	11.963	-7.035	-4.009	14.747	1.483	1.140
50	11.961	-7.423	-3.961	14.747	0.142	1.219
51	11.959	-7.807	-3.912	14.747	-1.199	1.167
52	11.957	-8.186	-3.868	14.747	-2.539	0.985
53	11.955	-8.562	-3.834	14.747	-3.880	0.672
54	11.953	-8.934	-3.815	14.747	-5.221	0.228
55	11.951	-9.306	-3.817	14.747	-6.561	-0.346
56	11.949	-9.680	-3.846	14.747	-7.902	-1.051
57	11.947	-10.057	-3.907	14.747	-9.242	-1.887
58	11.945	-10.443	-4.004	14.747	-10.583	-2.853
59	11.943	-10.839	-4.144	16.318	-9.150	-3.951
60	11.826	-11.174	-4.247	17.956	-7.614	-4.547
61	11.707	-11.516	-4.309	18.094	-8.758	-5.239
62	11.587	-11.862	-4.351	18.235	-9.917	-6.028
63	11.466	-12.211	-4.382	17.402	1.424	-6.917
Hastial derecho :						
64	11.044	-12.209	-4.449	16.529	12.917	-5.643
65	10.610	-12.207	-4.653	16.583	12.047	-4.452
66	10.158	-12.205	-4.810	16.630	11.163	-3.345
67	9.694	-12.203	-4.924	16.678	10.265	-2.323
68	9.220	-12.201	-4.998	16.726	9.354	-1.387
69	8.741	-12.198	-5.037	16.774	8.429	-0.538
70	8.260	-12.196	-5.043	16.821	7.490	0.221
71	7.780	-12.194	-5.021	16.869	6.538	0.891
72	7.303	-12.192	-4.974	16.917	5.572	1.468
73	6.832	-12.189	-4.905	16.964	4.593	1.954
74	6.368	-12.187	-4.818	17.012	3.600	2.345
75	5.913	-12.185	-4.718	17.060	2.593	2.640
76	5.468	-12.182	-4.608	17.107	1.572	2.839
77	5.034	-12.180	-4.491	17.155	0.538	2.940
78	4.612	-12.178	-4.373	17.203	-0.510	2.942
79	4.200	-12.175	-4.256	17.250	-1.571	2.843
80	3.800	-12.173	-4.146	17.298	-2.646	2.642
81	3.409	-12.171	-4.046	17.346	-3.735	2.338
82	3.027	-12.169	-3.960	17.394	-4.837	1.930
83	2.653	-12.166	-3.893	17.441	-5.953	1.416
84	2.284	-12.164	-3.848	17.489	-7.083	0.794
85	1.918	-12.161	-3.831	17.537	-8.226	0.064
86	1.552	-12.159	-3.845	17.584	-9.383	-0.775
87	1.183	-12.157	-3.895	17.632	-10.554	-1.726
88	0.808	-12.154	-3.986	17.686	-11.738	-2.788
Solera :						
13	0.517	-3.355	-4.552	18.794	4.541	-8.069
12	0.391	-3.717	-4.516	22.380	-8.065	-7.362
11	0.266	-4.076	-4.464	22.592	-7.439	-6.705
10	0.142	-4.429	-4.382	22.782	-6.745	-6.103
9	0.022	-4.773	-4.241	21.315	-9.538	-5.564
8	0.019	-5.176	-4.038	19.759	-12.226	-4.326
7	0.016	-5.562	-3.883	19.759	-11.248	-3.180
6	0.014	-5.935	-3.774	19.759	-10.193	-2.133
5	0.011	-6.299	-3.705	19.759	-9.062	-1.192
4	0.008	-6.659	-3.673	19.759	-7.857	-0.365
3	0.005	-7.017	-3.673	19.759	-6.579	0.340
2	0.003	-7.376	-3.699	19.759	-5.228	0.917
1	0.000	-7.739	-3.746	19.759	-4.534	1.360
100	-0.002	-8.107	-3.808	14.332	-1.411	1.653
99	-0.004	-8.481	-3.878	14.332	-0.604	1.791
98	-0.006	-8.863	-3.952	14.332	1.050	1.771
97	-0.008	-9.252	-4.021	14.332	2.783	1.586

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

96	-0.010	-9.647	-4.079	14.332	4.596	1.228
95	-0.012	-10.047	-4.118	14.332	6.490	0.690
94	-0.014	-10.449	-4.131	14.332	8.466	-0.037
93	-0.016	-10.851	-4.111	15.710	7.819	-0.961
92	0.095	-11.180	-4.081	17.208	7.054	-1.483
91	0.206	-11.506	-4.058	17.458	8.856	-2.155
90	0.316	-11.830	-4.039	17.722	10.699	-2.981
89	0.426	-12.153	-4.023	17.787	-0.351	-3.965

.

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 4

ESTADO LIMITE DE SERVICIO

COEFICIENTES DE PONDERACION

¥pp = 1.000 ¥pt = 1.000 ¥et = 1.000 ¥pr = 0.000 ¥qv = 0.000

¥qh = 0.000 ¥Pv = 0.000 ¥Ph = 0.000 ¥si = 0.000 ¥sd = 0.000

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) ..... Rx = 0.000

Resultante sobre OY (t) ..... Ry = -36.016

Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.002

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	åsuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
13	16.837	0.000	0.673	0.000
12	16.782	0.000	1.343	0.000
11	16.724	0.000	1.338	0.000
10	16.660	0.000	1.333	0.000
9	16.588	0.000	1.472	0.000
8	16.490	0.000	1.608	0.000
7	16.386	0.000	1.598	0.000
6	16.285	0.000	1.588	0.000
5	16.192	0.000	1.579	0.000
4	16.114	0.000	1.571	0.000
3	16.055	0.000	1.565	0.000
2	16.019	0.000	1.562	0.000
1	16.006	-0.000	1.561	0.000
100	16.018	0.000	1.562	0.000
99	16.054	0.000	1.565	0.000
98	16.113	0.000	1.571	0.000

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

97	16.190	0.000	1.579	0.000
96	16.282	0.000	1.587	0.000
95	16.383	0.000	1.597	0.000
94	16.486	0.000	1.607	0.000
93	16.583	0.000	1.472	0.000
92	16.655	0.000	1.332	0.000
91	16.719	0.000	1.338	0.000
90	16.777	0.000	1.342	0.000
89	16.831	0.000	0.673	0.000
	Suma =	-0.000	36.016	0.000

.

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)
Hastial izquierdo :						
14	-0.049	-8.019	0.255	17.313	10.110	-4.287
15	-0.066	-8.021	0.101	17.258	9.209	-3.365
16	-0.069	-8.024	-0.018	17.211	8.317	-2.530
17	-0.063	-8.026	-0.104	17.163	7.434	-1.779
18	-0.050	-8.028	-0.163	17.115	6.560	-1.112
19	-0.033	-8.030	-0.196	17.067	5.696	-0.527
20	-0.014	-8.033	-0.207	17.020	4.840	-0.025
21	0.006	-8.035	-0.199	16.972	3.994	0.396
22	0.024	-8.037	-0.176	16.924	3.156	0.737
23	0.039	-8.040	-0.141	16.877	2.328	0.998
24	0.051	-8.042	-0.098	16.829	1.509	1.181
25	0.057	-8.044	-0.048	16.781	0.699	1.286
26	0.060	-8.046	0.004	16.734	-0.102	1.314
27	0.057	-8.049	0.056	16.686	-0.894	1.266
28	0.049	-8.051	0.105	16.638	-1.677	1.144
29	0.037	-8.053	0.147	16.591	-2.451	0.947
30	0.021	-8.055	0.180	16.543	-3.215	0.676
31	0.003	-8.057	0.200	16.495	-3.971	0.333
32	-0.016	-8.060	0.205	16.447	-4.717	-0.081
33	-0.035	-8.062	0.192	16.400	-5.455	-0.567
34	-0.052	-8.064	0.158	16.352	-6.183	-1.122
35	-0.065	-8.066	0.100	16.304	-6.902	-1.746
36	-0.071	-8.068	0.016	16.257	-7.612	-2.439
37	-0.067	-8.071	-0.098	16.209	-8.313	-3.198
38	-0.051	-8.073	-0.243	16.155	-9.005	-4.025
Dintel superior :						
39	-0.026	-8.074	-0.291	15.206	1.054	-4.916
40	-0.018	-8.099	-0.312	14.182	10.852	-3.947
41	-0.010	-8.125	-0.338	13.975	9.651	-3.080
42	-0.001	-8.154	-0.372	13.772	8.467	-2.314
43	0.008	-8.186	-0.420	12.069	9.241	-1.648
44	0.007	-8.230	-0.467	10.465	9.896	-0.614
45	0.005	-8.276	-0.474	10.465	8.482	0.282
46	0.004	-8.321	-0.447	10.465	7.069	1.040
47	0.002	-8.362	-0.391	10.465	5.655	1.660
48	0.001	-8.397	-0.313	10.465	4.241	2.143
49	-0.000	-8.423	-0.218	10.465	2.827	2.487
50	-0.002	-8.439	-0.111	10.465	1.414	2.694
51	-0.003	-8.444	0.001	10.465	-0.000	2.763

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

52	-0.005	-8.438	0.114	10.465	-1.414	2.694
53	-0.006	-8.422	0.220	10.465	-2.828	2.487
54	-0.008	-8.396	0.315	10.465	-4.241	2.143
55	-0.009	-8.361	0.394	10.465	-5.655	1.660
56	-0.010	-8.320	0.449	10.465	-7.069	1.040
57	-0.012	-8.274	0.476	10.465	-8.483	0.282
58	-0.013	-8.228	0.469	10.465	-9.896	-0.614
59	-0.015	-8.184	0.423	12.069	-9.241	-1.648
60	-0.005	-8.152	0.375	13.773	-8.467	-2.314
61	0.004	-8.123	0.341	13.975	-9.652	-3.080
62	0.012	-8.096	0.315	14.182	-10.852	-3.947
63	0.019	-8.071	0.294	15.206	-1.054	-4.916
Hastial derecho :						
64	0.045	-8.070	0.245	16.155	9.005	-4.025
65	0.061	-8.068	0.100	16.209	8.313	-3.199
66	0.065	-8.066	-0.013	16.257	7.612	-2.439
67	0.059	-8.063	-0.098	16.304	6.902	-1.746
68	0.047	-8.061	-0.155	16.352	6.183	-1.122
69	0.031	-8.059	-0.189	16.400	5.455	-0.567
70	0.012	-8.057	-0.202	16.448	4.717	-0.082
71	-0.007	-8.055	-0.197	16.495	3.971	0.333
72	-0.025	-8.052	-0.177	16.543	3.215	0.676
73	-0.041	-8.050	-0.144	16.591	2.451	0.946
74	-0.053	-8.048	-0.102	16.638	1.677	1.144
75	-0.060	-8.046	-0.054	16.686	0.894	1.266
76	-0.063	-8.044	-0.002	16.734	0.102	1.314
77	-0.061	-8.041	0.050	16.781	-0.699	1.286
78	-0.053	-8.039	0.100	16.829	-1.509	1.181
79	-0.042	-8.037	0.144	16.877	-2.328	0.998
80	-0.026	-8.035	0.179	16.924	-3.156	0.737
81	-0.008	-8.032	0.202	16.972	-3.994	0.396
82	0.012	-8.030	0.209	17.020	-4.840	-0.025
83	0.031	-8.028	0.198	17.068	-5.696	-0.527
84	0.049	-8.025	0.165	17.115	-6.560	-1.112
85	0.062	-8.023	0.107	17.163	-7.434	-1.779
86	0.068	-8.021	0.020	17.211	-8.317	-2.530
87	0.065	-8.018	-0.099	17.258	-9.209	-3.366
88	0.048	-8.016	-0.253	17.313	-10.110	-4.287
Solera :						
13	-0.022	-8.017	0.307	16.666	-0.825	-5.294
12	-0.014	-7.992	0.329	15.909	-11.572	-4.261
11	-0.006	-7.964	0.358	15.747	-10.286	-3.336
10	0.003	-7.933	0.395	15.584	-8.993	-2.521
9	0.013	-7.899	0.447	13.791	-9.927	-1.815
8	0.012	-7.852	0.499	12.080	-10.728	-0.693
7	0.010	-7.803	0.507	12.080	-9.174	0.277
6	0.008	-7.755	0.479	12.080	-7.630	1.096
5	0.007	-7.711	0.420	12.080	-6.096	1.765
4	0.005	-7.673	0.337	12.080	-4.570	2.285
3	0.003	-7.645	0.235	12.080	-3.050	2.656
2	0.002	-7.628	0.121	12.080	-1.535	2.880
1	0.000	-7.622	0.001	12.080	-0.779	2.956
100	-0.002	-7.628	-0.119	12.080	2.295	2.882
99	-0.003	-7.645	-0.233	12.080	3.053	2.658
98	-0.005	-7.673	-0.334	12.080	4.573	2.286
97	-0.007	-7.709	-0.418	12.080	6.099	1.766
96	-0.008	-7.753	-0.477	12.080	7.633	1.097
95	-0.010	-7.801	-0.505	12.080	9.177	0.278
94	-0.012	-7.851	-0.496	12.080	10.730	-0.692

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

93	-0.013	-7.897	-0.445	13.791	9.928	-1.815
92	-0.003	-7.931	-0.392	15.584	8.995	-2.521
91	0.006	-7.961	-0.355	15.747	10.287	-3.336
90	0.014	-7.989	-0.327	15.909	11.573	-4.261
89	0.022	-8.015	-0.304	16.666	0.825	-5.294

.

