

**CONTRATO DE ASISTENCIA TÉCNICA
PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE CARGA
E INSPECCIONES DE PUENTES DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA.
TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-RIUDELLOTS DE LA SELVA**



INFORME DE PRUEBA DE CARGA

SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS - LLINARS DEL VALLÉS
VI de Can Lleguet
01VI02 (P.K. Obra 401 + 855, P.K. Tramo 1 + 855)

marzo de 2010

Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE-1

**INFORME DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE LAS
ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN TÉCNICA Y PRUEBA DE
CARGA REALIZADAS EN EL VIADUCTO CAN LLEGUET
PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-
BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA
SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-
LLINARS DEL VALLÉS**

MARZO DE 2010

Peticionario: A.D.I.F. C/ Titán nº 4. 28045.
MADRID.

ÍNDICE

Pag. nº

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. INTRODUCCIÓN	4
1.2. ANTECEDENTES	4
2. OBJETO	4
3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	5
4. INSPECCIÓN PRELIMINAR	6
5. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA	6
5.1. DEFINICIÓN COMPLETA DE LOS ELEMENTOS	7
5.2. ACCIONES CONSIDERADAS	7
5.3. MODELIZACIÓN EMPLEADA	8
5.4. MATERIALES Y COEFICIENTES DE CÁLCULO	8
5.5. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ESTRUCTURAL	9
6. PLAN DE PRUEBAS	9
6.1. ACCIONES REPRODUCIDAS	10
6.2. PUNTOS DE MEDIDA	11
6.3. EQUIPOS UTILIZADOS	11
6.4. RESULTADOS PREVISTOS	13
7. PRUEBA DE CARGA	15
7.1. DESCRIPCIÓN	15
7.2. RESULTADOS OBTENIDOS	16
8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	21
8.1. PRUEBA ESTÁTICA	21
8.2. PRUEBA DINÁMICA	25
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25

Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE-1

ANEJO 1: DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL ADIF

ANEJO 2: PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

ANEJO 3: ESQUEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y TREN DE CARGAS

ANEJO 4: REGISTRO DE MEDIDAS

ANEJO 5: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO 6: ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

ANEJO 7: FICHA DE SEGUIMIENTO

ANEJO 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

ANEJO 9: FICHA DE CAUCE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

A instancias del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (A.D.I.F.), se redacta el presente documento, cuyo objeto es informar sobre la inspección técnica y los resultados de la Prueba de Carga de la obra **“VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS”**, de acuerdo a las condiciones del contrato de asistencia para la realización de pruebas de carga e inspecciones de puentes de la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa. Tramo: La Roca del Vallés-Riudellots de la Selva, suscrito por la UTE PC LAV LA ROCA DEL VALLÉS-RIUDELLOTS DE LA SELVA (GEOCISA – INTEMAC).

1.2. ANTECEDENTES

La redacción del presente documento forma parte de las actividades relacionadas con la realización de las preceptivas pruebas de carga en los puentes y estructuras que el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (A.D.I.F.), proyecta y construye, previamente a su puesta en servicio, de acuerdo con la “Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril”.

2. OBJETO

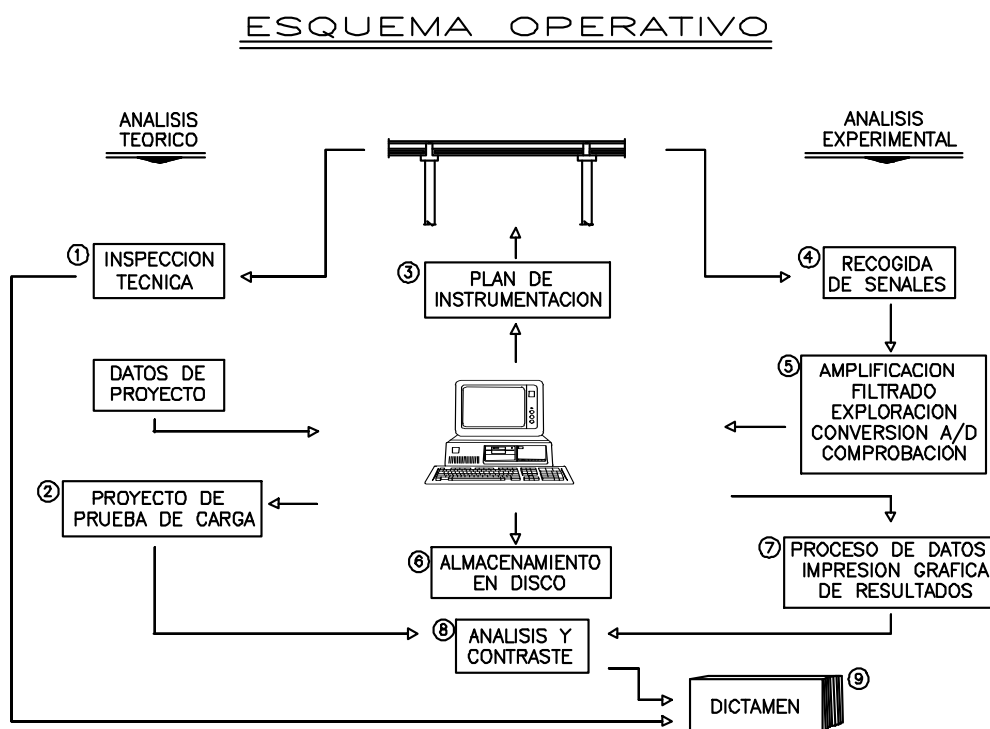
El objeto del presente documento es explicar las actividades desarrolladas en la obra de referencia, exponiendo los resultados obtenidos en la misma y realizando el análisis de dichos resultados, a fin de emitir las conclusiones y recomendaciones oportunas.

Las actividades se desarrollaron en dos fases:

- Inspección Preliminar y elaboración del Proyecto de Prueba de Carga
- Realización de la Prueba de Carga y análisis de sus resultados

Llevándose a cabo la Inspección Previa y la Prueba de Carga el día 5 de febrero de 2010, previa realización y entrega del correspondiente Proyecto de Prueba de Carga, con referencia: I/OC-10002/CE.

Las actividades desarrolladas se incorporan en el esquema operativo que se acompaña.



3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La estructura objeto de la Prueba de Carga es un puente hiperestático de tres vanos de luces 23 m los extremos y 33 m el central. Bajo el vano 3 pasa del río Mogent.

La planta del puente es recta. Sobre el puente discurren dos vías de ferrocarril de ancho internacional.

En el plano siguiente se indica la localización aproximada de la obra.



4. INSPECCIÓN PRELIMINAR

La inspección previa a la realización de la Prueba de Carga fue realizada por el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos de INTEMAC D. Fco. Javier de la Cuerda del Olmo, en fecha 5 de febrero de 2010.

En el Anejo 7 del presente documento se incluye la ficha de seguimiento de la inspección preliminar en que se detallan las incidencias observadas durante dicha inspección.

5. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA

La documentación facilitada por el Peticionario consiste en la documentación del proyecto construido y el anejo de cálculo, todo en soporte informático. En el Anejo 1 se incluye copia de parte de los planos facilitados.

5.1. DEFINICIÓN COMPLETA DE LOS ELEMENTOS

La sección del tablero es simétrica respecto del eje longitudinal, está formada por una losa central aligerada pretensada de la que parten un voladizo superior a cada lado. El ancho inferior de la losa es de 5,50 m y 7,60 m en la unión con los voladizos. La anchura total del tablero es de 14 m. El canto máximo del tablero es de 2,25 m en el eje que se reduce hacia los bordes según una pendiente del 2 %. El canto de los voladizos en el borde es de 20 cm. Los aligeramientos del tablero son dos de 170 cm de diámetro que se sitúan en toda la longitud del tablero excepto en las secciones de apoyo en pilas y estribos.

Sobre la losa se disponen dos muretes guardabalasto, canaletas, aceras, impostas y barandillas.

El tablero apoya en los estribos y en las dos pilas mediante dos aparatos de apoyo tipo pot en cada pila o estribo.

La cimentación de los estribos y pilas es mediante pilotes y encepados.

5.2. ACCIONES CONSIDERADAS

Según la documentación facilitada se han considerado en el proyecto las siguientes normas de acciones:

- Borrador de la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril (B.I.P.F.-01).

Las cargas consideradas en el cálculo de la estructura han sido:

- Peso propio.

-
- Cargas muertas.
 - Pretensado.
 - Interacción.
 - Sobrecarga en paseos.
 - Sobrecarga ferroviaria (incluido frenado y arranque).
 - Gradiente de temperatura.
 - Viento.
 - Peso y empuje de tierras.

Teniendo en cuenta las poblaciones próximas, la aceleración sísmica básica del emplazamiento del viaducto es $a_b = 0,04$ g, por lo que de acuerdo a la Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07), sería de aplicación la acción sísmica en el cálculo de la estructura, aunque por tratarse de un valor pequeño de esta acción posiblemente no será condicionante del dimensionamiento o diseño del puente.

5.3. MODELIZACIÓN EMPLEADA

Para el cálculo del tablero se ha realizado un modelo de barras lineal. Para el cálculo de la pilas se ha realizado un modelo de pila, encepado y pilotes. Para la cimentación de cada estribo se realiza un modelo de barras.

5.4. MATERIALES Y COEFICIENTES DE CÁLCULO

Además de las normas de acciones consideradas en proyecto se ha considerado también la Instrucción EHE.

Los materiales y coeficientes de cálculo definidos en planos son los siguientes:

- Cimentaciones y estribos: Hormigón HA-25/B/20/Ila.
- Tablero: Hormigón HP-35/P/20/Ila.
- Alzados de pilas: Hormigón HA-30/B/20/Ila.

-
- Acero pasivo B-500-S.
 - Acero activo Y 1860 S7.
 - Coeficientes de minoración de resistencias $\gamma_c=1,50$ y $\gamma_s=1,15$.
 - Coeficientes de ponderación de acciones según EHE (nivel de control de ejecución intenso $\gamma_g=1,35$ y $\gamma_q=1,50$).

5.5. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ESTRUCTURAL

Se han realizado comprobaciones frente a estados límites últimos del tablero habiendo obtenido resultados admisibles. Al final del Anejo 2 se incluye copia de las comprobaciones realizadas.

En la documentación facilitada no se ha encontrado el estudio dinámico del tablero. Teniendo en cuenta la actual Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril IAPF, para trenes circulando a velocidades superiores a 220 km/h se debería realizar un cálculo dinámico.

6. PLAN DE PRUEBAS

Como ya se ha indicado, con anterioridad a la prueba de carga, se elaboró un Proyecto de Prueba de Carga con referencia: I/OC-10002/CE. En dicho documento se evaluaban el desplazamiento vertical del tablero y la deformación de la fibra inferior bajo las solicitaciones de un tren de cargas tipo formado por 2 locomotoras con un peso unitario de 120 t y 4 tolvas con un peso unitario de 80 t. El peso total máximo sobre la estructura durante la realización de la prueba estática era de 560 t.

En el Anejo 3 del presente documento se incluyen los esquemas del tren de cargas dispuesto para la prueba.

En el Anejo 2 se acompaña una copia del proyecto de prueba de carga, exponiéndose en los apartados siguientes el resumen de su contenido.

6.1. ACCIONES REPRODUCIDAS

Se preveía la realización de pruebas estáticas y dinámicas.

La materialización de la sobrecarga se realizaría mediante el tren de cargas descrito en el apartado anterior, que se situaría con objeto de producir los momentos flectores máximos en las secciones instrumentadas.

El desarrollo de las pruebas estáticas se programó según el siguiente esquema:

- ESCALÓN 0: Puesta a cero de los aparatos.
- ESCALÓN 1: Situación de la carga.
- ESCALÓN 2: Estabilización de las medidas. Se realizarían medidas continuas hasta comprobar la estabilización de las mismas.
- ESCALÓN 3: Descarga total y medida de la recuperación. Las lecturas se realizarían de forma continua hasta alcanzar una recuperación del 85% en un intervalo no superior al de mantenimiento de la carga.

En lo que a las pruebas dinámicas se refiere se planteaba la posibilidad de realizar los siguientes ensayos:

- Ensayo Cuasiestático: Paso de una locomotora por la estructura circulando a la velocidad de 5 km/h (paso de hombre).
- Ensayo Dinámico lento: Paso de la locomotora del ensayo anterior circulando en el mismo sentido y a la velocidad de 30 km/h.

Ensayo Dinámico rápido: Paso de la locomotora del ensayo cuasiestático circulando en el mismo sentido y a la máxima velocidad posible.

Ensayo de Frenado: Paso de una locomotora cualquiera circulando a la máxima velocidad posible y frenando justo sobre el tablero.

6.2. PUNTOS DE MEDIDA

Las mediciones a realizar durante la Prueba de Carga serían de tres tipos:

- Desplazamientos verticales
- Deformaciones unitarias
- Aceleraciones

En el Anejo 3 del presente documento se incluyen los esquemas de la instrumentación dispuesta.

6.3. EQUIPOS UTILIZADOS

Para la obtención de estas medidas se planteó un equipo que consta de:

- Anillos resistivos para la medida de flechas, con un rango máximo de medida de 25 mm, fijados a la cara inferior del tablero.
- Bandas extensométricas para la medida de deformaciones unitarias, autocompensadas térmicamente, de 60 mm de longitud activa, con la configuración de puente completo, 120 ohmios de resistencia y factor de galga aproximado de 2. La protección de las mismas se realiza mediante un aerosol hidrófugo y aislante térmico.
- Para la medida de las vibraciones en las pruebas dinámicas se han instalado tres

acelerómetros, un acelerómetro triaxial PCB modelo 356B18, un acelerómetro piezoeléctrico TOKYO SOKKI modelo AR-F y un acelerómetro modelo 8340 de la firma Brüel & Kjaer, con rango de medida 1 g.

El equipo de control y adquisición de datos está constituido por amplificadores de la marca SANEI y tarjeta de Adquisición de Datos de la casa NATIONAL INSTRUMENTS, con una capacidad de lectura de hasta 32 canales de extensometría.

La excitación de los transductores resistivos se realiza por medio de una corriente continua de 4 V de tensión.

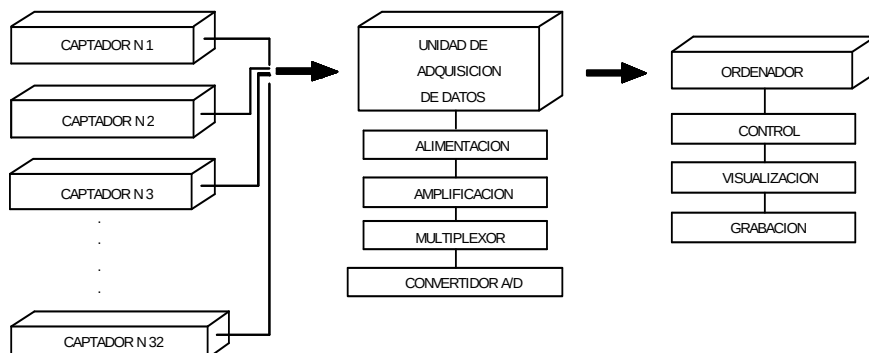
La señal de entrada puede amplificarse en una gama comprendida entre 1 y 128000 veces. La velocidad de muestreo está comprendida entre 1 lectura cada 850 segundos y 200000 lecturas cada segundo (por canal).

Como equipo controlador de la cadena de medida se emplea un ordenador PC.

Los programas de toma de datos, visualización y análisis gráfico de los registros, tanto en tiempo real como con posterioridad a la prueba, han sido desarrollados para auscultación estática y dinámica de estructuras. Las lecturas vienen expresadas en las unidades propias del fenómeno físico que se está midiendo, ya que las constantes de transformación de los captadores se introducen en el proceso de toma de datos. La presentación de los datos en la pantalla del ordenador permite la comparación directa y rápida de los resultados obtenidos en cada ensayo. Los registros pueden ampliarse horizontal y verticalmente para su mejor análisis y comprensión. La resolución del sistema completo de instrumentación es función de los fondos de escala utilizados, pero para rangos de medida medios o habituales pueden establecerse en 0,01 mm (para rangos de hasta 25 mm).

La totalidad de la información recogida se registra en unidades de disquete magnético para su posterior proceso y análisis en gabinete.

La cadena de instrumentación completa se representa gráficamente en la figura adjunta.



6.4. RESULTADOS PREVISTOS

En el proyecto de Prueba de Carga figuran los desplazamientos verticales y las deformaciones unitarias que cabría esperar durante el ensayo estático de la estructura, así como la frecuencia fundamental de oscilación del tablero.

En algunos de los planos facilitados figura una resistencia característica del hormigón del tablero de 40 N/mm^2 , mientras que en otros se indica de 35 N/mm^2 . Teniendo en cuenta la documentación facilitada de control de calidad de la obra, finalmente se utilizaron hormigones en el tablero para una resistencia característica de 35 N/mm^2 (que se corresponde con la considerada en la memoria de cálculo facilitada).

En el modelo de cálculo del proyecto de prueba de carga se consideró una resistencia característica del hormigón del tablero de 40 N/mm^2 . En nuestra opinión, los resultados previstos en este modelo se pueden considerar acordes al proyecto, teniendo en cuenta que han pasado cuatro años entre el hormigonado del tablero y la prueba de carga.

En el proyecto de prueba de carga se situaron los anillos en las secciones de centro de vano. En la prueba de carga se desplazaron 1 m y 2 m de la sección de centro de vano los anillos correspondientes al vano 1 para salvar una conducción de abastecimiento que se estaba construyendo.

En los cuadros siguientes se expone el resumen de los resultados obtenidos en el modelo de cálculo del proyecto de prueba de carga, habiendo considerado la situación final de los anillos del vano 1.

ESTÁTICA 1. TRENES EN VANOS 1 Y 2

VANO	FLECHA (mm)	MICRODEFORMACIONES
1(a 1m/2m de CV)	0,60/0,53	19
2	2,16	34
3	-0,70	-14

ESTÁTICA 2. TRENES EN VANOS 1 Y 3

VANO	FLECHA (mm)	MICRODEFORMACIONES
1(a 1m/2m de CV)	1,41/1,35	35
2	-1,23	-12
3	1,32	33

ESTÁTICA 3. TRENES EN VANO 2

VANO	FLECHA (mm)	MICRODEFORMACIONES
1(a 1m/2m de CV)	-1,00/-1,01	-20
2	3,60	51
3	-1,00	-20

El valor estimado para la frecuencia fundamental de flexión del tablero es de 4,38 Hz.

La Prueba de Carga, según se detalla en el proyecto de prueba de carga, representa frente a las cargas de proyecto los porcentajes incluidos en la siguiente tabla.

PORCENTAJES DE SOLICITACIÓN DE PRUEBA FRENTE A PROYECTO

PARÁMETRO DE COMPARACIÓN	SOBRECARGA DE PROYECTO
M. FLECTOR POSITIVO	55 %
M. FLECTOR NEGATIVO	44 %

7. PRUEBA DE CARGA**7.1. DESCRIPCIÓN**

La Prueba de Carga fue realizada el día 5 de febrero de 2010 por un equipo especializado bajo la dirección del Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos de INTEMAC D. Fco. Javier de la Cuerda del Olmo.

Se dispuso la instrumentación prevista en el proyecto de prueba de carga, tal y como figura en el Anejo 3. No funcionaron los canales correspondientes a las bandas extensométricas de los vanos 1 y 2. A pesar de los errores de lectura ocurridos la instrumentación finalmente considerada es en nuestra opinión suficiente para la caracterización del comportamiento de la estructura.

De las pruebas dinámicas previstas, finalmente solo se realizó una pasada de una locomotora a 10 km/h que era la velocidad permitida debido a la existencia de un desvío de carriles provisional.

El orden de realización de los ensayos fue el siguiente:

- Ensayo Estático 2. Comenzó a las 18:26 horas
- Ensayo Estático 3. Comenzó a las 18:51 horas
- Ensayo Estático 1. Comenzó a las 19:09 horas
- Ensayo Cuasiestático. Comenzó a las 19:35 horas

La duración de cada prueba estática fue superior a 10 minutos con la carga total estabilizada y el período de descarga el suficiente para obtener una recuperación mínima del 85%.

La temperatura y la humedad registradas durante la realización de las pruebas fluctuaron entre los valores que se indican a continuación.

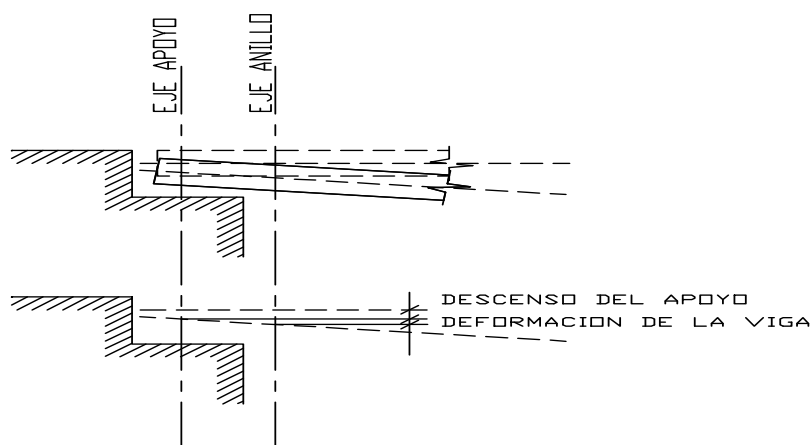
TEMPERATURA: 11,2° C a 14,0° C

HUMEDAD: 46,1% a 71,6%

En el Anejo 4 se encuentra una copia de las mediciones realizadas durante las pruebas con el termohigrógrafo.

7.2. RESULTADOS OBTENIDOS

En la obtención de los valores netos de los descensos de apoyos se ha considerado la suma de dos factores (véase la figura siguiente).



- En primer lugar, y como magnitud más determinante a priori, el anillo está registrando el descenso producido por la compresión en el neopreno.

-
- Por otro lado, al no situarse el medidor precisamente en el apoyo, sino en el borde del elemento portante vertical (muro) el sensor detecta también la flecha producida por el tren de cargas a una distancia equivalente a la entrega de la viga en el apoyo.

La distorsión producida por el segundo sumando sobre el primero es variable, dependiendo de la luz de cálculo y de la entrega de las vigas. Ambas magnitudes están relacionadas entre sí, pero deben tenerse en cuenta de forma independiente, pues producen efectos opuestos. Una mayor entrega aumenta la distorsión, mientras que el aumento de la luz reduce el error.

Para aplicar la correspondiente corrección se ha obtenido del modelo de cálculo la flecha prevista en los lugares donde se han situado los sensores de registro de flechas en los estribos, colocados en la prueba a 70 cm del eje del apoyo.

Para la obtención de los valores netos de descenso en puntos interiores al vano se ha restado del valor medido el correspondiente a los descensos netos de los apoyos (aplicando donde proceda la corrección descrita en el párrafo anterior).

Se ha corregido la deriva de los registros que la presentan y los valores representativos incluidos en cuadros son ya el resultado de dicha corrección.

En el Anejo 4 del presente documento se adjuntan los registros obtenidos durante los diferentes ensayos de que constó la prueba de carga, resumiéndose en los cuadros que a continuación se acompañan los valores obtenidos.

=====

=====

Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE-1

VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES-LLINARS DE VALLÉS
ENSAYO ESTÁTICO 1 (TREN DE CARGAS EN VANOS 1 Y 2)

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso neopreno	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga neopreno	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
VANO 1	14	Flecha a 1 m de L/2	mm	0.60	0.70	0.11	0.59	98.08	0.03	0.00	0.03	0.56	94.90
VANO 1	3	Flecha a 2 m de L/2	mm	0.53	0.61	0.12	0.49	92.82	0.00	0.00	0.00	0.49	100.00
VANO 2	5	Flecha a L/2	mm	2.16	2.70	0.14	2.56	118.52	0.02	0.00	0.02	2.54	99.22
VANO 3	6	Flecha a L/2	mm	2.16	2.67	0.14	2.53	117.13	0.00	0.00	0.00	2.53	100.00
VANO 3	8	Flecha a L/2	mm	-0.70	-0.71	0.02	-0.73	103.57	-0.03	-0.02	-0.02	-0.71	97.93
VANO 3	9	Flecha a L/2	mm	-0.70	-0.71	0.02	-0.73	103.57	-0.05	-0.02	-0.04	-0.69	95.17
ESTRIBO 1	1	Descenso de apoyo	mm	0.09	0.12	---	---	---	0.00	---	---	---	---
PILA 1	4	Descenso de apoyo	mm	---	0.18	---	---	---	0.00	---	---	---	---
ESTRIBO 2	10	Descenso de apoyo	mm	-0.06	-0.13	---	---	---	-0.03	---	---	---	---
VANO 1	11	Deformación a L/2	µε	19	---	---	---	---	---	---	---	---	---
VANO 2	12	Deformación a L/2	µε	34	---	---	---	---	---	---	---	---	---
VANO 3	13	Deformación a L/2	µε	-14	-11	---	---	78.57	0	---	---	-11	100.00

EN EL CÁLCULO DE VALORES MEDIOS NO SE CONSIDERAN LOS CORRESPONDIENTES A MEDICIONES DE PEQUEÑA AMPLITUD
LOS CANALES 11 Y 12 NO FUNCIONARON DURANTE LA PRUEBA.
SE HA CONSIDERADO QUE LOS ANILLOS DE LOS ESTRIBOS ESTABAN SITUADOS A 70 cm DEL EJE DEL APOYO DEL TABLERO

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	
VALOR MEDIO DE LA RELACIÓN V.MEDIDO/V.PREVISTO	FLECHAS 105.6%
DESVIACIÓN TÍPICA DE LA RELACIÓN V.MEDIDO/V.PREVISTO	DEFORMACIONES 78.6%
RELACIÓN ENTRE LOS VALORES MEDIOS MEDIDO Y PREVISTO	10.3%
VALOR MEDIO DE LA RECUPERACIÓN	111.2%
	78.6%
	97.9%
	100.0%

Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE-1

VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DE VALLÉS
ENSAYO ESTÁTICO 2 (TREN DE CARGAS EN VANOS 1 Y 3)

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso neopreno	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga neopreno	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
VANO 1	14	Flecha a 1 m de L/2	mm	1.41	1.29	0.01	1.28	91.10	0.00	0.02	0.00	1.28	100.00
VANO 1	3	Flecha a 2 m de L/2	mm	1.35	1.17	0.01	1.16	86.23	0.00	0.02	0.00	1.16	100.00
VANO 2	5	Flecha a L/2	mm	-1.23	-1.10	0.04	-1.14	92.28	-0.05	0.02	-0.07	-1.07	94.27
VANO 2	6	Flecha a L/2	mm	-1.23	-1.03	0.04	-1.07	86.59	-0.02	0.02	-0.04	-1.03	96.71
VANO 3	8	Flecha a L/2	mm	1.32	1.51	0.07	1.44	109.09	0.00	0.02	0.00	1.44	100.00
VANO 3	9	Flecha a L/2	mm	1.32	1.52	0.07	1.45	109.85	0.02	0.02	0.01	1.45	99.66
ESTRIBO 1	1	Descenso de apoyo	mm	0.16	0.08	0.07	0.08	50.00	0.02	0.02	0.00	0.08	50.00
PILA 1	4	Descenso de apoyo	mm	0.01	0.01	0.01	0.01	100.00	0.03	0.03	0.00	0.03	100.00
PILA 2	7	Descenso de apoyo	mm	0.06	0.06	0.06	0.06	100.00	0.00	0.00	0.00	0.06	100.00
ESTRIBO 2	10	Descenso de apoyo	mm	0.14	0.22	0.08	0.22	157.14	0.03	0.03	0.00	0.22	100.00
VANO 1	11	Deformación a L/2	µm	35	35	100.00	35	100.00	0.00	0.00	0.00	35	100.00
VANO 2	12	Deformación a L/2	µm	12	12	100.00	12	100.00	0.00	0.00	0.00	12	100.00
VANO 3	13	Deformación a L/2	µm	33	30	90.91	30	90.91	5	0.00	0.00	25	83.33

EN EL CÁLCULO DE VALORES MEDIOS NO SE CONSIDERAN LOS CORRESPONDIENTES A MEDICIONES DE PEQUEÑA AMPLITUD
LOS CANALES 11 Y 12 NO FUNCIONARON DURANTE LA PRUEBA
SE HA CONSIDERADO QUE LOS ANILLOS DE LOS ESTRIBOS ESTABAN SITUADOS A 70 cm DEL EJE DEL APOYO DEL TABLERO

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	FLECHAS	DEFORMACIONES
VALOR MEDIO DE LA RELACIÓN V.MEDIDO/V.PREVISTO	95.9%	90.9%
DESVIACIÓN TÍPICA DE LA RELACIÓN V.MEDIDO/V.PREVISTO	10.8%	10.8%
RELACIÓN ENTRE LOS VALORES MEDIOS MEDIDO Y PREVISTO	95.9%	90.9%
VALOR MEDIO DE LA RECUPERACIÓN	98.4%	83.3%

Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE-1

VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DE VALLÉS
ENSAYO ESTÁTICO 3 (TREN DE CARGAS EN VANO 2)

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso neopreno	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga neopreno	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
VANO 1	14	Flecha a 1 m de L/2	mm	-1.00	-0.76	0.09	-0.85	84.96	-0.03	0.01	-0.04	-0.81	95.50
VANO 1	3	Flecha a 2 m de L/2	mm	-1.01	-0.70	0.10	-0.80	79.12	-0.01	0.01	-0.02	-0.78	97.83
VANO 2	5	Flecha a L/2	mm	3.60	4.08	0.22	3.86	107.22	0.14	0.04	0.11	3.76	97.28
VANO 2	6	Flecha a L/2	mm	3.60	3.96	0.22	3.74	103.89	0.12	0.04	0.09	3.66	97.73
VANO 3	8	Flecha a L/2	mm	-1.00	-0.88	0.12	-1.00	100.00	0.00	0.02	-0.02	-0.98	98.00
VANO 3	9	Flecha a L/2	mm	-1.00	-0.86	0.12	-0.98	98.00	0.00	0.02	-0.02	-0.96	97.96
ESTRIBO 1	1	Descenso de apoyo	mm	-0.08	-0.11	---	---	---	-0.01	---	---	---	---
PILA 1	4	Descenso de apoyo	mm	---	0.19	---	---	---	0.03	---	---	---	---
PILA 2	15	Descenso de apoyo	mm	---	0.25	---	---	---	0.04	---	---	---	---
ESTRIBO 2	10	Descenso de apoyo	mm	-0.09	-0.10	---	---	---	0.00	---	---	---	---
VANO 1	11	Deformación a L/2	µε	-20	---	---	---	---	---	---	---	---	---
VANO 2	12	Deformación a L/2	µε	51	---	---	---	---	---	---	---	---	---
VANO 3	13	Deformación a L/2	µε	-20	-16	---	---	80.00	0	---	---	-16	100.00

EN EL CÁLCULO DE VALORES MEDIOS NO SE CONSIDERAN LOS CORRESPONDIENTES A MEDICIONES DE PEQUEÑA AMPLITUD
LOS CANALES 7, 11 Y 12 NO FUNCIONARON DURANTE LA PRUEBA.
SE HA CONSIDERADO QUE LOS ANILLOS DE LOS ESTRIBOS ESTABAN SITUADOS A 70 cm DEL EJE DEL APOYO DEL TABLERO

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	
VALOR MEDIO DE LA RELACIÓN V.MEDIDO/V.PREVISTO	FLECHAS DEFORMACIONES
DESVIACIÓN TÍPICA DE LA RELACIÓN V.MEDIDO/V.PREVISTO	95.5%
RELACIÓN ENTRE LOS VALORES MEDIOS MEDIDO Y PREVISTO	11.1%
VALOR MEDIO DE LA RECUPERACIÓN	100.2%
	97.4%
	100.0%

No ha sido posible obtener la frecuencia de vibración de la estructura de los registros de la prueba dinámica realizada.

La forma de las señales obtenidas en la prueba dinámica no se corresponde con la de la señal típica de un solo grado de libertad lo cual hace imposible la medición exacta del índice de amortiguamiento.

8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

8.1. PRUEBA ESTÁTICA

Conforme a los resultados mostrados en anteriores apartados es posible establecer las siguientes consideraciones:

- Las flechas obtenidas en la prueba estática de la estructura alcanzan, respecto a las previstas en el Proyecto de Prueba de Carga los siguientes valores:
 - Estática 1: valores puntuales comprendidos entre el 93% y el 118%.
 - Estática 2: valores puntuales comprendidos entre el 86% y el 110%.
 - Estática 3: valores puntuales comprendidos entre el 79% y el 107%.

Consideramos aceptables los valores de flechas registrados durante la realización de la prueba.

- Las deformaciones obtenidas en la prueba estática de la estructura alcanzan, respecto a las previstas en el Proyecto de Prueba de Carga los siguientes valores:
 - Estática 1: valor puntual del 79%.
 - Estática 2: valor puntual del 91%.
 - Estática 3: valor puntual del 80%.

Dados los resultados obtenidos consideramos aceptables los valores de deformación registrados durante la realización de las pruebas de carga.

- Los valores estadísticos medios de las distribuciones de medida de flechas y deformaciones arriba señaladas son los que se muestran en la siguiente tabla. Dichos valores medios se han obtenido ponderando las relaciones valor medido frente a valor previsto por la amplitud de las medidas previstas en cada canal. Este resultado coincide con la relación entre los valores medios medido y previsto.

ESTÁTICA	FLECHA	DEFORMACIONES
1	111%	79%
2	96%	91%
3	100%	80%

La rigidez del tablero obtenida en flechas es similar o ligeramente inferior a la considerada en el proyecto de prueba de carga. Los anteriores valores de flechas y deformaciones se consideran aceptables.

En la Instrucción sobre las inspecciones técnicas en los puentes de ferrocarril (ITPF) se indica un límite superior entre flechas máximas obtenidas y previstas del 110% para puentes de hormigón pretensado. Para la estática 1 se ha obtenido un valor medio de las flechas de centro de vano ligeramente superior al límite de la ITPF. Para esta estática se han realizado comprobaciones de fisuración en la sección de apoyo sobre la pila 1 habiendo obtenido que la sección no fisura. Por otro lado en las estáticas 2 y 3 se han obtenido valores medios de las flechas acordes con la ITPF por lo que en nuestra opinión se puede considerar admisible el porcentaje de flecha obtenido en la estática 1.

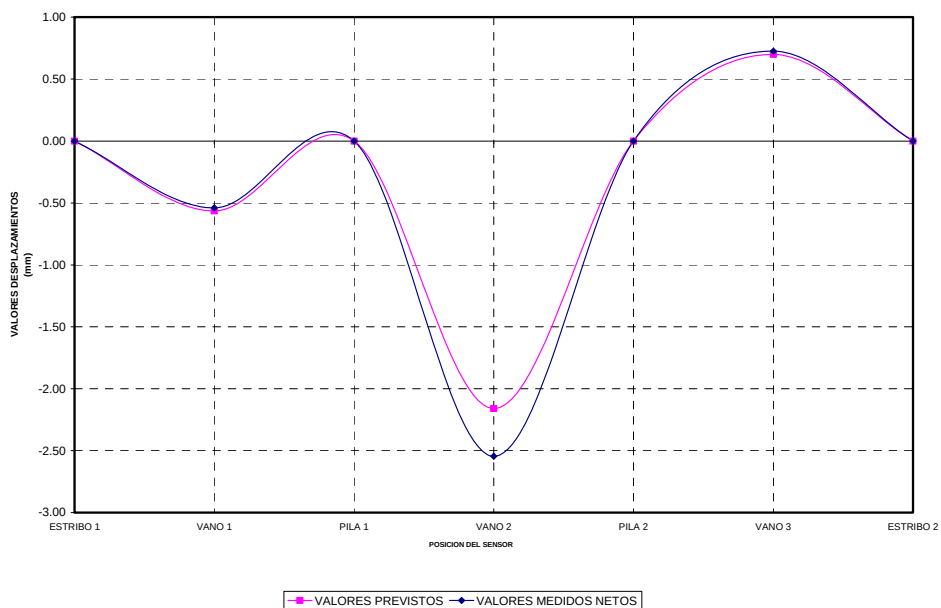
En los gráficos que se muestran a continuación se observa la comparación entre los valores máximos medidos y previstos.

Cliente: A.D.I.F.