E N V O L V E N T E S E N E L A R C O

SEC	M(+) (txm/m)	N(+) (t/m)	M(-) (txm/m)	N(-) (t/m)	QPES (t/m)
Hastial izquierdo :					
14	0.000	0.000	-8.318	25.858	16.785
15	0.000	0.000	-6.783	25.785	15.409
16	0.000	0.000	-5.378	25.720	14.046
17	0.000	0.000	-4.103	25.656	12.698
18	0.000	0.000	-3.037	26.790	11.363
19	0.000	0.000	-2.500	26.726	10.041
20	0.853	14.996	-2.039	26.661	8.734
21	1.621	14.948	-1.652	26.597	7.439
22	2.266	14.901	-1.339	26.533	6.159
23	2.790	14.853	-1.098	26.468	4.892
24	3.193	14.805	-0.929	26.404	3.639
25	3.478	14.758	-0.831	26.340	2.400
26	3.645	14.710	-0.803	26.275	1.174
27	3.696	14.662	-0.844	26.211	-0.894
28	3.631	14.615	-0.953	26.146	-1.677
29	3.453	14.567	-1.130	26.082	-2.454
30	3.163	14.519	-1.373	26.018	-3.626
31	2.762	14.471	-1.682	25.953	-4.783
32	2.251	14.424	-2.056	25.889	-5.927
33	1.631	14.376	-2.494	25.824	-7.058
34	0.904	14.328	-2.995	25.760	-8.174
35	0.072	14.281	-3.558	25.696	-9.277
36	0.000	0.000	-4.182	25.631	-10.367
37	0.000	0.000	-4.867	25.567	-11.442
38	0.000	0.000	-5.611	25.494	-12.504
Dintel superior :					
39	0.000	0.000	-6.414	20.866	5.916
40	0.000	0.000	-4.701	16.053	19.324
41	0.000	0.000	-3.319	19.986	17.478
42	0.000	0.000	-2.486	17.125	15.653
43	0.000	0.000	-2.081	15.915	15.753
44	1.138	9.418	-1.217	14.747	15.643
45	2.554	9.418	-0.484	14.747	13.408
46	3.752	9.418	0.000	0.000	11.173
47	4.733	9.418	0.000	0.000	8.939
48	5.495	9.418	0.000	0.000	6.704
49	6.040	9.418	0.000	0.000	4.469
50	6.367	9.418	0.000	0.000	2.235
51	6.476	9.418	0.000	0.000	-1.199
52	6.367	9.418	0.000	0.000	-3.433
53	6.040	9.418	0.000	0.000	-5.668
54	5.495	9.418	0.000	0.000	-7.903
55	4.733	9.418	-0.346	14.747	-10.138
56	3.752	9.418	-1.051	14.747	-12.372
57	2.554	9.418	-1.887	14.747	-14.607

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

58	1.138	9.418	-2.853	14.747	-16.842
59	0.000	0.000	-3.951	16.318	-16.064
60	0.000	0.000	-4.547	17.956	-15.653
61	0.000	0.000	-5.570	20.870	-17.478
62	0.000	0.000	-7.081	21.255	-19.324
63	0.000	0.000	-8.751	24.050	-5.916
Hastial derecho :					
64	0.000	0.000	-7.481	26.693	12.917
65	0.000	0.000	-6.293	26.766	12.047
66	0.000	0.000	-5.189	26.830	11.163
67	0.000	0.000	-4.170	26.895	10.265
68	0.000	0.000	-3.237	26.959	9.354
69	0.000	0.000	-2.494	25.825	8.429
70	0.221	16.821	-2.056	25.889	7.490
71	0.891	16.869	-1.683	25.953	6.538
72	1.468	16.917	-1.374	26.018	5.572
73	1.954	16.964	-1.130	26.082	4.593
74	2.345	17.012	-0.954	26.147	3.600
75	2.640	17.060	-0.844	26.211	2.593
76	2.839	17.107	-0.803	26.275	1.572
77	2.940	17.155	-0.831	26.340	-0.699
78	2.942	17.203	-0.929	26.404	-1.509
79	2.843	17.250	-1.098	26.469	-2.328
80	2.642	17.298	-1.339	26.533	-3.156
81	2.338	17.346	-1.652	26.597	-3.994
82	1.930	17.394	-2.039	26.662	-4.870
83	1.416	17.441	-2.500	26.726	-5.986
84	0.794	17.489	-3.037	26.790	-7.115
85	0.064	17.537	-3.649	26.855	-8.259
86	0.000	0.000	-4.339	26.919	-9.416
87	0.000	0.000	-5.106	26.984	-10.586
88	0.000	0.000	-5.952	27.057	-11.770
Solera :					
13	0.000	0.000	-9.985	25.753	-5.838
12	0.000	0.000	-8.464	25.585	-20.382
11	0.000	0.000	-7.060	25.531	-18.386
10	0.000	0.000	-6.103	22.782	-16.393
9	0.000	0.000	-5.564	21.315	-16.615
8	1.082	11.102	-4.326	19.759	-18.600
7	2.581	11.102	-3.180	19.759	-16.677
6	3.846	11.102	-2.133	19.759	-14.692
5	4.878	11.102	-1.192	19.759	-12.645
4	5.680	11.102	-0.365	19.759	-10.536
3	6.253	11.102	0.000	0.000	-8.363
2	6.599	11.102	0.000	0.000	-6.122
1	6.719	11.102	0.000	0.000	-4.984
101	6.719	11.102	0.000	0.000	-4.984
100	6.605	11.102	0.000	0.000	3.557
99	6.258	11.102	0.000	0.000	4.723
98	5.684	11.102	0.000	0.000	7.060
97	4.881	11.102	0.000	0.000	9.413
96	3.900	14.364	0.000	0.000	11.786
95	2.878	14.364	0.000	0.000	14.183
94	1.576	14.364	-0.692	12.080	16.605
93	0.000	0.000	-1.815	13.791	16.612
92	0.000	0.000	-2.521	15.584	16.397
91	0.000	0.000	-3.429	17.542	18.389
90	0.000	0.000	-5.069	17.969	20.383
89	0.000	0.000	-6.878	22.640	5.839

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

.

A R M A D U R A S E N E L C A J O N

Sec. No	X (m)	Y (m)	Ainterior (cm2/m) Teorica	Ainterior (cm2/m) Real	Aexterior (cm2/m) Teorica	Aexterior (cm2/m) Real	Acortante (cm2/m)
Hastial izquierdo :							
14	-1.10	0.21	2.00	-	9.12	-	8.64
15	-1.10	0.30	2.00	-	6.65	-	7.49
16	-1.10	0.40	2.00	-	4.47	-	6.42
17	-1.10	0.49	2.00	-	3.06	-	5.13
18	-1.10	0.59	2.00	-	2.00	-	3.51
19	-1.10	0.68	2.00	-	2.00	-	0.00
20	-1.10	0.78	2.00	-	2.00	-	0.00
21	-1.10	0.87	2.00	-	2.00	-	0.00
22	-1.10	0.97	2.00	-	2.00	-	0.00
23	-1.10	1.06	2.49	-	2.00	-	0.00
24	-1.10	1.16	3.06	-	2.00	-	0.00
25	-1.10	1.25	3.41	-	2.00	-	0.00
26	-1.10	1.35	3.60	-	2.00	-	0.00
27	-1.10	1.45	3.66	-	2.00	-	0.00
28	-1.10	1.54	3.59	-	2.00	-	0.00
29	-1.10	1.64	3.40	-	2.00	-	0.00
30	-1.10	1.73	3.05	-	2.00	-	0.00
31	-1.10	1.83	2.50	-	2.00	-	0.00
32	-1.10	1.92	2.00	-	2.00	-	0.00
33	-1.10	2.02	2.00	-	2.00	-	0.00
34	-1.10	2.11	2.00	-	2.00	-	0.00
35	-1.10	2.21	2.00	-	2.25	-	0.00
36	-1.10	2.30	2.00	-	3.16	-	0.00
37	-1.10	2.40	2.00	-	3.93	-	2.59
38	-1.10	2.49	2.00	-	4.86	-	3.79
Dintel superior :							
39	-1.10	2.59	4.20	-	4.20	-	0.00
40	-1.02	2.62	3.65	-	3.65	-	6.27
41	-0.94	2.64	3.10	-	3.10	-	6.37
42	-0.86	2.67	2.55	-	2.55	-	7.71
43	-0.78	2.70	2.00	-	2.00	-	12.76
44	-0.68	2.70	2.00	-	2.00	-	12.82
45	-0.58	2.70	2.84	-	2.00	-	8.64
46	-0.49	2.70	4.12	-	2.00	-	7.27
47	-0.39	2.70	5.47	-	2.00	-	2.97
48	-0.29	2.70	6.60	-	2.00	-	0.00
49	-0.19	2.70	7.42	-	2.00	-	0.00
50	-0.10	2.70	7.92	-	2.00	-	0.00
51	0.00	2.70	8.08	-	2.00	-	0.00
52	0.10	2.70	7.92	-	2.00	-	0.00
53	0.19	2.70	7.42	-	2.00	-	0.00
54	0.29	2.70	6.60	-	2.00	-	0.00
55	0.39	2.70	5.47	-	2.00	-	0.00
56	0.49	2.70	4.12	-	2.00	-	6.18
57	0.58	2.70	2.84	-	2.00	-	10.56
58	0.68	2.70	2.00	-	2.60	-	14.30
59	0.78	2.70	2.00	-	3.77	-	11.98
60	0.86	2.67	2.55	-	3.22	-	7.23
61	0.94	2.64	3.10	-	3.10	-	6.25
62	1.02	2.62	3.65	-	3.65	-	5.69
63	1.10	2.59	4.20	-	4.20	-	0.00
Hastial derecho :							
64	1.10	2.49	2.00	-	7.66	-	2.87
65	1.10	2.40	2.00	-	5.77	-	2.33
66	1.10	2.30	2.00	-	4.13	-	0.00
67	1.10	2.21	2.00	-	3.01	-	0.00
68	1.10	2.11	2.00	-	2.00	-	0.00
69	1.10	2.02	2.00	-	2.00	-	0.00
70	1.10	1.92	2.00	-	2.00	-	0.00
71	1.10	1.83	2.00	-	2.00	-	0.00
72	1.10	1.73	2.00	-	2.00	-	0.00
73	1.10	1.64	2.00	-	2.00	-	0.00
74	1.10	1.54	2.00	-	2.00	-	0.00
75	1.10	1.45	2.00	-	2.00	-	0.00
76	1.10	1.35	2.27	-	2.00	-	0.00
77	1.10	1.25	2.42	-	2.00	-	0.00
78	1.10	1.16	2.42	-	2.00	-	0.00
79	1.10	1.06	2.26	-	2.00	-	0.00
80	1.10	0.97	2.00	-	2.00	-	0.00
81	1.10	0.87	2.00	-	2.00	-	0.00
82	1.10	0.78	2.00	-	2.00	-	0.00
83	1.10	0.68	2.00	-	2.00	-	0.00
84	1.10	0.59	2.00	-	2.00	-	0.00
85	1.10	0.49	2.00	-	2.25	-	0.00
86	1.10	0.40	2.00	-	3.23	-	0.00
87	1.10	0.30	2.00	-	4.05	-	0.00
88	1.10	0.21	2.00	-	5.20	-	0.00
Solera :							
13	-1.10	0.11	4.20	-	4.20	-	0.00
12	-1.02	0.08	3.65	-	3.81	-	6.01
11	-0.94	0.05	3.10	-	3.69	-	6.27
10	-0.86	0.03	2.55	-	4.25	-	6.85
9	-0.78	0.00	2.00	-	5.28	-	11.00
8	-0.68	0.00	2.00	-	3.86	-	15.28
7	-0.58	0.00	2.67	-	2.44	-	12.67
6	-0.49	0.00	4.08	-	2.00	-	8.90
5	-0.39	0.00	5.47	-	2.00	-	4.86
4	-0.29	0.00	6.67	-	2.00	-	0.00
3	-0.19	0.00	7.54	-	2.00	-	0.00
2	-0.10	0.00	8.07	-	2.00	-	0.00
1	0.00	0.00	8.26	-	2.00	-	0.00
101	0.00	0.00	8.26	-	2.00	-	0.00
100	0.10	0.00	8.08	-	2.00	-	0.00
99	0.19	0.00	7.55	-	2.00	-	0.00
98	0.29	0.00	6.68	-	2.00	-	0.00
97	0.39	0.00	5.48	-	2.00	-	3.72
96	0.49	0.00	3.88	-	2.00	-	8.39
95	0.58	0.00	2.68	-	2.00	-	13.00
94	0.68	0.00	2.00	-	2.00	-	14.91
93	0.78	0.00	2.00	-	2.00	-	14.57
92	0.86	0.03	2.55	-	2.55	-	8.86
91	0.94	0.05	3.10	-	3.10	-	7.57
90	1.02	0.08	3.65	-	3.65	-	6.91
89	1.10	0.11	4.20	-	4.20	-	0.00

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

BORTUBO, S.A. Memoria

Ctra. Murcia a Fortuna, Km. 12. 30620 Fortuna (Murcia) Tel: 968 686262 Fax: 968 685346

5.-SELLADO DE UNIONES EN MARCOS PREFABRICADOS

Para el sellado de elementos con unión machihembrada, al no permitir habitualmente el uso de juntas de goma, se dispone de productos y soluciones especiales adaptables al tipo de instalación y al entorno de trabajo, tanto interior como exterior.

El tipo de unión puede ser rígida o elástica, según los materiales empleados en el rejuntado y sellado.

Se exponen a continuación estas soluciones con las recomendaciones de uso y referencias de productos de diversas casas comerciales

SOLUCIÓN PARA UNIÓN RÍGIDA

SOLUCIÓN

La solución consiste en:

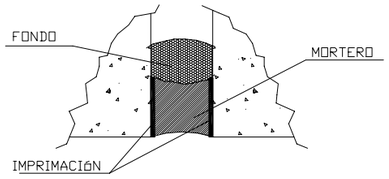
a.- Fondo de junta; b.- Imprimación ; c.- Mortero de relleno

El fondo de junta se utiliza para limitar el tamaño y evitar el uso excesivo de mortero. Normalmente se utiliza un polietileno de célula cerrada, cordón elastomérico o caucho butilo, con un grueso en torno a un 25% superior al de la junta.

La misión de la imprimación es la de unir el hormigón base y el mortero de relleno.

El mortero de relleno debe ser tixotrópico, para evitar su descuelgue pues normalmente se aplica en suelo, paredes laterales y techos.

El soporte debe estar limpio y seco.



RECOMENDACIONES DE USO

Esta solución solamente es recomendable en el caso de que se garantice la no existencia de movimientos diferenciales entre elementos.

REFERENCIAS COMERCIALES

FABRICANTE	FONDO	IMPRIMACIÓN	*MORTERO DE RELLENO*	
			NORMAL	*RESISTENTE A LOS SULFATOS*
BETEC	ROUNDEX	-	BETEC 305 E (*)	
BETTOR	ROUNDEX	LEGARAN	EMACO S-88	EMACO S-88
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOBOND ACS NITOPRIME 55	RENDEROC TS	
			RENDEROC SF	**CONVEXTRA BB80**
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKA TOP 110 EPOCEM	SIKA MONOTOP 612	

(*): No necesita imprimación

SOLUCIÓN PARA UNIÓN ELÁSTICA

SOLUCIÓN

La solución consiste en:

a.- Fondo de junta

b.- Masilla o Mástic bituminoso (presencia eventual de agua)

Masilla o Juntas hidroexpansivas (presencia permanente de agua)

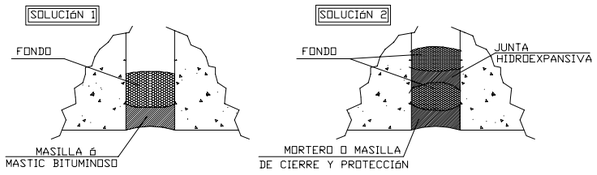
La zona a tratar se limpiará adecuadamente previo al inicio de los trabajos.

La masilla debe ser capaz de soportar las condiciones ambientales en las que va a estar inmersa.

Normalmente es suficiente el uso del poliuretano monocomponente.

Para agresividad química alta deberán usarse masillas de polisulfuro de dos componentes con alta resistencia química.

Las juntas hidroexpansivas se pueden colocar sobre un adhesivo, si la superficie está seca y lisa, o sobre masilla hidroexpansiva si la superficie esta húmeda o es irregular.



RECOMENDACIONES DE USO

La solución 1 es válida practicamente para cualquier situación.

La solución 2 solo debe aplicarse con presencia permanente de agua.

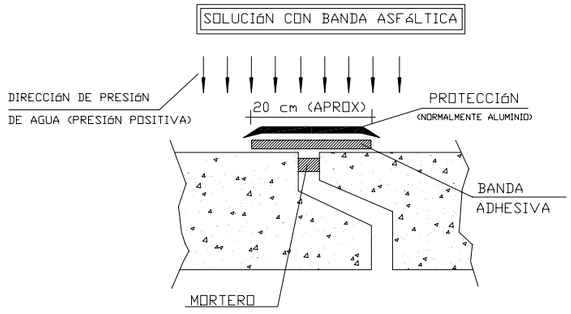
REFERENCIAS COMERCIALES

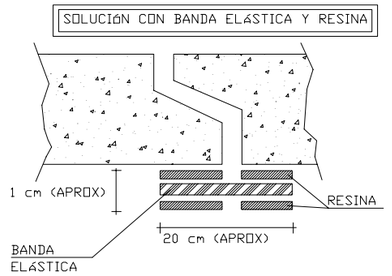
FABRICANTE	**FONDO**	**MASILLA**		**DE ALTA RESISTENCIA QUÍMICA**	**JUNTAS HIDROEXPANSIVAS**
		NORMAL	**RESISTENTE A SULFATOS**		
BETEC	***ROUNDEX***	BETOFLEX	BETOFLEX S	BETOPOX 92 AR	-
BETTOR	ROUNDEX	MASTERFLEX 474	MASTERFLEX 474	PCI-ELRIBONS	BOND-RING
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOSEAL 151	THIOFLEX 600		SUPERCAST SW SUPERCAST SWX
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKAFLEX 11-FC		SIKAFLEX PRO 3WF	SIKASWELL P SIKASWELL M

(*): No necesita imprimación

SELLADO CON BANDA

SOLUCIÓN





El soporte debe estar limpio y seco

RECOMENDACIONES DE USO

La solución con banda asfáltica solamente podrá utilizarse con presión positiva y nunca en presencia de ácidos o sulfatos.

La solución con banda elástica fijada con resina es prácticamente de validez universal, soporta cualquier ataque químico y movimientos diferenciales importantes pudiendo trabajar con presión positiva o negativa.

REFERENCIAS COMERCIALES

FABRICANTE	**SELLADO CON BANDA ASFÁLTICA**	**SELLADO CON RESINA**
BETTOR	PROTAC	MASTERFLEX 3000
FOSROC-EUCO	-	HP-DILAFLEX
SIKA	SIKA MULTISEAL	SIKA COMBIFLEX

6.- DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD DE LOS MARCOS

Certificado del Sistema de Gestión de la Calidad

AENOR
ER
Empresa Registrada
UNE-EN ISO 9001

ER-0830/1999

AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación, certifica que la organización

BORTUBO, S.A.

dispone de un sistema de gestión de la calidad conforme con la Norma UNE-EN ISO 9001:2000

para las actividades: El diseño y la producción de prefabricados de hormigón armado: tubos, arquetas, marcos y tubos de hinca.
La producción de prefabricados de hormigón en masa: tubos, pozos de registro, bordillos y adoquines.

que se realizan en: CR MURCIA A FORTUNA, KM. 12. 30620 - FORTUNA (MURCIA)

Fecha de emisión: 1999-08-05
Fecha de renovación: 2007-02-16
Fecha de expiración: 2010-02-16

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
El Director General de AENOR

AENOR **Asociación Española de Normalización y Certificación** | Génova, 6. 28004 Madrid. España Tel. 902 102 201 – www.aenor.es

Entidad acreditada por ENAC con nº 01/C-SC003

IQNet – AENOR es miembro de la RED IQNet (Red Internacional de Certificación)

IQNet®

THE INTERNATIONAL CERTIFICATION NETWORK

CERTIFICATE

IQNet and
AENOR
hereby certify that the organization

BORTUBO, S.A.

**CR MURCIA A FORTUNA, KM. 12
30620 - FORTUNA
(MURCIA)**

for the following field of activities

**The design and production of reinforced concrete products: tubes, drain pits, box culverts and jaking pipe.
The production of non-reinforced concrete products: tubes, manhole system, curbstones and pavers.**

has implemented and maintains a

Quality Management System

which fulfills the requirements of the following standard

ISO 9001:2000

Issued on: 1999-08-05 Renewed on: 2007-02-16 Validity date: 2010-02-16

Registration Number: **ES-0830/1999**

IQNet — AENOR

René Wasmer
President of IQNet

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
Ramón NAZ
General Manager of AENOR

IQNet Partners*:
AENOR *Spain* AFAQ AFNOR *France* AIB-Vincotte International *Belgium* ANCE *Mexico* APCER *Portugal* CISQ *Italy* CQC *China* CQM *China* CQS *Czech Republic* Cro Cert *Croatia* DQS *Germany* DS *Denmark* ELOT *Greece* FCAV *Brazil* FONDONORMA *Venezuela* HKQAA *China* ICONTEC *Colombia* IMNC *Mexico* IRAM *Argentina* JQA *Japan* KFQ *Korea* MSZT *Hungary* Nemko AS *Norway* NSAI *Ireland* PCBC *Poland* PSB Certification *Singapore* QMI *Canada* Quality Austria *Austria* RR *Russia* SAI Global *Australia* Inspecta Certification *Finland* SII *Israel* SIQ *Slovenia* SQS *Switzerland* SRAC *Romania* TEST St Petersburg *Russia* YUQS *Serbia and Montenegro*
IQNet is represented in the USA by: AFAQ AFNOR, AIB-Vincotte International, CISQ, DQS, NSAI, QMI and SAI Global
* The list of IQNet partners is valid at the time of issue of this certificate. Updated information is available under www.iqnet-certification.com

Bortubo SA

CE

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CE
(DIRECTIVA 89/106/CEE SOBRE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN)

D. Jose Pujante Escribano con DNI 22420141-V como representante legal de la empresa Bortubo SA. Ubicada en la Ctra. De Murcia – Fortuna, Km.-12 30620 Fortuna, Murcia, declara que conforme a las disposiciones recogidas en el anexo ZA, de la norma **UNE-EN 14844:2007** "Productos prefabricados de hormigón. Marcos" así como con el Sistema de Control de Producción en Fábrica implantado en la empresa, y de acuerdo con el certificado de control de producción en fabrica nº **0099/CPD/A87/0096**, expedido por el organismo notificado AENOR, los marcos prefabricados, para **uso estructural**, fabricados en las instalaciones de Bortubo sitas en la dirección anterior, cumplen con la directiva para el marcado CE de productos de construcción. Del mismo modo, también declara que las especificaciones técnicas quedan reflejadas en el proyecto correspondiente.

En Fortuna a 05 de junio de 2008

Fdo: José Pujante Escribano

Reg. Mercantil de Murcia, Libro 422, Sección 3ª, Folio 152, Hoja nº 24726, Inscr. 1ª, Fecha 17-9-87 C.I.F. A-30128672

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CE
EC Certificate of conformity

0099/CPD/A87/0096

2008-06-02
Pg.1/2

En virtud del Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio, por el que se dictan disposiciones para la aplicación de la directiva 89/106/CEE del Consejo de las Comunidades Europeas, de 21 de diciembre de 1988, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros sobre los productos de construcción, se ha verificado que el

In application of the Royal Decree 1630/1992 of 29 December 1992, as amended by Royal Decree 1328/1995 of 28 July 1995, relative to the application of the directive 89/106/EEC of the Council of European Communities of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to the construction products (Construction Products Directive), it has been stated that the

Producto: *Product*	**MARCOS** ***BOX CULVERTS***
Referencias: *References:*	***ver anexo*** *see annex*
Norma: *Standard:*	**UNE-EN 14844:2007**
Suministrado por: *Supplied by*	**BORTUBO, S.A.** **CR MURCIA A FORTUNA, KM 12** **30620 FORTUNA (Murcia - ESPAÑA)**
Fabricado en: *Manufactured in*	**CR MURCIA A FORTUNA, KM 12** **30620 FORTUNA (Murcia - ESPAÑA)**

se somete por el fabricante a un control de producción en fábrica y al ensayo posterior de las muestras tomadas en la fábrica de acuerdo con un plan de ensayo preestablecido y que el organismo notificado AENOR ha llevado a cabo la inspección inicial de la fábrica y del control de producción en fábrica y que realiza el seguimiento periódico, la evaluación y la aprobación del control de producción en fábrica. Este certificado indica que se han aplicado todas las disposiciones relativas a la evaluación de la conformidad descritas en el Anexo ZA de la norma mencionada arriba y que el producto cumple todos los requisitos mínimos. Este documento faculta al fabricante para fijar el marcado CE. Este certificado es válido salvo anulación o retirada por AENOR.

is submitted by the manufacturer to a factory production control and to the further testing of samples taken at the factory in accordance with a prescribed test plan and that the notified body AENOR has performed the initial inspection of the factory and of the factory production control and performs the periodic surveillance, assessment and approval of the factory production control. This certificate attests that all provisions concerning the attestation of conformity described in Annex ZA of the above mentioned standard were applied and that the product fulfils all the minimum prescribed requirements. This document allows the manufacturer to affix the CE marking. This Certificate remains valid unless cancelled or withdrawn by AENOR.