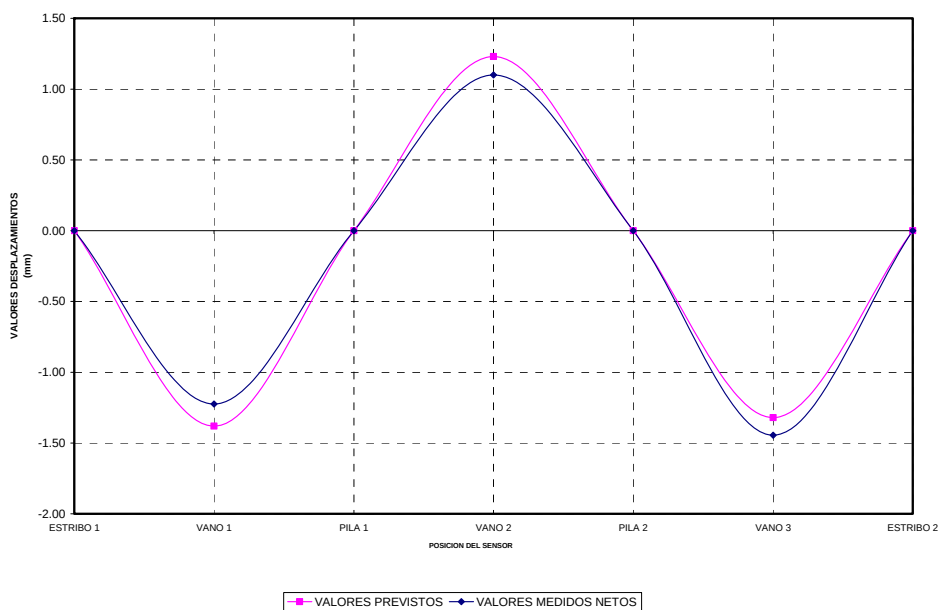
Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE-1

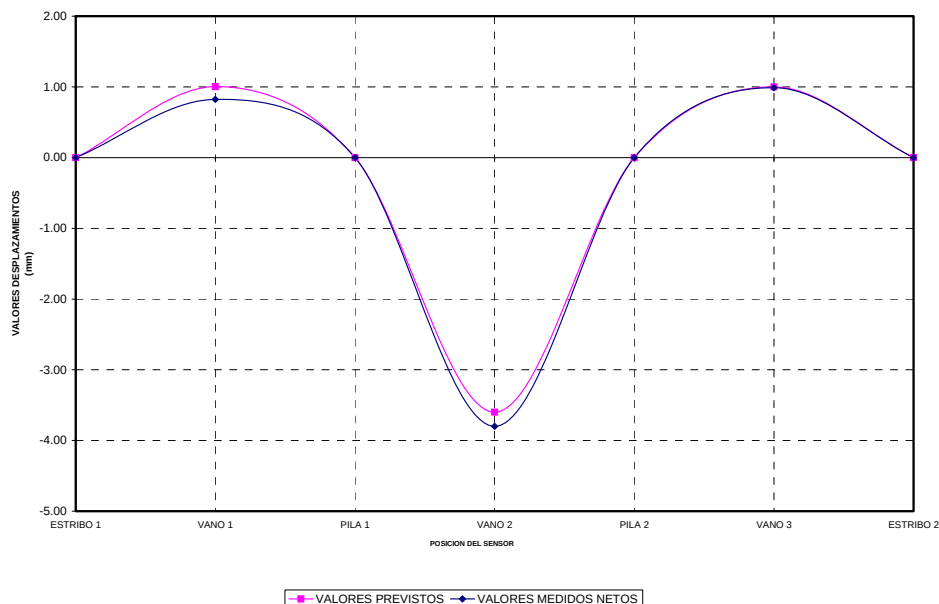
VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO:
BARCELONA SANTS-FIGUERES.
SUBTRAMO: ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS.
ESTÁTICA 1 (TRENES EN VANOS 1 Y 2)



VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO:
BARCELONA SANTS-FIGUERES.
SUBTRAMO: ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS.
ESTÁTICA 2 (TRENES EN VANOS 1 Y 3)



VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA. TRAMO:
BARCELONA SANTS-FIGUERES.
SUBTRAMO: ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS.
ESTÁTICA 3 (TREN EN VANO 2)



- Las mayores relaciones registradas entre el desplazamiento neto y la luz han sido las que figuran en la siguiente tabla:

VANO	ESTÁTICA	CANAL	Desplazamiento neto máximo/Luz
1	2	14	1/17905
2	3	5	1/8549
3	2	9	1/15862

Estas relaciones de flecha/luz están dentro del rango habitual para la tipología estructural y dimensiones del viaducto ensayado.

- Se han alcanzado los siguientes porcentajes de recuperación:

ESTÁTICA	FLECHAS		DEFORMACIONES
	MÍNIMO	MEDIO	
1	95	98	100
2	94	98	83
3	95	97	100

La recuperación obtenida en la deformación medida en la estática 2 es ligeramente inferior al 85% indicado como límite en la ITPF para puentes de hormigón pretensado. En nuestra opinión esta recuperación se puede considerar admisible si tenemos en cuenta que en las estáticas 1 y 3 la recuperación de este canal ha sido del 100%.

Las recuperaciones señaladas como completas (100%) lo son únicamente de acuerdo a la sensibilidad del aparato que las registra. Así, un aparato con sensibilidad del 2% de la medida registrada no podrá dar lugar a una recuperación superior al 98%. Con el uso del 100% se quiere dar a entender únicamente que el valor residual no alcanza los márgenes de sensibilidad de la instrumentación.

8.2. PRUEBA DINÁMICA

Al no realizarse nada más que una prueba dinámica a 10 km/h (era la única velocidad permitida en el momento de la prueba de carga) no se ha podido determinar el coeficiente de impacto, la frecuencia y el amortiguamiento de la estructura.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo expuesto en los apartados precedentes, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Las flechas máximas medidas en los ensayos pueden considerarse aceptables.
- El modelo estructural adoptado identifica adecuadamente el comportamiento de la estructura.
- Las recuperaciones obtenidas se pueden considerar completas e instantáneas, por lo que se puede deducir que la estructura ha trabajado en régimen elástico.

Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE-1

Durante la realización de la prueba no se detectó la aparición de fisuras o cualquier otro tipo de daños.

De acuerdo con todo lo anterior, puede establecerse que el comportamiento de la estructura durante la prueba ha sido satisfactorio.

El presente documento consta de 26 páginas numeradas y selladas y de 9 anejos.

Madrid, 18 de marzo de 2010

POR EL DEPARTAMENTO DE
CONTROLES ESPECIALES



Fdo. Noemí Pérez García
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

EL JEFE DE LA SECCIÓN DE
ESTRUCTURAS



Fdo. José Ramón Arroyo Arroyo
Ingeniero Industrial

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE
CONTROLES ESPECIALES



Fdo. Ramón Álvarez Cabal
Dr. Ingeniero Industrial

EL DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE
CONTROL DE PROYECTO



Fdo. Justo Díaz Lozano
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



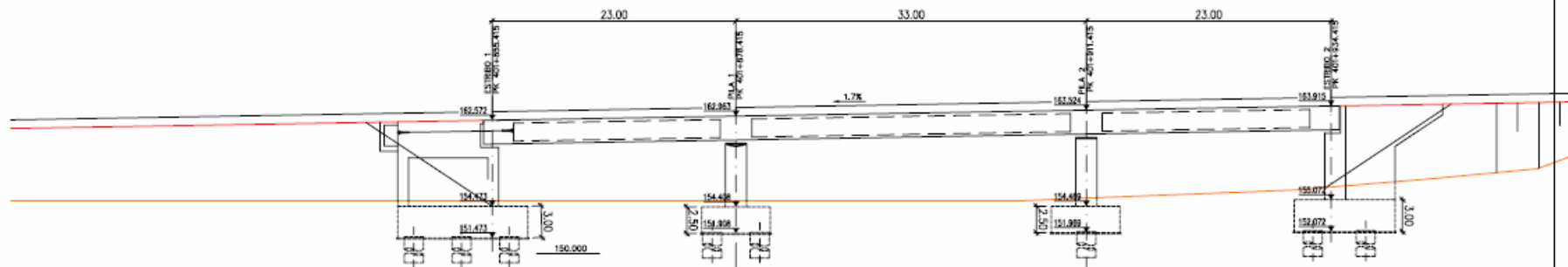
Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

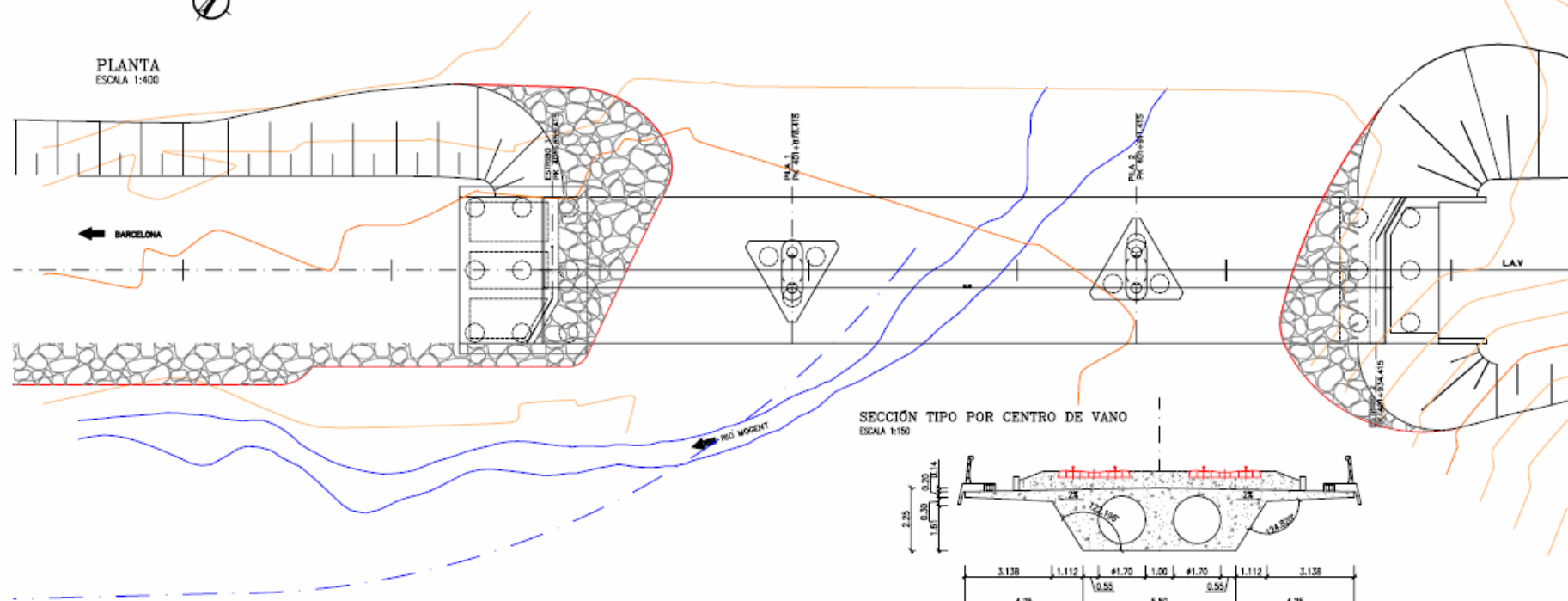
Refª.: I/OC-10002/CE-1

ANEJO 1: DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL ADIF

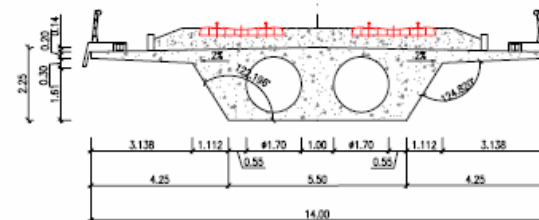
PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA 1:400



PLANTA
ESCALA 1:400



SECCIÓN TIPO POR CENTRO DE VANO
ESCALA 1:150



PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TÍTULO: LAV. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA, SANTO - FLORES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LUNARS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fdo. JUAN LUIS MONJAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fdo. JOSE LUIS HERNANDEZ RAZ

CONSULTOR
(ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

ESCALA NORMAL
1:400
1:150
Número Gráfica

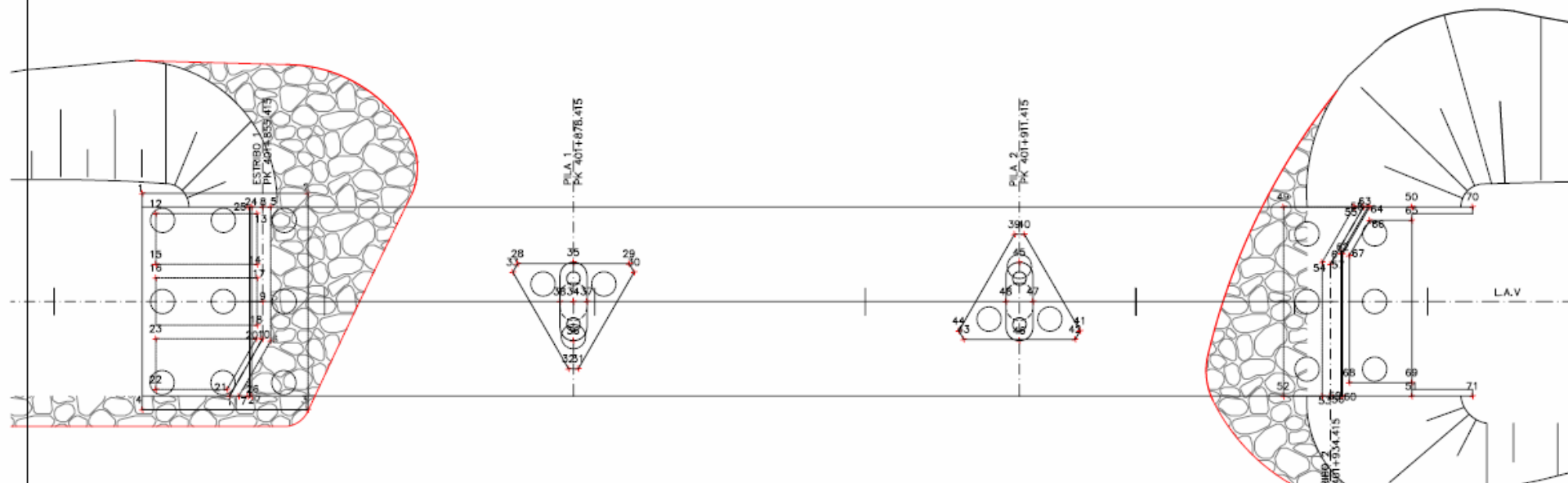
0 10.0 m
0 3.75 m

FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
PLANTA, ALZADO Y SECCIÓN

Nº DE PLANO
5,12,1
Hoja 1 de 2

PLANTA REPLANTEO



NÚMERO	COORD.X	COORD.Y
1	447708.354	4608201.071
2	447718.279	4608208.251
3	447727.657	4608195.286
4	447717.731	4608188.107
5	447716.637	4608205.829
6	447722.446	4608197.798
7	447722.929	4608193.100
8	447716.151	4608205.477
9	447720.254	4608199.805
10	447721.865	4608197.577
11	447722.368	4608192.694
12	447710.043	4608200.442
13	447716.120	4608204.837
14	447718.318	4608201.799
15	447712.241	4608197.403
16	447712.827	4608196.593
17	447718.904	4608200.989
18	447720.955	4608198.153
19	447714.878	4608193.757
20	447721.491	4608197.306
21	447721.935	4608192.999
22	447717.662	4608189.908
23	447715.464	4608192.947
24	447715.504	4608205.007

NÚMERO	COORD.X	COORD.Y
25	447715.260	4608204.832
26	447723.708	4608193.664
27	447723.465	4608193.488
28	447733.908	4608213.136
29	447740.590	4608217.969
30	447741.252	4608217.673
31	447742.096	4608209.470
32	447741.509	4608209.045
33	447733.982	4608212.415
34	447738.890	4608213.285
35	447737.190	4608215.634
36	447740.589	4608210.935
37	447739.700	4608213.871
38	447738.079	4608212.699
39	447762.422	4608236.440
40	447763.009	4608236.865
41	447770.536	4608233.494
42	447770.610	4608232.774
43	447763.927	4608227.940
44	447763.266	4608228.237
45	447763.929	4608234.975
46	447767.328	4608230.275
47	447766.439	4608233.211
48	447764.818	4608232.039
49	447777.350	4608249.741

NÚMERO	COORD.X	COORD.Y
50	447785.047	4608255.309
51	447793.254	4608243.966
52	447785.555	4608238.397
53	447787.881	4608240.080
54	447782.073	4608248.110
55	447781.589	4608252.808
56	447788.367	4608240.432
57	447782.653	4608248.332
58	447782.151	4608253.214
59	447789.016	4608240.901
60	447789.097	4608240.959
61	447782.832	4608249.449
62	447782.929	4608249.486
63	447782.424	4608253.412
64	447782.518	4608253.480
65	447785.635	4608254.500
66	447783.104	4608252.669
67	447783.413	4608249.671
68	447788.916	4608242.063
69	447792.668	4608244.777
70	447788.694	4608257.946
71	447796.899	4608246.602



PROYECTO CONSTRUIR DE PLATAFORMA
TÍTULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERES
SUBTRAMO: LA Roca del Vallès - Lluçanès del Vallès

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIR DE PLATAFORMA
Firma: JUAN LUIS MONJAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIR DE PLATAFORMA
Firma: JOSE LUIS HERRÍAS 047

CONSULTOR
(ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL
Ingeniería de Infraestructuras

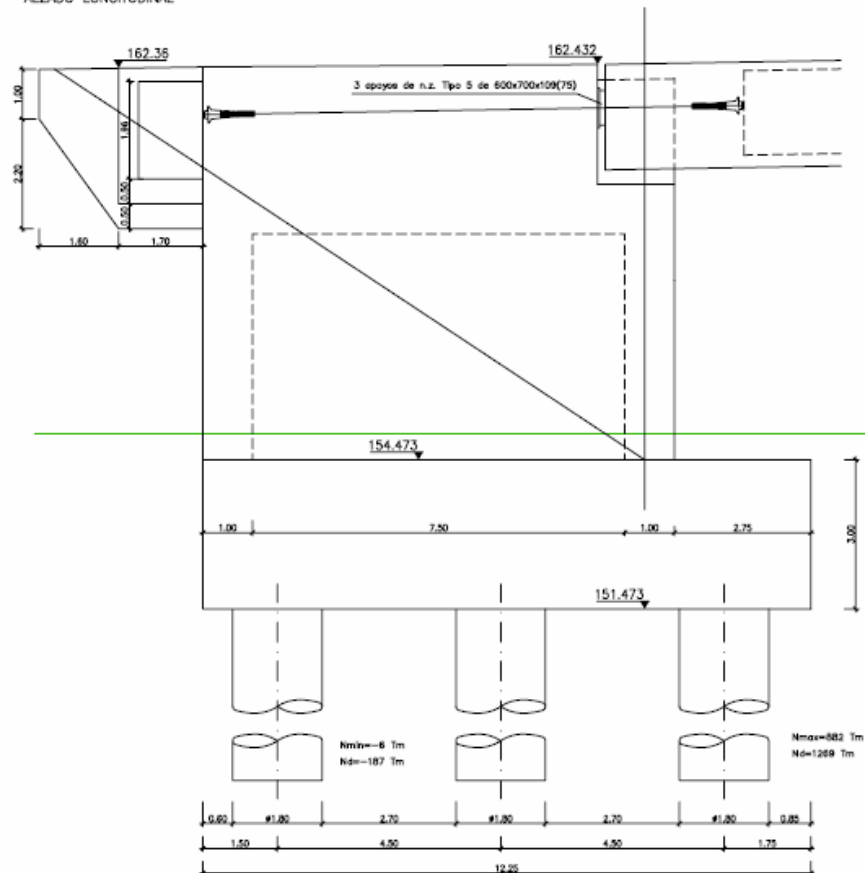
ESCALA NORMAL
1:400
1:150
Número Gráfica
0 10,0 m
3,75 m

FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
PLANTA DE REPLANTEO

Nº DE PLANO
5,1,2,1
Hoja 2 de 2

ALZADO LONGITUDINAL



1 apoyo tipo POT unidireccional 1 apoyo tipo POT multidireccional

Npp+ap=208 Tm. Ho compatible, longitud=0 Tm. Hvento= 4 Tm.

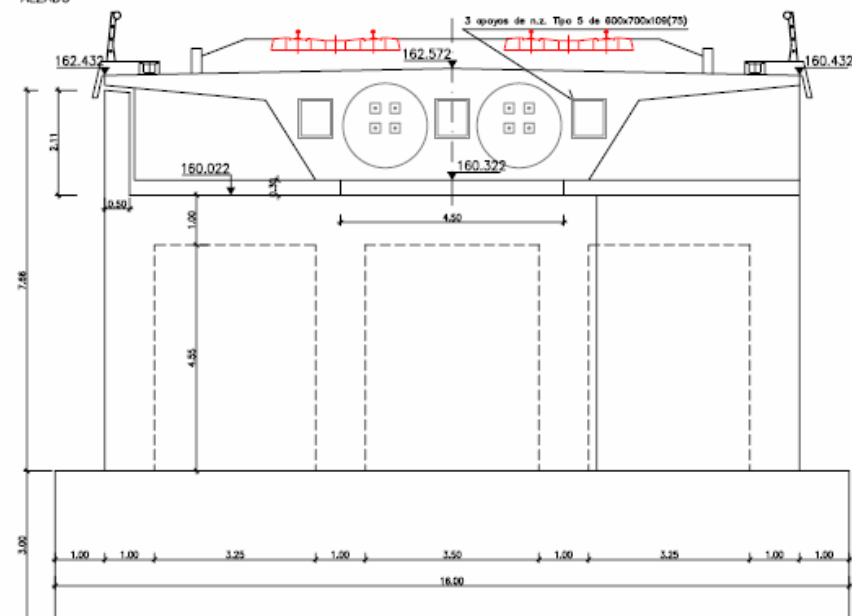
Nmax=429 Tm. Ho compatible, longitud=0 Tm. Hvento= 4 Tm.

Nmin=143 Tm. Ho compatible, longitud=0 Tm. Hvento= 4 Tm.

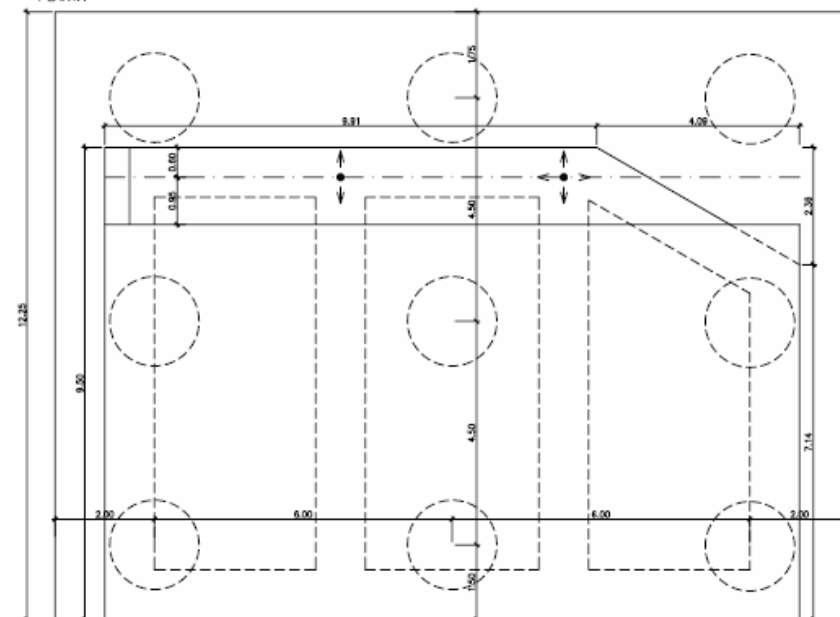
Acorchamiento=10 mm. Alargamiento=10 mm. (Longitudinal)

Modulento en sentido transversal= +/-10 mm.

ALZADO



PLANTA



PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA
TÍTULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERAS
SITIO: LA ROCA DEL VALLES - L'ENAR DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCCIÓN:
Fco. JUAN LUIS MONARÉS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCCIÓN:
Fco. JOSÉ LUIS HERRÍAS 847

CONSULTOR
(ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

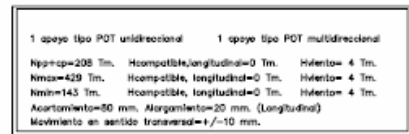
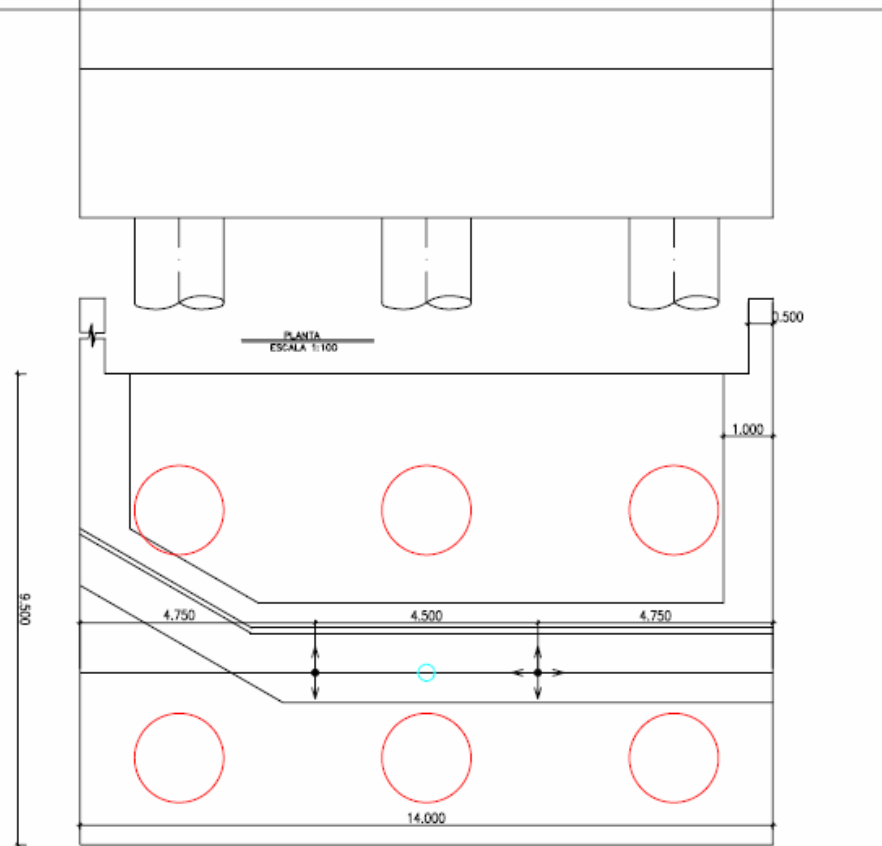
ESCALA NORMAL
1:100
Número Gráfica

0 2.50 m

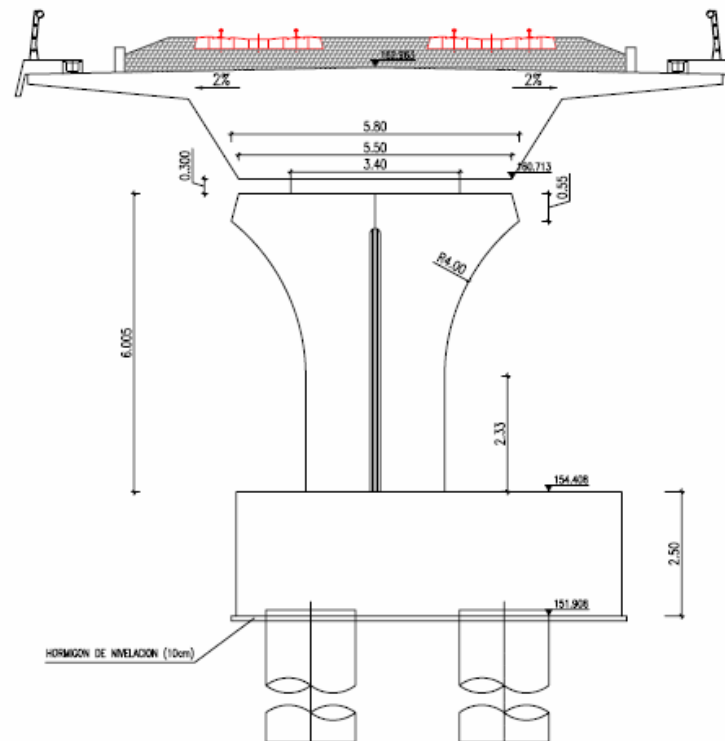
FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
ESTRIBO 1. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA.

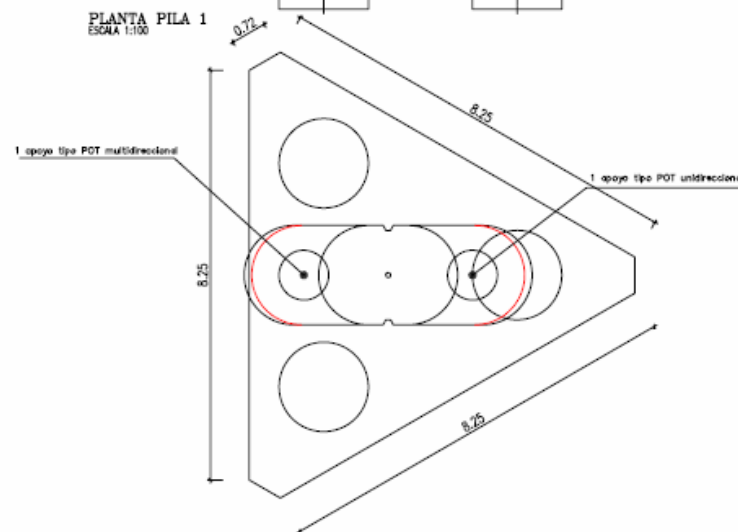
Nº DE PLANO
5.1.2.2
Hoja 1 de 11



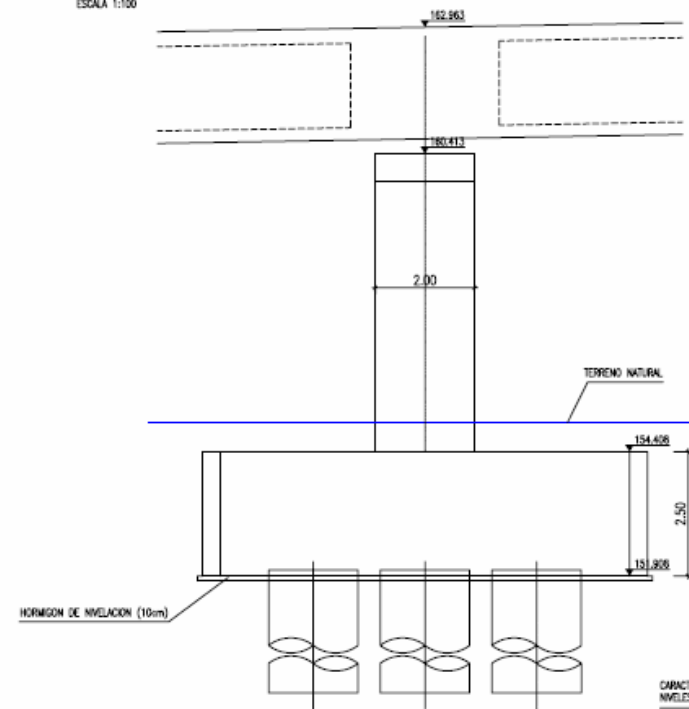
ALZADO PILA 1
ESCALA 1:100



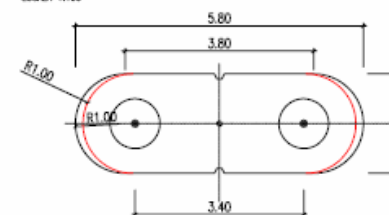
PLANTA PILA 1
ESCALA 1:100



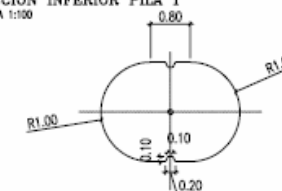
ALZADO PILA 1
ESCALA 1:100



CORONACIÓN PILA 1
ESCALA 1:100



SECCIÓN INFERIOR PILA 1
ESCALA 1:100



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES
NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

HORMIGONES			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	CONTROL	7
TABLERO	HP-40/P/20/10	ESTADÍSTICO	1.50
ALZADOS DE PILAS	HA-30/R/20/10	ESTADÍSTICO	1.50
CIMENTACIONES Y ESTRIBOS	HA-25/R/20/10	ESTADÍSTICO	1.50
NIVELACIÓN	HM-15	-	-

ACEROS			
ACEROS	TIPO	CONTROL	7
ACERO PARA ARMAR CORRUGADO	B 500 S	NORMAL	1.15
ACERO PARA TESAR	Y 1660 S7	NORMAL	1.15

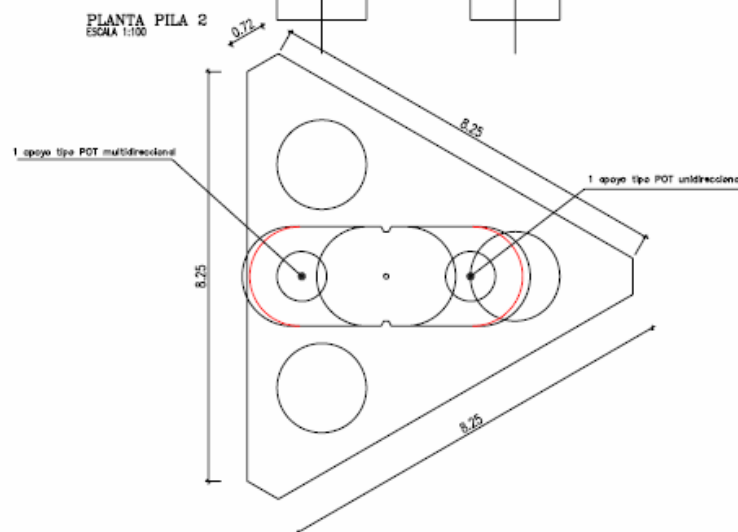
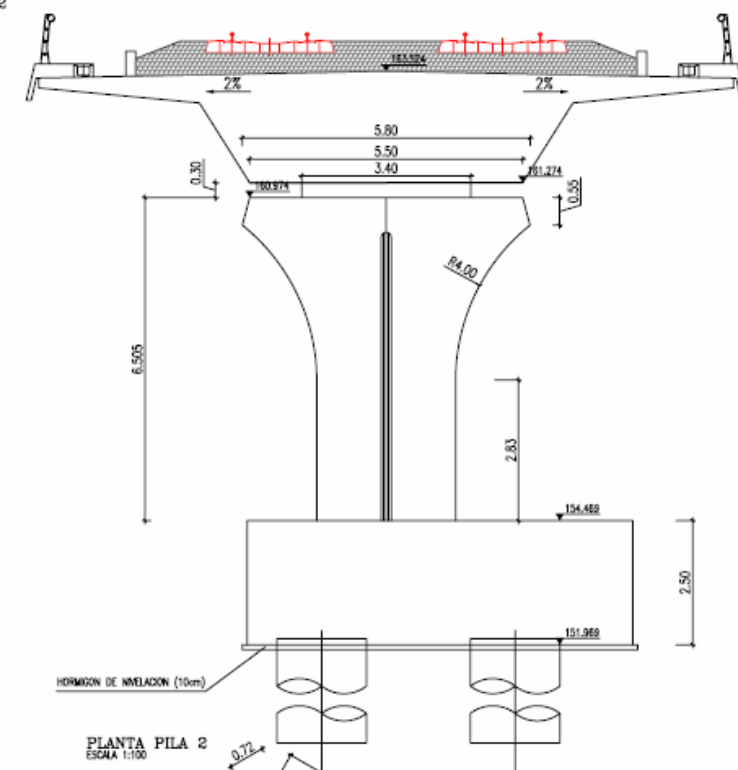
EJECUCIÓN DE LA OBRA

ELEMENTOS IN SITU CONTROL INTENSO.
COEFICIENTES DE MAYORACIÓN DE LAS ACCIONES SEGÚN EHE.
RECUBRIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS EN EL TABLERO: 25 mm.

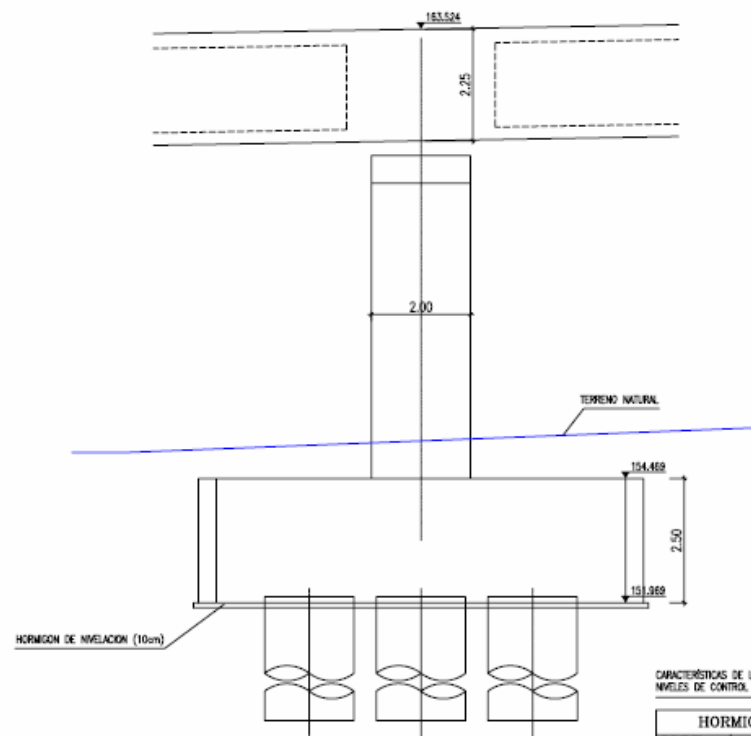
RECUBRIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS EN EL RESTO DE LOS ELEMENTOS: 30 mm.

- LA CIMENTACIÓN PENETRARÁ EN EL SUELO HASTA CONSEGUIR UNA TENSION DE TRABAJO DE 1088 Tn.
- LA PROFUNDIDAD ESTIMADA ES DE 15 m.
- VER DETALLES DE APARATOS DE APOYO EN EL PLANO DE DEFINICIÓN DE

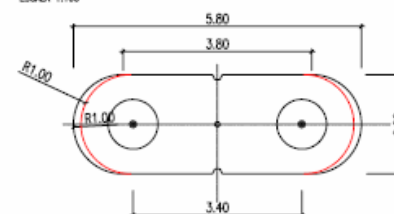
ALZADO PILA 2
ESCALA 1:100



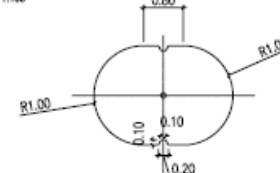
ALZADO PILA 2
ESCALA 1:100



CORONACIÓN PILA 2
ESCALA 1:100



SECCIÓN INFERIOR PILA 2
ESCALA 1:100



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES
NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

HORMIGONES			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	CONTROL	?
TABLERO	HP-40/P/20/9a	ESTADÍSTICO	1.50
ALZADOS DE PLAS	HA-30/B/20/9a	ESTADÍSTICO	1.50
CIMENTACIONES Y ESTIBOS	HA-25/B/20/9a	ESTADÍSTICO	1.50
NIVELACIÓN	HM-15	-	-

ACEROS			
ACEROS	TIPO	CONTROL	?
ACERO PARA ARMAR CORRUGADO	B 500 S	NORMAL	1.15
ACERO PARA TESAR	Y 1860 S7	NORMAL	1.15

EJECUCIÓN DE LA OBRA
ELEMENTOS IN SITU CONTROL INTENSO
COEFICIENTES DE MAYORACIÓN DE LAS ACCIONES SEGÚN EHE
REQUERIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS EN EL TABLERO: 25 mm.
REQUERIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS EN EL RESTO DE LOS ELEMENTOS: 30 mm.

- LA CIMENTACIÓN PENETRARÁ EN EL SUELO HASTA CONSEGUIR UNA TENSIÓN DE TRABAJO DE 100% f_{tk} .
- LA PROFUNDIDAD ESTIMADA ES DE 15 m.
- VER DETALLES DE APUNTOS DE APOYO EN EL PLANO DE DEFINICIÓN DE



PROYECTO CONTROLADO DE PLATAFORMA
TÍTULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LINARE DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fdo: JUAN LUIS MONARÉS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fdo: JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ 847

CONSULTOR
(ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

ESCALA NOMINAL
1:100
Número: Gráfica

0 2.50 m

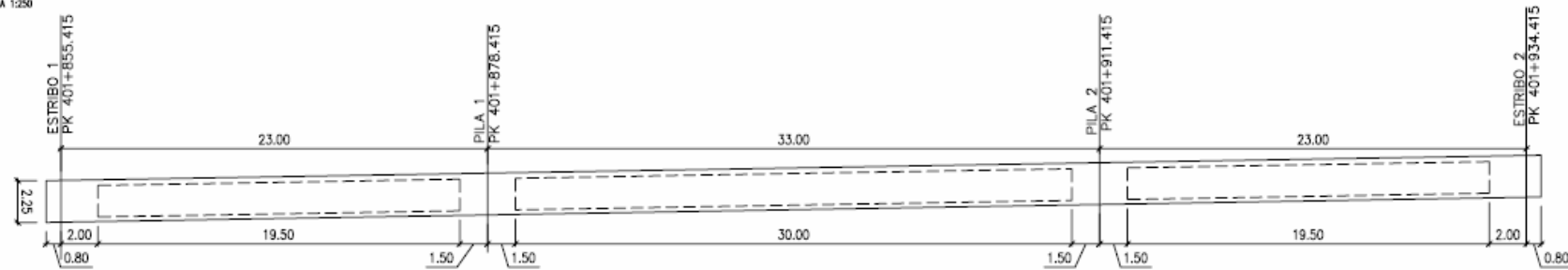
FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
PILA 2. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Nº DE PLANO
5.1.2.3
Hoja 2 de 4

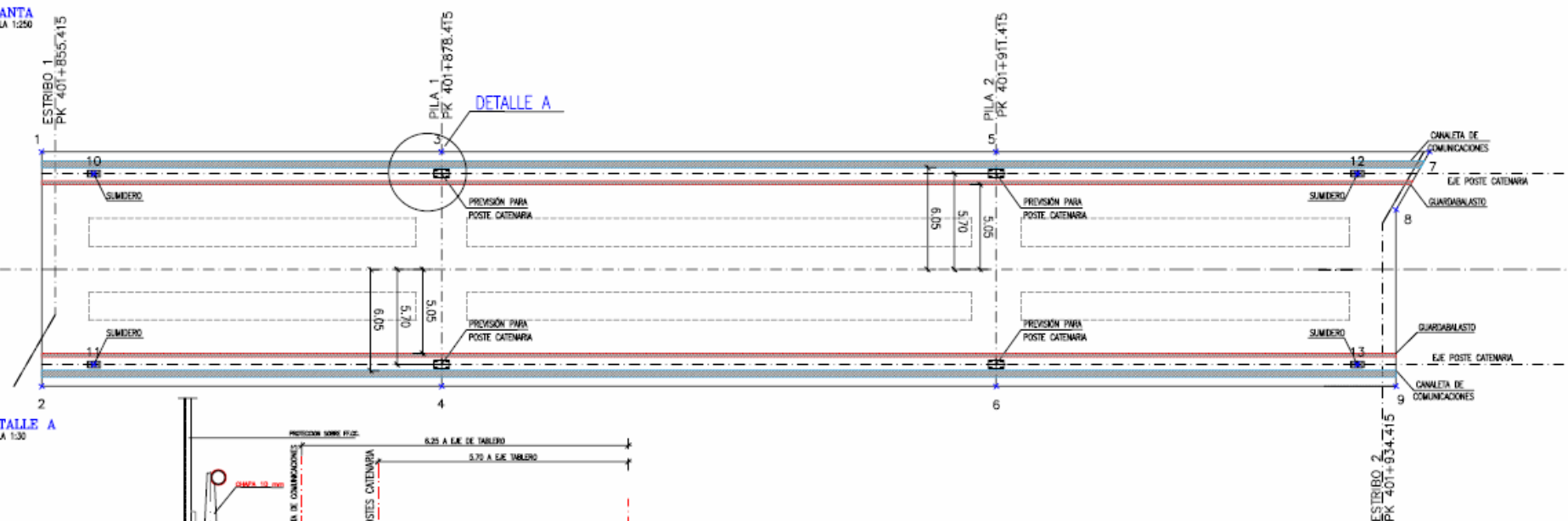
PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA 1:250



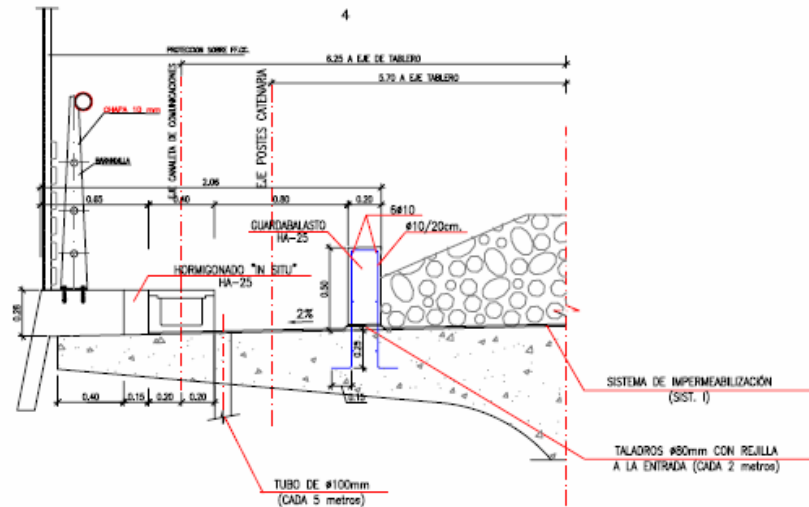
PLANTA

ESCALA 1:250



DETALLE A

ESCALA 1:30



NÚMERO	COORD.X	COORD.Y
1	447715.503	4608205.008
2	447723.708	4608193.664
3	447734.787	4608218.956
4	447742.992	4608207.613
5	447761.526	4608238.297
6	447769.731	4608226.953
7	447782.424	4608253.412
8	447782.832	4608249.449
9	447789.015	4608240.901
10	447718.777	4608205.772
11	447725.458	4608196.535
12	447779.714	4608249.847
13	447786.395	4608240.610



PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA
TÍTULO: I.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - L'ENARD DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCCION:
FELIX JUAN LUIS MONJAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCCION:
FELIX JOSE LUIS HERNANDEZ

CONSULTOR
(ARREGLADO AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

ESCALA NORMAL
1:250
1:30
Numerica
Gráfica



FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
TABLERO, REPLANTEO

Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 1 de 10

PLANTA
ESCALA 1:250



	APARATO DE APOYO MULTIDIRECCIONAL									
	h1	h2	POT	B5	L5	DM	DM'	DP	ØD2	
E1 DERECHO	104	103,5	92,5	505	600	564	469	363	465	
PILA 1 DERECHA	86	86	128	870	905	857	822	629	825	
PILA 2 DERECHA	86	86	128	870	905	857	822	629	825	
E2 DERECHO	74	73,5	92,5	505	600	564	469	363	465	

Cotas en milímetros

	APARATO DE APOYO UNIDIRECCIONAL									
	h1	h2	POT	B5	L5	DM	DM'	DP	ØD2	
E1 IZQUIERDO	99	98,5	102,5	485	605	569	449	363	465	
PILA 1 IZQUIERDA	81	81	138	850	905	857	802	629	825	
PILA 2 IZQUIERDA	81	81	138	850	905	857	802	629	825	
E2 IZQUIERDO	69	68,5	102,5	485	605	569	449	363	465	

Cotas en milímetros

NOTA:
 APOYO EN MOVIMIENTO LIBRE LONGITUDINAL (GG)
 APOYO EN MOVIMIENTOS LIBRES LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL (GL)

APOYO	TIPO	COORDENADAS APOYOS	
		COORD. X	COORD. Y
(A)	GG-4280-128-130	447718,935	4608201,628
(B)	GL-4290-130-20	447721,572	4608197,982
(C)	GG-13650-410-100	447737,893	4608214,662
(D)	GL-13650-100-20	447739,886	4608211,908
(E)	GG-13650-410-100	447764,632	4608234,002
(F)	GL-13650-100-20	447766,625	4608231,248
(G)	GG-4290-128-130	447782,946	4608247,927
(H)	GL-4290-130-20	447785,584	4608244,281

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES
NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

HORMIGONES			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	CONTROL	7
TABLERO	HP-40/P/20/1a	ESTADÍSTICO	1,50
ALZADOS DE PILAS	HA-30/B/20/1a	ESTADÍSTICO	1,50
CIMENTACIONES Y ESTRIBOS	HA-25/B/20/1a	ESTADÍSTICO	1,50
NIVELACIÓN	HM-15	-	-

ACEROS			
ACEROS	TIPO	CONTROL	7
ACERO PARA ARMAR CORRUGADO	B 500 S	NORMAL	1,15
ACERO PARA TESAR	Y 1860 S7	NORMAL	1,15

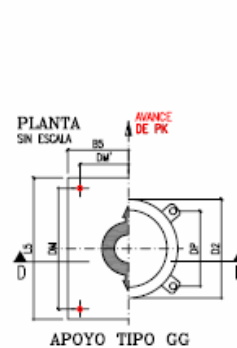
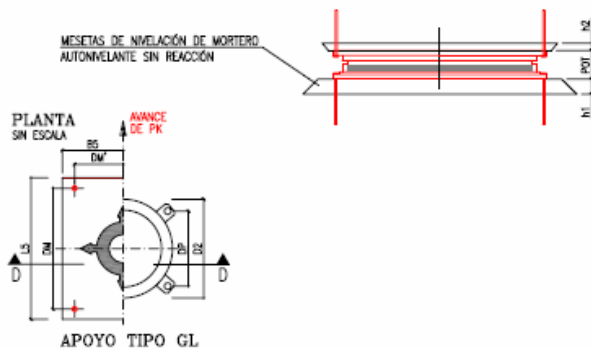
EJECUCIÓN DE LA OBRA

ELEMENTOS IN SITU CONTROL INTENSO.
COEFICIENTES DE MAYORACIÓN DE LAS ACCIONES SEGÚN EHE.

RECUBRIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS EN EL TABLERO: 25 mm.

RECUBRIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS EN EL RESTO DE LOS ELEMENTOS: 30 mm.

MESETAS DE NIVELACIÓN DE MORTERO AUTONIVELANTE SIN REACCIÓN



PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TÍTULO: I.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES-LIÑARES DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fco. JUAN LUIS MONJAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fco. JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ 847

CONSULTOR
(ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

ESCALA NORMAL
1:250
Número Gráfica

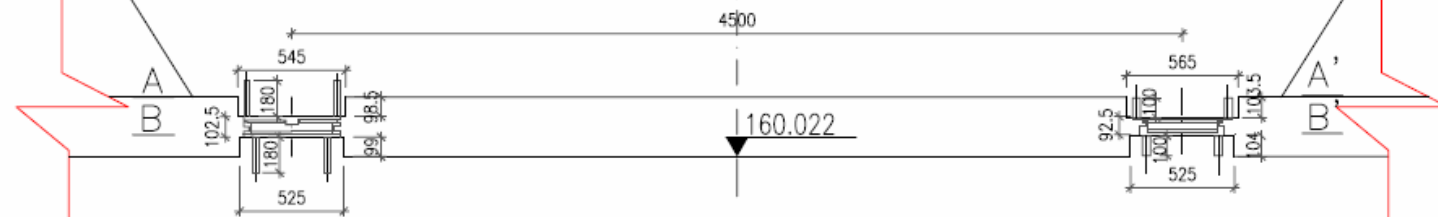
0 6,25 m

FECHA
DICIEMBRE 2007

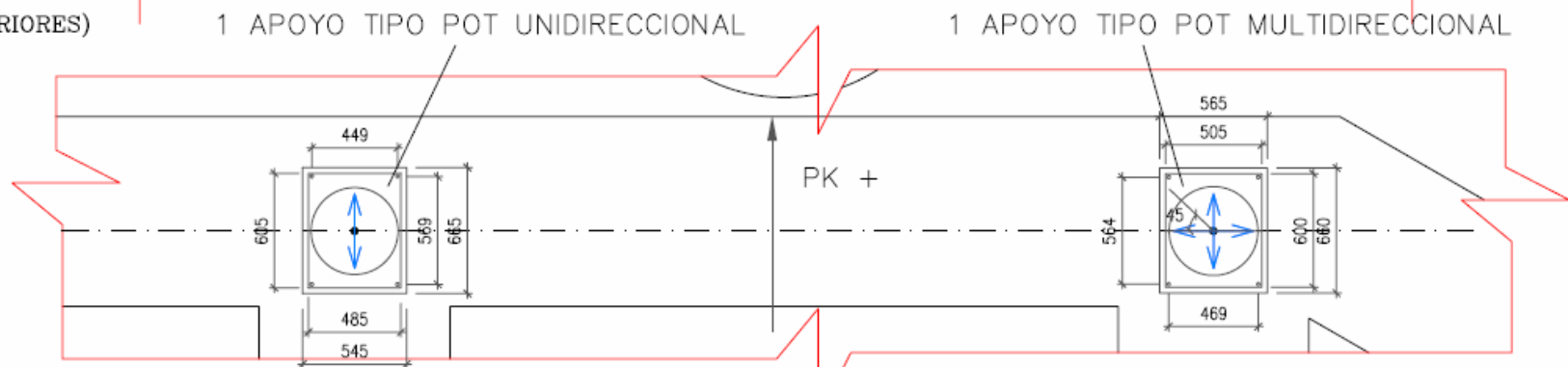
TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
TABLERO. DEFINICIÓN DE LOS APARATOS DE APOYO (I)

Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 2 de 10

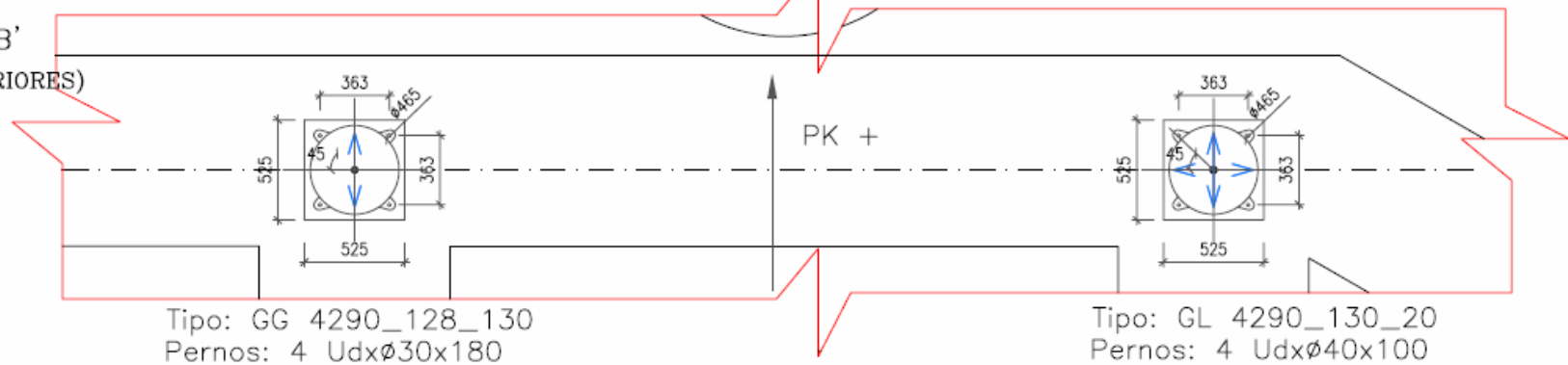
ALZADO
ESCALA 1:25



SECCIÓN A-A'
(MESETAS SUPERIORES)
ESCALA 1:25



SECCIÓN B-B'
(MESETAS INFERIORES)
ESCALA 1:25



PROYECTO CONSTRUCIÓN DE PLATAFORMA
TÍTULO: I.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - L'ENARD DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCIÓN:
Firma: JUAN LUIS MORALES TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCIÓN:
Firma: JOSE LUIS HERNANDEZ

CONSULTOR
(ARRESTA AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

ESCALA NORMAL
1:25
Número: Gráfica:

0 0.625 m

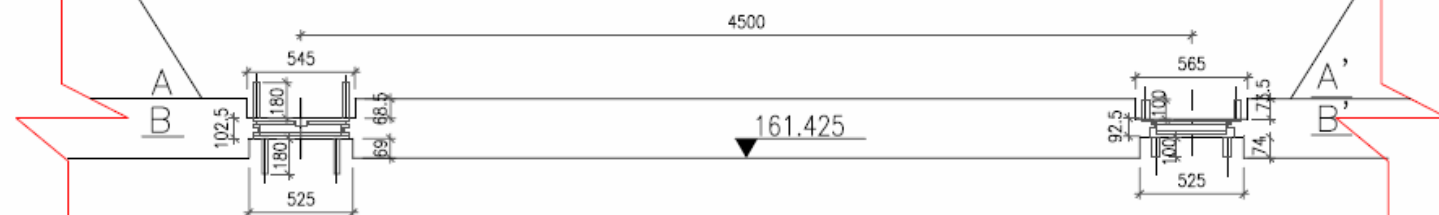
FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
DETALLES MESETAS APOYOS POT ESTRIBO 1

Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 3 de 10

ALZADO

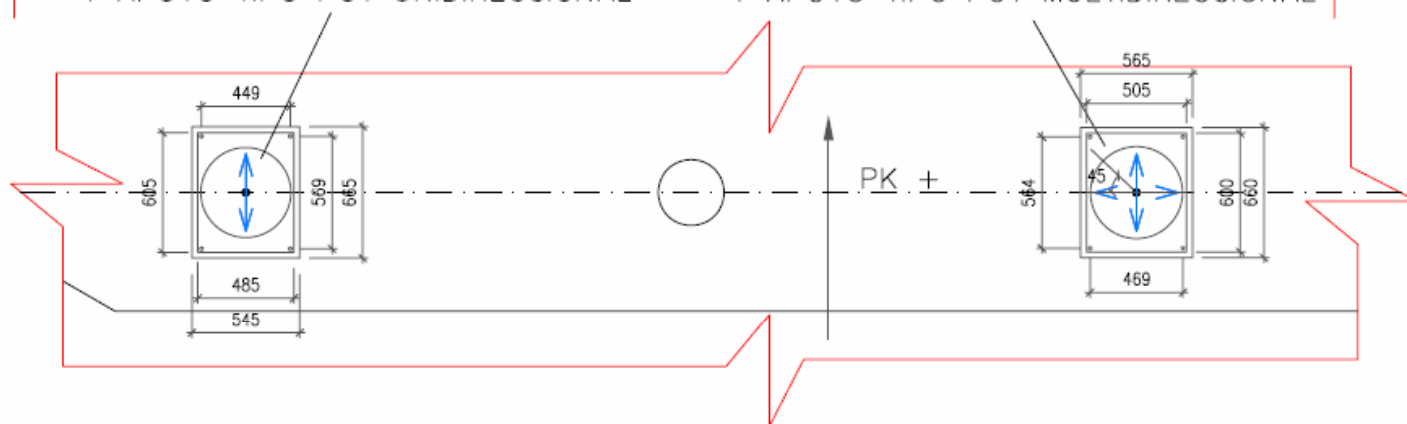
ESCALA 1:25



SECCIÓN A-A'

(MESETAS SUPERIORES)

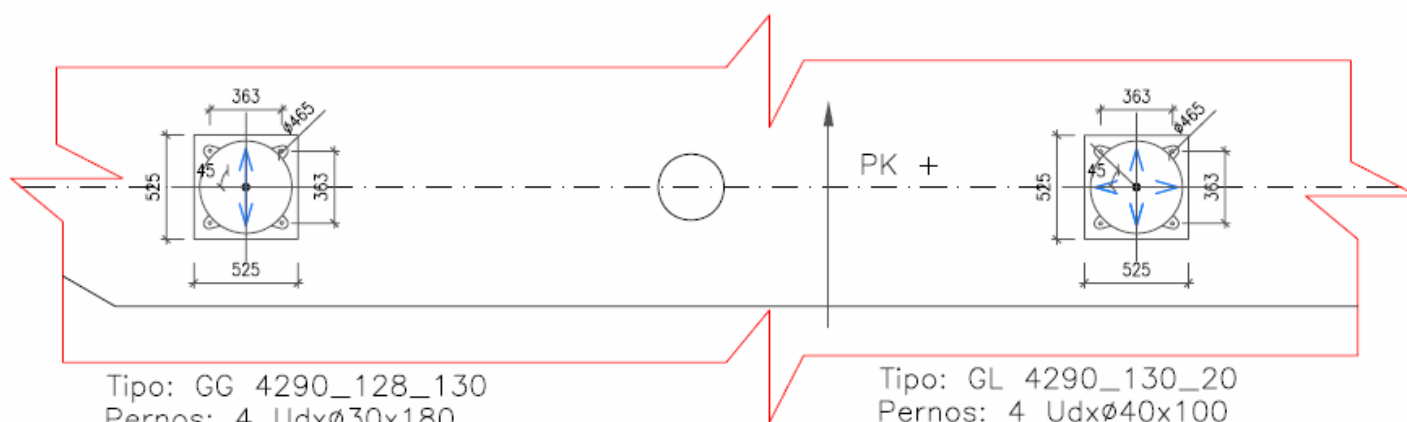
ESCALA 1:25



SECCIÓN B-B'

(MESETAS INFERIORES)

ESCALA 1:25



Tipo: GG 4290_128_130
Pernos: 4 UdxØ30x180

Tipo: GL 4290_130_20
Pernos: 4 UdxØ40x100



PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TÍTULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES-LIÑERS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
FELIX JUAN LUIS MOLINER TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
FELIX JOSE LUIS HERVÁS 942

CONSULTOR
(ASISTENTE AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

ESCALA NORMAL
1:25
Numeros Grillas

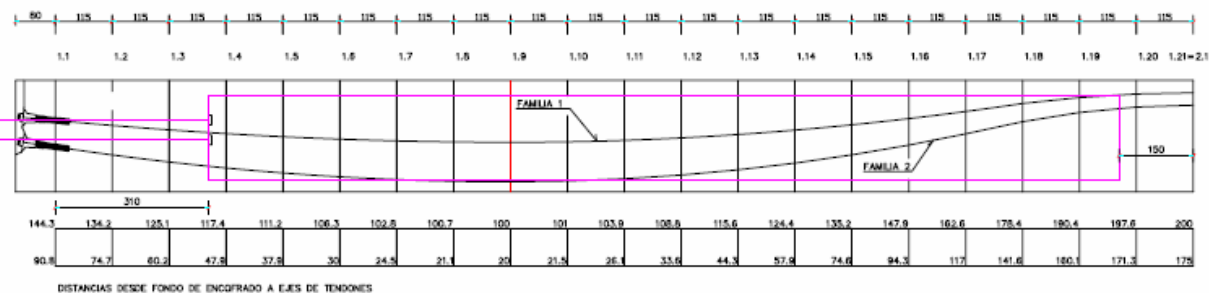
0 0.625 m

FECHA
DICIEMBRE 2007

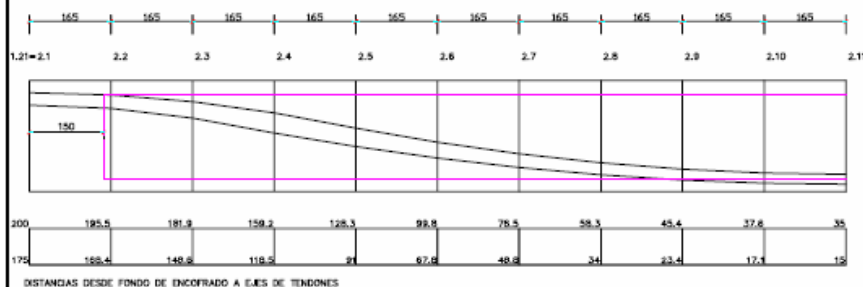
TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
DETALLES MESETAS APOYOS POT ESTRIBO 2

Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 4 de 10

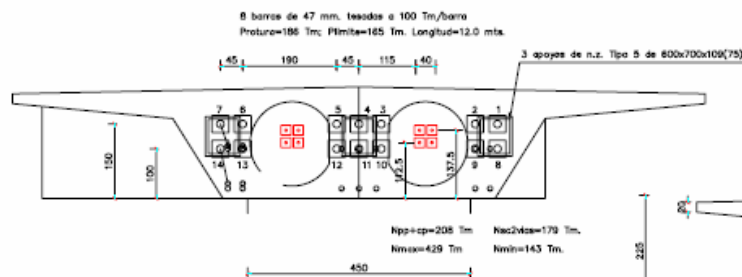
8 barras de 47 mm, teadas a 100 Tm/barra
Protura=186 Tm; Pímita=165 Tm. Longitud=12.0 mts.



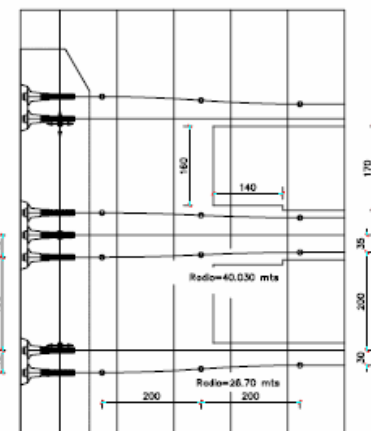
ALZADO PRETENSADO VANO 1.3
Escala 1/100. Cotas en cm.



ALZADO PRETENSADO VANO 2
Escala 1/100. Cotas en cm.

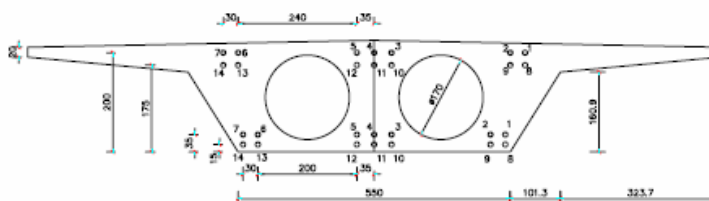


VISTA DE ANCLAJES EN ESTRIBOS
Escala 1/100. Cotas en cm.



DESVIACIÓN EN PLANTA DE 7,14,5,12,3,10,1,8
Escala 1/100. Cotas en cm.

Nota: Los unidades 1,2,7,8,9,13,14 se mueven linealmente, en planta, entre las secciones 1.11- 1.21 2.1 - 2.21 y 3.1-3.11 (entre cada sección base se desplazan 4 cms.)



SECCIÓN 1.21-2.11
Escala 1/100. Cotas en cm.

NOTAS SOBRE EL PRETENSADO LONGITUDINAL

1) DEFINICIÓN

Se disponen 14 tendones de (19x0.8") que corren desde un extremo al otro del tablero, disponiendo anclajes activos en ambos extremos, teando desde un extremo y reteando desde el otro.

TODAS LAS UNIDADES DE PRETENSADO SON IGUALES Y TIENEN LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

COMPOSICIÓN: 19 TORNES DE 0.8" (19x0.8")
ÁREA UNITARIA: 60 = 3548 mm²
DIÁMETRO INTERIOR DE LA VAINA: 100 mm.
PLACAS DE ANCLAJE: 340 x 340 mm².
PESO POR ALI: 20.84 Kg/ml.
LONGITUD DE LOS TENDONES: (Ver Cuadro)

LONGITUD APROXIMADA DE LOS TENDONES (MEDIDA EN EL EJE DE LA VIGA)

FAMILIA 1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

80.64 88.90

2) PRETENSADO DEFINITIVO

A los 7 días como mínimo, y siempre procederá al teado definitivo. Cada tendón se teará a una fuerza de 384 Kg. de talca no mayor de 8 mm. Para el teado se respetará estrictamente el orden que se indica en el siguiente cuadro:

ORDEN DE PUESTA EN TENSIÓN													
4	11	3	10	5	12	2	9	6	13	1	8	7	14

3) CALIDAD DEL ACERO DE PRETENSADO

Carga de rotura característica: $R_{pk} \geq 190 \text{ Kg/mm}^2$.
Módulo Elástico: $E_{p0} \geq 19500 \text{ Kg/mm}^2$.
Límite Elástico característico: 0.5% , $R_{yk} \geq 171 \text{ Kg/mm}^2$.
Alargamiento en rotura sobre 500 mm.: ≥ 0.035 .
Relación σ_{p0} a 1000 h: $\sigma_{p0} = 0.7\sigma_{pk}$, a 20, $\sigma_{p0} < 2.0\sigma_{yk}$

4) ALARGAMIENTO PREVISTO (mm)

Medido antes de la penetración de aceites y contando con $E_{p0} = 20000 \text{ Kg/mm}^2$, resulta:

FAMILIA	1	2
EXTREMO 1	478	480
EXTREMO 2	51	53

5) INYECCIÓN

Se inyectará con mortero de cemento y plastificante los tendones a una presión mínima de 5 atmósferas. La entrada de lechada se realizará por los puntos bajos de los cables, dejando respiraderos en los puntos altos sobre las pletas y los anillos. Una vez que la lechada homogénea saque al exterior por los respiraderos, se cierrarán los anillos y se elevará la presión de la lechada hasta 6 atmósferas. Relación agua/cemento de la lechada = 0.40.



PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA
TITULO: L.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES-LUNARS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCCIÓN:
FELIX JUAN LUIS MOLINER TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCCIÓN:
FELIX JOSE LUIS HERNANDEZ 942

CONSULTOR
(ASESORIA EN EL CONTROL DE OBRAS)
SERCALSA

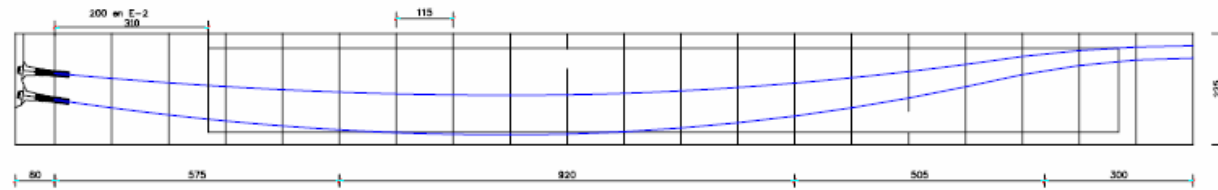
ESCALA NORMAL
1:100
Número Gráfica

0 2.50 m

FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
TABLERO. PRETENSADO (I)

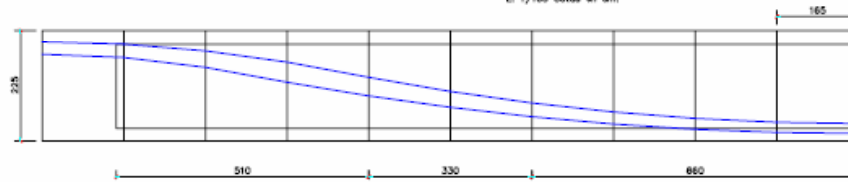
Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 5 de 10



1	#20/15	#20/20	#16/20	#20/20	#20/15
2		1#20/20	2#12/40	1#12/20	1#16/20
3		2#20/20	2#16/20	2#20/20	
4		1#20/20	1#16/20	1#20/20	
5		#20/20	#12/20	#16/20	
6	#25/15	#25/20	#20/20+#16/20	#25/20	#25/15
7	#16/15	#16/20	#12/20	#16/20	#16/15

11#20/20

ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA ARMADURA PASIVA
E. 1/100 Cotas en cm.



1	#20/15	#20/20	#16/20	2#12/40
2		1#16/20	1#12/20	2#12/40
3		2#20/20	2#16/20	
4		1#20/20	1#16/20	
5		#16/20	#12/20	
6	#25/15	#25/20	#20/20+#16/20	
7	#16/15	#16/20	#12/20	

11#20/20 11#20/20 11#20/20

ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA ARMADURA PASIVA
E. 1/100 Cotas en cm.

L=12 metros
11#20/20 11#20/20 11#20/20
L=6 metros
11#20/20 11#20/20

NOTAS SOBRE SOLAPES

La longitud de solapes ser la indicada en el cuadro adjunto
Solape en la misma sección

		Sin E.D.	Con E.D.
	# de barra (+)	Longitud de solape	Longitud de solape
Zona de buena adherencia (Inf.)	#10	50cm.	70cm.
	#12	60cm.	85cm.
	#16	85cm.	115cm.
	#20	105cm.	140cm.
	#25	150cm.	200cm.
Zona de mala adherencia (Sup.)	#10	75cm.	90cm.
	#12	90cm.	110cm.
	#16	120cm.	145cm.
	#20	150cm.	180cm.
	#25	210cm.	260cm.

NOTA SOBRE RECURSIVOS

LOS RECURSIVOS SERAN DE 3.5 CM A LA BARRA EXTERIOR

CONDICIONES

HORMIGÓN

-TABLEROS: HP-35/S/12/12 : $f_{cd} \geq 35$ N/mm².

Relación Agua/Cemento: 0.43.

Contenido Máximo de Cemento: 400 Kg/m³.

El hormigón llegar a la obra con consistencia seca debiendo probarse a consistencia fluida mediante la adición de un superplastificante.

ACERO

-CORRUPTO: SMOBOLD #B 500 S: $f_{cd} \geq 500$ N/mm².