Fecha de concesión: **2008-06-02**
Date of first issue:

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
Ramón NAZ PAJARES
El Director General/General Manager

No está autorizada la reproducción parcial de este documento. The partial reproduction of this document is not permitted.
AENOR – Génova, 6 – 28004 MADRID – Teléfono 914 32 60 00 – Telefax 913 10 46 83

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CE

EC Certificate of conformity

0099/CPD/A87/0096

2008-06-02
Pg.2/2

ANEXO
ANNEX

Elemento	Referencias
Marco	MR.H.A. 1000 X 2000 X 2250
Marco	MR.H.A. 1500 X 2000 X 2400
Marco	MR.H.A. 2000 X 1000 X 2250
Marco	MR.H.A. 2000 X 1500 X 2400
Marco	MR.H.A. 2000 X 2000 X 2000
Marco	MR.H.A. 2000 X 2500 X 2350
Marco	MR.H.A. 2000 X 3000 X 2000
Marco	MR.H.A. 2000 X 3500 X 1500
Marco	MR.H.A. 2250 X 2500 X 2400
Marco	MR.H.A. 2500 X 2000 X 2350
Marco	MR.H.A. 2500 X 2250 X 2400
Marco	MR.H.A. 2500 X 2500 X 2300
Marco	MR.H.A. 2500 X 3000 X 1700
Marco	MR.H.A. 2500 X 4000 X 1250
Marco	MR.H.A. 3000 X 2000 X 2000
Marco	MR.H.A. 3000 X 2500 X 1700
Marco	MR.H.A. 3000 X 3000 X 1500
Marco	MR.H.A. 3500 X 2000 X 1500
Marco	MR.H.A. 4000 X 2500 X 1250

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

No está autorizada la reproducción parcial de este documento. The partial reproduction of this document is not permitted.
AENOR – Génova, 6 – 28004 MADRID – Teléfono 914 32 60 00 – Telefax 913 10 46 83

Departamento de Ingeniería de la Construcción
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA DE ESTRUCTURAS
C. Jordi Girona, 1-3
Módulo C1
08034 Barcelona - España
Tel. 93 401 65 16
Fax 93 401 10 36
Télex 97239 UPCTX E

Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, tramo Sagrera – Nudo de la trinidad
Sector Sagrera

Aprobación estructural del marco prefabricado de la galería eléctrica

Una vez realizada la revisión del documento "Memoria de cálculo marco 2000x2500x2350-200/200" elaborado por BorTubo el 20 de enero de 2010, se considera aprobado el dimensionamiento del marco prefabricado para la galería eléctrica.

Barcelona, 22 de enero de 2010

Fdo.: Gonzalo Ramos
Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Catedrático de Universidad
Dept. Ing. de la Construcción - UPC

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V. MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

REVISIÓN DEL CÁLCULO MARCOS PREFABRICADOS GALERÍA ELÉCTRICA – TIPO 2 Y 3

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica de los documentos relativos al "Cálculo de Marcos Prefabricados de la galería eléctrica tipo 1 y 2" recibidos durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA, ANTECEDENTES Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación recibida con información sobre el cálculo de los marcos prefabricados recibido con fecha 18/12/09, correspondiente a su primera edición.

La documentación citada es emitida por Corsán-Corviam Construcción S.A (Grupo Isolux – Corsán) como empresa adjudicataria de las obras y aporta la información relativa al cálculo de un marcos de dimensiones internas 2,00 x 2,50 m realizado por la empresa prefabricadora FORTE el cual pretende justificar su validez estructural y dar definición suficiente para su ejecución.

En el presente informe se realiza un análisis crítico del desarrollo de los cálculos presentados, de los criterios de diseño y bases de cálculo con los que se abordan las comprobaciones con las que se justifica la viabilidad estructural de los marcos y los planos con los que se pretende su definición para proceder a su ejecución.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Memoria

En la Memoria se presentan las bases de cálculo y criterios de diseño con los que se aborda el cálculo estructural del marco, así como un breve resumen de los datos de entrada y resultados de salida del modelo de cálculo empleado para el análisis de la misma. Se presentan, de forma breve, las cargas y las combinaciones consideradas en los cálculos estructurales.

Las bases de cálculo y criterios de diseño con los que, según la Memoria, se desarrollan los cálculos estructurales se pueden considerar, de forma general, adecuados para las condiciones de contorno, acordes con las normativas vigentes y coherentes con las fases de ejecución previstas.

El análisis estructural del marco como así las comprobaciones del mismo se abordan con un programa propio de la empresa prefabricadora. Dicho programa se pueden considerar adecuado para el análisis del marco y para la correcta consideración de las condiciones de contorno.

Planos

Se presenta un plano del marco apto para las dos soluciones (tipo 2 y 3) con un detalle del armado. El detalle es coherente con los resultados obtenidos de los cálculos presentados.

4. CONCLUSIONES

Como conclusión, sea el cálculo como el armado del marco se pueden considerar correctos. No obstante se debería estudiar con mayor grado de detalle las posibles interferencias con obras cercanas como son la reposición del colector de 11 de septiembre ya que estas pueden afectar el dimensionamiento del marco prefabricado.

Por último se deberían incluir detalles de uniones entre módulos cuando se producen cambios de pendiente. Esto es debido al elevado valor de las mismas (de hasta el 19% entre la secciones tipo 2 y tipo 3).

Madrid, 09 de junio de 2009

INOCSA Ingeniería

PROYECTO: **817 AVE TRINITAT SAGRERA**
Cálculo de la arqueta para el acceso a la galería feeders.

REVISIÓN	FECHA	CONCEPTO MODIFICADO
0	04/03/2010	PRIMERA EDICIÓN
1	12/03/2010	SEGUNDA EDICIÓN
2		
3		
4		

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES
2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA
3. COEFICIENTES DE SEGURIDAD
4. NORMATIVA APLICADA
5. ACCIONES
6. METODOLOGIA Y PROCESO DE CALCULO
7. RESULTADOS
8. CONCLUSIONES

1. ANTECEDENTES

Referencia: 817
Fecha: Marzo 2010
Nombre de la obra: AVE TRINIDAD - SAGRERA

Se prevé la realización de una arqueta para el acceso a la galería feeders.

2. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

La arqueta tiene 3 lados, y apoya en la pantalla número 8. A continuación se adjuntan distintas vistas de la arqueta para entender la geometría de esta:

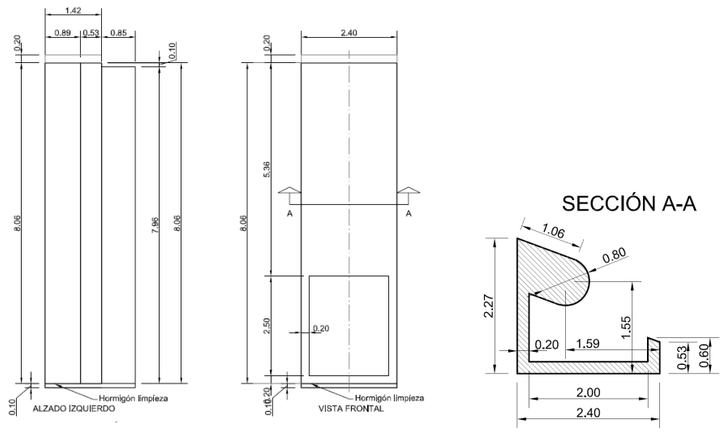


Figura 1. Geometría de la arqueta

Como se puede observar en al figura, cabe destacar que el canto de las secciones de hormigón tiene un valor constante de **0,20m**. Además, en la losa que cubre la arqueta se ha previsto un hecho para hacer posibilitar el acceso a la arqueta y a la galería (véase planos).

3. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Hormigón armado HA-25:

Coeficiente de seguridad del hormigón.....γc = 1.50
Coeficiente de seguridad del acero.....γs = 1.15

Coeficientes de seguridad para acciones:

Coeficiente de seguridad para acciones variables……...1.50
Coeficiente de seguridad para acciones permanentes……1.35

4. NORMATIVA APLICADA

Para el cálculo y la comprobación del elemento estructural se ha seguido:

Estructura Hormigón	EHE.
Hipótesis de Carga y Combinaciones	SAP y Eurocódigos.

5. ACCIONES

Se ha considerado el peso propio de los elementos y las siguientes cargas:

Elementos verticales (hastiales):

- QTh = ko·γt·z. Empuje horizontal producido por el terreno. La altura de tierras considerada es de z=7,88m. En cuanto a las otras variables, se ha considerado un peso unitario de terreno de γt = 20 kN/m^3 y un coeficiente de empuje ko = 0.5.

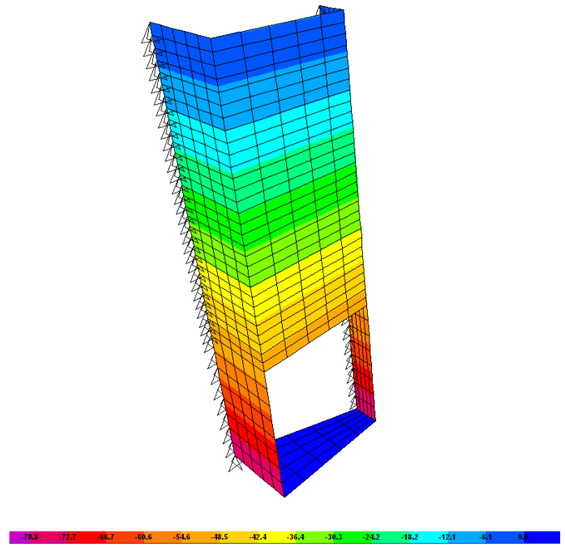


Figura 2. Cargas del empuje de tierras añadidas en el modelo de cálculo. SAP2000.

- Qh = ko·qv. Empuje horizontal producido por el tráfico de trenes en los tres costados de la arqueta. Se ha conspirado una carga vertical debida al tráfico qv de 30kN/m^2. Así pues, la carga horizontal que se transmite a las paredes de arqueta es: Qh=0.5·30kn/m^2 = **15kN/m^2**.

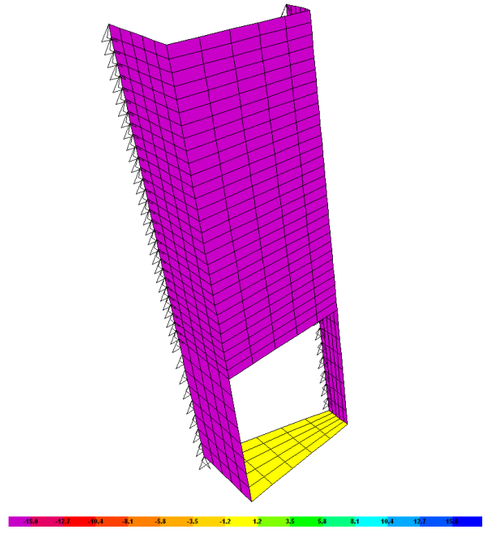


Figura 3. Cargas derivadas del efecto del tránsito de trenes en los hastiales. SAP2000.

Elemento horizontal (losa superior):

En cuanto a la tapa de la arqueta, se ha considerado únicamente la carga debida al transito de vehículos por encima de ella. Así pues la carga que debe resistir la tapa es de Qh=5kN/m^2. En cuanto a su modelización se ha considerado biapoyada y con un agujero de 0,6x0,6 m^2 para posibilitar el acceso de los operarios a la arqueta.

Combinaciones:

ELU:

cpqf = 1.35·pp + 1.5·Qth + 1.5·Qh

ELS:

dpqf = pp + QTh + Qh

6. METODOLOGÍA Y PROCESO DE CÁLCULO

El análisis de la arqueta se ha realizado mediante el programa de Elementos Finitos SAP 2000 versión 14.1.0 de la empresa CSI. La metodología de cálculo se basa en el Eurocódigo 2.

Se han realizado el modelo de la arqueta y se ha armado con los esfuerzos obtenido del modelo.
Para la modelización, se han hecho las siguientes consideraciones:

- La arqueta esta apoyada la pantalla
- La arqueta interacciona con el terreno mediante unos muelles, cuya rigidez es de 4.142kN/m^2.

A continuación se adjunta una imagen del modelo de cálculo utilizado:

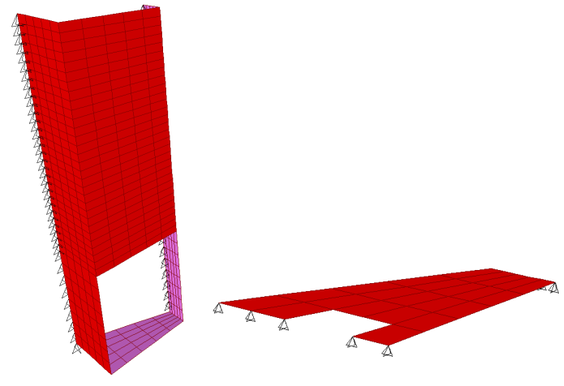


Figura 4. Modelos de cálculo de la arqueta y de su tapa. SAP2000.

7. RESULTADOS

Diagramas y valores de cálculos considerados en el dimensionamiento:

7.1 HASTIALES

ARMADURA LONGITUDINAL:

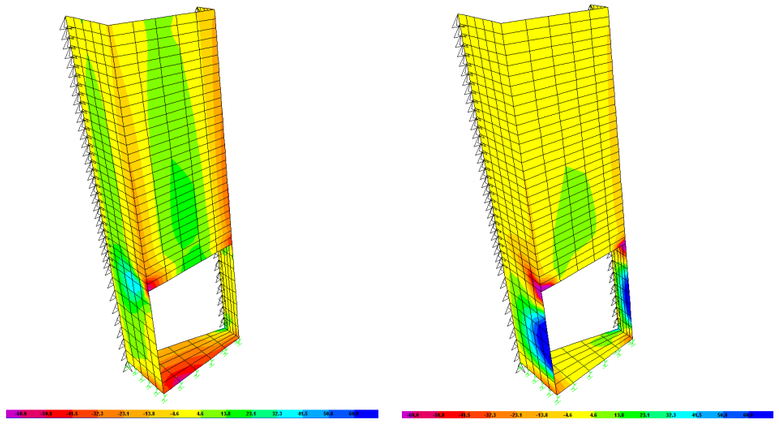


Figura 4. Diagramas de momentos de cálculo en dirección horizontal y vertical respectivamente. SAP2000.