NIVELES DE CORROSIÓN

-MATERIALES INTENSOS

ELU $f_{cd} = 1.5$; $f_{cd} = 1.15$

ELU $f_{cd} = 1.0$; $f_{cd} = 1.00$

-EJECUCIÓN : INTENSOS

ELU $f_{cd} = 1.35$; $f_{cd} = 1.00$; $f_{cd} = 1.50$; $f_{cd} = 1.50$

ELU $f_{cd} = 1.00$; $f_{cd} = 1.00$; $f_{cd} = 1.00$; $f_{cd} = 1.00$



PROYECTO CONSTRUCIÓN DE PLATAFORMA
TITULO: L-V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LUNARS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCIÓN:
Fdo. JUAN LUIS MOLINEROS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCIÓN:
Fdo. JOSE LUIS HERRERAS SÁEZ

COMISIÓN
(ASISTENTE AL CONTROL DE OBRAS):
SERCAL

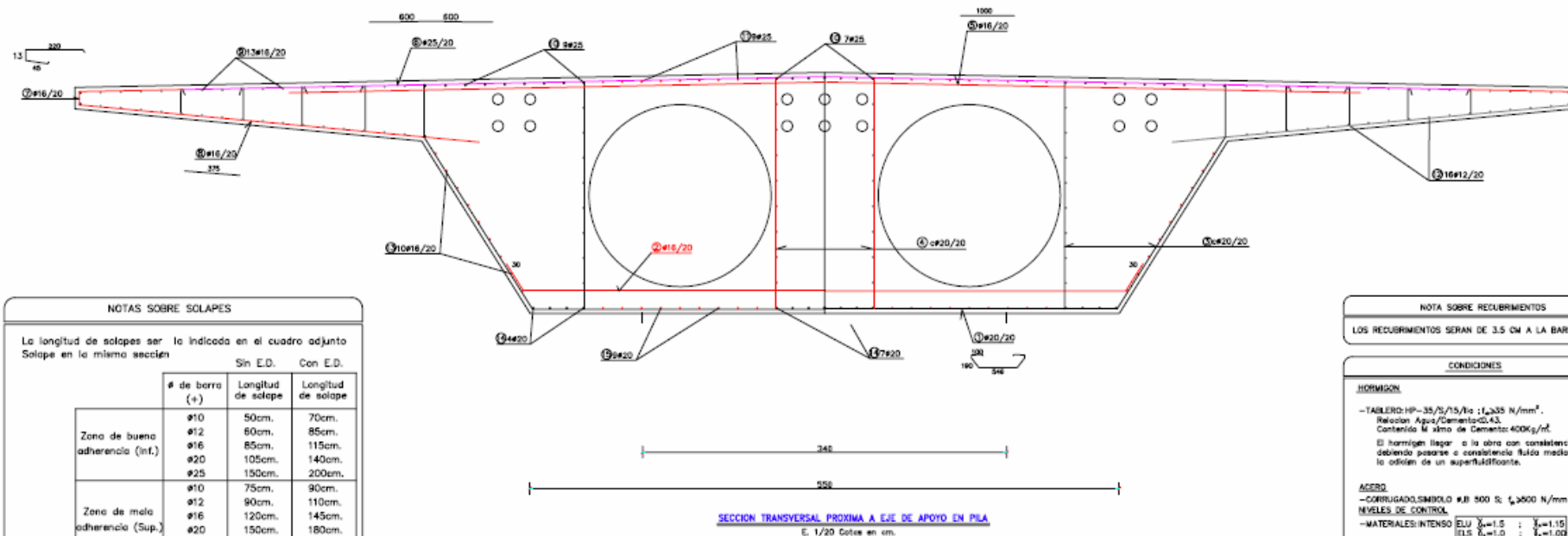
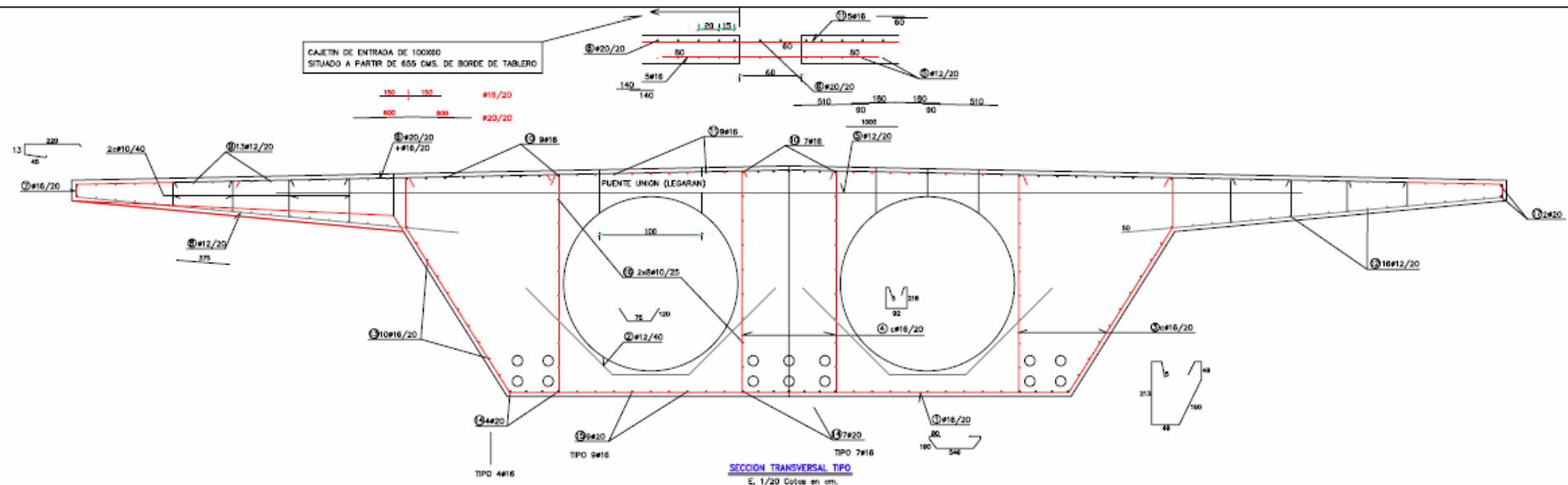
ESCALA NORMAL
1:100
Número

0 2.50 m
0

FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
TABLERO. DISTRIBUCIÓN ARMADURA PASIVA

Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 8 de 10



NOTAS SOBRE SOLAPES

La longitud de solapes ser la indicada en el cuadro adjunto
Solape en la misma sección

		Sin E.D.	Con E.D.
	# de barra (+)	Longitud de solape	Longitud de solape
Zona de buena adherencia (inf.)	#10	50cm.	70cm.
	#12	60cm.	85cm.
	#16	85cm.	115cm.
	#20	105cm.	140cm.
	#25	150cm.	200cm.
Zona de mala adherencia (Sup.)	#10	75cm.	90cm.
	#12	90cm.	110cm.
	#16	120cm.	145cm.
	#20	150cm.	180cm.
	#25	210cm.	260cm.

NOTA SOBRE RECURRIMIENTOS

LOS RECURRIMIENTOS SERAN DE 3.5 CM A LA BARRA EXTERIOR

CONDICIONES

HORMIGON

-TABLERO: HP-35/35/15/15; $f_{ck} \geq 35$ N/mm².

-Relación Agua/Cemento: 0.42.

-Contenido Mínimo de Cemento: 400Kg/m³.

El hormigón llegar a la obra con consistencia seca debiendo pasarse a consistencia fluida mediante la acción de un superplastificante.

ACERO

-CORRUGADO: SIMBOLO #B 500 S; $f_{yk} \geq 500$ N/mm².

NIVELES DE CONTROL

-MATERIALES: INTENSO E.L.U. $f_{yk} = 1.5$; $f_{yk} = 1.15$
E.L.S. $f_{yk} = 1.0$; $f_{yk} = 1.00$

-EJECUCION: INTENSO E.L.U. $f_{yk} = 1.35$; $f_{yk} = 1.00$; $f_{yk} = 1.50$; $f_{yk} = 1.50$
E.L.S. $f_{yk} = 1.00$; $f_{yk} = 1.00$; $f_{yk} = 1.00$; $f_{yk} = 1.00$



PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TÍTULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERAS
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LINARS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fco. JUAN LUIS MORALES TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fco. JOSE LUIS HERNANDEZ 8427

CONSULTOR
(ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

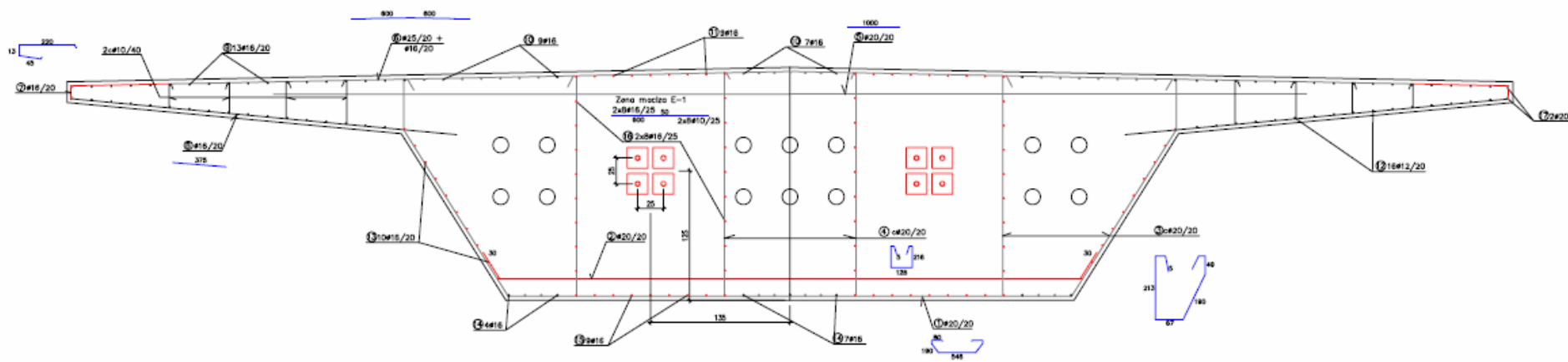
ESCALA NORMAL
1:40
Número Gráfica

0 1.00 m

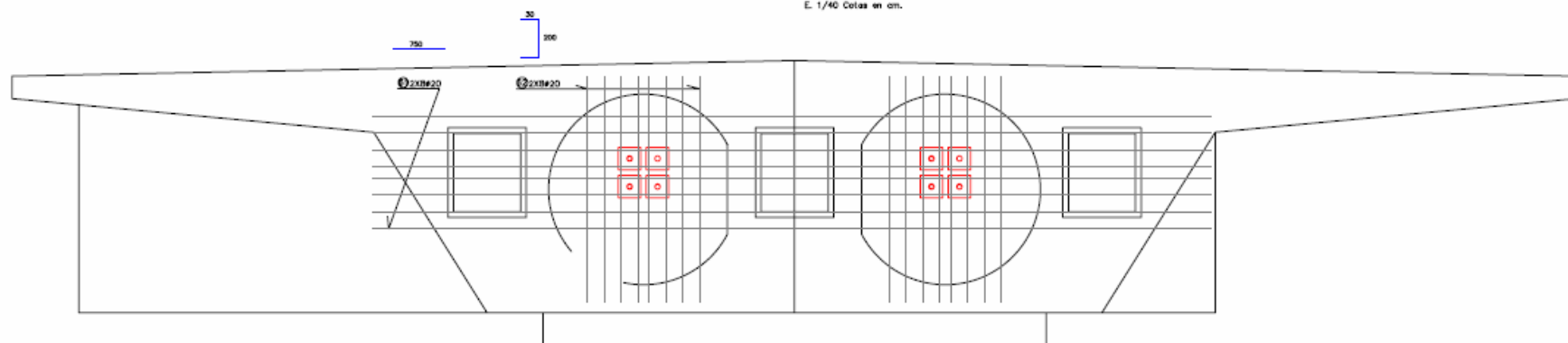
FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
TABLERO. ARMADURA (I)

Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 7 de 10



SECCION TRANSVERSAL VACIZA (PROXIMA A ESTRIBO)
E. 1/40 Cotas en cm.



NOTAS SOBRE SOLAPES

La longitud de solapes ser la indicada en el cuadro adjunto
Solape en la misma seccion

		Sin E.D.	Con E.D.
	Ø de barra (+)	Longitud de solape	Longitud de solape
Zona de buena adherencia (Inf.)	#10	50cm.	70cm.
	#12	60cm.	85cm.
	#16	85cm.	115cm.
	#20	105cm.	140cm.
	#25	150cm.	200cm.
Zona de mala adherencia (Sup.)	#10	75cm.	90cm.
	#12	90cm.	110cm.
	#16	120cm.	145cm.
	#20	150cm.	180cm.
	#25	210cm.	260cm.

REFUERZO EN ANCLAJE DE TABLERO A ESTRIBO 1 E. 1/40 Cotas en cm.

NOTA SOBRE REQUERIMIENTOS

LOS REQUERIMIENTOS SERAN DE 3.5 CM A LA BARRA EXTERIOR

CONVENCIONES

HORMIGON

-TABLEROS: HP-35/5/12/16 : $f_{cd} \geq 35$ N/mm².

-Resistencia Agua/Cemento: 0.43.

-Contenido M. seco de Cemento: 400kg/m³.

El hormigon llegar a la obra con consistencia seca debiendo pasarse a consistencia fluida mediante la adicion de un superplastificante.

ACERO

-CORRUJADO: SMOBOLD #8 500 S; $f_{yk} \geq 500$ N/mm².

NIVELES DE CONTROL

-MATERIALES INTENSO E.L.U. $f_{yk} = 1.5$; $f_{yk} = 1.15$

E.L.S. $f_{yk} = 1.0$; $f_{yk} = 1.00$

-EJECUCION INTENSO E.L.U. $f_{yk} = 1.35$; $f_{yk} = 1.00$; $f_{yk} = 1.50$

E.L.S. $f_{yk} = 1.00$; $f_{yk} = 1.00$; $f_{yk} = 1.00$



PROYECTO CONSTRUCION DE PLATAFORMA
TITULO: LA JUA MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERAS
SUBTRAMO 1 LA ROCA DEL VALLES-LIÑARS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCION :
Fco. JUAN LUIS MOLINERAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCION :
Fco. JOSE LUIS HERVAS 942

CONSULTOR
(AUTORIDAD DE CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

ESCALA NORMAL
1:40
Numeros
Grillas

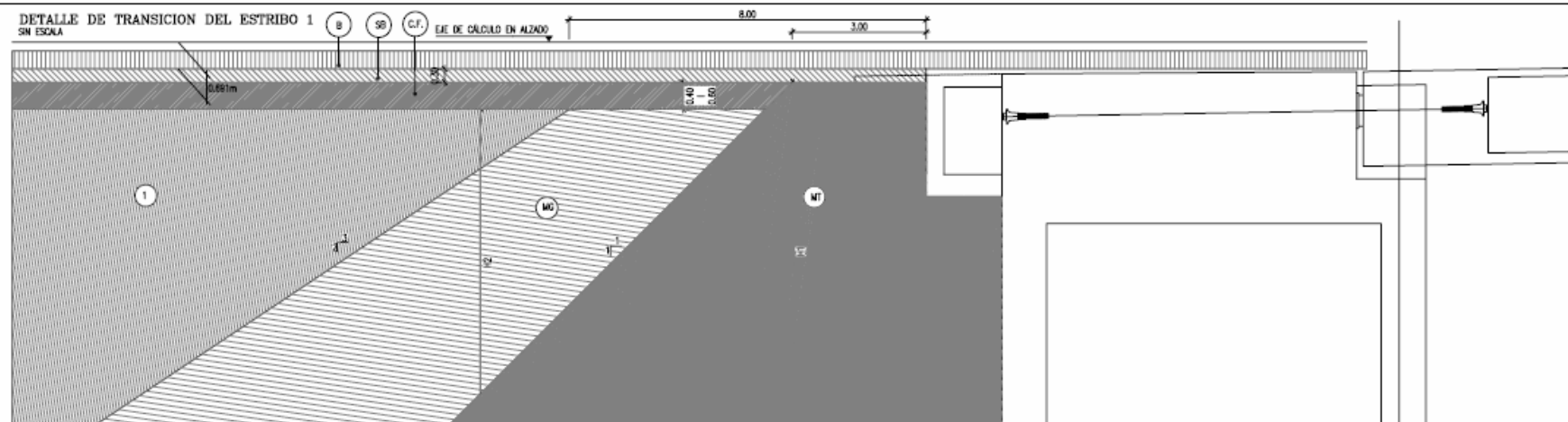


FECHA
DICIEMBRE 2007

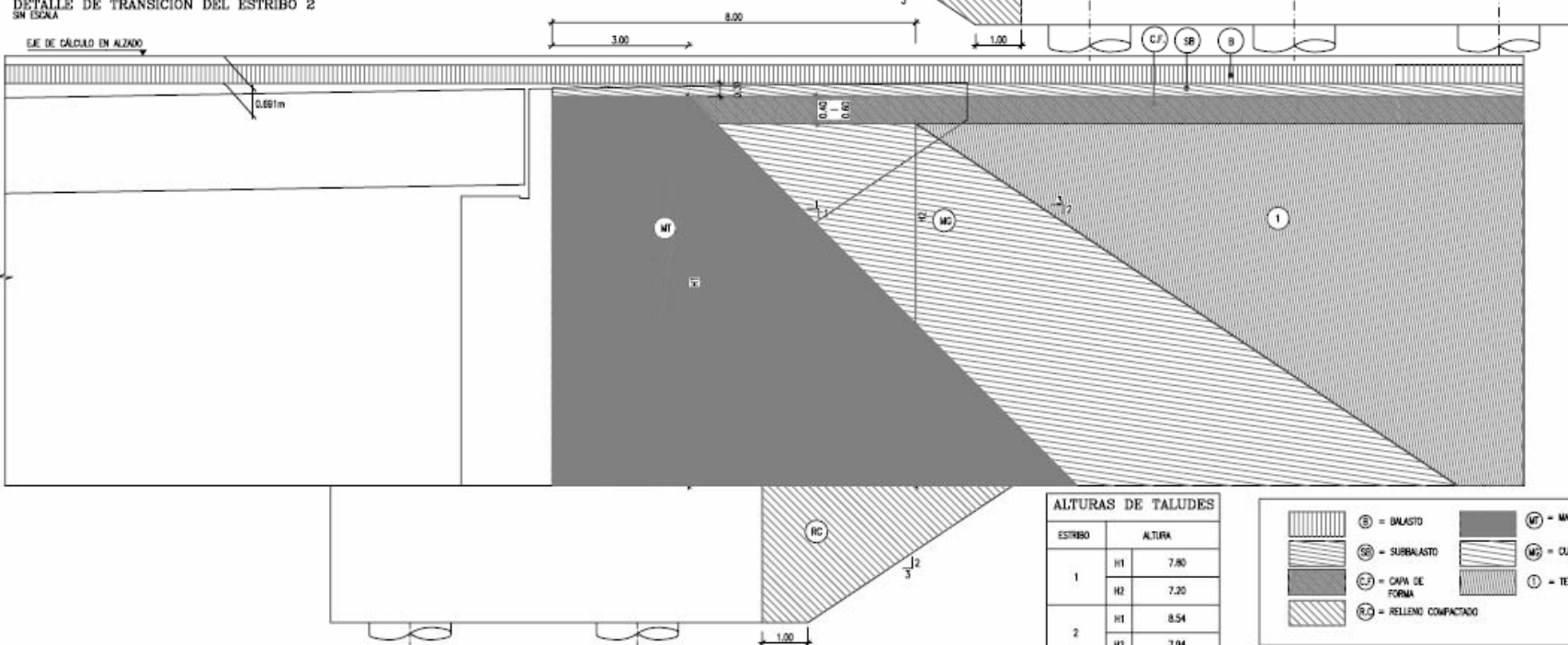
TITULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
TABLERO. ARMADURA (II)

Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 8 de 10

DETALLE DE TRANSICION DEL ESTRIBO 1
SN ESCALA



DETALLE DE TRANSICION DEL ESTRIBO 2
SN ESCALA



ALTURAS DE TALUDES		
ESTRIBO	ALTURA	
1	H1	7.80
	H2	7.20
2	H1	8.54
	H2	7.94

	B = BALASTO		MT = MATERIAL TRATADO CON CEMENTO
	SB = SUBBALASTO		MC = CUNA CON MATERIAL GRANULAR
	C.F. = CAPA DE FORMA		1 = TERRAPLEN
	R.C. = RELLENO COMPACTADO		



PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TÍTULO: L.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LLIBERS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO: Fco. JUAN LUIS VIGUERA TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO: Fco. JUAN LUIS VIGUERA TORRES

CONSEJERO (ASISTENTE) AL CONTROL DE OBRAS
SERCAL

ESCALA GENERAL
S/E

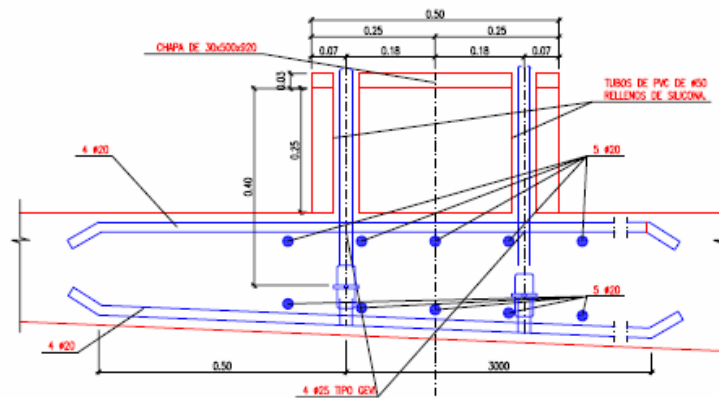
0 0
m
cm

FECHA
DICIEMBRE 2007

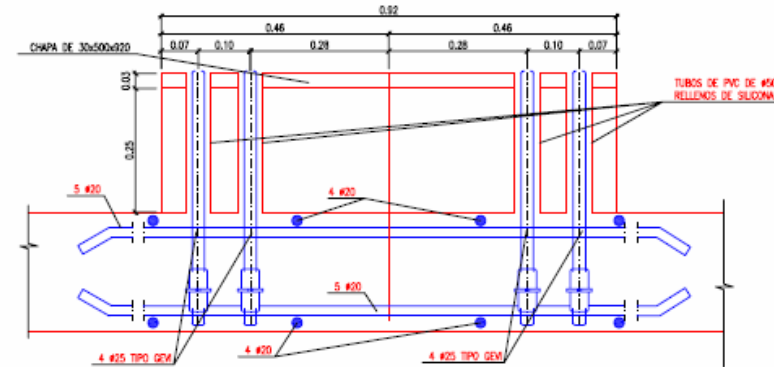
TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
DETALLES, CUNAS DE TRANSICION EN ESTRIBOS

Nº DE PLANO
5.1.2.5
Hoja 1 de 2

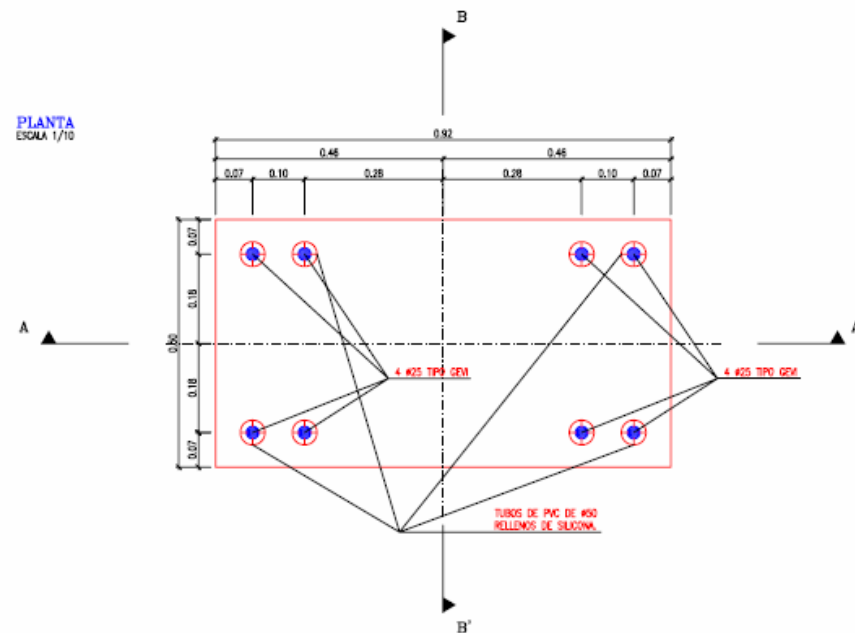
SECCIÓN B-B'
ESCALA 1/10



SECCIÓN A-A'
ESCALA 1/10



PLANTA
ESCALA 1/10





Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE-1

ANEJO 2: PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

**PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA DEL VIADUCTO CAN
LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-
ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA.
TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA
ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS**

FEBRERO DE 2010

Peticionario: A.D.I.F. C/ Titán nº 4, 28045 MADRID.

ÍNDICE

Pag. nº

1.- INTRODUCCIÓN	3
2.- DATOS DE LA ESTRUCTURA	3
3.- JUSTIFICACIÓN DE LA CARGA DE PRUEBA	4
4.- MEDIDAS A REALIZAR	5
4.1. SOBRE FLECHAS	5
4.2. SOBRE DEFORMACIONES UNITARIAS	5
4.3. SOBRE ACELERACIONES	5
4.4. OTRAS MEDIDAS	6
5.- PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO	6
5.1. PRUEBAS ESTÁTICAS	6
5.2. PRUEBAS DINÁMICAS	6
6.- PREVISIÓN DE RESULTADOS	7

ANEJO 2-A- DOCUMENTACIÓN GRÁFICA UTILIZADA

ANEJO 2-B- EVALUACIÓN DE FLECHAS

ANEJO 2-C- TREN DE CARGAS Y SITUACIÓN DE LOS APARATOS DE
MEDIDA

ANEJO 2-D- ANÁLISIS DE PROYECTO

1.- INTRODUCCIÓN

A instancias del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (A.D.I.F.), se redacta el presente documento cuyo objeto es la especificación de la Prueba de Carga de recepción de la estructura de la obra **“VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS”**, de acuerdo a las condiciones del contrato de asistencia para la realización de pruebas de carga e inspecciones de puentes de la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa. Tramo: La Roca del Vallés- Riudellots de la Selva, suscrito por la UTE PC LAV LA ROCA DEL VALLÉS-RIUDELLOTS DE LA SELVA (GEOCISA – INTEMAC).

El alcance del citado contrato es la realización de las preceptivas pruebas de carga en las estructuras, con anterioridad a su puesta en servicio, de acuerdo con la “Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril”.

2.- DATOS DE LA ESTRUCTURA

La estructura objeto de la Prueba de Carga es un Viaducto de 79 m de longitud que se compone de 3 vanos de luces 23 m los extremos y 33 m el central.

El tablero es hiperestático, de hormigón postesado hormigonado in situ, simétrico respecto de un eje vertical. Está compuesto por una losa central aligerada de 2,25 m de canto máximo en el eje, de la que parte un voladizo superior a cada lado. El ancho inferior de la losa es de 5,50 m aumentando hasta su unión con los voladizos. La anchura total del tablero es de 14,00 m. El canto de los voladizos es de 20 cm en los bordes. Los aligeramientos son dos de 1,70 m de diámetro, no realizados sobre los apoyos. La cara superior del tablero tiene una pendiente del 2 % desde el centro hasta los bordes.

El apoyo del tablero se realiza sobre los estribos y sobre las 2 pilas interiores mediante

aparatos de apoyo tipo POT.

El viaducto es recto en planta.

Sobre la losa superior se disponen dos vías de ferrocarril de ancho internacional separadas 4,70 m entre ejes, muretes guardabalasto, canaletas, barandillas e impostas.

La documentación facilitada por el Peticionario consiste en planos de la estructura y memoria de cálculo, todo en soporte informático. En el Anejo 2-A se incluye copia de parte de los planos facilitados.

3.- JUSTIFICACIÓN DE LA CARGA DE PRUEBA

Para la realización de la Prueba de Carga el Peticionario nos ha confirmado la disponibilidad del siguiente tren de cargas: 2 locomotoras con un peso unitario de 120 t y 4 tolvas de 80 t de peso unitario.

Las características del tren de cargas en lo que a geometría y peso por eje se refiere vienen expresadas en el Anejo 2-C, donde se acompañan, además, los croquis con la disposición de cargas sobre el tablero durante las pruebas estáticas.

El peso total máximo de las cargas situadas sobre la estructura durante la realización de las pruebas estáticas será de 480 t.

La Prueba de Carga, según se indica en el anejo nº 2, representa frente a las cargas de proyecto los porcentajes incluidos en la siguiente tabla.

PORCENTAJES DE SOLICITACIÓN DE PRUEBA FRENTE A PROYECTO

PARÁMETRO DE COMPARACIÓN	SOBRECARGA DE PROYECTO
M. FLECTOR POSITIVO	55 %
M. FLECTOR NEGATIVO	44 %

4.- MEDIDAS A REALIZAR

A continuación se exponen las medidas que se realizarán durante los ensayos de Prueba de Carga, mediante la instrumentación que se detalla en los croquis del Anejo 2-C.

4.1. SOBRE FLECHAS

Los desplazamientos medidos serán los verticales, en las posiciones definidas en el Anejo 2-C.

La medida de las flechas será realizada mediante anillos extensométricos, registrándose dichas medidas, tanto durante las pruebas estáticas como durante las dinámicas.

4.2. SOBRE DEFORMACIONES UNITARIAS

Se medirán las deformaciones en la cara inferior del tablero en las posiciones que se definen igualmente en el Anejo 2-C. Para ello se emplearán bandas extensométricas.

4.3. SOBRE ACELERACIONES

Durante las pruebas dinámicas se procederá a un registro de las aceleraciones verticales con el objeto de evaluar la frecuencia fundamental de oscilación de la estructura.

La medida de las aceleraciones verticales se realizará mediante acelerómetros

piezoeléctricos integrados en la cadena de medida.

4.4. OTRAS MEDIDAS

Se procederá a un registro continuo de temperatura y humedad relativa ambiente, durante toda la realización del ensayo.

5.- PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO

5.1. PRUEBAS ESTÁTICAS

Para la realización de las pruebas estáticas se posicionará el tren de carga según la disposición indicada en los croquis del Anejo 2-C.

Las medidas serán realizadas de acuerdo con los escalones siguientes:

ESCALÓN 0: Puesta a cero de los aparatos.

ESCALÓN 1: Situación de la carga.

ESCALÓN 2: Estabilización de las medidas. Se realizarán medidas continuas hasta comprobar la estabilización de las mismas.

ESCALÓN 3: Descarga total y medida de la recuperación. Las lecturas se realizarán de una forma continua hasta alcanzar una recuperación del 85% en un intervalo de tiempo no superior al de mantenimiento de la carga.

5.2. PRUEBAS DINÁMICAS

Para las pruebas dinámicas se hará uso del tren de cargas formado por una de las locomotoras utilizadas en las pruebas estáticas.

Se realizarán las siguientes pruebas de carácter dinámico:

- Ensayo Cuasiestático: Paso de la locomotora por la estructura circulando a la velocidad de 5 km/h, (paso de hombre).
- Ensayo Dinámico Lento: Paso de la locomotora del ensayo anterior circulando en el mismo sentido y a la velocidad de 30 km/h.
- Ensayo Dinámico Rápido: Paso de la locomotora del ensayo cuasiestático circulando en el mismo sentido y a la máxima velocidad posible.
- Ensayo de Frenado: Paso de una locomotora cualquiera circulando a la máxima velocidad posible y frenando sobre el tablero.

Las pruebas se realizarán en el siguiente orden:

ESTÁTICA
CUASIESTÁTICA
DINÁMICA LENTA
DINÁMICA RÁPIDA
FRENADO

6.- PREVISIÓN DE RESULTADOS

En el Anejo 2-B figura la relación de las flechas que cabe esperar durante el ensayo estático, así como la estimación de la frecuencia fundamental de flexión de la estructura.

A continuación se expone el resumen de los valores calculados para las características de los

materiales definidos en proyecto. La situación de los puntos de medida se indica en los croquis de instrumentación del Anejo 2-C.

ESTÁTICA 1. TRENES EN VANOS 1 Y 2

VANO	FLECHA (mm)	MICRODEFORMACIONES
1	0,65	19
2	2,16	34
3	-0,70	-14

ESTÁTICA 2. TRENES EN VANOS 1 Y 3

VANO	FLECHA (mm)	MICRODEFORMACIONES
1	1,45	35
2	-1,23	-12
3	1,32	33

ESTÁTICA 3. TRENES EN VANO 2

VANO	FLECHA (mm)	MICRODEFORMACIONES
1	-0,98	-20
2	3,60	51
3	-1,00	-20

El valor estimado para la frecuencia fundamental de flexión del tablero es de 4,38 Hz.

Se ha observado una diferencia de unos 20 cm en la anchura de la losa central del tablero en su unión con los voladizos entre las medidas indicadas en los planos 5.1.2.1 (hoja 1 de 2) y 5.1.2.4 (hoja 5 de 10). En el modelo y comprobaciones de cálculo realizadas se han considerado las medidas indicadas del plano 5.1.2.1 (hoja 1 de 2).

= = = = =

= = = = =

El presente documento consta de 9 páginas numeradas y selladas y de 4 anejos.

Madrid, 3 de febrero de 2010

POR EL DEPARTAMENTO DE
CONTROLES ESPECIALES



Fdo. Suyapa Dávila Sánchez-Toscano
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

EL JEFE DE LA SECCIÓN DE
ESTRUCTURAS



Fdo. José Ramón Arroyo Arroyo
Ingeniero Industrial

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE
CONTROLES ESPECIALES



Fdo. Ramón Álvarez Cabal
Dr. Ingeniero Industrial

Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la aprobación expresa de la UTE PC LAV LA ROCA DEL VALLÉS-RIUDELLOTS DE LA SELVA (GEOCISA-INTEMAC).



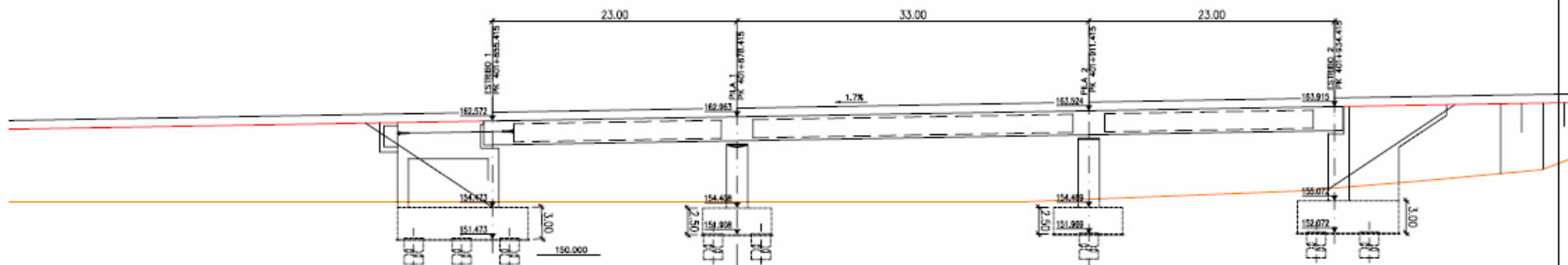
Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

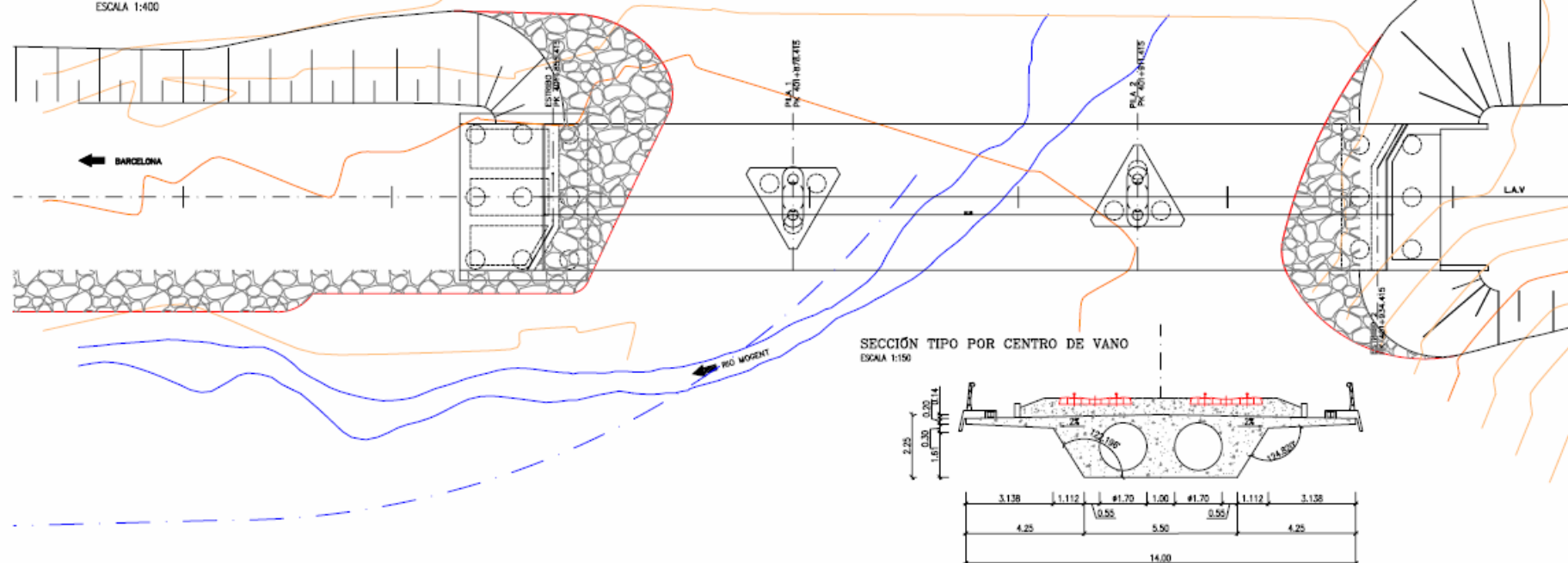
Refª.: I/OC-10002/CE

ANEJO 2-A- DOCUMENTACIÓN GRÁFICA UTILIZADA

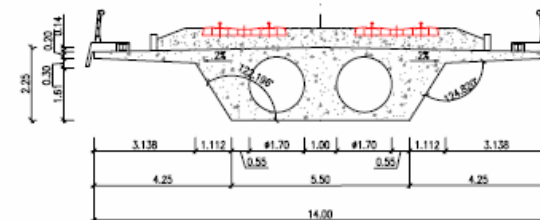
PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA 1:400



PLANTA
ESCALA 1:400



SECCIÓN TIPO POR CENTRO DE VANO
ESCALA 1:150



PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TÍTULO: LAV. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA, SANTIS - FLORES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LLANERS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fdo. JUAN LUIS MONJAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fdo. JOSE LUIS HERNANDEZ RAZ

CONSULTOR
(ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

ESCALA NORMAL
1:400
1:150
Número Gráfica

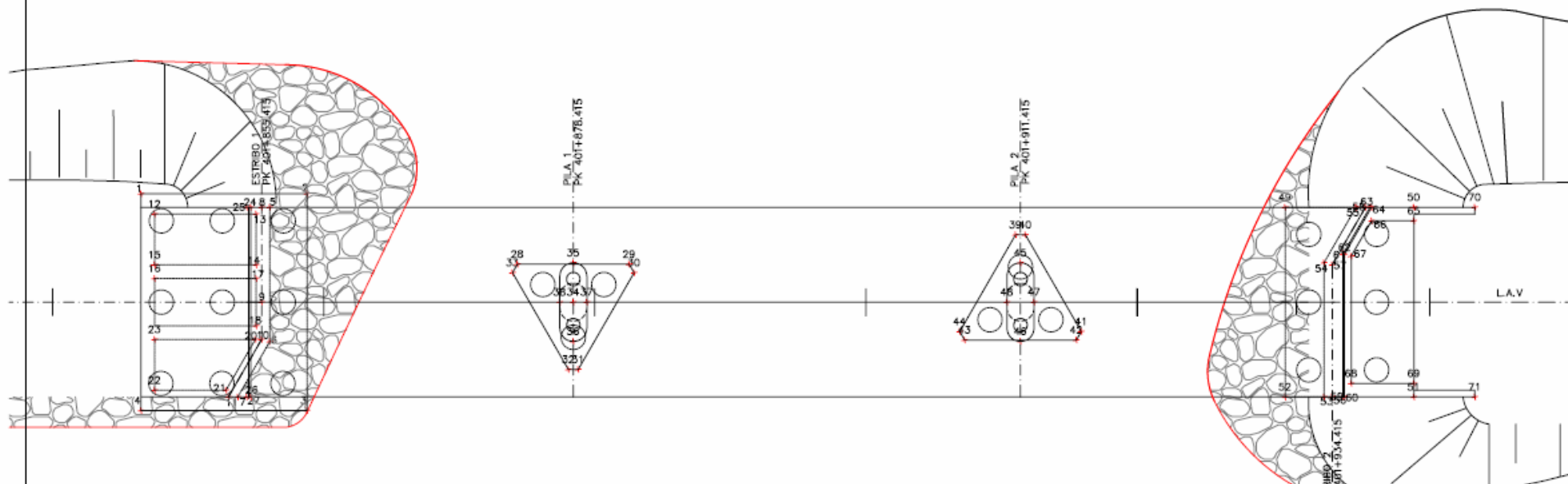
0 10.0 m
0 3.75 m

FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
PLANTA, ALZADO Y SECCIÓN

Nº DE PLANO
5,12,1
Hoja 1 de 2

PLANTA REPLANTEO



NÚMERO	COORD.X	COORD.Y
1	447708.354	4608201.071
2	447718.279	4608208.251
3	447727.657	4608195.286
4	447717.731	4608188.107
5	447716.637	4608205.829
6	447722.446	4608197.798
7	447722.929	4608193.100
8	447716.151	4608205.477
9	447720.254	4608199.805
10	447721.865	4608197.577
11	447722.368	4608192.694
12	447710.043	4608200.442
13	447716.120	4608204.837
14	447718.318	4608201.799
15	447712.241	4608197.403
16	447712.827	4608196.593
17	447718.904	4608200.989
18	447720.955	4608198.153
19	447714.878	4608193.757
20	447721.491	4608197.306
21	447721.935	4608192.999
22	447717.662	4608189.908
23	447715.464	4608192.947
24	447715.504	4608205.007

NÚMERO	COORD.X	COORD.Y
25	447715.260	4608204.832
26	447723.708	4608193.664
27	447723.465	4608193.488
28	447733.908	4608213.136
29	447740.590	4608217.969
30	447741.252	4608217.673
31	447742.096	4608209.470
32	447741.509	4608209.045
33	447733.982	4608212.415
34	447738.890	4608213.285
35	447737.190	4608215.634
36	447740.589	4608210.935
37	447739.700	4608213.871
38	447738.079	4608212.699
39	447762.422	4608236.440
40	447763.009	4608236.865
41	447770.536	4608233.494
42	447770.610	4608232.774
43	447763.927	4608227.940
44	447763.266	4608228.237
45	447763.929	4608234.975
46	447767.328	4608230.275
47	447766.439	4608233.211
48	447764.818	4608232.039
49	447777.350	4608249.741

NÚMERO	COORD.X	COORD.Y
50	447785.047	4608255.309
51	447793.254	4608243.966
52	447785.555	4608238.397
53	447787.881	4608240.080
54	447782.073	4608248.110
55	447781.589	4608252.808
56	447788.367	4608240.432
57	447782.653	4608248.332
58	447782.151	4608253.214
59	447789.016	4608240.901
60	447789.097	4608240.959
61	447782.832	4608249.449
62	447782.929	4608249.486
63	447782.424	4608253.412
64	447782.518	4608253.480
65	447785.635	4608254.500
66	447783.104	4608252.669
67	447783.413	4608249.671
68	447788.916	4608242.063
69	447792.668	4608244.777
70	447788.694	4608257.946
71	447796.899	4608246.602



PROYECTO CONSTRUCIÓN DE PLATAFORMA
TÍTULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - L'AMAR DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCIÓN:
Fdo. JUAN LUIS MONJAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCIÓN:
Fdo. JOSE LUIS HERRÍAS TORRES

CONSULTOR
(ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS):
SERCAL
Ingeniería de Obras

ESCALA NORMAL
1:400
1:150
Número Gráfica

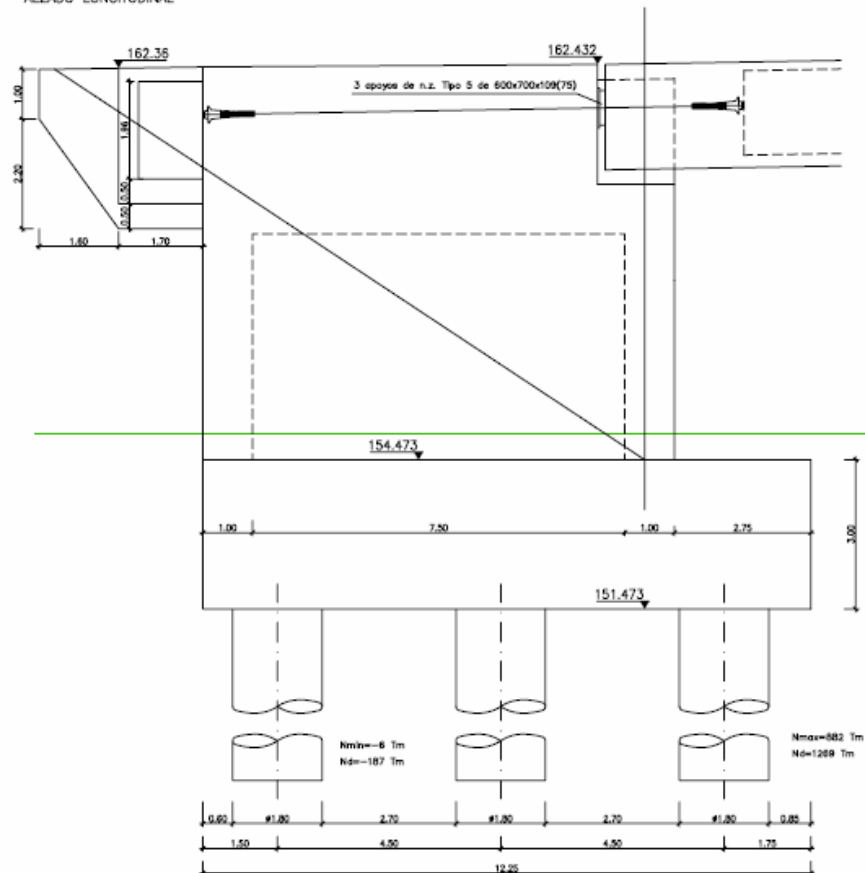


FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
PLANTA DE REPLANTEO

Nº DE PLANO
5.1.2.1
Hoja 2 de 2

ALZADO LONGITUDINAL



1 apoyo tipo POT unidireccional 1 apoyo tipo POT multidireccional

Npp=ap=208 Tm. Hcomp=0.00m, longitud=0 Tm. Hvento= 4 Tm.

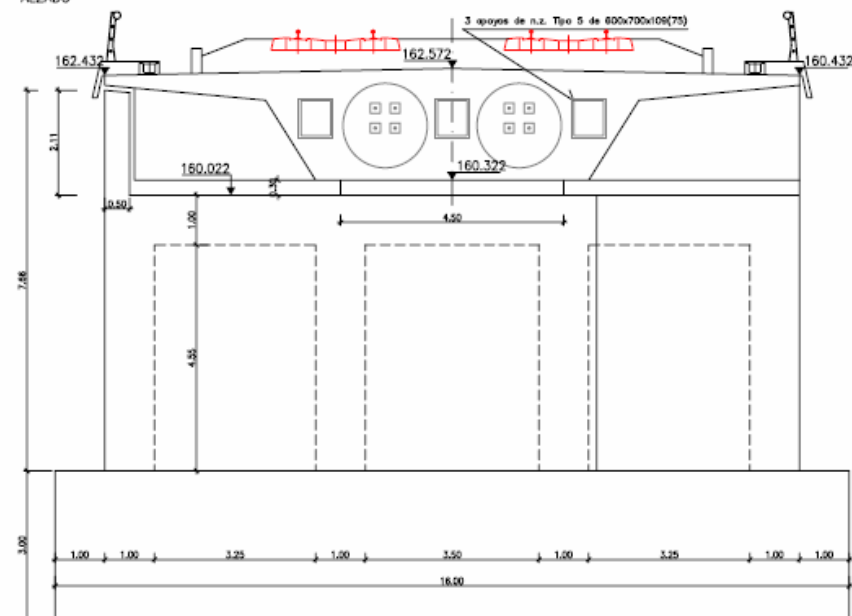
Nmax=429 Tm. Hcomp=0.00m, longitud=0 Tm. Hvento= 4 Tm.

Nmin=143 Tm. Hcomp=0.00m, longitud=0 Tm. Hvento= 4 Tm.

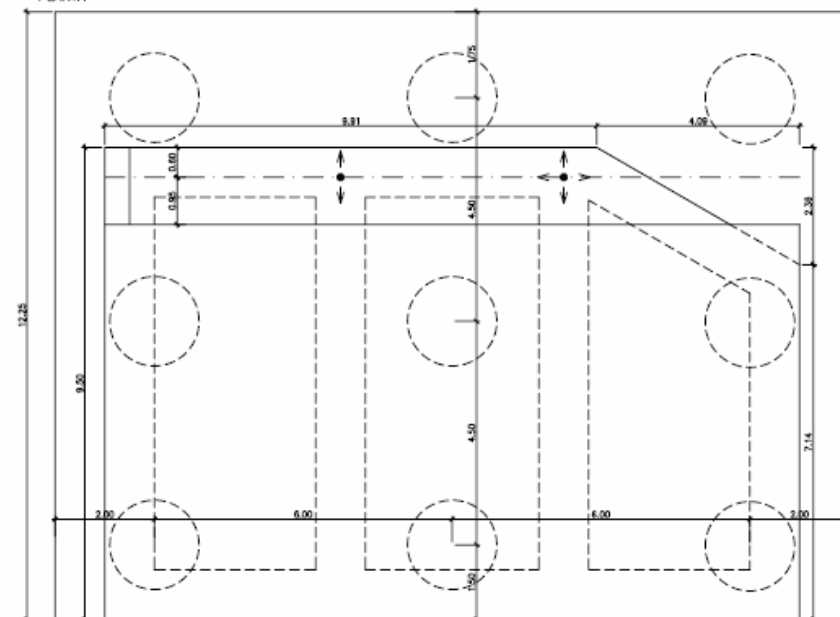
Acorchamiento=10 mm. Alargamiento=10 mm. (Longitudinal)

Modulento en sentido transversal=+/-10 mm.

ALZADO



PLANTA



PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA
TÍTULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERAS
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - L'ENAR DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCCIÓN:
Fco. JUAN LUIS MONARÉS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCCIÓN:
Fco. JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ 847

CONSULTOR
(ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

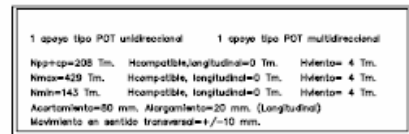
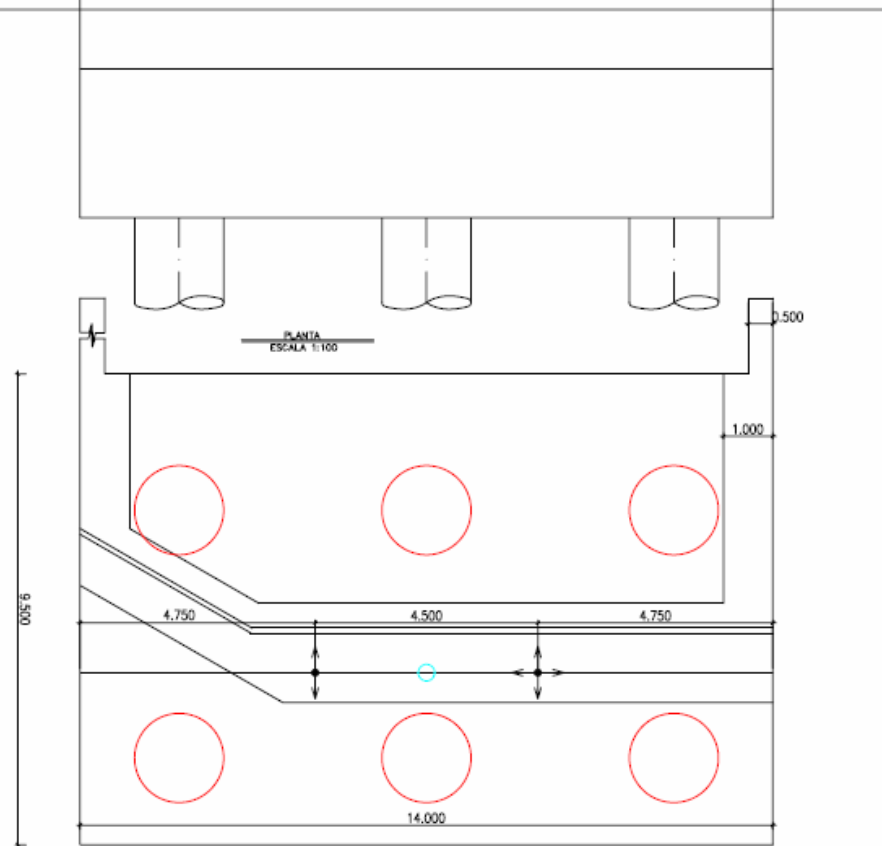
ESCALA NORMAL
1:100
Número Gráfica

0 2.50 m

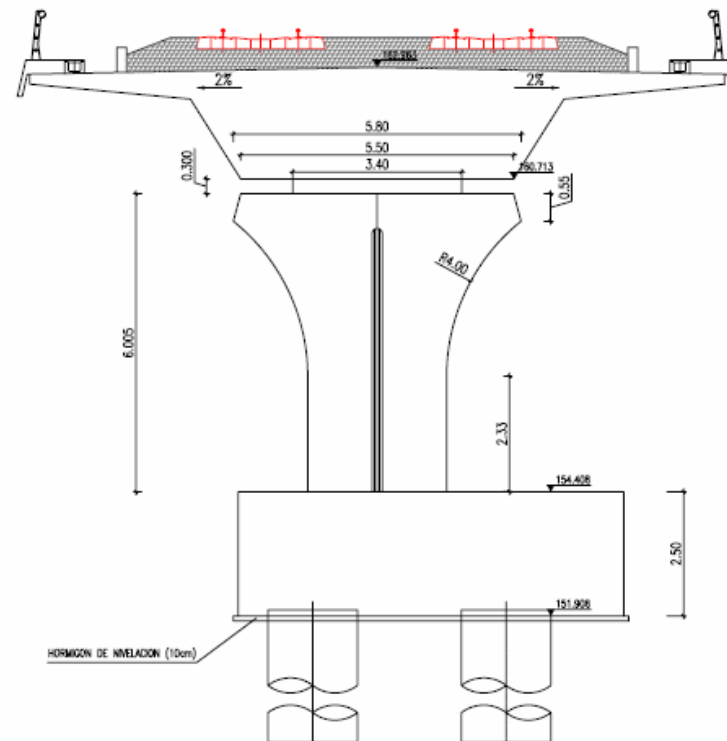
FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
ESTRIBO 1. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA.

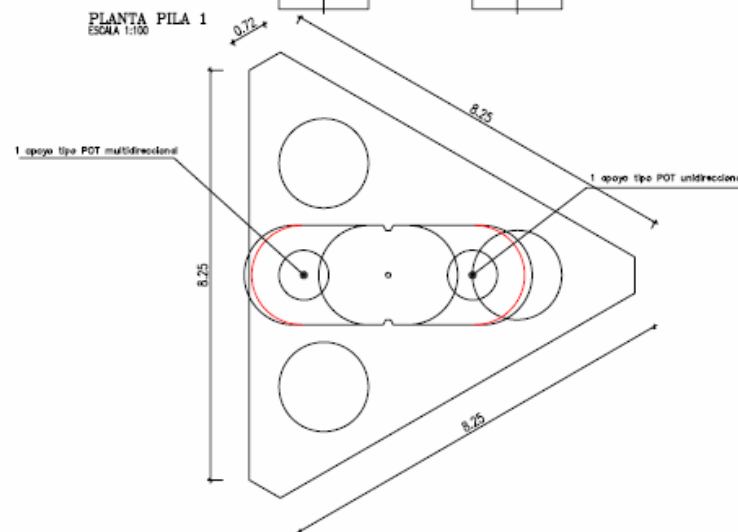
Nº DE PLANO
5.1.2.2
Hoja 1 de 11



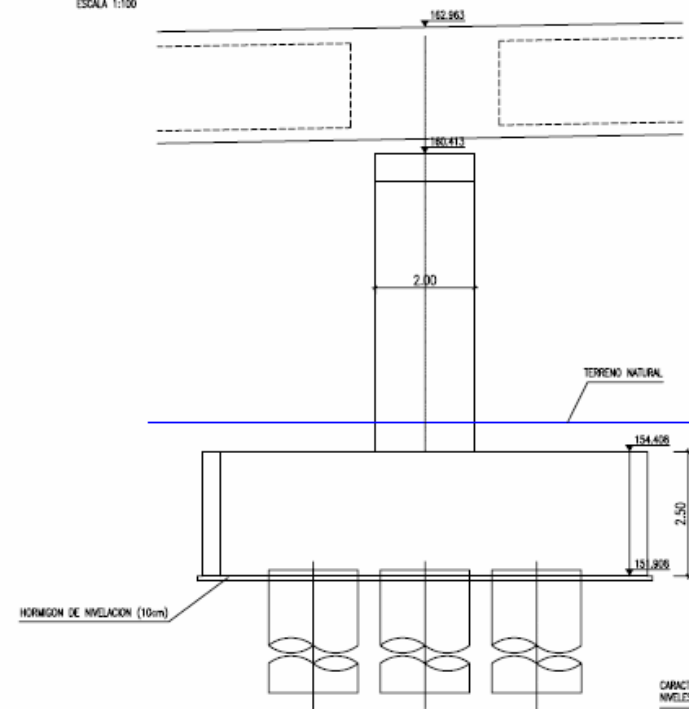
ALZADO PILA 1
ESCALA 1:100



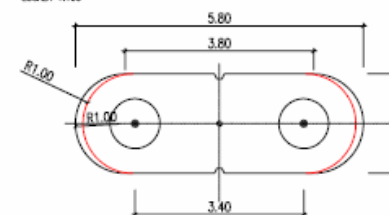
PLANTA PILA 1
ESCALA 1:100



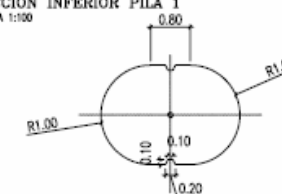
ALZADO PILA 1
ESCALA 1:100



CORONACIÓN PILA 1
ESCALA 1:100



SECCIÓN INFERIOR PILA 1
ESCALA 1:100



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES
NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

HORMIGONES			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	CONTROL	7
TABLERO	HP-40/P/20/10	ESTADÍSTICO	1.50
ALZADOS DE PILAS	HA-30/R/20/10	ESTADÍSTICO	1.50
CIMENTACIONES Y ESTRIBOS	HA-25/R/20/10	ESTADÍSTICO	1.50
NIVELACIÓN	HM-15	-	-

ACEROS			
ACEROS	TIPO	CONTROL	7
ACERO PARA ARMAR CORRUGADO	B 500 S	NORMAL	1.15
ACERO PARA TESAR	Y 1660 S7	NORMAL	1.15

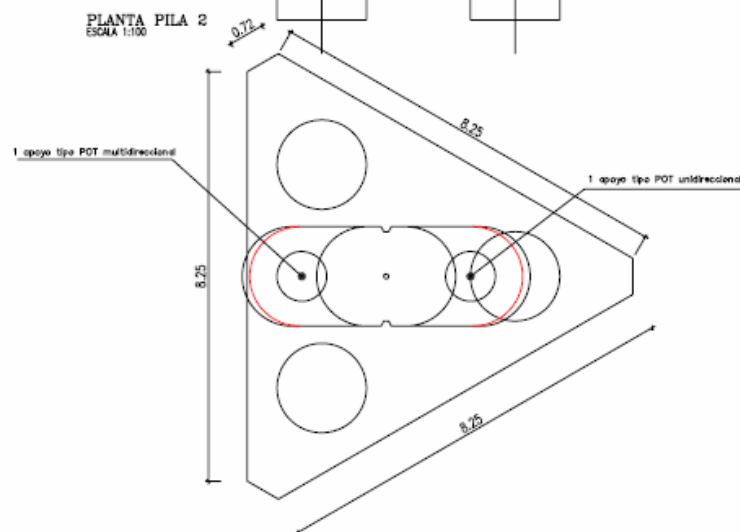
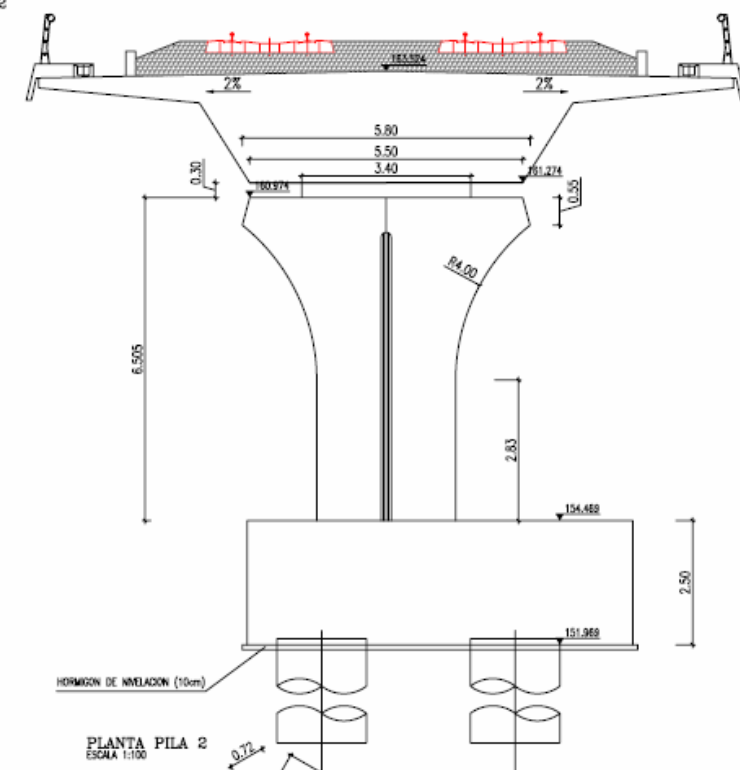
EJECUCIÓN DE LA OBRA

ELEMENTOS IN SITU CONTROL INTENSO.
COEFICIENTES DE MAYORACIÓN DE LAS ACCIONES SEGÚN EHE.
RECUBRIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS EN EL TABLERO: 25 mm.

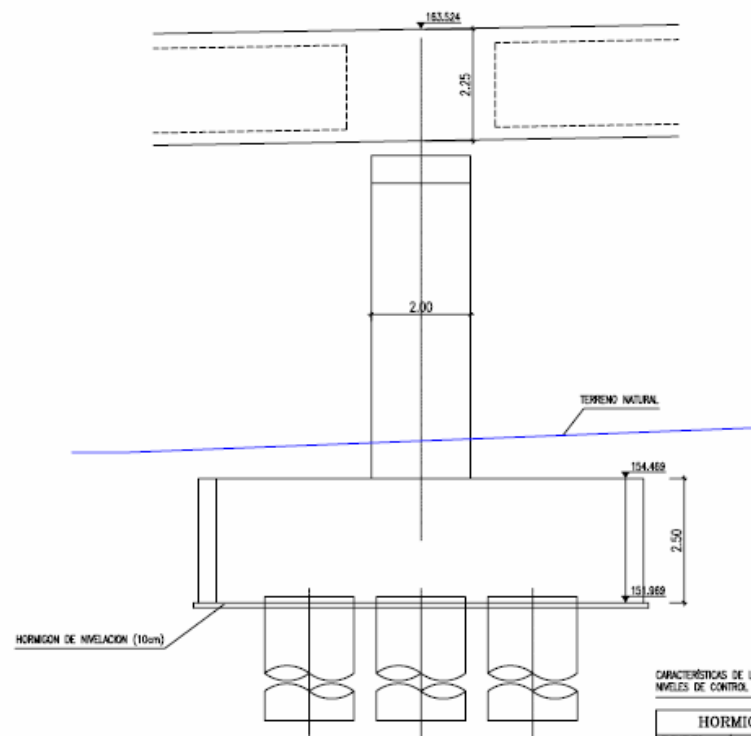
RECUBRIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS EN EL RESTO DE LOS ELEMENTOS: 30 mm.

- LA CIMENTACIÓN PENETRARÁ EN EL SUELO HASTA CONSEGUIR UNA TENSION DE TRABAJO DE 1088 Tn.
- LA PROFUNDIDAD ESTIMADA ES DE 15 m.
- VER DETALLES DE APARATOS DE APOYO EN EL PLANO DE DEFINICIÓN DE

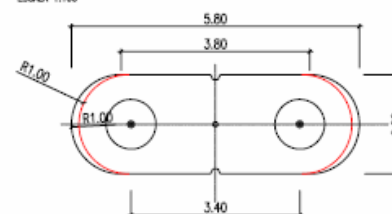
ALZADO PILA 2
ESCALA 1:100



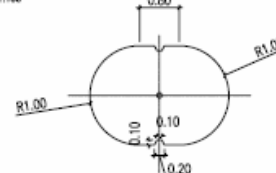
ALZADO PILA 2
ESCALA 1:100



CORONACIÓN PILA 2
ESCALA 1:100



SECCIÓN INFERIOR PILA 2
ESCALA 1:100



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES
NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

HORMIGONES			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	CONTROL	?
TABLERO	HP-40/P/20/9a	ESTADÍSTICO	1.50
ALZADOS DE PLAS	HA-30/B/20/9a	ESTADÍSTICO	1.50
CIMENTACIONES Y ESTIBOS	HA-25/B/20/9a	ESTADÍSTICO	1.50
NIVELACIÓN	HM-15	-	-

ACEROS			
ACEROS	TIPO	CONTROL	?
ACERO PARA ARMAR CORRUGADO	B 500 S	NORMAL	1.15
ACERO PARA TESAR	Y 1860 S7	NORMAL	1.15

EJECUCIÓN DE LA OBRA
ELEMENTOS IN SITU CONTROL INTENSO
COEFICIENTES DE MAYORACIÓN DE LAS ACCIONES SEGÚN EHE
REQUERIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS EN EL TABLERO: 25 mm.
REQUERIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS EN EL RESTO DE LOS ELEMENTOS: 30 mm.

- LA CIMENTACIÓN PENETRARÁ EN EL SUELO HASTA CONSEGUIR UNA TENSIÓN DE TRABAJO DE 100% f_{tk}
- LA PROFUNDIDAD ESTIMADA ES DE 15 m.
- VER DETALLES DE APUNTOS DE APOYO EN EL PLANO DE DEFINICIÓN DE



PROYECTO CONTROLADO DE PLATAFORMA
TÍTULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LLANER DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fdo: JUAN LUIS MONARÉS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fdo: JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ 847

CONSULTOR
(ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

ESCALA NOMINAL
1:100
Número Gráfica

0 2.50 m

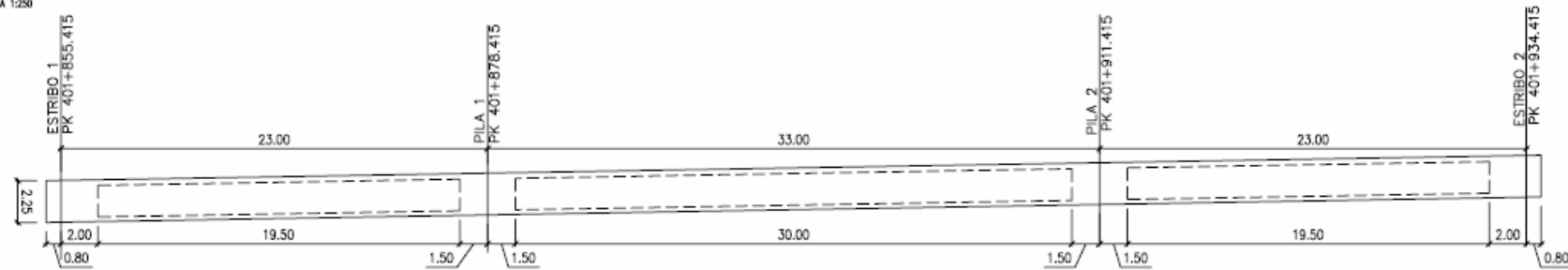
FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
PILA 2. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Nº DE PLANO
5.1.2.3
Hoja 2 de 4

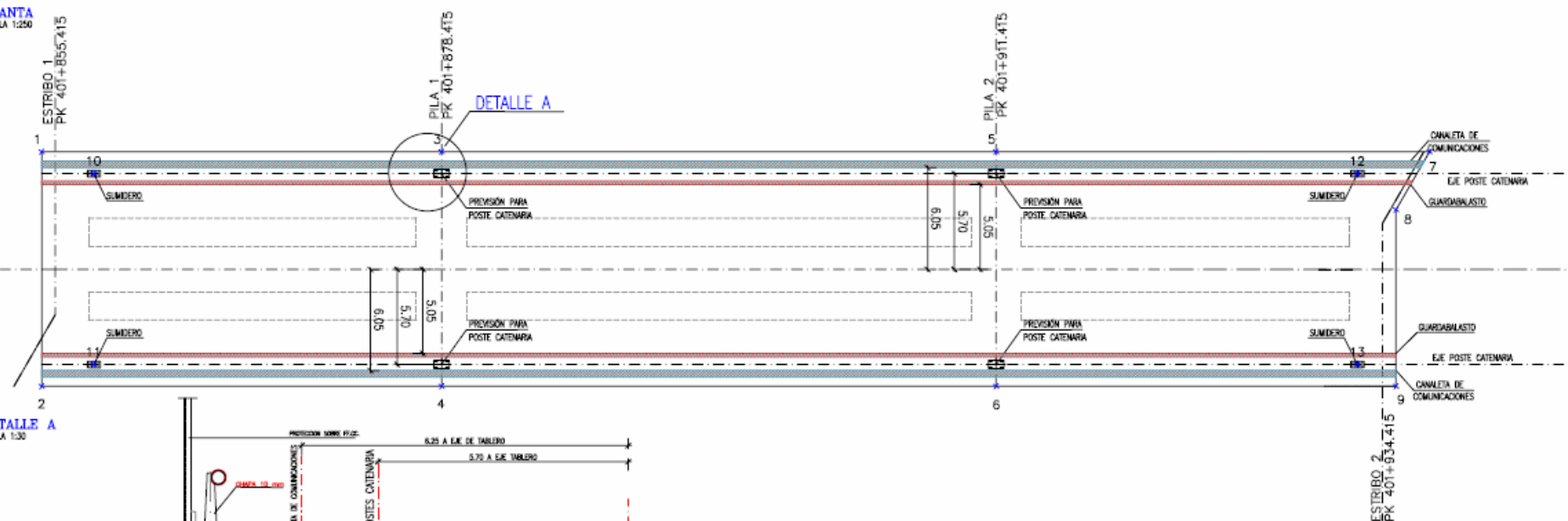
PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA 1:250



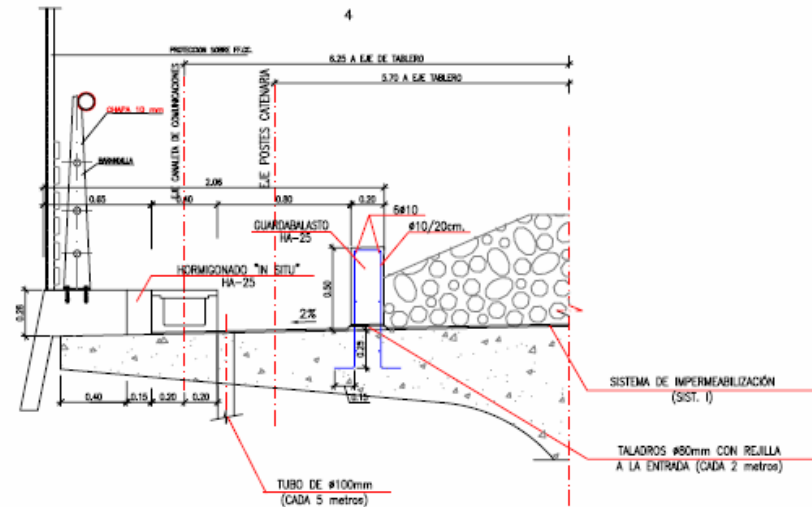
PLANTA

ESCALA 1:250



DETALLE A

ESCALA 1:30



NÚMERO	COORD.X	COORD.Y
1	447715.503	4608205.008
2	447723.708	4608193.664
3	447734.787	4608218.956
4	447742.992	4608207.613
5	447761.526	4608238.297
6	447769.731	4608226.953
7	447782.424	4608253.412
8	447782.832	4608249.449
9	447789.015	4608240.901
10	447718.777	4608205.772
11	447725.458	4608196.535
12	447779.714	4608249.847
13	447786.395	4608240.610



PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA
TÍTULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTIS - FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LUNAR DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
FOLIO: JUAN LUIS MONJAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
FOLIO: JOSE LUIS HERNANDEZ

CONSULTOR
(ARREGLADO AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

ESCALA NORMAL
1:250
1:30
Número
Gráfica



FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
TABLERO, REPLANTEO

Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 1 de 10

PLANTA
ESCALA 1:250



	APARATO DE APOYO MULTIDIRECCIONAL									
	h1	h2	POT	B5	L5	DM	DM'	DP	ØD2	
E1 DERECHO	104	103,5	92,5	505	600	564	469	363	465	
PILA 1 DERECHA	86	86	128	870	905	857	822	629	825	
PILA 2 DERECHA	86	86	128	870	905	857	822	629	825	
E2 DERECHO	74	73,5	92,5	505	600	564	469	363	465	

Cotas en milímetros

	APARATO DE APOYO UNIDIRECCIONAL									
	h1	h2	POT	B5	L5	DM	DM'	DP	ØD2	
E1 IZQUIERDO	99	98,5	102,5	485	605	569	449	363	465	
PILA 1 IZQUIERDA	81	81	138	850	905	857	802	629	825	
PILA 2 IZQUIERDA	81	81	138	850	905	857	802	629	825	
E2 IZQUIERDO	69	68,5	102,5	485	605	569	449	363	465	

Cotas en milímetros

NOTA:
 APOYO EN MOVIMIENTO LIBRE LONGITUDINAL (GG)
 APOYO EN MOVIMIENTOS LIBRES LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL (GL)

APOYO	TIPO	COORDENADAS APOYOS	
		COORD. X	COORD. Y
(A)	GG-4280-128-130	447718.935	4608201.628
(B)	GL-4290-130-20	447721.572	4608197.982
(C)	GG-13650-410-100	447737.893	4608214.662
(D)	GL-13650-100-20	447739.886	4608211.908
(E)	GG-13650-410-100	447764.632	4608234.002
(F)	GL-13650-100-20	447766.625	4608231.248
(G)	GG-4290-128-130	447782.946	4608247.927
(H)	GL-4290-130-20	447785.584	4608244.281

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES
NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

HORMIGONES			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	CONTROL	7
TABLERO	HP-40/P/20/1a	ESTADÍSTICO	1,50
ALZADOS DE PILAS	HA-30/B/20/1a	ESTADÍSTICO	1,50
CIMENTACIONES Y ESTRIBOS	HA-25/B/20/1a	ESTADÍSTICO	1,50
NIVELACIÓN	HM-15	-	-

ACEROS			
ACEROS	TIPO	CONTROL	7
ACERO PARA ARMAR CORRUGADO	B 500 S	NORMAL	1,15
ACERO PARA TESAR	Y 1860 S7	NORMAL	1,15

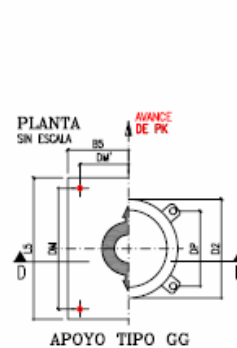
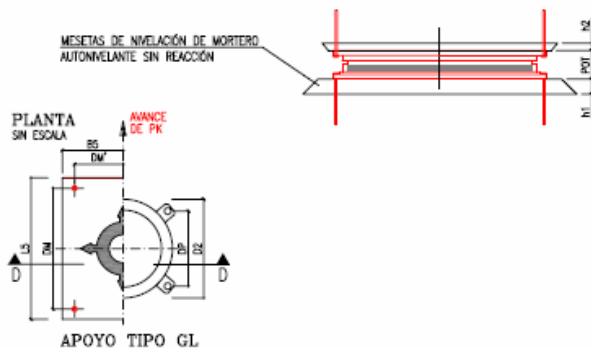
EJECUCIÓN DE LA OBRA

ELEMENTOS IN SITU CONTROL INTENSO.
COEFICIENTES DE MAYORACIÓN DE LAS ACCIONES SEGÚN EHE.

RECUBRIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS EN EL TABLERO: 25 mm.

RECUBRIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS EN EL RESTO DE LOS ELEMENTOS: 30 mm.