Momentos de cálculo		
	Valor máximo	*Valor mínimo*
M11	+35kNm	-40Nm
M22	+65kNm	-60kNm

Así pues, con dichos momentos de cálculo se ha dimensionado el siguiente armado uniforme:

- **Hastíales laterales:**
  Armado vertical: **Ø20/0.20/m**
  Armado horizontal: **Ø12/0.20/m**

- **Hastial frontal:**
  Armado vertical: **Ø16/0.20/m**
  Armado horizontal: **Ø12/0.20/m**

- **Solera:**
  Armado superior: **Ø16/0.20/m** (X)**; Ø12/0.20/m** (Y)
  Armado inferior: **Ø12/0.20/m**

Con este armado se han realizo las comprobaciones de los estados límite de servicio. Los esfuerzos obtenidos son los siguientes.

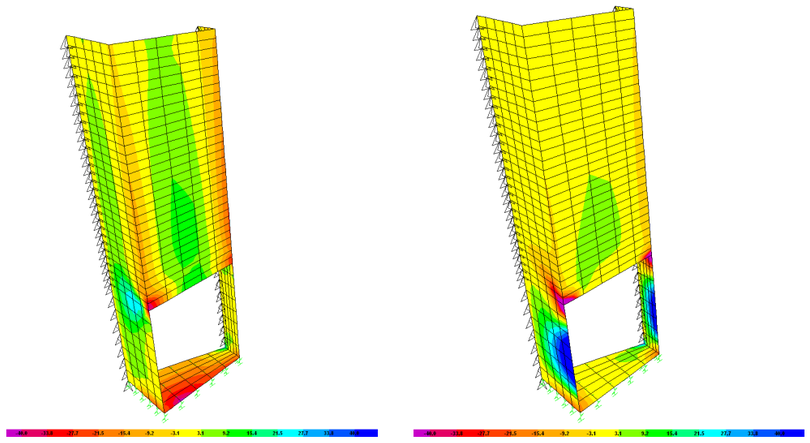


Figura 5. Diagramas de momentos característicos en dirección horizontal y vertical respectivamente. SAP2000.

Momentos característicos		
	Valor máximo	*Valor mínimo*
M11	+10kNm	-25Nm
M22	+35kNm	-30kNm

Se ha comprobado que con estos momentos característicos las secciones de la arqueta si fisuran. Lo hacen con un ancho característico menor del máximo que fija la normativa EHE.

ARMADURA TRANSVERSAL:

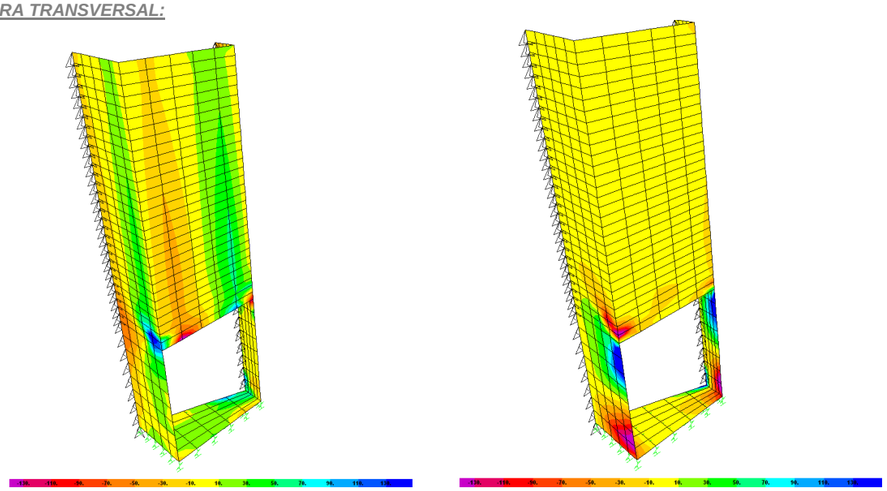


Figura 6. Diagramas de cortantes de cálculo en la dirección horizontal y vertical respectivamente. SAP2000.

Cortantes de cálculo		
	Valor máximo	*Valor mínimo*
V13	+65kNm	-75Nm
V23	+100kNm	-130kNm

En este caso se constata que sin armadura a cortante se resisten los esfuerzos en la dirección horizontal (V_{13d}), sin embargo en la dirección vertical (V_{23d}), justo al pie de las dos caras laterales se producen unos esfuerzos que no puede resistir la sección de la arqueta sin armadura de cortante. Es por eso que se prevé un refuerzo de armado a cortante en esta zona que va del pie hasta el final del hueco del acceso con ramas **Ø8/0.20/0.20m**.

7.1 TAPA ARQUETA

Los esfuerzos que se han obtenido en los estados límite último son los que se muestran a continuación:

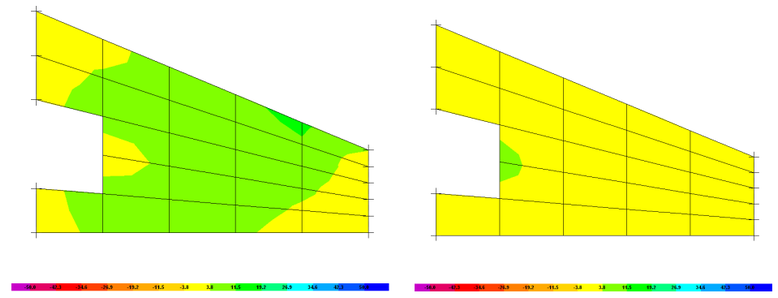


Figura 7. Diagramas de momentos de cálculo en dirección longitudinal y transversal respectivamente. SAP2000.

Momentos de cálculo		
	Valor máximo	*Valor mínimo*
M11	+10kNm	0kNm
M22	+4kNm	-3kNm

Así pues, debido a los valores obtenidos en el modelo de cálculo se podría dimensionar la tapa con el armado mínimo en ambas direcciones, aún así se ha previsto disponer de barras Ø12/0.10 en ambas direcciones (armado tanto inferior como superior) de forma conservadora, teniendo en cuenta la existencia del hueco en la tapa.

- **Tapa:**
  Armado superior: **Ø12/0.10/m**
  Armado inferior: **Ø12/0.10/m**

Con este armado se han realizo las comprobaciones de los estados límite de servicio. Los esfuerzos obtenidos son los siguientes.

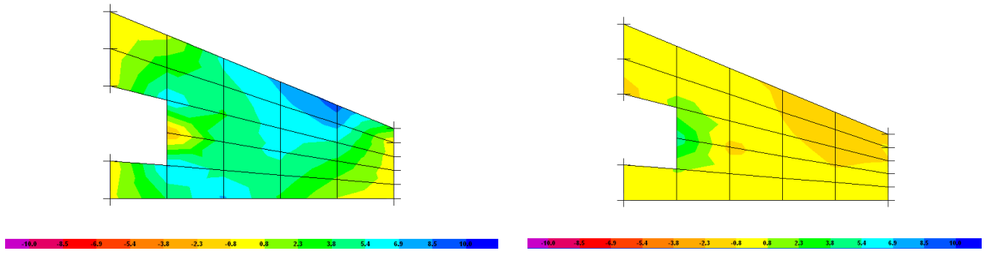


Figura 8. Diagramas de momentos característicos en dirección longitudinal y transversal respectivamente. SAP2000.

Momentos característicos		
	Valor máximo	*Valor mínimo*
M11	+5kNm	0kNm
M22	+2kNm	-2kNm

Se ha comprobado que con estos momentos característicos las secciones de la arqueta si fisuran y se ha comprobado de que los momentos característicos son menores al momento de fisuración. (18,4 kNm)

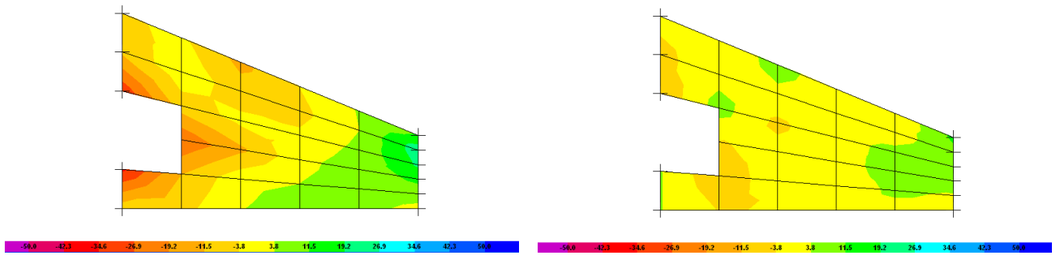


Figura 8. Diagramas de cortantes de cálculo en dirección longitudinal y transversal respectivamente. SAP2000.

Cortantes de cálculo		
	Valor máximo	*Valor mínimo*
V13	+25kNm	-40Nm
V23	+20kNm	-15kNm

Así pues, en este caso se constata que los esfuerzos cortantes de cálculo son menores que el cortante último que resiste la tapa considerando el armado de Ø12/0.10/0.10 que es de 100,7kN.

7.3 ANCLAJE ARQUETA-PANTALLA:

Para determinar la armadura necesaria para resistir los esfuerzos a rasante entre la pantalla y la arqueta se han estudiado los esfuerzos resultantes en los apoyos del modelo de cálculo. Así se ha obtenido una rasante de cálculo de **65.62 kN**, con lo cual se ha dimensionado una armadura a rasante de **Ø10/0.20m** en ambas caras laterales.

7.4 ANCLAJE PANTALLA-PANTALLA:

En este caso para determinar la armadura a rasante se ha utilizado la reacción vertical que transmite la arqueta que es de 317.45 kN y se le ha sumado el peso propio del trozo de pantalla que se debe ejecutar, resultando un esfuerzo vertical total de:

Vd= 317.45kN + 213.25kN = 530.7kN

Con lo cual, la carga vertical por metro será de 67.34kN/m. Para resistir dicho esfuerzo se ha previsto colocar dos barras de **Ø8/0.20m**.

En cuanto al armado longitudinal del recrecido de la pantalla, se ha dispuesto la armadura mínima. Así pues el armado dimensionado es:

- **Recrecido pantalla:**
  Armado vertical: **Ø20/0.20/m**
  Armado horizontal: **Ø8/0.20/m**

8. CONCLUSIONES

La arqueta se ha dimensionado a partir de estos resultados de esfuerzos máximos, siguiendo las recomendaciones de EHE y de los Eurocódigo 2, dedicado al hormigón armado. Los cálculos realizados justifican la viabilidad técnica de la estructura cuyos armados y planos se adjuntan al informe.

Jose Mª Velasco

Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Marzo de 2010

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Arqueta
Fecha: 02/03/2010
Hora: 16:27:28

Comprobación de secciones a flexión simple

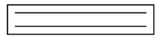
1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 25.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Sección

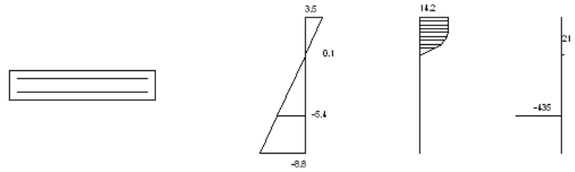
```
Sección : AR_5FI20
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.20
ri [m] = 0.055
rs [m] = 0.055
```



2 Comprobación

```
At [cm²]  = 15.7
Ac [cm²]  = 15.7

Mu [kN·m] = 81.9
```



Plano de deformación de agotamiento

```
x    [m]          = 0.057
1/r [1/m]·1.E-3 = 61.7
εs ·1.E-3         = 3.5
εi ·1.E-3         = -8.8
```

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.055	15.7	0.1	-21.1
0.145	15.7	-5.4	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Arqueta
Fecha: 02/03/2010
Hora: 16:27:13

Comprobación de secciones a flexión simple

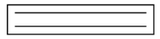
1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 25.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Sección

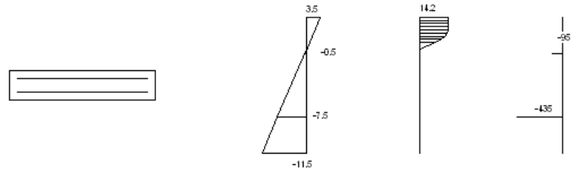
```
Sección : AR_5FI16
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.20
ri [m] = 0.053
rs [m] = 0.053
```



2 Comprobación

```
At [cm²]  = 10.1
Ac [cm²]  = 10.1

Mu [kN·m] = 59.2
```



Plano de deformación de agotamiento

```
x    [m]          = 0.047
1/r [1/m]·1.E-3 = 75.0
εs ·1.E-3         = 3.5
εi ·1.E-3         = -11.5
```

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.053	10.1	-0.5	94.7
0.147	10.1	-7.5	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Arqueta
Fecha: 02/03/2010
Hora: 16:26:17

Comprobación de secciones a flexión simple

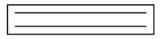
1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 25.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Sección