MESETAS DE NIVELACIÓN DE MORTERO AUTONIVELANTE SIN REACCIÓN



PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TÍTULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LLIBRE DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fdo: JUAN LUIS MONJAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fdo: JOSE LUIS HERNANDEZ 847

CONSULTOR
(ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

ESCALA NORMAL
1:250
Número Gráfica

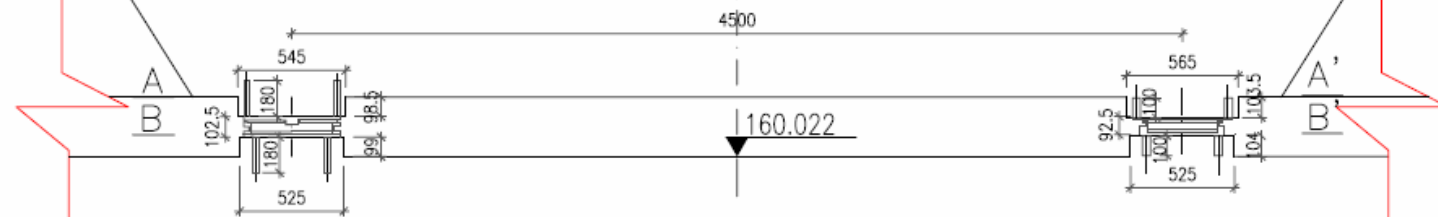
0 6,25 m

FECHA
DICIEMBRE 2007

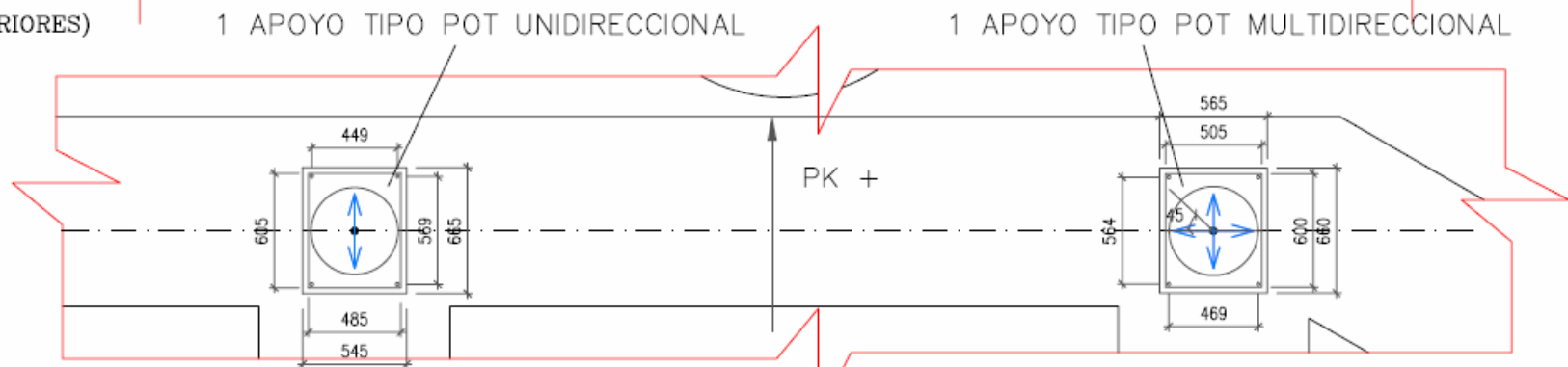
TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
TABLERO. DEFINICIÓN DE LOS APARATOS DE APOYO (I)

Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 2 de 10

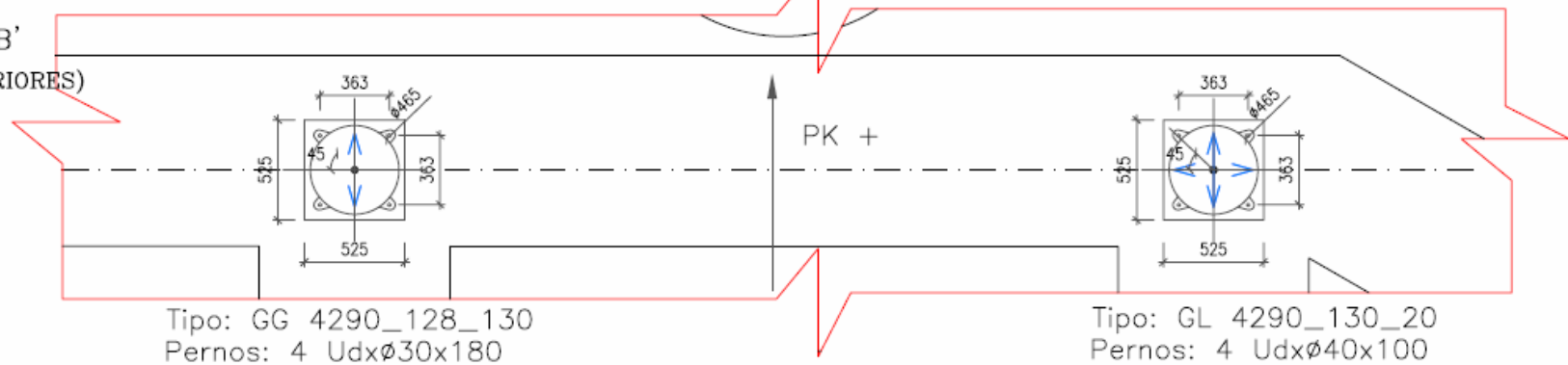
ALZADO
ESCALA 1:25



SECCIÓN A-A'
(MESETAS SUPERIORES)
ESCALA 1:25



SECCIÓN B-B'
(MESETAS INFERIORES)
ESCALA 1:25



PROYECTO CONSTRUCIÓN DE PLATAFORMA
TÍTULO: I.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - L'ENARD DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCIÓN:
Firma: JUAN LUIS MORALES TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCIÓN:
Firma: JOSE LUIS HERNANDEZ

CONSULTOR
(ARRESTA AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

ESCALA NORMAL
1:25
Número: Grilla:

0 0.625 m

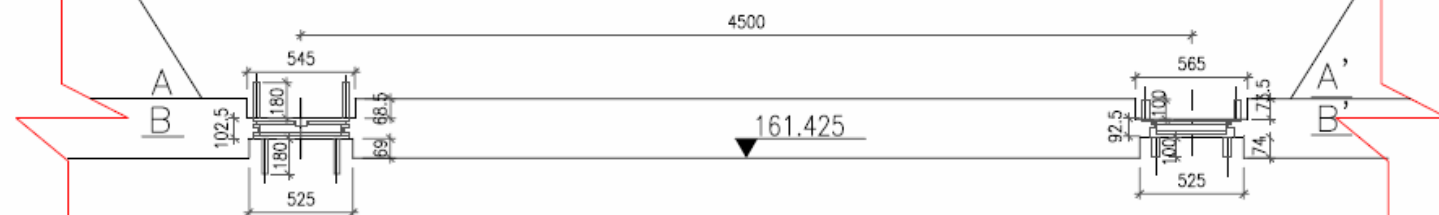
FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
DETALLES MESETAS APOYOS POT ESTRIBO 1

Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 3 de 10

ALZADO

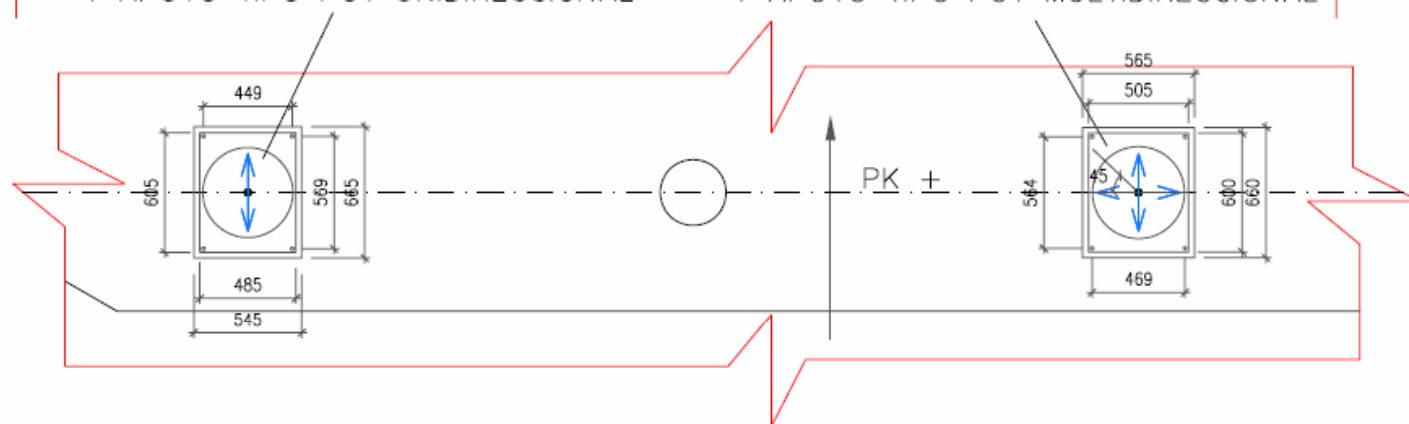
ESCALA 1:25



SECCIÓN A-A'

(MESETAS SUPERIORES)

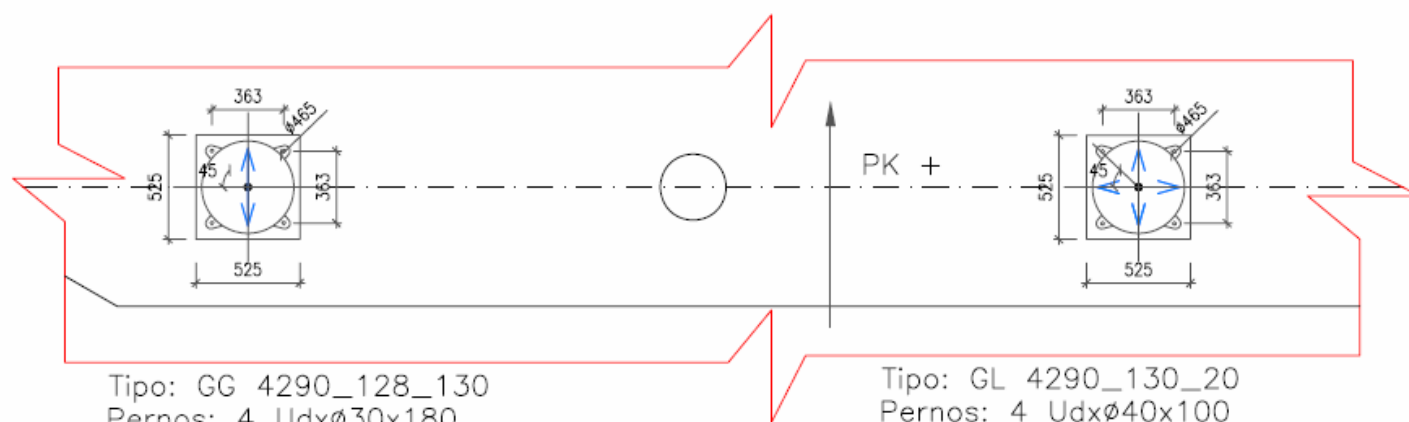
ESCALA 1:25



SECCIÓN B-B'

(MESETAS INFERIORES)

ESCALA 1:25



Tipo: GG 4290_128_130
Pernos: 4 UdxØ30x180

Tipo: GL 4290_130_20
Pernos: 4 UdxØ40x100



PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TÍTULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES-LIÑERS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Féj. JUAN LUIS MOLINERAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Féj. JOSÉ LUIS HERVÁS 942

CONSULTOR
(ASISTENTE AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

ESCALA NORMAL
1:25
Numeros Grillas

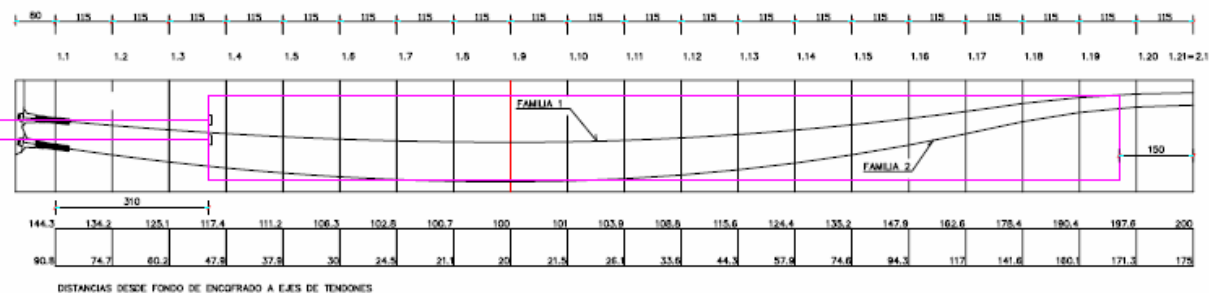
0 0.625 m

FECHA
DICIEMBRE 2007

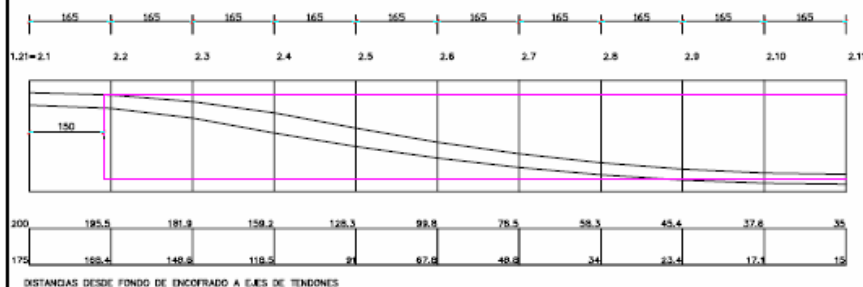
TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
DETALLES MESETAS APOYOS POT ESTRIBO 2

Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 4 de 10

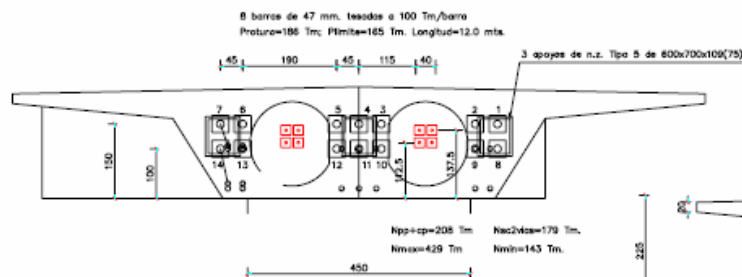
8 barras de 47 mm, teadas a 100 Tm/barra
Protura=186 Tm; Pímita=165 Tm, Longitud=12.0 mts.



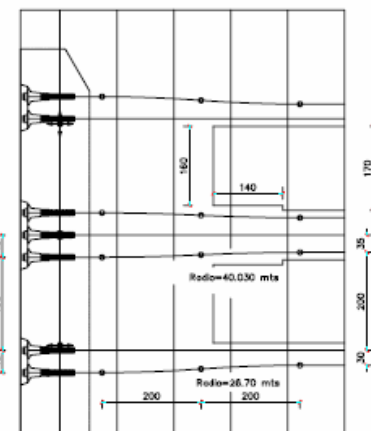
ALZADO PRETENSADO VANO 1.3
Escala 1/100. Cotas en cm.



ALZADO PRETENSADO VANO 2
Escala 1/100. Cotas en cm.

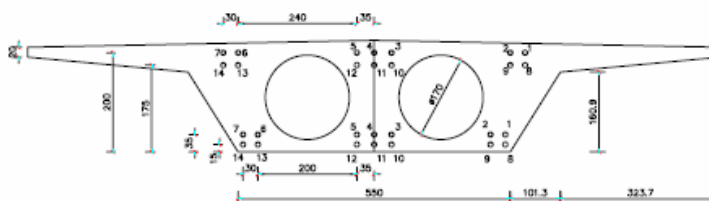


VISTA DE ANCLAJES EN ESTRIBOS
Escala 1/100. Cotas en cm.



DESVIACIÓN EN PLANTA DE 7,14,5,12,3,10,1,8
Escala 1/100. Cotas en cm.

Nota: Las unidades 1,2,7,8,9,13,14 se mueven linealmente, en planta, entre las secciones 1.11- 1.21 2.1 - 2.21 y 3.1-3.11 (entre cada sección base se desplazan 4 cms.)



SECCIÓN 1.21-2.11
Escala 1/100. Cotas en cm.

NOTAS SOBRE EL PRETENSADO LONGITUDINAL

1) DEFINICIÓN

Se disponen 14 tendones de (19x0.8") que corren desde un extremo al otro del tablero, disponiendo anclajes activos en ambos extremos, teando desde un extremo y reteando desde el otro.

TODAS LAS UNIDADES DE PRETENSADO SON IGUALES Y TIENEN LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

COMPOSICIÓN: 19 TORNES DE 0.8" (19x0.8")
ÁREA UNITARIA: $A_p = 2548 \text{ mm}^2$
DIÁMETRO INTERIOR DE LA VAINA: 100 mm.
PLACAS DE ANCLAJE: 340 x 340 mm.
PESO POR ALI: 20.84 Kg/ml.
LONGITUD DE LOS TENDONES: (Ver Cuadro)

LONGITUD APROXIMADA DE LOS TENDONES (MEDIDA EN EL EJE DE LA VIGA)

FAMILIA	1	2
	80.64	88.90

2) PRETENSADO DEFINITIVO

A los 7 días como mínimo, y siempre procederá al teado definitivo. Cada tendón se teará a una fuerza de 384 Kg. de talca no mayor de 8 mm. Para el teado se respetará estrictamente el orden que se indica en el siguiente cuadro:

ORDEN DE PUESTA EN TENSION
4 11 3 10 5 12 2 9 6 13 1 8 7 14

3) CALIDAD DEL ACERO DE PRETENSADO

Carga de rotura característica: $R_{pk} \geq 190 \text{ Kg/mm}^2$.
Módulo Elástico: $E_p \geq 19500 \text{ Kg/mm}^2$.
Límite Elástico característico: 0.5%, $R_{yk} \geq 171 \text{ Kg/mm}^2$.
Alargamiento en rotura sobre 500 mm.: ≥ 0.035 .
Relación σ_p a 1000 h: $\sigma_p \leq 0.7 \sigma_{pk}$ a 20, $\sigma_p < 2.0 \sigma_{yk}$

4) ALARGAMIENTO PREVISTO (mm)

Medido antes de la penetración de aceites y contando con $E_p = 20000 \text{ Kg/mm}^2$, resulta:

FAMILIA	1	2
EXTREMO 1	478	480
EXTREMO 2	51	53

5) INYECCIÓN

Se inyectará con mortero de cemento y plastificante los tendones a una presión mínima de 5 atmósferas. La entrada de lechada se realizará por los puntos bajos de los cables, dejando respiraderos en los puntos altos sobre las pías y los anclajes. Una vez que la lechada homogénea saque al exterior por los respiraderos, se cierrarán los anclajes y se elevará la presión de la lechada hasta 6 atmósferas. Relación agua/cemento de la lechada = 0.40.



PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA
TITULO: L.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES-LUNARS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCCIÓN:
FELIX JUAN LUIS MOLINER TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCCIÓN:
FELIX JOSE LUIS HERNANDEZ 942

CONSULTOR
(ASISTENTE AL CONTROL DE OBRAS)
SERCALSA

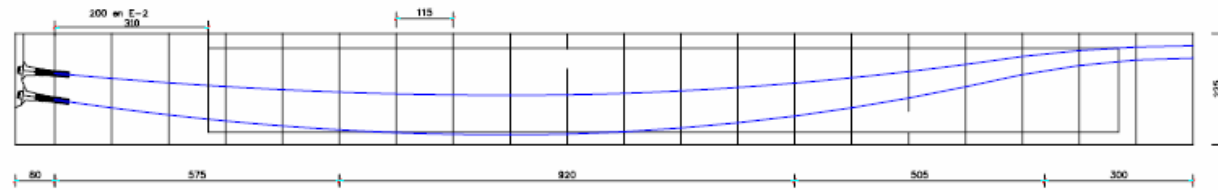
ESCALA NORMAL
1:100
Número Gráfica

0 2.50 m

FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
TABLERO. PRETENSADO (I)

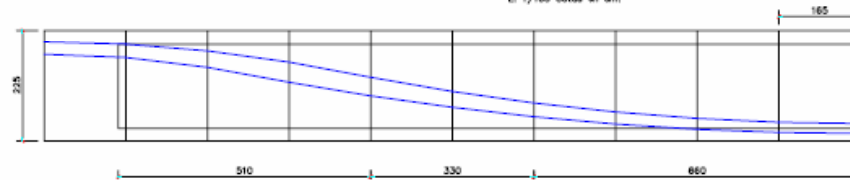
Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 5 de 10



1	#20/15	#20/20	#16/20	#20/20	#20/15
2		1#20/20	2#12/40	1#12/20	1#16/20
3		2#20/20	2#16/20	2#20/20	
4		1#20/20	1#16/20	1#20/20	
5		#20/20	#12/20	#16/20	
6	#25/15	#25/20	#20/20+#16/20	#25/20	#25/15
7	#16/15	#16/20	#12/20	#16/20	#16/15

13x2#16/20

ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA ARMADURA PASIVA
E. 1/100 Cotas en cm.



1	#20/15	#20/20	#16/20	2#12/40
2		1#16/20	1#12/20	2#12/40
3		2#20/20	2#16/20	
4		1#20/20	1#16/20	
5		#16/20	#12/20	
6	#25/15	#25/20	#20/20+#16/20	
7	#16/15	#16/20	#12/20	

13x2#16/20

ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA ARMADURA PASIVA
E. 1/100 Cotas en cm.

L=12 metros
13x2#16/20
L=6 metros
13x2#16/20

NOTAS SOBRE SOLAPES

La longitud de solapes ser la indicada en el cuadro adjunto
Solape en la misma sección

		Sin E.D.	Con E.D.
	# de barra (+)	Longitud de solape	Longitud de solape
Zona de buena adherencia (Inf.)	#10	50cm.	70cm.
	#12	60cm.	85cm.
	#16	85cm.	115cm.
	#20	105cm.	140cm.
	#25	150cm.	200cm.
Zona de mala adherencia (Sup.)	#10	75cm.	90cm.
	#12	90cm.	110cm.
	#16	120cm.	145cm.
	#20	150cm.	180cm.
	#25	210cm.	260cm.

NOTA SOBRE RECURRIMIENTOS

LOS RECURRIMIENTOS SERAN DE 3.5 CM A LA BARRA EXTERIOR

CONDICIONES

HORMIGÓN

-TABLEROS: HP-35/S/12/12 : $f_{cd} \geq 35$ N/mm².

Relación Agua/Cemento: 0.43.

Contenido Máximo de Cemento: 400 Kg/m³.

El hormigón llegar a la obra con consistencia seca debiendo probarse a consistencia fluida mediante la adición de un superplastificante.

ACERO

-CORRUPTO: SMOBOLD #B 500 S: $f_{cd} \geq 500$ N/mm².

NIVELES DE CORROSIÓN

-MATERIALES INTENSOS

-EJECUCIÓN : INTENSOS

ELU $f_{cd} = 1.5$; $f_{cd} = 1.15$
ELU $f_{cd} = 1.0$; $f_{cd} = 1.00$

ELU $f_{cd} = 1.35$; $f_{cd} = 1.00$; $f_{cd} = 1.50$; $f_{cd} = 1.50$
ELU $f_{cd} = 1.00$; $f_{cd} = 1.00$; $f_{cd} = 1.00$; $f_{cd} = 1.00$



PROYECTO CONSTRUCIÓN DE PLATAFORMA
TITULO: L-V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LUNARS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCIÓN:
Fdo. JUAN LUIS MOLINERAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCIÓN:
Fdo. JOSE LUIS HERRERAS SÁEZ

COMISIÓN
(ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS):
SERCAL

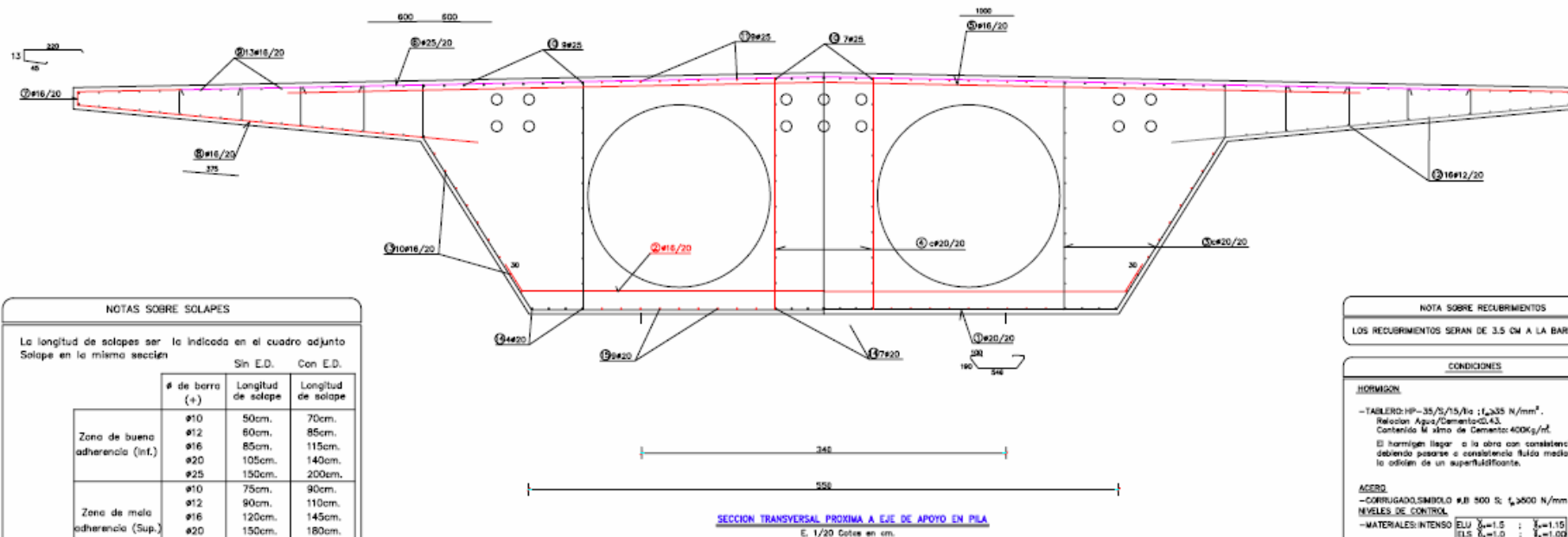
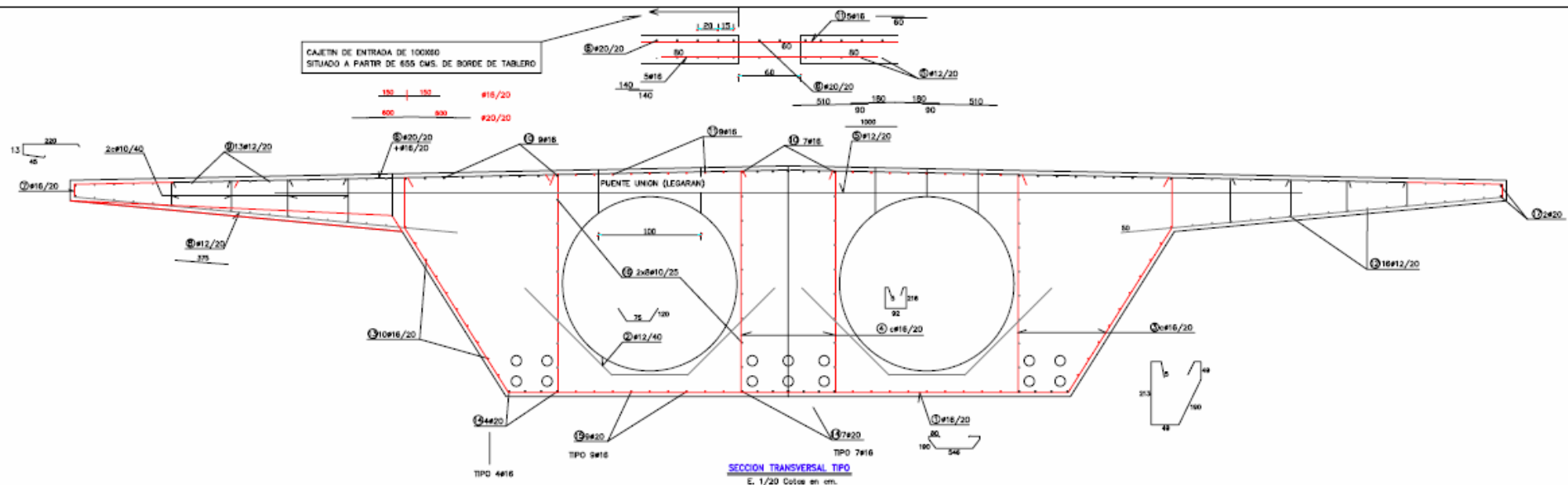
ESCALA NORMAL
1:100

0 2.50 m
0 0

FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
TABLERO. DISTRIBUCIÓN ARMADURA PASIVA

Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 8 de 10



NOTAS SOBRE SOLAPES

La longitud de solapes ser la indicada en el cuadro adjunto
Solape en la misma sección

		Sin E.D.	Con E.D.
	# de barra (+)	Longitud de solape	Longitud de solape
Zona de buena adherencia (inf.)	#10	50cm.	70cm.
	#12	60cm.	85cm.
	#16	85cm.	115cm.
	#20	105cm.	140cm.
	#25	150cm.	200cm.
Zona de mala adherencia (Sup.)	#10	75cm.	90cm.
	#12	90cm.	110cm.
	#16	120cm.	145cm.
	#20	150cm.	180cm.
	#25	210cm.	260cm.

NOTA SOBRE RECURRIMIENTOS

LOS RECURRIMIENTOS SERAN DE 3.5 CM A LA BARRA EXTERIOR

CONDICIONES

HORMIGON

-TABLERO: HP-35/55/15/10; $f_{ck} \geq 35$ N/mm².

-Relación Agua/Cemento: 0.42.

-Contenido Mínimo de Cemento: 400Kg/m³.

El hormigón llegar a la obra con consistencia seca debiendo pasarse a consistencia fluida mediante la acción de un superplastificante.

ACERO

-CORRUADO: SIMBOLO #B 500 S; $f_{yk} \geq 500$ N/mm².

NIVELES DE CONTROL

-MATERIALES: INTENSO E.L.U. $\gamma_s = 1.5$; $\gamma_s = 1.15$

E.L.S. $\gamma_s = 1.0$; $\gamma_s = 1.00$

-EJECUCION: INTENSO E.L.U. $\gamma_s = 1.35$; $\gamma_s = 1.00$; $\gamma_s = 1.50$; $\gamma_s = 1.50$

E.L.S. $\gamma_s = 1.00$; $\gamma_s = 1.00$; $\gamma_s = 1.00$; $\gamma_s = 1.00$



PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TÍTULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LINARS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fco. JUAN LUIS MORALES TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO:
Fco. JOSE LUIS HERNANDEZ 8427

CONSULTOR
(ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

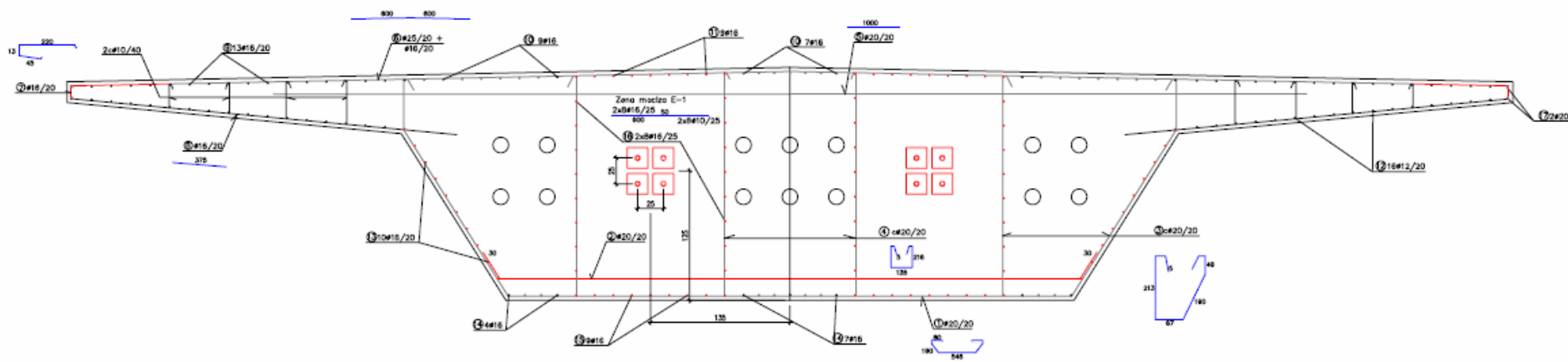
ESCALA NORMAL
1:40
Número Gráfica

0 1.00 m

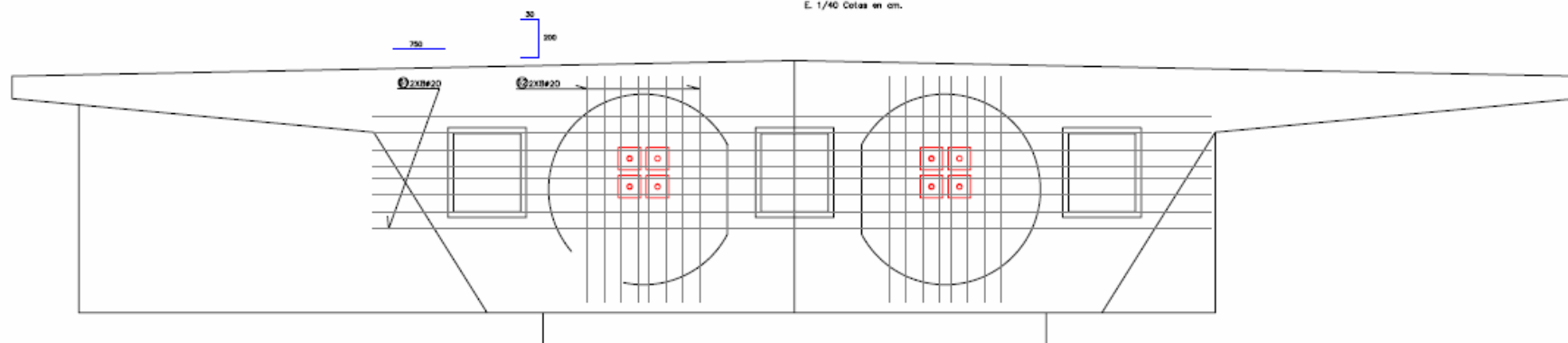
FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
TABLERO. ARMADURA (I)

Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 7 de 10



SECCION TRANSVERSAL VACIZA (PROXIMA A ESTRIBO)
E. 1/40 Cotas en cm.



NOTAS SOBRE SOLAPES

La longitud de solapes ser la indicada en el cuadro adjunto
Solape en la misma sección

		Sin E.D.	Con E.D.
	Ø de barra (+)	Longitud de solape	Longitud de solape
Zona de buena adherencia (Inf.)	#10	50cm.	70cm.
	#12	60cm.	85cm.
	#16	85cm.	115cm.
	#20	105cm.	140cm.
	#25	150cm.	200cm.
Zona de mala adherencia (Sup.)	#10	75cm.	90cm.
	#12	90cm.	110cm.
	#16	120cm.	145cm.
	#20	150cm.	180cm.
	#25	210cm.	260cm.

REFUERZO EN ANCLAJE DE TABLERO A ESTRIBO 1
E. 1/40 Cotas en cm.

NOTA SOBRE REQUERIMIENTOS

LOS REQUERIMIENTOS SERAN DE 3.5 CM A LA BARRA EXTERIOR

CONVENCIONES

HORMIGON

-TABLERO: HP-35/5/12/1e; f_{cd} 35 N/mm².

-Resaca: Agua/Cemento 0.43.

-Contenido M. seco de Cemento: 400kg/m³.

El hormigón llegar a la obra con consistencia seca debiendo pasarse a consistencia fluida mediante la adición de un superplastificante.

ACERO

-CORRUGADO: SMOBOLD #8 500 S; f_{cd} 3600 N/mm².

NIVELES DE CONTROL

-MATERIALES INTENSO: E.L.U. f_{cd} 1.5 ; f_{cd} 1.15

E.L.S. f_{cd} 1.0 ; f_{cd} 1.00

-EJECUCION INTENSO: E.L.U. f_{cd} 1.35 ; f_{cd} 1.00 ; f_{cd} 1.50

E.L.S. f_{cd} 1.00 ; f_{cd} 1.00 ; f_{cd} 1.00



PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA
TITULO: LA JUA MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERAS
SUBTRAMO 1 LA ROCA DEL VALLES-LIÑARS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO :
Fco. JUAN LUIS MOLINERAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUIDO :
Fco. JOSE LUIS HERVÁS 942

CONSULTOR
(AUTENTICAL CONTROL DE OBRAS)
SERCAL

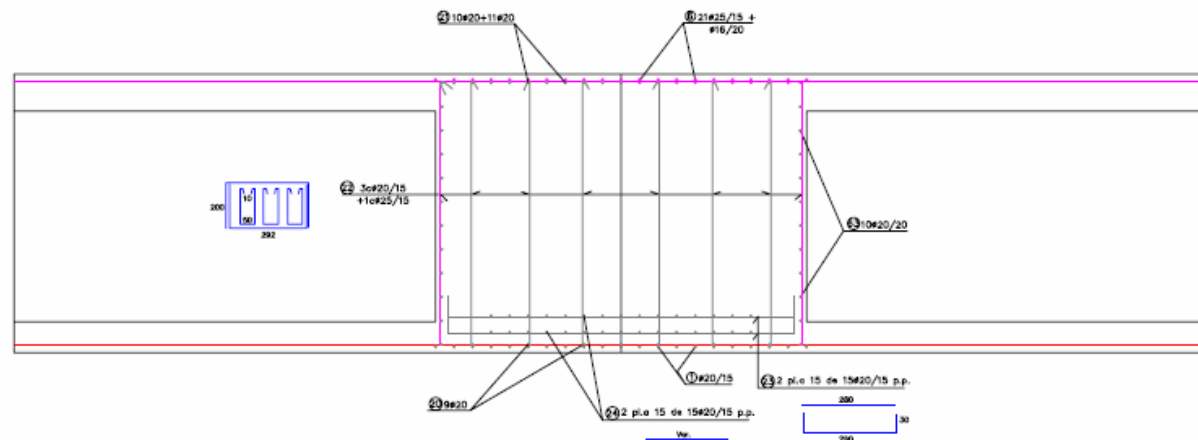
ESCALA NORMAL
1:40
Numeros
Grillas



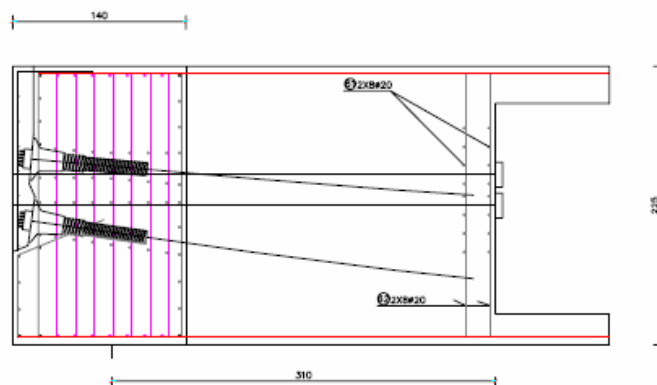
FECHA
DICIEMBRE 2007

TITULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
TABLERO. ARMADURA (II)

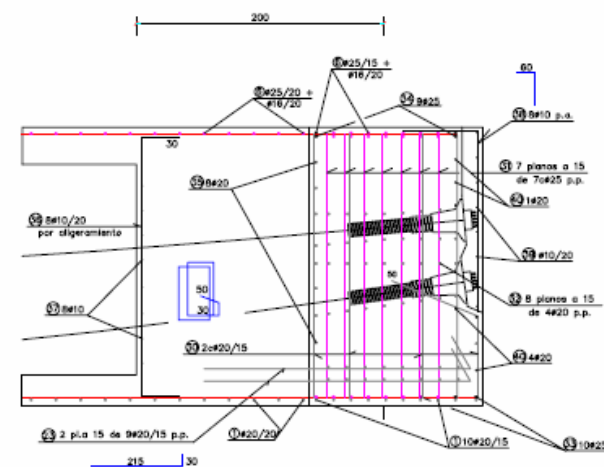
Nº DE PLANO
5.1.2.4
Hoja 8 de 10



SECCION II-II
E. 1/40 Cotas en cm.

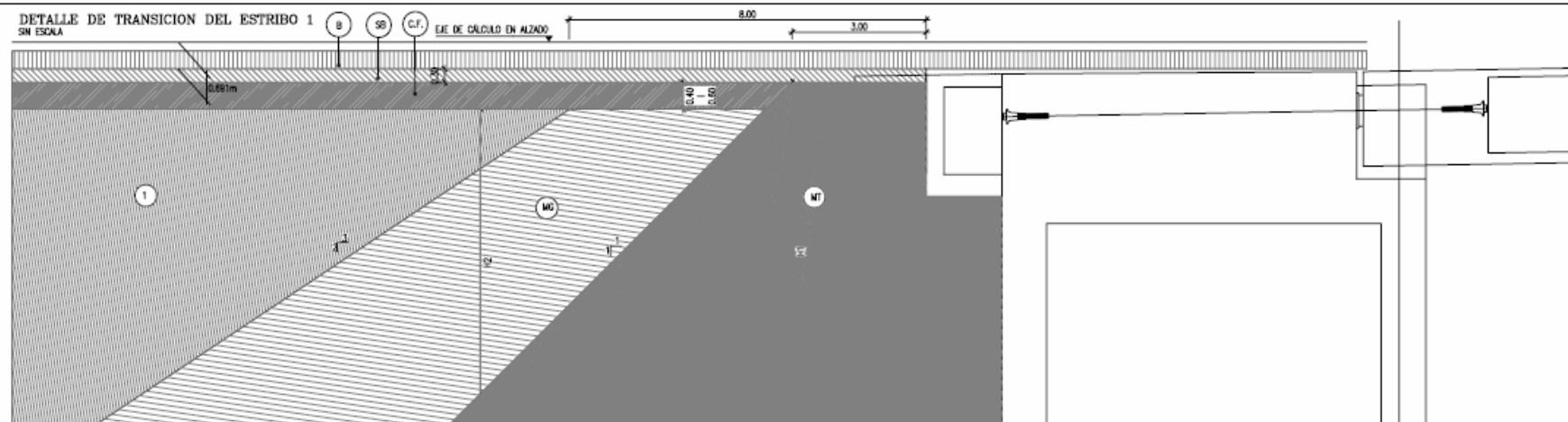


SECCION I-I (Eje Estribo 1)
E. 1/40 Cotas en cm.

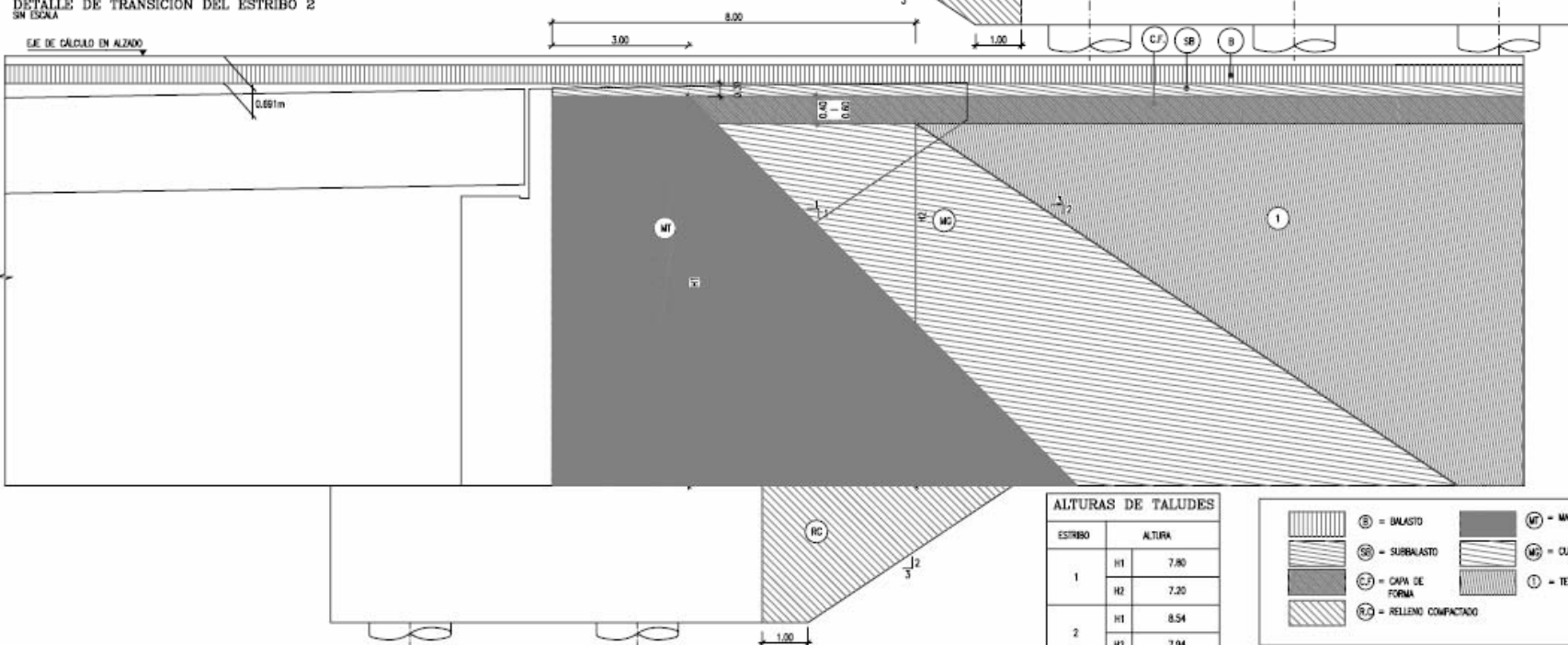


SECCION I-I (Eje Estribo 2)
E. 1/40 Cotas en cm.

DETALLE DE TRANSICION DEL ESTRIBO 1
SN ESCALA



DETALLE DE TRANSICION DEL ESTRIBO 2
SN ESCALA



ALTURAS DE TALUDES

ESTRIBO	ALTIMETRIA	ALTURA
1	H1	7.80
	H2	7.20
2	H1	8.54
	H2	7.94

	B = BALASTO		MT = MATERIAL TRATADO CON CEMENTO
	SB = SUBBALASTO		MC = CUA CON MATERIAL GRANULAR
	CF = CAPA DE FORMA		1 = TERRAPLEN
	R = RELLENO COMPACTADO		



PROYECTO CONSTRUCION DE PLATAFORMA
TITULO: L.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA-SANTS-FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES-LIMARS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCION 1:
Fco. JUAN LUIS VIGUERA TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO
CONSTRUCION 2:
Fco. JUAN LUIS VIGUERA TORRES

CONSEJERO (ASISTENTE) AL CONTROL DE OBRAS:
SERCAL
Fco. JUAN LUIS VIGUERA TORRES

ESCALA NORMAL
S/E
Numeros
Grados

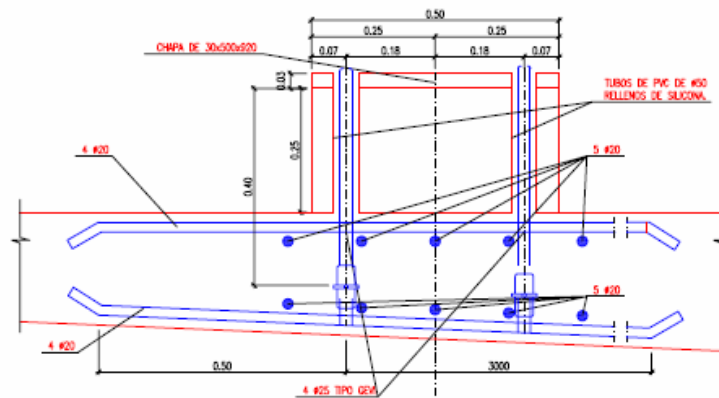


FECHA
DICIEMBRE 2007

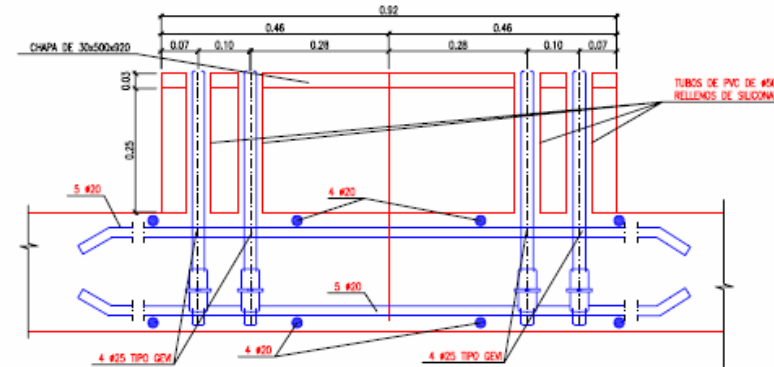
TITULO DEL PLANO
VIADUCTO DE CAN LLEGUET
DETALLES. CUAS DE TRANSICION EN ESTRIBOS

Nº DE PLANO
5.1.2.5
Folio 1 de 2

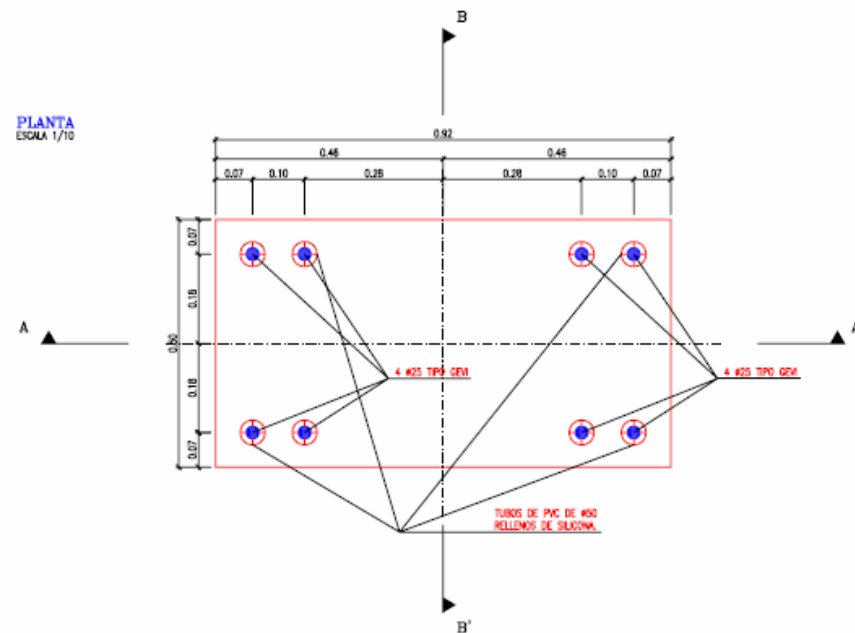
SECCIÓN B-B'
ESCALA 1/10



SECCIÓN A-A'
ESCALA 1/10



PLANTA
ESCALA 1/10





Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE

ANEJO 2-B- EVALUACIÓN DE FLECHAS

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LAS SECCIONES PARA LA PRUEBA DE CARGA DEL VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS

INDICE:

0.- UNIDADES

1.- DATOS GENERALES

2.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LAS SECCIONES DE VANO EFECTIVAS

2.1.- SECCIÓN MACIZA

2.2.- SECCIÓN CON ALIGERAMIENTOS DE 1.70 m DE DIÁMETRO

3.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LAS SECCIONES DE APOYO EFECTIVAS

3.1.- SECCIÓN MACIZA

3.2.- SECCIÓN CON ALIGERAMIENTOS DE 1.70 m DE DIÁMETRO

4.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LAS SECCIONES TOTALES

4.1.- SECCIÓN MACIZA

4.2.- SECCIÓN CON ALIGERAMIENTOS DE 1.70 m DE DIÁMETRO

5.- TREN DE CARGAS

6.- MICRODEFORMACIONES DEL TABLERO

7.- PORCENTAJES DE CARGA

0.-UNIDADES

$$t := 1000 \cdot \text{kgf}$$

$$tm := 1000 \cdot \text{kg}$$

$$N := 1 \cdot \text{newton}$$

$$kN := 1000 \cdot N$$

1.- DATOS GENERALES

$$f_{ckv} := 40 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Resistencia característica del hormigón del tablero

$$f_{cmv} := f_{ckv} + 8 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{cmv} = 48 \frac{N}{mm^2}$$

Resistencia media del hormigón del tablero

$$E_c := 10000 \cdot \sqrt[3]{f_{cmv}} \cdot \left(\frac{N}{mm^2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$E_c = 3.63 \times 10^7 \frac{kN}{m^2}$$

Módulo de deformación del hormigón del tablero

$$E_s := 2 \cdot 10^5 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Las siguientes cargas muertas son con arreglo a proyecto:

$$m_{barrerabrandilla} := 2 \cdot (300 + 100 + 580) \cdot \frac{kg}{m}$$

$$m_{barrerabrandilla} = 1960 \frac{kg}{m}$$

En este valor se incluyen las canaletas, barandillas, aceras e impostas

$$m_{vias} := 2 \cdot (520 + 120) \cdot \frac{kg}{m}$$

$$m_{vias} = 1280 \frac{kg}{m}$$

Vías y traviesas

$$\text{densidad} := 2500 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{densidad} = 2500 \frac{kg}{m^3}$$

Densidad del hormigón armado

$$m_{balasto} := 6.5m^2 \cdot 1840 \cdot \frac{kg}{m^3}$$

$$m_{balasto} = 11960 \frac{kg}{m}$$

Balasto

2.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA SECCIONES DE VANO EFECTIVAS

2.1.- SECCIÓN MACIZA

Número de vértices

$n := 10$

$i := 1 \dots n$

$x_i :=$	$y_i :=$
0·cm	0·cm
275·cm	0·cm
386.2·cm	161·cm
662.3·cm	187.4·cm
662.3·cm	211.8·cm
525·cm	214.5·cm
525·cm	264.5·cm
505·cm	264.5·cm
505·cm	215·cm
0·cm	225·cm

IMPORTANTE

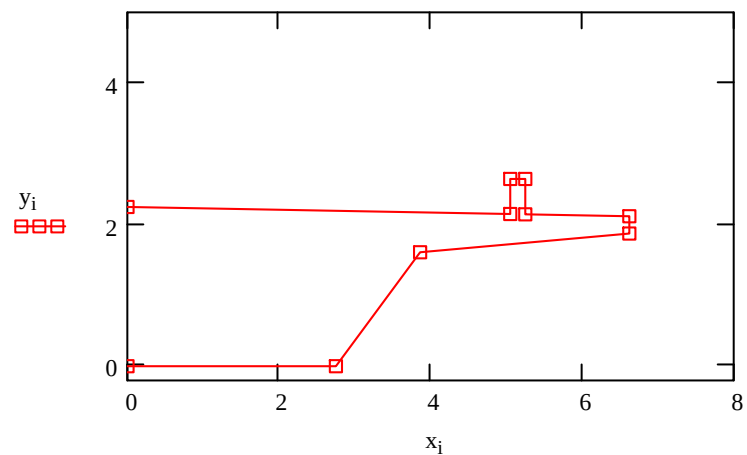
Se supone sección simétrica. Introducir media sección.

Introducir los vertices en sentido antihorario.

Vértices inicial y final no coincidentes.

El vértice inicial debe tener coordenadas "0,0".

El segundo punto debe tener y = 0.



$$y_{n+1} := y_1 \quad x_{n+1} := x_1$$

$$\text{area_1a} := \frac{\sum_{j=1}^n [x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j]}{2}$$

$$\text{area_1a} = 8.8607 \text{ m}^2$$

área de 1/2 sección 1

$$h_{g_1a} := \frac{\sum_{j=1}^n [x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j] \cdot (y_j + y_{j+1})}{6 \cdot \text{area_1a}}$$

$$h_{g_1a} = 1.28252 \text{ m}$$

ordenada del c.d.g.de la sección 1

$$I_{bx_1a} := \frac{\sum_{j=1}^n [x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j] \cdot [(y_j + y_{j+1})^2 - y_j \cdot y_{j+1}]}{12} - \text{area_1a} \cdot h_{g_1a}^2$$

$$I_{bx_1a} = 3.7448 \text{ m}^4$$

momento de inercia de 1/2 sección 1 respecto de un eje horizontal pasando por su c.d.g.

Área e inercia de la sección bruta:

$$\text{area_BRCV} := 2 \cdot \text{area_1a}$$

$$\text{area_BRCV} = 17.721 \text{ m}^2$$

$$I_{bx_BRCV} := 2 \cdot I_{bx_1a}$$

$$I_{bx_BRCV} = 7.490 \text{ m}^4$$

2.2.- SECCIÓN CON ALIGERAMIENTOS DE 1.70 m DE DIÁMETRO

Son dos cilindros de 1.70 m de diámetro cuyos centros están a 110 cm de la fibra inferior

$$D := 1.70 \cdot \text{m}$$

Diámetro

$$HC := 1.10 \cdot \text{m}$$

Distancia del centro a la fibra inferior

$$NC := 2$$

Número de cilindros

$$\text{area_2a} := NC \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$\text{area_2a} = 4.54 \text{ m}^2$$

área de la sección 2

$$I_{bx_2a} := NC \cdot \frac{\pi \cdot D^4}{64}$$

$$I_{bx_2a} = 0.82 \text{ m}^4$$

momento de inercia de la sección 2 respecto de un eje horizontal pasando por su c.d.g.

$$\text{area_a} := \text{area_1a} \cdot 2 - \text{area_2a}$$

$$\text{area_a} = 13.182 \text{ m}^2$$

área de la sección total

$$h_{ga} := \frac{\text{area_1a} \cdot h_{g_1a} \cdot 2 - \text{area_2a} \cdot HC}{\text{area_a}}$$

$$h_{ga} = 1.345 \text{ m}$$

ordenada del centro de gravedad de la sección total

$$I_{bx_a} := \left[I_{bx_1a} \cdot 2 + \text{area_1a} \cdot 2 \cdot (h_{ga} - h_{g_1a})^2 \right] - \left[I_{bx_2a} + \text{area_2a} \cdot (h_{ga} - HC)^2 \right]$$

$$I_{bx_a} = 6.466 \text{ m}^4$$

momento de inercia de la sección total respecto de un eje horizontal pasando por el c.d.g.

2.2.1.- CONTRIBUCION A LA INERCIA DE LA ARMADURA ACTIVA Y PASIVA

Se introduce la armadura de la sección completa.

$$ac_1 := 2$$

$$pa := 11$$

Número de capas de armadura activa y pasiva.
La armadura pasiva no cambia en todo el vano.

$$ja_1 := 1 .. ac_1$$

$$jp := 1 .. pa$$

$$Ya_{ja_1} :=$$

35·cm
15·cm

$$Aa_{ja_1} :=$$

1.40·cm ²
1.40·cm ²

$$Na_{ja_1} :=$$

133
133

$$Yp_{jp} :=$$

6·cm
22·cm
51·cm
80·cm
109·cm
139·cm
180·cm
208·cm
211·cm
215·cm
217·cm

$$\phi p_{jp} :=$$

16·mm
16·mm
16·mm
16·mm
16·mm
16·mm
12·mm
12·mm
16·mm
16·mm
16·mm

$$Np_{jp} :=$$

33
4
4
4
4
4
27
23
18
18
7

Y: es la altura de las armaduras respecto a la cara inferior

A: es el área de cada cordón

φ: es el diametro de cada barra

N: es el número de cordones o barras en cada capa

$$Aah_{ja_1} := Aa_{ja_1} \cdot Na_{ja_1} \cdot \frac{Es - Ec}{Ec}$$

$$Aph_{jp} := \frac{\pi \cdot (\phi p_{jp})^2}{4} \cdot Np_{jp} \cdot \frac{Es - Ec}{Ec}$$

$$A_{h1} := \sum_{ja_1=1}^{ac_1} Aah_{ja_1} + \sum_{jp=1}^{pa} Aph_{jp} + area_a$$

Área homogeneizada al hormigón de la viga

$$h_{gb1} := \frac{area_a \cdot h_{ga} + \sum_{ja_1=1}^{ac_1} Aah_{ja_1} \cdot Ya_{ja_1} + \sum_{jp=1}^{pa} Aph_{jp} \cdot Yp_{jp}}{A_{h1}}$$

$$h_{gb1} = 1.332 \text{ m}$$

$$I_{b1} := I_{bx_a} + area_a \cdot (h_{gb1} - h_{ga})^2 + \sum_{ja_1=1}^{ac_1} Aah_{ja_1} \cdot (Ya_{ja_1} - h_{gb1})^2 + \sum_{jp=1}^{pa} Aph_{jp} \cdot (Yp_{jp} - h_{gb1})^2$$

$$I_{b1} = 6.7581 \text{ m}^4$$

Resumen:

$$I_{bx_aCV} := I_{b1}$$

$$I_{bx_aCV} = 6.758 \text{ m}^4$$

inercia

$$h_{gaCV} := h_{gb1}$$

$$h_{gaCV} = 1.332 \text{ m}$$

fibra neutra

3.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE SECCIONES DE APOYO EFECTIVAS

3.1.- SECCIÓN MACIZA

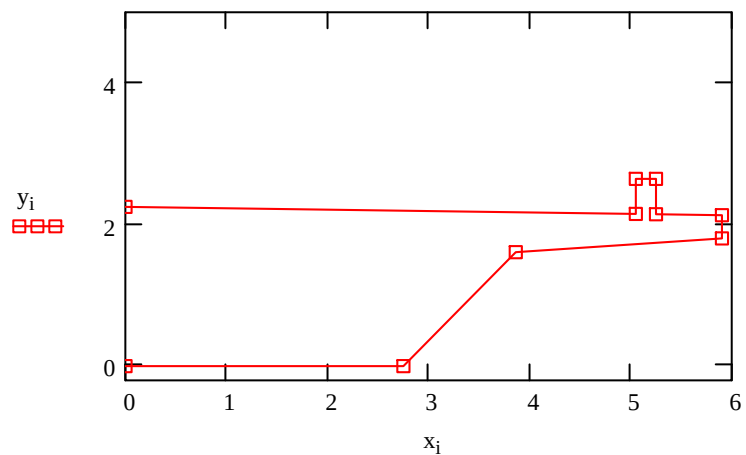
Número de vértices

$n := 10$

$i := 1 \dots n$

$x_i :=$	$y_i :=$
0·cm	0·cm
275·cm	0·cm
386.2·cm	161·cm
590.2·cm	180.5·cm
590.2·cm	213.2·cm
525·cm	214.5·cm
525·cm	264.5·cm
505·cm	264.5·cm
505·cm	215·cm
0·cm	225·cm

IMPORTANTE Se supone sección simétrica. Introducir media sección.
 Introducir los vértices en sentido antihorario.
 Vértices inicial y final no coincidentes.
 El vértice inicial debe tener coordenadas "0,0".
El segundo punto debe tener y = 0.



$$y_{n+1} := y_1 \quad x_{n+1} := x_1$$

$$\text{area_1a} := \frac{\sum_{j=1}^n [x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j]}{2}$$

$$\text{area_1a} = 8.6548 \text{ m}^2$$

área de 1/2 sección 1

$$h_{g_1a} := \frac{\sum_{j=1}^n [x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j] \cdot (y_j + y_{j+1})}{6 \cdot \text{area_1a}}$$

$$h_{g_1a} = 1.26589 \text{ m}$$

ordenada del c.d.g.de la sección 1

$$I_{bx_1a} := \frac{\sum_{j=1}^n [x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j] \cdot [(y_j + y_{j+1})^2 - y_j \cdot y_{j+1}]}{12} - \text{area_1a} \cdot h_{g_1a}^2$$

$$I_{bx_1a} = 3.6403 \text{ m}^4$$

momento de inercia de 1/2 sección 1 respecto de un eje horizontal pasando por su c.d.g.

Área e inercia de la sección bruta:

$$\text{area_BRAP} := 2 \cdot \text{area_1a}$$

$$\text{area_BRAP} = 17.310 \text{ m}^2$$

$$I_{bx_BRAP} := 2 \cdot I_{bx_1a}$$

$$I_{bx_BRAP} = 7.281 \text{ m}^4$$

3.1.1- CONTRIBUCION A LA INERCIA DE LA ARMADURA ACTIVA Y PASIVA

Se introduce la armadura de la sección completa.

$$ac_1 := 2$$

$$pa := 11$$

Número de capas de armadura activa y pasiva.
La armadura pasiva no cambia en todo el vano.

$$ja_1 := 1 \dots ac_1$$

$$jp := 1 \dots pa$$

$Y_{a_ja_1} :=$	$A_{a_ja_1} :=$	$N_{a_ja_1} :=$
200·cm	1.40·cm ²	133
175·cm	1.40·cm ²	133

$Y_{p_jp} :=$	$\phi_{p_jp} :=$	$N_{p_jp} :=$
6·cm	16·mm	33
22·cm	16·mm	4
51·cm	16·mm	4
80·cm	16·mm	4
109·cm	16·mm	4
139·cm	16·mm	4
176·cm	12·mm	20
208·cm	16·mm	17
211·cm	25·mm	18
215·cm	25·mm	18
217·cm	25·mm	7

Y: es la altura de las armaduras respecto a la cara inferior

A: es el área de cada cordón

ϕ : es el diametro de cada barra

N: es el número de cordones o barras en cada capa

$$A_{ah_ja_1} := A_{a_ja_1} \cdot N_{a_ja_1} \cdot \frac{E_s - E_c}{E_c}$$

$$A_{ph_jp} := \frac{\pi \cdot (\phi_{p_jp})^2}{4} \cdot N_{p_jp} \cdot \frac{E_s - E_c}{E_c}$$

$$A_{h1} := \sum_{ja_1=1}^{ac_1} A_{ah_ja_1} + \sum_{jp=1}^{pa} A_{ph_jp} + \text{area_BRAP}$$

Área homogeneizada al hormigón de la viga

$$h_{gb1} := \frac{\text{area_BRAP} \cdot h_{g_1a} + \sum_{ja_1=1}^{ac_1} A_{ah_ja_1} \cdot Y_{a_ja_1} + \sum_{jp=1}^{pa} A_{ph_jp} \cdot Y_{p_jp}}{A_{h1}}$$

$$h_{gb1} = 1.275 \text{ m}$$

$$I_{b1} := I_{bx_BRAP} + \text{area_BRAP} \cdot (h_{gb1} - h_{g_1a})^2 + \sum_{ja_1=1}^{ac_1} A_{ah_ja_1} \cdot (Y_{a_ja_1} - h_{gb1})^2 + \sum_{jp=1}^{pa} A_{ph_jp} \cdot (Y_{p_jp} - h_{gb1})^2$$

$$I_{b1} = 7.479 \text{ m}^4$$

Inercia de la sección efectiva homogeneizada

3.2.- SECCIÓN CON ALIGERAMIENTOS DE 1.70 m DE DIÁMETRO

Son dos cilindros de 1.70 m de diámetro cuyos centros están a 110 cm de la fibra inferior

$$D := 1.70 \cdot \text{m}$$

Diámetro

$$HC := 1.10 \cdot \text{m}$$

Distancia del centro a la fibra inferior

$$NC := 2$$

Número de cilindros

$$\text{area_2a} := NC \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$\text{area_2a} = 4.54 \text{ m}^2$$

área de la sección 2

$$I_{bx_2a} := NC \cdot \frac{\pi \cdot D^4}{64}$$

$$I_{bx_2a} = 0.82 \text{ m}^4$$

momento de inercia de la sección 2 respecto de un eje horizontal pasando por su c.d.g.

$$\text{area_a} := \text{area_1a} \cdot 2 - \text{area_2a}$$

$$\text{area_a} = 12.770 \text{ m}^2$$

área de la sección total

$$h_{ga} := \frac{\text{area_1a} \cdot h_{g_1a} \cdot 2 - \text{area_2a} \cdot HC}{\text{area_a}}$$

$$h_{ga} = 1.325 \text{ m}$$

ordenada del centro de gravedad de la sección total

$$I_{bx_a} := \left[I_{bx_1a} \cdot 2 + \text{area_1a} \cdot 2 \cdot (h_{ga} - h_{g_1a})^2 \right] - \left[I_{bx_2a} + \text{area_2a} \cdot (h_{ga} - HC)^2 \right]$$

$$I_{bx_a} = 6.291 \text{ m}^4$$

momento de inercia de la sección total respecto de un eje horizontal pasando por el c.d.g.

3.2.1- CONTRIBUCION A LA INERCIA DE LA ARMADURA ACTIVA Y PASIVA

Se introduce la armadura de la sección completa.

$$ac_1 := 2$$

$$pa := 11$$

Número de capas de armadura activa y pasiva.
La armadura pasiva no cambia en todo el vano.

$$ja_1 := 1 \dots ac_1$$

$$jp := 1 \dots pa$$

$Y_{a_{ja_1}} :=$	$A_{a_{ja_1}} :=$	$N_{a_{ja_1}} :=$
200·cm	1,40·cm ²	133
175·cm	1,40·cm ²	133

$Y_{p_{jp}} :=$	$\phi_{p_{jp}} :=$	$N_{p_{jp}} :=$
6·cm	16·mm	33
22·cm	16·mm	4
51·cm	16·mm	4
80·cm	16·mm	4
109·cm	16·mm	4
139·cm	16·mm	4
176·cm	12·mm	20
208·cm	16·mm	17
211·cm	25·mm	18
215·cm	25·mm	18
217·cm	25·mm	7

Y: es la altura de las armaduras respecto a la cara inferior

A: es el área de cada cordón

ϕ : es el diametro de cada barra

N: es el número de cordones o barras en cada capa

$$A_{ah_{ja_1}} := A_{a_{ja_1}} \cdot N_{a_{ja_1}} \cdot \frac{E_s - E_c}{E_c}$$

$$A_{ph_{jp}} := \frac{\pi \cdot (\phi_{p_{jp}})^2}{4} \cdot N_{p_{jp}} \cdot \frac{E_s - E_c}{E_c}$$

$$A_{h1} := \sum_{ja_1=1}^{ac_1} A_{ah_{ja_1}} + \sum_{jp=1}^{pa} A_{ph_{jp}} + area_a$$

Área homogeneizada al hormigón de la viga

$$h_{gb1} := \frac{area_a \cdot h_{ga} + \sum_{ja_1=1}^{ac_1} A_{ah_{ja_1}} \cdot Y_{a_{ja_1}} + \sum_{jp=1}^{pa} A_{ph_{jp}} \cdot Y_{p_{jp}}}{A_{h1}}$$

$$h_{gb1} = 1.335 \text{ m}$$

$$I_{b1} := I_{bx_a} + area_a \cdot (h_{gb1} - h_{ga})^2 + \sum_{ja_1=1}^{ac_1} A_{ah_{ja_1}} \cdot (Y_{a_{ja_1}} - h_{gb1})^2 + \sum_{jp=1}^{pa} A_{ph_{jp}} \cdot (Y_{p_{jp}} - h_{gb1})^2$$

$$I_{b1} = 6.473 \text{ m}^4$$

Inercia de la sección efectiva homogeneizada

4.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA SECCIONES TOTALES

4.1.- SECCIÓN MACIZA

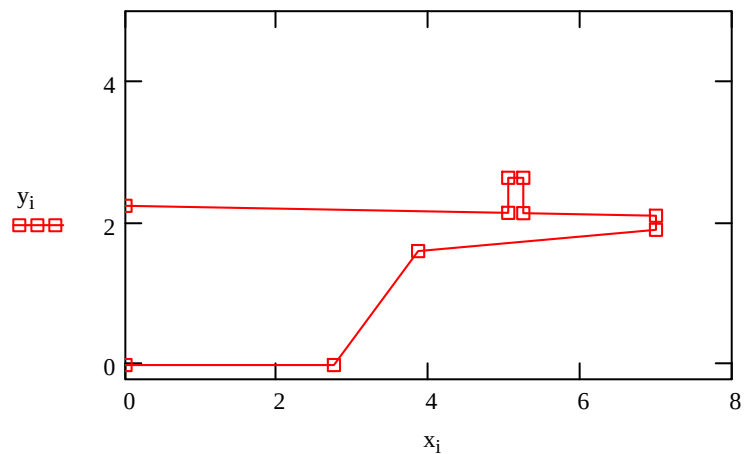
Número de vértices

$$n := 10$$

$$i := 1 \dots n$$

IMPORTANTE Se supone sección simétrica. Introducir media sección.
 Introducir los vertices en sentido antihorario.
 Vertices inicial y final no coincidentes.
 El vértice inicial debe tener coordenadas "0,0".
El segundo punto debe tener y = 0.

$x_i :=$	$y_i :=$
0·cm	0·cm
275·cm	0·cm
386.2·cm	161·cm
700·cm	191·cm
700·cm	211·cm
525·cm	214.5·cm
525·cm	264.5·cm
505·cm	264.5·cm
505·cm	215·cm
0·cm	225·cm



$$y_{n+1} := y_1 \quad x_{n+1} := x_1$$

$$\text{area_1a} := \frac{\sum_{j=1}^n [x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j]}{2}$$

$$\text{area_1a} = 8.9441 \text{ m}^2$$

área de 1/2 sección 1

$$h_{g_1a} := \frac{\sum_{j=1}^n [x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j] \cdot (y_j + y_{j+1})}{6 \cdot \text{area_1a}}$$

$$h_{g_1a} = 1.28923 \text{ m}$$

ordenada del c.d.g.de la sección 1

$$I_{bx_1a} := \frac{\sum_{j=1}^n [x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j] \cdot [(y_j + y_{j+1})^2 - y_j \cdot y_{j+1}]}{12} - \text{area_1a} \cdot h_{g_1a}^2$$

$$I_{bx_1a} = 3.7879 \text{ m}^4$$

momento de inercia de 1/2 sección 1 respecto de un eje horizontal pasando por su c.d.g.