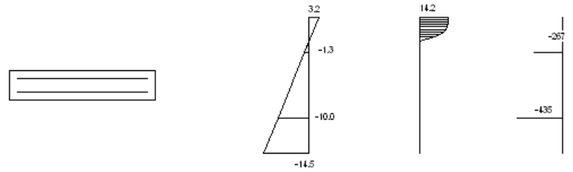
```
Sección : AR_5FI12
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.20
ri [m] = 0.051
rs [m] = 0.051
```



2 Comprobación

```
At [cm²]  = 5.7
Ac [cm²]  = 5.7

Mu [kN·m] = 38.8
```



Plano de deformación de agotamiento

```
x    [m]          = 0.036
1/r [1/m]·1.E-3 = 88.1
εs ·1.E-3         = 3.2
εi ·1.E-3         = -14.5
```

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.051	5.7	-1.3	267.1
0.149	5.7	-10.0	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: ave sagrera
Fecha: 04/03/2010
Hora: 18:59:56

Comprobación de secciones a flexión simple

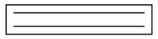
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

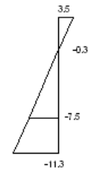
Sección : 0.20M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.20
ri [m] = 0.051
rs [m] = 0.051

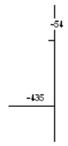


2 Comprobación

At [cm²] = 11.1
Ac [cm²] = 11.1

Mu [kN·m] = 64.3





Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.047
1/r [1/m]·1.E-3 = 73.9
εs ·1.E-3 = 3.5
εi ·1.E-3 = -11.3

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.051	11.1	-0.3	53.9
0.149	11.1	-7.5	434.8

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Arqueta
Fecha: 02/03/2010
Hora: 16:32:52

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 25.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento con armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : AR_5FI16
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.20
```

2 Comprobación

```
Tipo de armadura: cercos a 90.0°
separación s [m]  = 0.08
ϕ [mm]            = 8
n° ramas:           2
Area [cm²/m]      = 12.6
ρ [·1.E-3]        = 7

Inclinación de las bielas θ[°] = 45
Nd [kN]   = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
```

```
Vu1 [kN]   = 750.0
Vu2 [kN]   = 149.3
Vcu [kN]   = 83.9
Vsu [kN]   = 65.3
```

- Resistencia a cortante:

```
Vu [kN]    = 149.3
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Arqueta
Fecha: 02/03/2010
Hora: 16:28:52

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

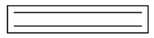
```
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 25.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : AR_5FI16
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.20
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 7
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 100.7
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Arqueta
Fecha: 02/03/2010
Hora: 16:28:17

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

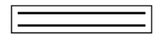
```
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 25.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : AR_5FI20
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.20
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 11
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 111.3
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Arqueta
Fecha: 02/03/2010
Hora: 16:28:35

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

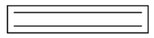
```
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 25.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Tipo de elemento estructural

```
Tipo : elemento sin armadura a cortante
```

- Sección

```
Sección : AR_5FI12
b0  [m] = 1.00
h   [m] = 0.20
```



2 Comprobación

```
ρl [·1.E-3] = 4
Nd [kN]     = 0.0
Vu [kN]     = 83.6
```

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: ave sagrera
Fecha: 04/03/2010
Hora: 19:01:29

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

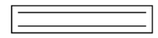
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : 0.20M
b0 [m] = 1.00
h [m] = 0.20



2 Comprobación

ρl [·1.E-3] = 7
Nd [kN] = 0.0
Vu [kN] = 100.7

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Arqueta
Fecha: 02/03/2010
Hora: 16:49:56

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-25
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : AR_5FI12
b [m] = 1.00
h [m] = 0.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 12

capa	n° barras	Separación [mm]
1	5	36.0

As [cm²] = 5.7
Ac,ef [cm²] = 450.0

2 Resultados

Mk [kN·m] = 25

Separación media entre fisuras sm [mm] = 155.0
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 1.08
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 205.2
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 288.9
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.28

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Arqueta
Fecha: 02/03/2010
Hora: 16:51:31

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-25
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : AR_5FI20
b [m] = 1.00
h [m] = 0.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 20

capa	n° barras	Separación [mm]
1	5	40.0

As [cm²] = 15.7
Ac,ef [cm²] = 500.0

2 Resultados

Mk [kN·m] = 30

Separación media entre fisuras sm [mm] = 139.0
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.54
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 83.2
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 133.3
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.13

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Arqueta
Fecha: 02/03/2010
Hora: 16:50:45

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-25
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : AR_5FI20
b [m] = 1.00
h [m] = 0.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 20

capa	n° barras	Separación [mm]
1	5	40.0

As [cm²] = 15.7
Ac,ef [cm²] = 500.0

2 Resultados

Mk [kN·m] = 35

Separación media entre fisuras sm [mm] = 139.0
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.67
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 83.2
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 155.6
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.16

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: ave sagrera
Fecha: 04/03/2010
Hora: 19:07:04

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-25
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIa
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : 0.20M
b [m] = 1.00
h [m] = 0.20

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 12

capa	nº barras	Separación [mm]
1	10	36.0

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 10

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Arqueta
Fecha: 02/03/2010
Hora: 16:36:27

Cálculo de juntas entre hormigones a rasante

1 Datos

- Materiales

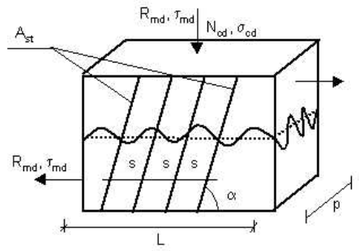
Tipo de hormigón: HA-25
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00

- Rugosidad

β = 0.2
μ = 0.6

- Geometría

p [m] = .2
l [m] = 1.0



- Resto datos

Ángulo de las armaduras α = 90.0
Axil sobre la superficie de contacto Nd [kN] = 0.0

2 Comprobación

Ast,total [cm²] = 3.93
Rasante último Rmu [kN] = 142.2
Rasante máximo Rmu max [kN] = 833.3

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Arqueta
Fecha: 02/03/2010
Hora: 16:42:24

Cálculo de juntas entre hormigones a rasante

1 Datos

- Materiales

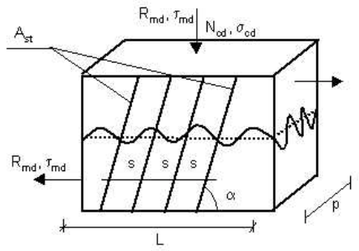
Tipo de hormigón: HA-25
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00

- Rugosidad

β = 0.2
μ = 0.6

- Geometría

p [m] = 0.8
l [m] = 1.0



- Resto datos

Ángulo de las armaduras α = 90.0
Axil sobre la superficie de contacto Nd [kN] = 0.0

2 Comprobación

Ast,total [cm²] = 5.03
Rasante último Rmu [kN] = 191.5
Rasante máximo Rmu max [kN] = 3333.3

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Arqueta
Fecha: 04/03/2010
Hora: 12:03:58

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

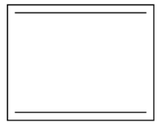
1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 25.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

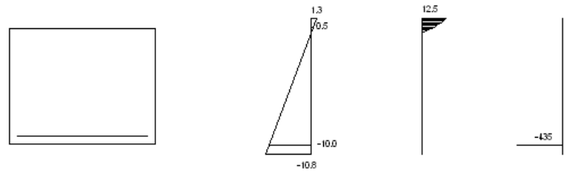
- Sección

```
Sección : PANT
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.80
ri [m] = 0.055
rs [m] = 0.055
```



2 Dimensionamiento

```
Md [kN·m]  = 0.0
```



Plano de deformación de agotamiento

```
x   [m]          = 0.087
1/r [1/m]·1.E-3 = 15.2
εs ·1.E-3        = 1.3
εi ·1.E-3        = -10.8
```

Deformación y tensión de armaduras

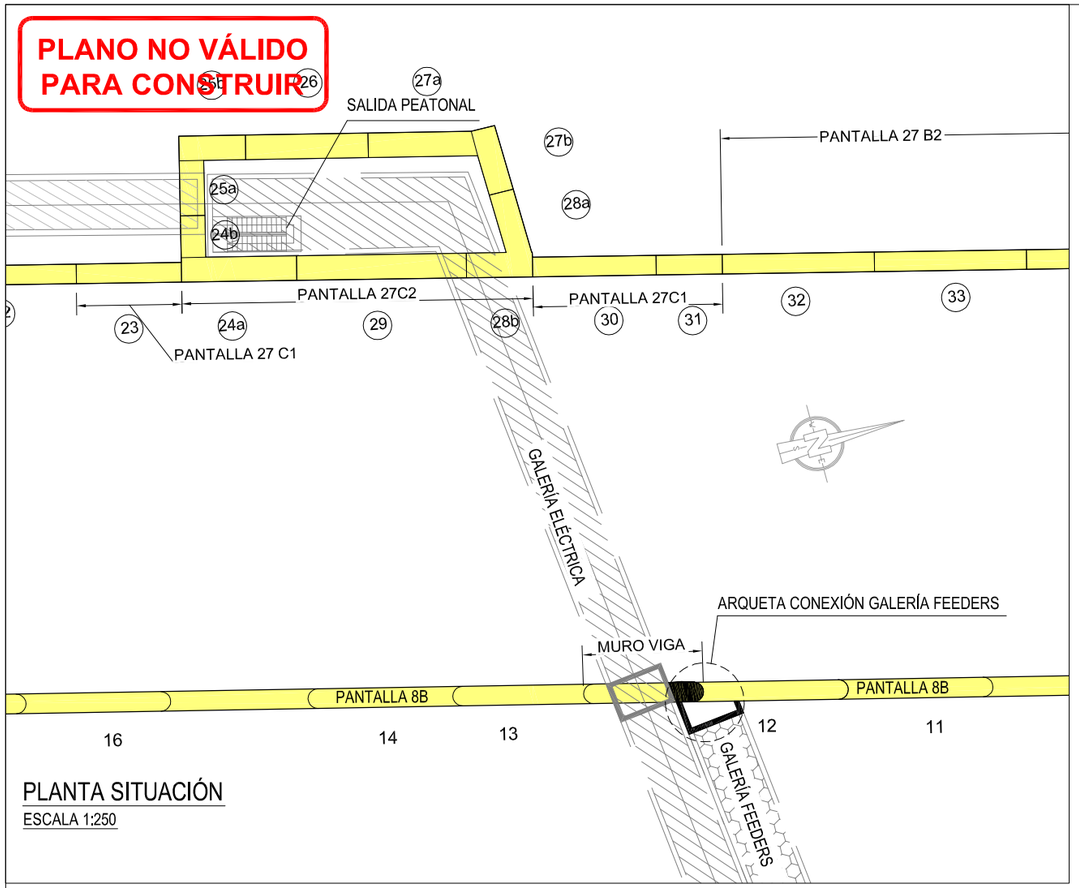
Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación ·1.E-3	Tensión [MPa]
0.055	0.0	0.5	0.0
0.745	14.4	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 14.4

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
nºϕ	13	10	8	5	3
nº capas	1	1	1	1	1
At [cm²]	14.7	15.4	16.1	15.7	14.7
wk [mm]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

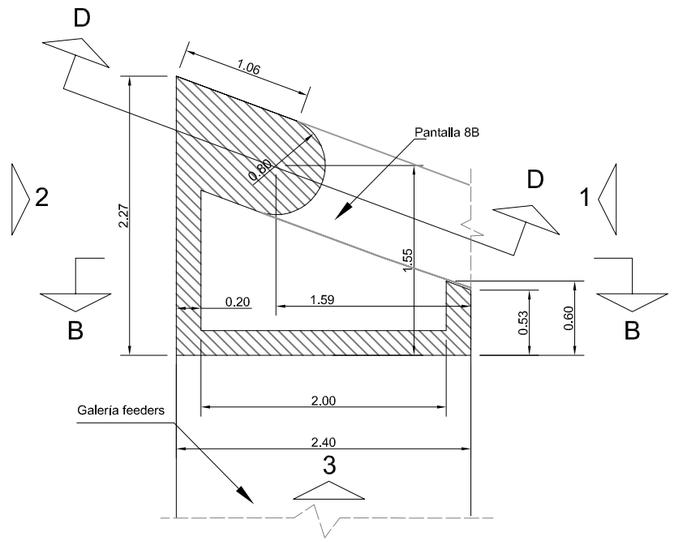
PLANOS ARQUETA GALERÍA FEEDERS

PLANO NO VÁLIDO PARA CONSTRUIR

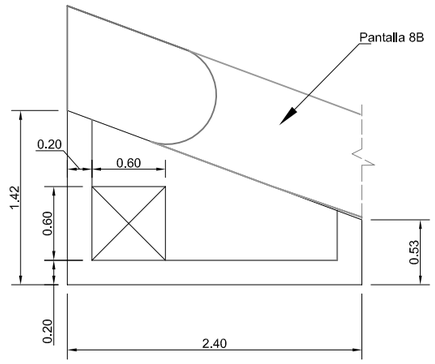


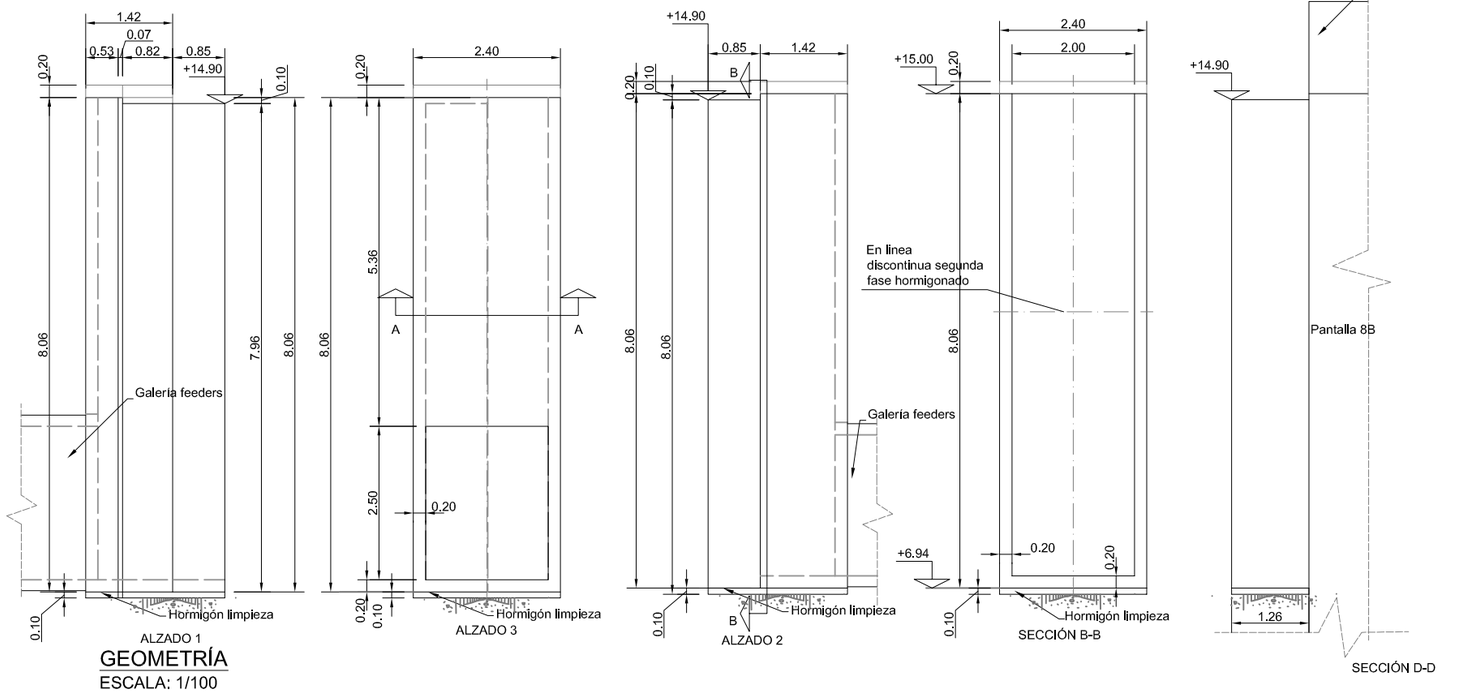
PLANTA SITUACIÓN
ESCALA 1:250

SECCIÓN A-A
ESCALA 1:50



LOSA CUBIERTA
ESCALA 1:50





GEOMETRÍA
ESCALA: 1/100

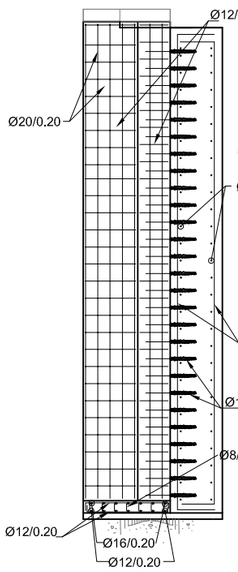
SUSTITUYE AL PLANO Nº	FECHA ELABORACIÓN	CONCEPTO MODIFICADO	REVISIÓN Nº	TÍTULO	AUTOR	ESCALA
NINGUNO	03/03/2010	PLANO NUEVO	00	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA L.A.V. MADRID–ZARAGOZA–BARCELONA–FRONTERA FRANCESA TRAMO: LA SAGRERA–NUDO DE LA TRINIDAD SECTOR SAGRERA. SITUACIÓN PROVISIONAL	ISOLUX CORSÁN CORSÁN-CORVIAM	VARIAS Numérica Gráfica

FECHA	TÍTULO DEL PLANO	Nº DE PLANO
	ESTRUCTURAS GALERIA FEEDERS. ARQUETA DE CONEXION GEOMETRIA Y ARMADO	--
		Hoja 1 de 2

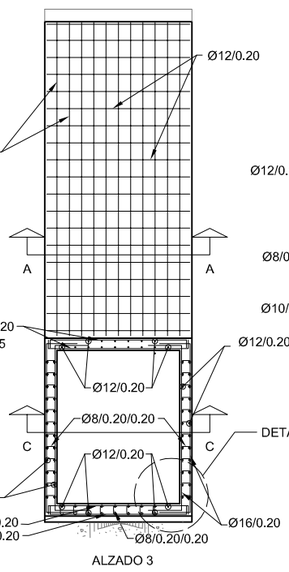
adif ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

8172

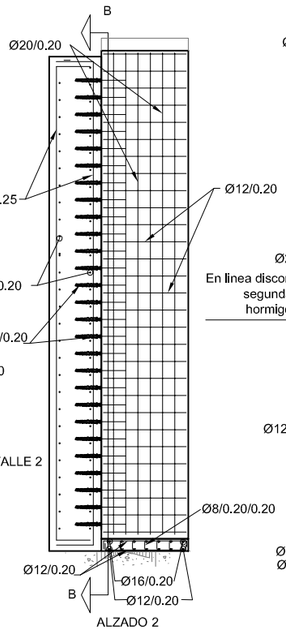
PLANO NO VÁLIDO PARA CONSTRUIR



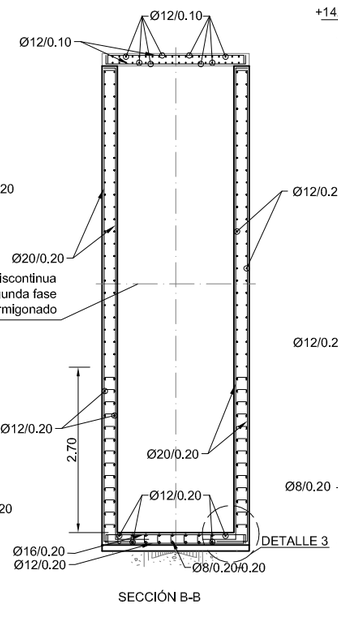
ALZADO 1



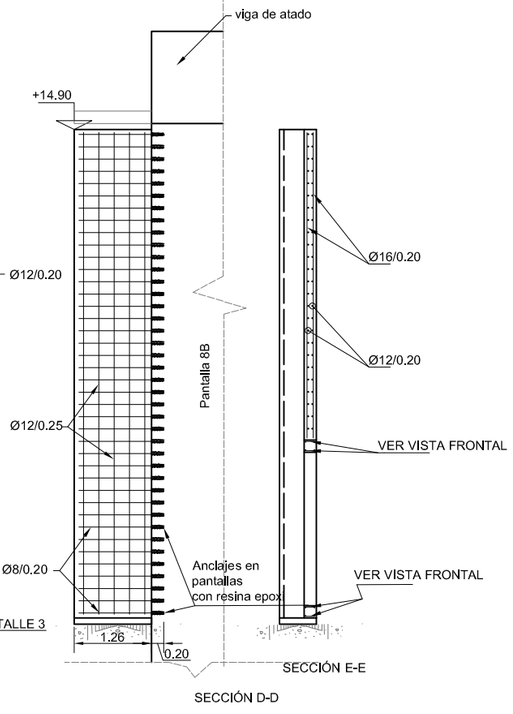
ALZADO 3



ALZADO 2



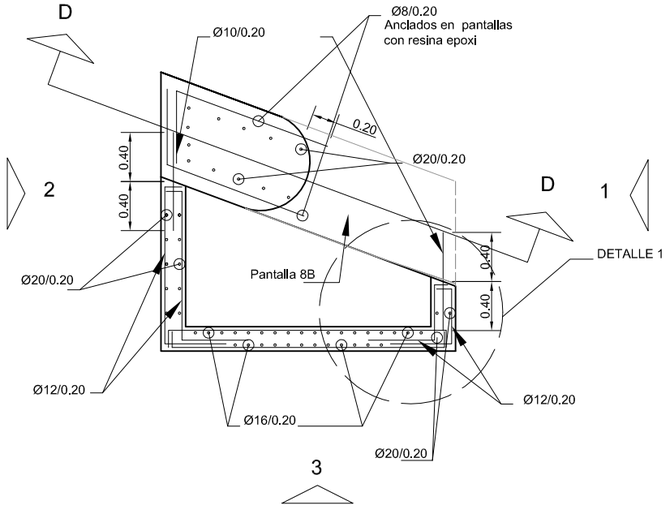
SECCIÓN B-B



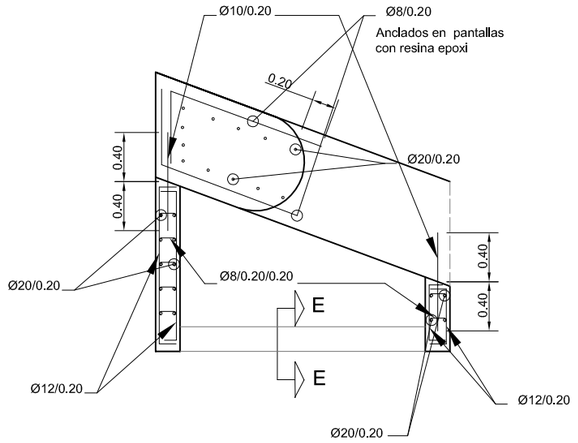
SECCIÓN D-D

SECCIÓN E-E

SECCIÓN A-A
ESCALA 1:50

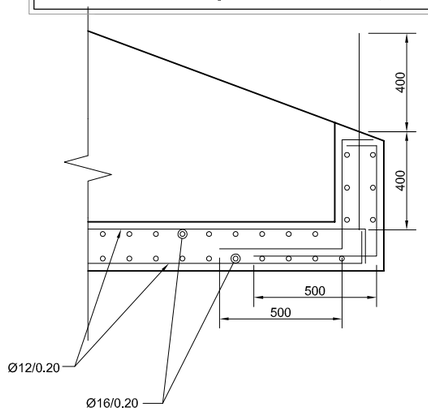


SECCIÓN C-C
ESCALA 1:50

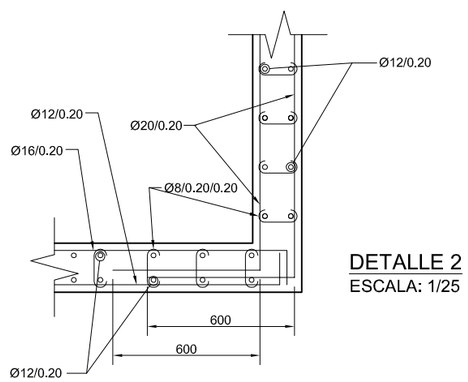


ARMADO
ESCALA: 1/100

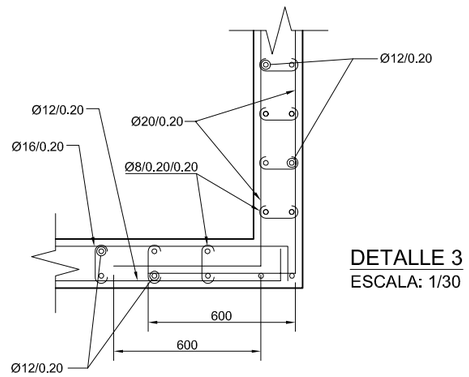
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES PARA ARQUETA										
MATERIALES	HORMIGON						ACERO			
	CONTROL		CARACTERISTICAS				CONTROL		CARACT.	
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo	Consistencia	Tamaño Max. Arido	Exposicion Ambiente	Nivel Control	Coef. Pond.	Tipo	
ARQUETA	Estadistico	γ_c = 1,50	HA-25	Blanda (6-9 cm.)	20 mm.	IIIa	Normal	γ_s = 1,15	B-500S	
Ejecucion(Acciones)	Normal	γ_G = 1,35 γ_Q = 1,50	ADAPTADO A LA INSTRUCCION EHE							
Exposicion/Ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigon de limpieza				I	IIa	IIb	IIIa	
Recubrimientos nominales(mm.)	50	Ver Exposicion/Ambiente				30	35	40	45	
NOTAS										
-Control Estadistico en EHE, equivale a control Intenso -Solapes segun EHE -El acero utilizado debera estar garantizado con un distintivo reconocido, sello CIETSID, CC-EHE, ...										



DETALLE 1
ESCALA: 1/25

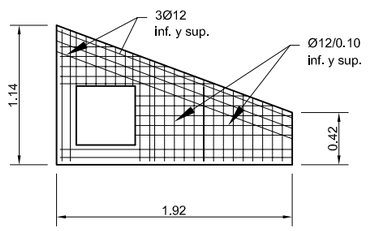


DETALLE 2
ESCALA: 1/25



DETALLE 3
ESCALA: 1/30

LOSA CUBIERTA
ESCALA 1:100



adif ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	TÍTULO PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA L.A.V. MADRID–ZARAGOZA–BARCELONA–FRONTERA FRANCESA TRAMO: LA SAGRERA–NUDO DE LA TRINIDAD SECTOR SAGRERA. SITUACIÓN PROVISIONAL	AUTOR ISOLUX CORSÁN CORSÁN-CORVIAM	ESCALA VARIAS Numérica / Gráfica	FECHA	TÍTULO DEL PLANO ESTRUCTURAS GALERIA FEEDERS. ARQUETA DE CONEXION GEOMETRIA Y ARMADO	Nº DE PLANO -- Hoja 2 de 2

REVISIÓN Nº	FECHA ELABORACIÓN	SUSTITUYE AL PLANO Nº
00	03/03/2010	NINGUNO

CONCEPTO MODIFICADO: PLANO NUEVO

8173

Departamento de Ingeniería de la Construcción
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA DE ESTRUCTURAS
C. Jordi Girona, 1-3
Módulo C1
08034 Barcelona - España
Tel. 93 401 65 16
Fax 93 401 10 36
Télex 97239 UPCTX E

Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, tramo Sagrera – Nudo de la trinidad
Sector Sagrera

Informe sobre diseño estructural
Arqueta de conexión a la galería eléctrica

Barcelona, 22 de febrero de 2010

1. Introducción

En este documento se recogen las observaciones realizadas al diseño estructural de la arqueta de conexión de la galería eléctrica. Documento: "Cálculo de arqueta conexión galería eléctrica" elaborado por AMATRIA el 16 de febrero de 2010.

2. Diseño estructural

En la definición de las cargas que actúan sobre la estructura, el reparto de la carga ferroviaria a nivel de la traviesa, se ha realizado para un ancho de 2,6 m, sin embargo para este caso el ancho de la vía es de 1,435 m. Además en el cálculo del coeficiente de impacto de esta carga, se ha utilizado una formulación que no es coherente con IAPF-07. Por lo tanto se solicita aclaración respecto a estos temas.

Barcelona, 22 de febrero de 2010

Barcelona, 22 de febrero de 2010

Fdo.: Gonzalo Ramos
Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Catedrático de Universidad
Dept. Ing. de la Construcción - UPC

amatria
ingeniería

PROYECTO: 817 AVE SAGRERA TRINIDAD

Nota contestación aclaraciones estructura arqueta galería eléctrica

Referencia: 817 AVE SAGRERA TRINIDAD

Fecha: 23 FEBRERO 2010

Nombre de la obra: AVE SAGRERA ARQUETA GALERÍA ELECTRICA

1. OBJETO DE LA NOTA

La nota tiene por objeto dar respuesta a las aclaraciones pedidas en la nota emitida por la UPC sobre la estructura arqueta de la galería eléctrica.

2. ACLARACIONES

En cursivo los comentarios emitidos por UPC.

1. *En la definición de las cargas que actúan sobre la estructura, el reparto de la carga a nivel de la traviesa, se ha realizado para un ancho de 2.60m, sin embargo para este caso el ancho de la vía es de 1.435m*.

El ancho entre caras interiores del rail es de 1435mm siendo la distancia entre ejes de carriles de 1485mm. Estos raíles se apoyan en traviesas de 2.60m de longitud cuya función es repartir la carga puntual de las ruedas de los vehículos ferroviarios así la carga sobre balasto y resto de estructura se realiza a través de esta traviesa.

2. *Además en el cálculo del coeficiente de impacto de esta carga, se ha utilizado una formulación que no es coherente con IAPF-07.*

Para el cálculo del coeficiente de impacto de la carga del tren se ha seguido estrictamente la Norma IAPF-08, Apéndice B, apartado “B.2.1.2. Obtención de Φ” y apartado ”B.2.1.4 Reducción de los efectos dinámicos”.

Siguiendo la norma, se obtiene un coeficiente de impacto reducido Φ_2 de 1.07, para vías de grado de mantenimiento bueno y cobertura de tierra en la estructura de 7.0m.

Jose Mª Velasco

Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Febrero de 2010

amatria
ingeniería
www.amatria.com

PROYECTO: **817 AVE TRINITAT SAGRERA**
Nota aclaración sobre la revisión de INOCSA 15-03-2010.

amatria
ingeniería
www.amatria.com

Referencia: 817 AVE SAGRERA TRINIDAD
Fecha: 16 MARZO 2010

Nombre de la obra: AVE SAGRERA – ARQUETA ACCESO FEEDERS

1. OBJETO DE LA NOTA

La nota tiene por objeto dar respuesta a las aclaraciones pedidas en la nota "***Revisión del análisis estructural de la arqueta para el acceso a la galería feeders (aclaraciones de la supervisión de la rev 0)***", emitida por INOCSA el 15 de marzo de 2010.

A la presente nota se adjunta la memoria modificada del cálculo de la arqueta para el acceso a la galería feeders actualizada.

2. ACLARACIONES

1. *En la salida de resultados se indica que el mayor momento "horizontal" solicitante es de 40kN·m. Sin embargo, la armadura horizontal dispuesta da un momento último (siempre según el Anejo) menor que este valor. Se propone por tanto aumentar la cuantía de dicha armadura. Con objeto de facilitar la modificación, se presenta como croquis adjunto a este informe una propuesta de corrección para someter al visto bueno de los responsables del diseño de la estructura en estudio.*

Efectivamente en la tabla de los momentos de cálculo se indica un momento horizontal mínimo de -40kN·m, cuando en los anejos que se adjuntaron, se muestra que con el armado dispuesto (Ø12/0.20m) la sección resiste a flexión simple un momento último de 38,8kN·m.

Debido a esta disparidad, se han comprobado otra vez los valores de cálculo en el modelo SAP utilizado, obteniendo los siguientes diagramas de esfuerzos:

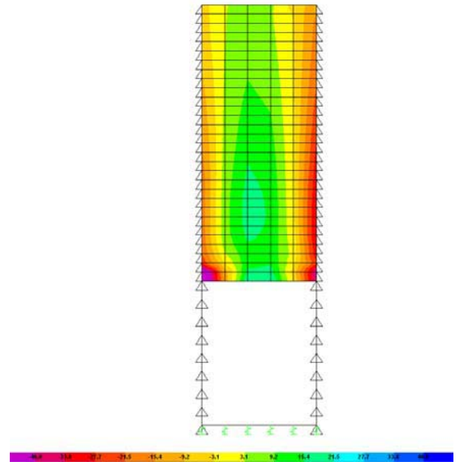


Figura 1. Momentos en la dirección horizontal. Hastial frontal. SAP2000.

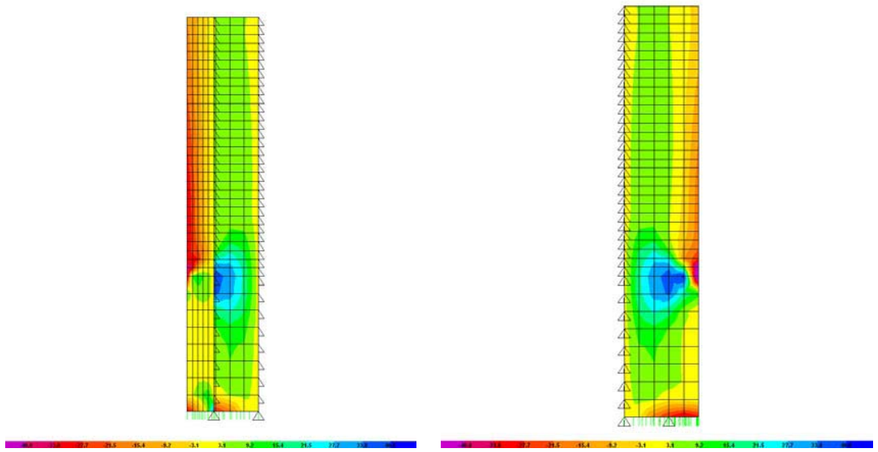


Figura 2. Momentos en la dirección horizontal. Hastiales laterales. SAP2000.

Una vez observados los distintos diagramas se observa que las zonas donde se producen los mayores momentos negativos son en las esquinas entre los hastiales laterales y el frontal.

- *Hastial lateral mayor- hastial frontal:* se observa una zona, donde el momento negativo es tiene un valor superior a los 40kN·m, pero como el valor de cálculo debe ser por metro, se observa que el valor promedio resulta sustancialmente menor, pudiéndose considerar un valor promedio de 30kN·m

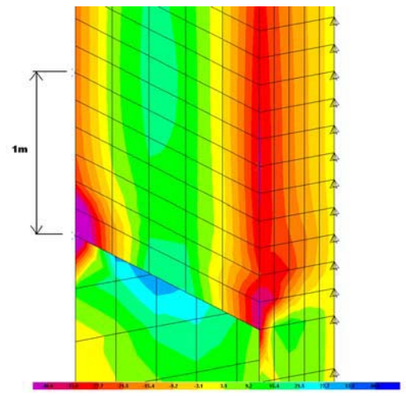


Figura 3. Momentos en la dirección horizontal. Esquina hastiales lateral mayor – hastial frontal. SAP2000.

- *Hastial lateral menor – hastial frontal:* en este caso el momento máximo es menor pero se distribuye a lo largo de varios metros. Así pues, en este caso el valor de cálculo negativo a considerar debe ser -35 kN·m.

amatria
ingeniería
www.amatria.com

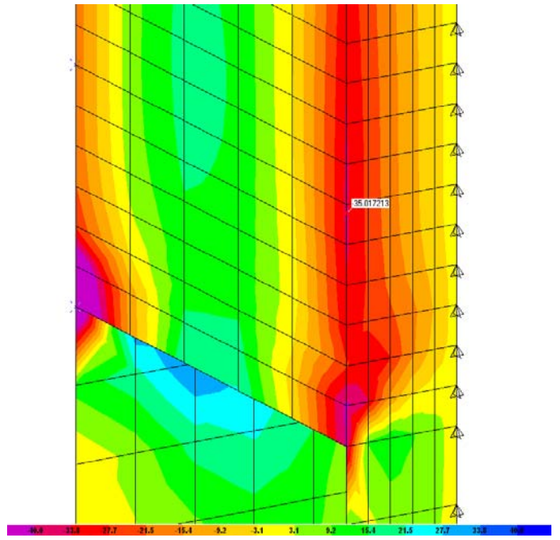


Figura 4. Momentos en la dirección horizontal. Esquina hastiales lateral menor – hastial frontal. SAP2000.

Una vez hechas estas consideraciones, se puede afirmar que el hecho de que el momento de cálculo M^{-}_{11d} sea mayor que el momento último con la armadura dispuesta (Ø12/0.20m) se debe a una errata a la introducción de datos en la memoria, debiéndose haber adoptado como valor de cálculo máximo los -35kN·m que se producen en la esquina entre el hastial menor y el hastial frontal.

Es por eso que se ha procedido a modificar dicho valor a la memoria, adjuntándose dicha memoria con la presente nota aclaratoria.

3 CONCLUSIONES

Se ha constatado una errata en la introducción de datos en la memoria. En esta nota queda justificada la adopción del nuevo valor de cálculo del momento horizontal, siendo de -35kN·m, cumpliendo así los ELU, ya que $M^{-}_{11d} < M_u$. Así pues, se puede afirmar que el armado dimensionado, indicado en los planos, resiste los esfuerzos a los que se verá solicitada la arqueta de acceso a la galería feeders, cumpliendo las recomendaciones de la EHE y del Eurocódigo 2. La memoria modificada se adjunta al informe.

Jose Mª Velasco

Dr. Ingeniero de Caminos
Barcelona, Marzo de 2010

CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA L.A.V. MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO: SAGRERA – NUDO TRINIDAD. SECTOR SAGRERA

REVISIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA ARQUETA PARA EL ACCESO A LA GALERÍA FEEDERS.
(ACLARACIONES A LA SUPERVISIÓN DE LA REV 01)

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente informe tiene por objeto la revisión crítica del análisis estructural de la "Cálculo de la Arqueta para el Acceso a la Galería Feeders" recibido durante el proceso de ejecución de las obras de la plataforma L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo: Sagrera – Nudo Trinidad. Sector Sagrera.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA Y ALCANCE DE LA REVISIÓN

El análisis recogido en el presente informe se realiza sobre la documentación recibida con información sobre la propuesta estructural para la Arqueta de Acceso a Galería Feeders, a saber:

- Cálculo de la Arqueta para el Acceso a la Galería Feeders (16-03-2010).
- Nota aclaración sobre la revisión INOCSA 15-03-2010

La documentación citada es emitida por Amatria Ingeniería como empresa responsable de los cálculos estructurales y por Corsán-Corviam Construcción S.A (Grupo Isolux – Corsán) como empresa adjudicataria de las obras y en ella se pretende dar respuesta a las observaciones realizadas en la fase previa de supervisión sobre la versión anterior del documento (rev01) en el que se abordaba la definición y justificación estructural de la arqueta que permite el acceso a la Galería Feeders. Los planos no se han modificado.

En el presente informe se realiza una revisión de las modificaciones realizadas en el desarrollo de los cálculos presentados como justificación de la validez estructural de la propuesta.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO

Revisada la documentación recibida, se considera que la duda que surgía sobre el momento de cálculo utilizado para obtener la armadura horizontal de los hastiales se ha aclarado, de modo que queda justificado su nuevo valor que sí es menor que el momento último que agota la sección para la armadura dispuesta.

Por tanto, la validez estructural de la solución propuesta para los elementos que conforman la Arqueta de Acceso a la Galería Feeders se considera suficientemente justificada con la documentación recibida, por lo que no se encuentra impedimento para comenzar su ejecución de acuerdo a los planos entregados.

Madrid, 16 de marzo de 2010
INOCSA Ingeniería