Área e inercia de la sección bruta:

$$\text{area_BRT} := 2 \cdot \text{area_1a}$$

$$\text{area_BRT} = 17.888 \text{ m}^2$$

$$I_{bx_BRT} := 2 \cdot I_{bx_1a}$$

$$I_{bx_BRT} = 7.576 \text{ m}^4$$

4.2.- SECCIÓN CON ALIGERAMIENTOS DE 1.70 m DE DIÁMETRO

Son dos cilindros de 1.70 m de diámetro cuyos centros están a 110 cm de la fibra inferior

$$D := 1.70 \cdot \text{m}$$

Diámetro

$$HC := 1.10 \cdot \text{m}$$

Distancia del centro a la fibra inferior

$$NC := 2$$

Número de cilindros

$$\text{area_2a} := NC \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad \text{area_2a} = 4.54 \text{ m}^2 \quad \text{área de la sección 2}$$

$$I_{bx_2a} := NC \cdot \frac{\pi \cdot D^4}{64} \quad I_{bx_2a} = 0.82 \text{ m}^4 \quad \text{momento de inercia de la sección 2 respecto de un eje horizontal pasando por su c.d.g.}$$

$$\text{area_a} := \text{area_1a} \cdot 2 - \text{area_2a} \quad \text{area_a} = 13.349 \text{ m}^2 \quad \text{área de la sección total}$$

$$h_{ga} := \frac{\text{area_1a} \cdot h_{g_1a} \cdot 2 - \text{area_2a} \cdot HC}{\text{area_a}} \quad h_{ga} = 1.354 \text{ m} \quad \text{ordenada del centro de gravedad de la sección total}$$

$$I_{bx_a} := \left[I_{bx_1a} \cdot 2 + \text{area_1a} \cdot 2 \cdot (h_{ga} - h_{g_1a})^2 \right] - \left[I_{bx_2a} + \text{area_2a} \cdot (h_{ga} - HC)^2 \right]$$

$$I_{bx_a} = 6.538 \text{ m}^4 \quad \text{momento de inercia de la sección total respecto de un eje horizontal pasando por el c.d.g.}$$

Resumen:

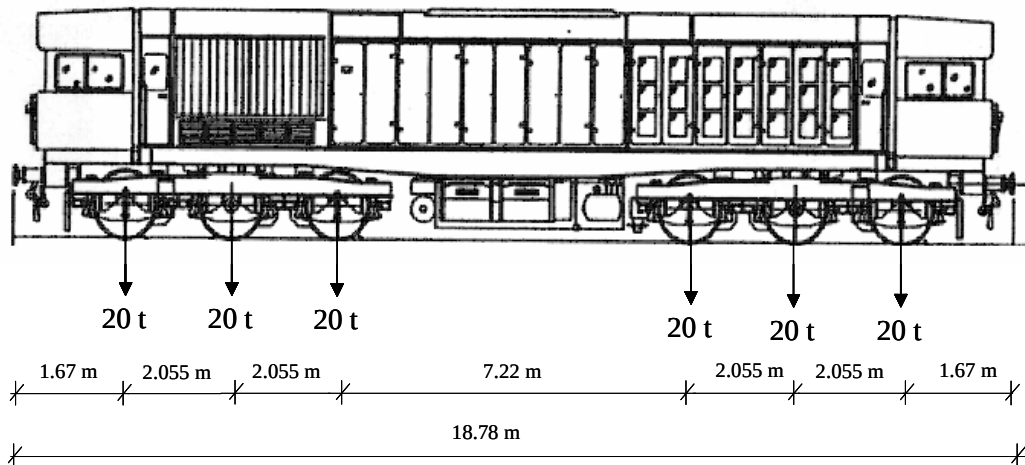
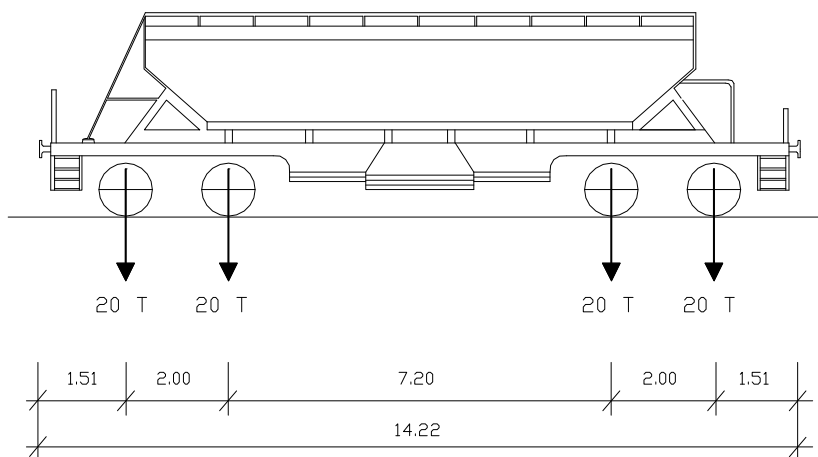
$$\text{area_aT} := \text{area_a} \quad \text{area_aT} = 13.349 \text{ m}^2 \quad \text{área}$$

$$I_{bx_aT} := I_{bx_a} \quad I_{bx_aT} = 6.538 \text{ m}^4 \quad \text{inercia}$$

5.- TREN DE CARGAS

Se ha previsto para la prueba un tren de cargas formado por dos locomotoras de 120 t cada una y cuatro tolvas de 80 t de peso unitario. El tren de cargas impone las siguientes cargas:

LOCOMOTORA

TOLVA

6.- MICRODEFORMACIONES DEL TABLERO

Del modelo de cálculo se han obtenido los momentos flectores de cada estática.

$$ME1 := \begin{pmatrix} 3535.41 \\ 6257.87 \\ -2567.54 \end{pmatrix} \cdot \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$\varepsilon E1 := h_{gaCV} \cdot \frac{ME1 \cdot 10^6}{I_{bx_aCV} \cdot E_c}$$

$$\varepsilon E1 = \begin{pmatrix} 19 \\ 34 \\ -14 \end{pmatrix} \begin{matrix} V1 \\ V2 \\ V3 \end{matrix}$$

$$ME2 := \begin{pmatrix} 6477.71 \\ -2197.93 \\ 6038.36 \end{pmatrix} \cdot \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$\varepsilon E2 := h_{gaCV} \cdot \frac{ME2 \cdot 10^6}{I_{bx_aCV} \cdot E_c}$$

$$\varepsilon E2 = \begin{pmatrix} 35 \\ -12 \\ 33 \end{pmatrix} \begin{matrix} V1 \\ V2 \\ V3 \end{matrix}$$

$$ME3 := \begin{pmatrix} -3602.22 \\ 9433.01 \\ -3676.77 \end{pmatrix} \cdot \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$\varepsilon E3 := h_{gaCV} \cdot \frac{ME3 \cdot 10^6}{I_{bx_aCV} \cdot E_c}$$

$$\varepsilon E3 = \begin{pmatrix} -20 \\ 51 \\ -20 \end{pmatrix} \begin{matrix} V1 \\ V2 \\ V3 \end{matrix}$$

7.- PORCENTAJES DE CARGA

Seguidamente se comparan los momentos flectores máximos de las secciones de centro de vano y apoyo obtenidos en el modelo de la prueba de carga con los que figuran en el anejo de cálculo facilitado para las sobrecargas de la IAPF.

$$\alpha := 1.21$$

Coeficiente de clasificación

$$CI := 1.08$$

Coeficiente de impacto

Elemento y estática	Proyecto de prueba de carga	Anejo de cálculo facilitado	Porcentaje de solicitud
63-E2	$MPPC_{v1} := 6774 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$	$MPR_{v1} := 1821.7 \cdot \text{t} \cdot \text{m}$	$P_{v1} := \frac{MPPC_{v1} \cdot \alpha \cdot CI}{MPR_{v1}}$ $P_{v1} = 49.6 \%$
102-E3	$MPPC_{v2} := 9433 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$	$MPR_{v2} := 2297.0 \cdot \text{t} \cdot \text{m}$	$P_{v2} := \frac{MPPC_{v2} \cdot \alpha \cdot CI}{MPR_{v2}}$ $P_{v2} = 54.7 \%$
2-E1	$MPPC_{p1} := 8353 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$	$MPR_{p1} := 2537.8 \cdot \text{t} \cdot \text{m}$	$P_{v3} := \frac{MPPC_{p1} \cdot \alpha \cdot CI}{MPR_{p1}}$ $P_{v3} = 43.9 \%$



Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE

LISTADOS DEL MODELO INFORMÁTICO

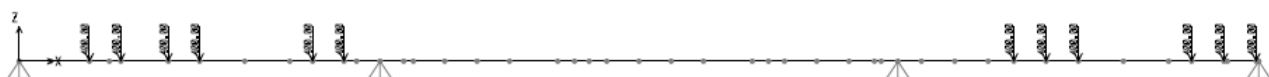


Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE

ANÁLISIS ESTÁTICO

**Modelo con las cargas de la prueba estática 1****Deformada de la estructura para las cargas de la prueba estática 1****Momentos flectores para las cargas de la prueba estática 1****Modelo con las cargas de la prueba estática 2****Deformada de la estructura para las cargas de la prueba estática 2****Momentos flectores para las cargas de la prueba estática 2****Modelo con las cargas de la prueba estática 3****Deformada de la estructura para las cargas de la prueba estática 3****Momentos flectores para las cargas de la prueba estática 3**

DATOS DEL MODELO

SAP2000 v8.2.7 File: V. CAN LLEGUET 2/3/10 11:25:48

Table: Analysis Case Definitions

Case Text	Type Text	InitialCond Text	ModalCase Text
MODAL	LinModal	Zero	
E1	LinStatic	Zero	
E2	LinStatic	Zero	
E3	LinStatic	Zero	

Table: Case - Modal 1 - General

Case Text	ModeType Text	MaxNumModes Unitless	MinNumModes Unitless	EigenShift Cyc/sec	EigenCutoff Cyc/sec	EigenTol Unitless
MODAL	Eigen	12	1	0.0000E+00	0.0000E+00	1.0000E-07

Table: Case - Static 1 - Load Assignments

Case Text	LoadType Text	LoadName Text	LoadSF Unitless
E1	Load case	E1	1.000000
E2	Load case	E2	1.000000
E3	Load case	E3	1.000000

Table: Connectivity - Frame/Cable

Frame Text	JointI Text	JointJ Text	Length m
1	1	2	2.00000
2	3	4	1.50000
3	4	5	1.50000
5	7	8	1.50000
42	6	54	0.44000
43	54	7	1.06000
44	9	64	1.83000
45	64	10	0.17000
46	2	20	2.48000
47	20	11	1.27000
48	12	26	1.45000
49	26	28	2.00000
50	28	3	0.80000
51	5	30	0.62000
52	30	32	2.00000
54	14	48	1.02500
55	48	50	2.05500
56	50	52	2.05500
57	52	6	1.61500
58	16	60	1.47000
59	60	62	2.05500
60	62	9	0.22500
61	11	22	0.73000
62	22	24	3.02000
63	24	17	2.00000
64	13	34	3.07000
65	34	36	1.07000
66	36	38	0.93000
67	38	40	1.12500
68	40	18	2.05500
70	42	44	2.05500
71	44	46	3.11000
72	46	14	1.03000
73	15	56	1.64000
74	56	58	2.05500
75	58	19	2.05500
76	8	66	2.12500
77	66	15	2.12500
79	67	12	2.87500
81	68	16	2.87500
82	32	69	2.06500
83	69	13	2.06500
101	17	67	2.87500
102	18	42	2.05500
103	19	68	2.87500

Table: Frame Section Assignments

Frame Text	SectionType Text	AutoSelect Text	AnalSect Text	DesignSect Text	MatProp Text
1	General	N.A.	T-MACIZA	T-MACIZA	Default

2	General	N.A.	T-MACIZA	T-MACIZA	Default
3	General	N.A.	T-MACIZA	T-MACIZA	Default
5	General	N.A.	T-MACIZA	T-MACIZA	Default
42	General	N.A.	T-MACIZA	T-MACIZA	Default
43	General	N.A.	T-MACIZA	T-MACIZA	Default
44	General	N.A.	T-MACIZA	T-MACIZA	Default
45	General	N.A.	T-MACIZA	T-MACIZA	Default
46	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
47	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
48	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
49	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
50	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
51	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
52	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
54	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
55	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
56	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
57	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
58	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
59	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
60	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
61	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
62	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
63	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
64	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
65	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
66	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
67	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
68	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
70	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
71	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
72	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
73	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
74	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
75	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
76	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
77	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
79	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
81	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
82	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
83	General	N.A.	T-ALIG-NE	T-ALIG-NE	Default
101	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
102	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default
103	General	N.A.	T-ALIG-PO	T-ALIG-PO	Default

Table: Frame Section Properties 1 - General, Part 1 of 5

SectionName Text	Material Text	Shape Text	t3 m	t2 m	Area m2	TorsConst m4
NULA	HOR-SP	Rectangular	0.050000	0.050000	0.002500	8.802E-07
T-ALIG-NE	HOR-SP	General	0.457200	0.254000	48.570000	0.000000
T-ALIG-PO	HOR-SP	General	0.457200	0.254000	48.570000	0.000000
T-MACIZA	HOR-SP	General	0.457200	0.254000	59.920000	0.000000

Table: Frame Section Properties 1 - General, Part 2 of 5

SectionName Text	I33 m4	I22 m4	AS2 m2	AS3 m2	S33 m3	S22 m3	Z33 m3
NULA	5.208E-07	5.208E-07	0.002083	0.002083	0.000021	0.000021	0.000031
T-ALIG-NE	6.473000	0.000000	5.460000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000
T-ALIG-PO	6.758000	0.000000	5.460000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000
T-MACIZA	7.479000	0.000000	11.240000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000

Table: Frame Section Properties 1 - General, Part 3 of 5

SectionName Text	Z22 m3	R33 m	R22 m	ConcCol Yes/No	ConcBeam Yes/No	Color Text	TotalWt KN
NULA	0.000031	0.014434	0.014434	Yes	No	Magenta	0.000
T-ALIG-NE	1.000000	1.000000	1.000000	No	No	Blue	0.000
T-ALIG-PO	1.000000	1.000000	1.000000	No	No	Cyan	0.000
T-MACIZA	1.000000	1.000000	1.000000	No	No	Green	0.000

Table: Frame Section Properties 1 - General, Part 4 of 5

SectionName Text	TotalMass KN-s2/m	FromFile Yes/No	AMod Unitless	A2Mod Unitless	A3Mod Unitless	JMod Unitless	I2Mod Unitless
NULA	0.00	No	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
T-ALIG-NE	1432.82	No	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
T-ALIG-PO	1918.52	No	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
T-MACIZA	599.20	No	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000

Table: Frame Section Properties 1 - General, Part 5 of 5

SectionName Text	I3Mod Unitless	MMod Unitless	WMod Unitless
NULA	1.000000	1.000000	1.000000
T-ALIG-NE	1.000000	1.000000	1.000000
T-ALIG-PO	1.000000	1.000000	1.000000
T-MACIZA	1.000000	1.000000	1.000000

Table: Frame Section Properties 2 - Concrete Column

SectionName Text	ReinfConfig Text	LatReinf Text	Cover m	NumBars3Dir Unitless	NumBars2Dir Unitless	BarSize Text	ReinfType Text
NULA	Rectangular	Ties	0.045720	3	3	#9	Design

Table: Joint Coordinates, Part 1 of 2

Joint Text	CoordSys Text	CoordType Text	XorR m	Y m	Z m	SpecialJt Yes/No	GlobalX m
1	GLOBAL	Cartesian	0.00000	0.00000	0.00000	No	0.00000
2	GLOBAL	Cartesian	2.00000	0.00000	0.00000	No	2.00000
3	GLOBAL	Cartesian	21.50000	0.00000	0.00000	No	21.50000
4	GLOBAL	Cartesian	23.00000	0.00000	0.00000	No	23.00000
5	GLOBAL	Cartesian	24.50000	0.00000	0.00000	No	24.50000
6	GLOBAL	Cartesian	54.50000	0.00000	0.00000	No	54.50000
7	GLOBAL	Cartesian	56.00000	0.00000	0.00000	No	56.00000
8	GLOBAL	Cartesian	57.50000	0.00000	0.00000	No	57.50000
9	GLOBAL	Cartesian	77.00000	0.00000	0.00000	No	77.00000
10	GLOBAL	Cartesian	79.00000	0.00000	0.00000	No	79.00000
11	GLOBAL	Cartesian	5.75000	0.00000	0.00000	No	5.75000
12	GLOBAL	Cartesian	17.25000	0.00000	0.00000	No	17.25000
13	GLOBAL	Cartesian	31.25000	0.00000	0.00000	No	31.25000
14	GLOBAL	Cartesian	47.75000	0.00000	0.00000	No	47.75000
15	GLOBAL	Cartesian	61.75000	0.00000	0.00000	No	61.75000
16	GLOBAL	Cartesian	73.25000	0.00000	0.00000	No	73.25000
17	GLOBAL	Cartesian	11.50000	0.00000	0.00000	No	11.50000
18	GLOBAL	Cartesian	39.50000	0.00000	0.00000	No	39.50000
19	GLOBAL	Cartesian	67.50000	0.00000	0.00000	No	67.50000
20	GLOBAL	Cartesian	4.48000	0.00000	0.00000	No	4.48000
22	GLOBAL	Cartesian	6.48000	0.00000	0.00000	No	6.48000
24	GLOBAL	Cartesian	9.50000	0.00000	0.00000	No	9.50000
26	GLOBAL	Cartesian	18.70000	0.00000	0.00000	No	18.70000
28	GLOBAL	Cartesian	20.70000	0.00000	0.00000	No	20.70000
30	GLOBAL	Cartesian	25.12000	0.00000	0.00000	No	25.12000
32	GLOBAL	Cartesian	27.12000	0.00000	0.00000	No	27.12000
34	GLOBAL	Cartesian	34.32000	0.00000	0.00000	No	34.32000
36	GLOBAL	Cartesian	35.39000	0.00000	0.00000	No	35.39000
38	GLOBAL	Cartesian	36.32000	0.00000	0.00000	No	36.32000
40	GLOBAL	Cartesian	37.44500	0.00000	0.00000	No	37.44500
42	GLOBAL	Cartesian	41.55500	0.00000	0.00000	No	41.55500
44	GLOBAL	Cartesian	43.61000	0.00000	0.00000	No	43.61000
46	GLOBAL	Cartesian	46.72000	0.00000	0.00000	No	46.72000
48	GLOBAL	Cartesian	48.77500	0.00000	0.00000	No	48.77500
50	GLOBAL	Cartesian	50.83000	0.00000	0.00000	No	50.83000
52	GLOBAL	Cartesian	52.88500	0.00000	0.00000	No	52.88500
54	GLOBAL	Cartesian	54.94000	0.00000	0.00000	No	54.94000
56	GLOBAL	Cartesian	63.39000	0.00000	0.00000	No	63.39000
58	GLOBAL	Cartesian	65.44500	0.00000	0.00000	No	65.44500
60	GLOBAL	Cartesian	74.72000	0.00000	0.00000	No	74.72000
62	GLOBAL	Cartesian	76.77500	0.00000	0.00000	No	76.77500
64	GLOBAL	Cartesian	78.83000	0.00000	0.00000	No	78.83000
66	GLOBAL	Cartesian	59.62500	0.00000	0.00000	No	59.62500
67	GLOBAL	Cartesian	14.37500	0.00000	0.00000	No	14.37500
68	GLOBAL	Cartesian	70.37500	0.00000	0.00000	No	70.37500
69	GLOBAL	Cartesian	29.18500	0.00000	0.00000	No	29.18500

Table: Joint Coordinates, Part 2 of 2

Joint Text	GlobalY m	GlobalZ m
1	0.00000	0.00000
2	0.00000	0.00000
3	0.00000	0.00000
4	0.00000	0.00000
5	0.00000	0.00000
6	0.00000	0.00000
7	0.00000	0.00000
8	0.00000	0.00000
9	0.00000	0.00000
10	0.00000	0.00000
11	0.00000	0.00000
12	0.00000	0.00000
13	0.00000	0.00000
14	0.00000	0.00000
15	0.00000	0.00000
16	0.00000	0.00000
17	0.00000	0.00000

18	0.00000	0.00000
19	0.00000	0.00000
20	0.00000	0.00000
22	0.00000	0.00000
24	0.00000	0.00000
26	0.00000	0.00000
28	0.00000	0.00000
30	0.00000	0.00000
32	0.00000	0.00000
34	0.00000	0.00000
36	0.00000	0.00000
38	0.00000	0.00000
40	0.00000	0.00000
42	0.00000	0.00000
44	0.00000	0.00000
46	0.00000	0.00000
48	0.00000	0.00000
50	0.00000	0.00000
52	0.00000	0.00000
54	0.00000	0.00000
56	0.00000	0.00000
58	0.00000	0.00000
60	0.00000	0.00000
62	0.00000	0.00000
64	0.00000	0.00000
66	0.00000	0.00000
67	0.00000	0.00000
68	0.00000	0.00000
69	0.00000	0.00000

Table: Joint Loads - Force, Part 1 of 2

Joint Text	LoadCase Text	CoordSys Text	F1 KN	F2 KN	F3 KN	M1 KN-m	M2 KN-m
17	E1	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
17	E2	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
18	E1	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
18	E3	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
19	E2	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
20	E1	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
20	E2	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
22	E1	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
22	E2	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
24	E1	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
24	E2	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
26	E1	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
26	E2	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
28	E1	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
28	E2	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
30	E3	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
32	E3	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
34	E3	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
36	E1	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
38	E3	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
40	E1	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
42	E3	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
44	E3	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
46	E1	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
48	E1	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
50	E1	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
50	E3	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
52	E3	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
54	E3	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
56	E2	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
58	E2	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
60	E2	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
62	E2	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000
64	E2	GLOBAL	0.000	0.000	-400.000	0.0000	0.0000

Table: Joint Loads - Force, Part 2 of 2

Joint Text	LoadCase Text	M3 KN-m
17	E1	0.0000
17	E2	0.0000
18	E1	0.0000
18	E3	0.0000
19	E2	0.0000
20	E1	0.0000
20	E2	0.0000
22	E1	0.0000
22	E2	0.0000
24	E1	0.0000
24	E2	0.0000
26	E1	0.0000
26	E2	0.0000
28	E1	0.0000
28	E2	0.0000
30	E3	0.0000
32	E3	0.0000

34	E3	0.0000
36	E1	0.0000
38	E3	0.0000
40	E1	0.0000
42	E3	0.0000
44	E3	0.0000
46	E1	0.0000
48	E1	0.0000
50	E1	0.0000
50	E3	0.0000
52	E3	0.0000
54	E3	0.0000
56	E2	0.0000
58	E2	0.0000
60	E2	0.0000
62	E2	0.0000
64	E2	0.0000

Table: Joint Restraint Assignments

Joint Text	U1 Yes/No	U2 Yes/No	U3 Yes/No	R1 Yes/No	R2 Yes/No	R3 Yes/No
1	Yes	Yes	Yes	No	No	No
4	Yes	Yes	Yes	No	No	No
7	Yes	Yes	Yes	No	No	No
10	Yes	Yes	Yes	No	No	No

Table: Load Case Definitions

LoadCase Text	DesignType Text	SelfWtMult Unitless	AutoLoad Text
E1	LIVE	0.000000	
E2	LIVE	0.000000	
E3	LIVE	0.000000	

Table: Material Properties 1 - General, Part 1 of 2

Material Text	Type Text	DesignType Text	UnitMass KN-s2/m4	UnitWeight KN/m3	E KN/m2	U Unitless	A 1/C
ALUM	Isotropic	Aluminum	2.7145E+00	2.6602E+01	69637054.68	0.330000	2.3580E-05
CLDFRM	Isotropic	ColdFormed	7.8490E+00	7.6973E+01	75152861.00	0.300000	1.1700E-05
CONC	Isotropic	Concrete	2.4028E+00	2.3563E+01	24821128.40	0.200000	9.9000E-06
HOR-SP	Isotropic	Concrete	1.0000E+00	0.0000E+00	36300000.00	0.200000	1.1700E-05
OTHER	Isotropic	None	2.4007E+00	2.3562E+01	24821128.40	0.200000	9.9000E-06
STEEL	Isotropic	Steel	7.8490E+00	7.6973E+01	199947978.8	0.300000	1.1700E-05

Table: Material Properties 1 - General, Part 2 of 2

Material Text	MDampRatio Unitless	VDampMass 1/Sec	VDampStiff Sec	HDampMass 1/Sec2	HDampStiff Unitless	NumAdvance Unitless	Color Text
ALUM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0	Magenta
CLDFRM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0	Yellow
CONC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0	Red
HOR-SP	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0	Gray8Dark
OTHER	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0	White
STEEL	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0	Cyan

FLECHAS

SAP2000 v8.2.7 File: V. CAN LLEGUET 2/3/10 11:27:20

Table: Joint Displacements

OutputCase	CaseType	Joint	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
E1	LinStatic	1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000115	0.000000
E1	LinStatic	2	0.000000	0.000000	-0.234647	0.000000	0.000109	0.000000
E1	LinStatic	3	0.000000	0.000000	0.001570	0.000000	-8.161E-06	0.000000
E1	LinStatic	4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000031	0.000000
E1	LinStatic	5	0.000000	0.000000	-0.088617	0.000000	0.000073	0.000000
E1	LinStatic	6	0.000000	0.000000	-0.275035	0.000000	-0.000186	0.000000
E1	LinStatic	7	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-0.000163	0.000000
E1	LinStatic	8	0.000000	0.000000	0.221754	0.000000	-0.000136	0.000000
E1	LinStatic	9	0.000000	0.000000	0.158480	0.000000	0.000077	0.000000
E1	LinStatic	10	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000078	0.000000
E1	LinStatic	11	0.000000	0.000000	-0.595576	0.000000	0.000061	0.000000
E1	LinStatic	12	0.000000	0.000000	-0.245677	0.000000	-0.000066	0.000000
E1	LinStatic	13	0.000000	0.000000	-1.100939	0.000000	0.000168	0.000000
E1	LinStatic	14	0.000000	0.000000	-1.630655	0.000000	-0.000151	0.000000
E1	LinStatic	15	0.000000	0.000000	0.614140	0.000000	-0.000057	0.000000
E1	LinStatic	16	0.000000	0.000000	0.435019	0.000000	0.000063	0.000000
E1	LinStatic	17	0.000000	0.000000	-0.650595	0.000000	-0.000037	0.000000
E1	LinStatic	18	0.000000	0.000000	-2.163027	0.000000	0.000036	0.000000
E1	LinStatic	19	0.000000	0.000000	0.697600	0.000000	0.000018	0.000000
E1	LinStatic	20	0.000000	0.000000	-0.498768	0.000000	0.000082	0.000000
E1	LinStatic	22	0.000000	0.000000	-0.639005	0.000000	0.000048	0.000000
E1	LinStatic	24	0.000000	0.000000	-0.703990	0.000000	-5.194E-06	0.000000
E1	LinStatic	26	0.000000	0.000000	-0.142488	0.000000	-0.000056	0.000000
E1	LinStatic	28	0.000000	0.000000	-0.028016	0.000000	-0.000026	0.000000
E1	LinStatic	30	0.000000	0.000000	-0.147163	0.000000	0.000090	0.000000
E1	LinStatic	32	0.000000	0.000000	-0.399389	0.000000	0.000134	0.000000
E1	LinStatic	34	0.000000	0.000000	-1.631966	0.000000	0.000146	0.000000
E1	LinStatic	36	0.000000	0.000000	-1.792916	0.000000	0.000129	0.000000
E1	LinStatic	38	0.000000	0.000000	-1.911757	0.000000	0.000111	0.000000
E1	LinStatic	40	0.000000	0.000000	-2.031476	0.000000	0.000086	0.000000
E1	LinStatic	42	0.000000	0.000000	-2.179255	0.000000	-0.000015	0.000000
E1	LinStatic	44	0.000000	0.000000	-2.093594	0.000000	-0.000064	0.000000
E1	LinStatic	46	0.000000	0.000000	-1.783180	0.000000	-0.000131	0.000000
E1	LinStatic	48	0.000000	0.000000	-1.459209	0.000000	-0.000169	0.000000
E1	LinStatic	50	0.000000	0.000000	-1.058004	0.000000	-0.000195	0.000000
E1	LinStatic	52	0.000000	0.000000	-0.614762	0.000000	-0.000199	0.000000
E1	LinStatic	54	0.000000	0.000000	-0.190948	0.000000	-0.000180	0.000000
E1	LinStatic	56	0.000000	0.000000	0.683299	0.000000	-0.000033	0.000000
E1	LinStatic	58	0.000000	0.000000	0.716498	0.000000	-5.543E-06	0.000000
E1	LinStatic	60	0.000000	0.000000	0.333001	0.000000	0.000070	0.000000
E1	LinStatic	62	0.000000	0.000000	0.176325	0.000000	0.000076	0.000000
E1	LinStatic	64	0.000000	0.000000	0.013563	0.000000	0.000078	0.000000
E1	LinStatic	66	0.000000	0.000000	0.459513	0.000000	-0.000094	0.000000
E1	LinStatic	67	0.000000	0.000000	-0.468744	0.000000	-0.000065	0.000000
E1	LinStatic	68	0.000000	0.000000	0.598751	0.000000	0.000044	0.000000
E1	LinStatic	69	0.000000	0.000000	-0.732453	0.000000	0.000160	0.000000
E2	LinStatic	1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000205	0.000000
E2	LinStatic	2	0.000000	0.000000	-0.416260	0.000000	0.000197	0.000000
E2	LinStatic	3	0.000000	0.000000	-0.252553	0.000000	-0.000164	0.000000
E2	LinStatic	4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-0.000155	0.000000
E2	LinStatic	5	0.000000	0.000000	0.222880	0.000000	-0.000142	0.000000
E2	LinStatic	6	0.000000	0.000000	0.206507	0.000000	0.000132	0.000000
E2	LinStatic	7	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000143	0.000000
E2	LinStatic	8	0.000000	0.000000	-0.228493	0.000000	0.000150	0.000000
E2	LinStatic	9	0.000000	0.000000	-0.372196	0.000000	-0.000174	0.000000
E2	LinStatic	10	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-0.000182	0.000000
E2	LinStatic	11	0.000000	0.000000	-1.094092	0.000000	0.000133	0.000000
E2	LinStatic	12	0.000000	0.000000	-0.949460	0.000000	-0.000132	0.000000
E2	LinStatic	13	0.000000	0.000000	0.946049	0.000000	-0.000073	0.000000
E2	LinStatic	14	0.000000	0.000000	0.907413	0.000000	0.000075	0.000000
E2	LinStatic	15	0.000000	0.000000	-0.884262	0.000000	0.000125	0.000000
E2	LinStatic	16	0.000000	0.000000	-0.954581	0.000000	-0.000118	0.000000
E2	LinStatic	17	0.000000	0.000000	-1.450019	0.000000	-0.000017	0.000000
E2	LinStatic	18	0.000000	0.000000	1.231638	0.000000	2.901E-06	0.000000
E2	LinStatic	19	0.000000	0.000000	-1.319892	0.000000	4.202E-06	0.000000
E2	LinStatic	20	0.000000	0.000000	-0.896950	0.000000	0.000161	0.000000
E2	LinStatic	22	0.000000	0.000000	-1.190839	0.000000	0.000116	0.000000
E2	LinStatic	24	0.000000	0.000000	-1.433625	0.000000	0.000037	0.000000
E2	LinStatic	26	0.000000	0.000000	-0.735187	0.000000	-0.000150	0.000000
E2	LinStatic	28	0.000000	0.000000	-0.396558	0.000000	-0.000163	0.000000
E2	LinStatic	30	0.000000	0.000000	0.308744	0.000000	-0.000135	0.000000
E2	LinStatic	32	0.000000	0.000000	0.558671	0.000000	-0.000115	0.000000
E2	LinStatic	34	0.000000	0.000000	1.125944	0.000000	-0.000044	0.000000
E2	LinStatic	36	0.000000	0.000000	1.167932	0.000000	-0.000034	0.000000
E2	LinStatic	38	0.000000	0.000000	1.195836	0.000000	-0.000026	0.000000
E2	LinStatic	40	0.000000	0.000000	1.218994	0.000000	-0.000016	0.000000
E2	LinStatic	42	0.000000	0.000000	1.206446	0.000000	0.000021	0.000000
E2	LinStatic	44	0.000000	0.000000	1.143997	0.000000	0.000039	0.000000
E2	LinStatic	46	0.000000	0.000000	0.979924	0.000000	0.000066	0.000000
E2	LinStatic	48	0.000000	0.000000	0.826204	0.000000	0.000084	0.000000
E2	LinStatic	50	0.000000	0.000000	0.635912	0.000000	0.000101	0.000000
E2	LinStatic	52	0.000000	0.000000	0.409457	0.000000	0.000119	0.000000
E2	LinStatic	54	0.000000	0.000000	0.147599	0.000000	0.000135	0.000000

E2	LinStatic	56	0.000000	0.000000	-1.086851	0.000000	0.000098	0.000000
E2	LinStatic	58	0.000000	0.000000	-1.257249	0.000000	0.000054	0.000000
E2	LinStatic	60	0.000000	0.000000	-0.757142	0.000000	-0.000143	0.000000
E2	LinStatic	62	0.000000	0.000000	-0.414039	0.000000	-0.000172	0.000000
E2	LinStatic	64	0.000000	0.000000	-0.032493	0.000000	-0.000182	0.000000
E2	LinStatic	66	0.000000	0.000000	-0.569455	0.000000	0.000146	0.000000
E2	LinStatic	67	0.000000	0.000000	-1.282309	0.000000	-0.000083	0.000000
E2	LinStatic	68	0.000000	0.000000	-1.224778	0.000000	-0.000062	0.000000
E2	LinStatic	69	0.000000	0.000000	0.773839	0.000000	-0.000094	0.000000
E3	LinStatic	1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-0.000110	0.000000
E3	LinStatic	2	0.000000	0.000000	0.222346	0.000000	-0.000108	0.000000
E3	LinStatic	3	0.000000	0.000000	0.311119	0.000000	0.000190	0.000000
E3	LinStatic	4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000229	0.000000
E3	LinStatic	5	0.000000	0.000000	-0.385497	0.000000	0.000261	0.000000
E3	LinStatic	6	0.000000	0.000000	-0.394095	0.000000	-0.000265	0.000000
E3	LinStatic	7	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-0.000233	0.000000
E3	LinStatic	8	0.000000	0.000000	0.317558	0.000000	-0.000194	0.000000
E3	LinStatic	9	0.000000	0.000000	0.226947	0.000000	0.000110	0.000000
E3	LinStatic	10	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000112	0.000000
E3	LinStatic	11	0.000000	0.000000	0.610327	0.000000	-0.000088	0.000000
E3	LinStatic	12	0.000000	0.000000	0.861631	0.000000	0.000080	0.000000
E3	LinStatic	13	0.000000	0.000000	-2.356060	0.000000	0.000254	0.000000
E3	LinStatic	14	0.000000	0.000000	-2.373567	0.000000	-0.000251	0.000000
E3	LinStatic	15	0.000000	0.000000	0.879463	0.000000	-0.000082	0.000000
E3	LinStatic	16	0.000000	0.000000	0.622958	0.000000	0.000090	0.000000
E3	LinStatic	17	0.000000	0.000000	0.978725	0.000000	-0.000025	0.000000
E3	LinStatic	18	0.000000	0.000000	-3.598240	0.000000	1.282E-06	0.000000
E3	LinStatic	19	0.000000	0.000000	0.998979	0.000000	0.000026	0.000000
E3	LinStatic	20	0.000000	0.000000	0.487489	0.000000	-0.000097	0.000000
E3	LinStatic	22	0.000000	0.000000	0.675604	0.000000	-0.000083	0.000000
E3	LinStatic	24	0.000000	0.000000	0.893282	0.000000	-0.000052	0.000000
E3	LinStatic	26	0.000000	0.000000	0.725633	0.000000	0.000115	0.000000
E3	LinStatic	28	0.000000	0.000000	0.451201	0.000000	0.000168	0.000000
E3	LinStatic	30	0.000000	0.000000	-0.564467	0.000000	0.000271	0.000000
E3	LinStatic	32	0.000000	0.000000	-1.161204	0.000000	0.000286	0.000000
E3	LinStatic	34	0.000000	0.000000	-3.076431	0.000000	0.000183	0.000000
E3	LinStatic	36	0.000000	0.000000	-3.263235	0.000000	0.000150	0.000000
E3	LinStatic	38	0.000000	0.000000	-3.395411	0.000000	0.000118	0.000000
E3	LinStatic	40	0.000000	0.000000	-3.509479	0.000000	0.000078	0.000000
E3	LinStatic	42	0.000000	0.000000	-3.517018	0.000000	-0.000077	0.000000
E3	LinStatic	44	0.000000	0.000000	-3.270778	0.000000	-0.000148	0.000000
E3	LinStatic	46	0.000000	0.000000	-2.634407	0.000000	-0.000232	0.000000
E3	LinStatic	48	0.000000	0.000000	-2.095845	0.000000	-0.000267	0.000000
E3	LinStatic	50	0.000000	0.000000	-1.500592	0.000000	-0.000287	0.000000
E3	LinStatic	52	0.000000	0.000000	-0.875459	0.000000	-0.000285	0.000000
E3	LinStatic	54	0.000000	0.000000	-0.274463	0.000000	-0.000258	0.000000
E3	LinStatic	56	0.000000	0.000000	0.978499	0.000000	-0.000047	0.000000
E3	LinStatic	58	0.000000	0.000000	1.026042	0.000000	-7.937E-06	0.000000
E3	LinStatic	60	0.000000	0.000000	0.476865	0.000000	0.000100	0.000000
E3	LinStatic	62	0.000000	0.000000	0.252502	0.000000	0.000109	0.000000
E3	LinStatic	64	0.000000	0.000000	0.019423	0.000000	0.000112	0.000000
E3	LinStatic	66	0.000000	0.000000	0.658033	0.000000	-0.000135	0.000000
E3	LinStatic	67	0.000000	0.000000	0.996036	0.000000	0.000022	0.000000
E3	LinStatic	68	0.000000	0.000000	0.857425	0.000000	0.000063	0.000000
E3	LinStatic	69	0.000000	0.000000	-1.775382	0.000000	0.000280	0.000000

MOMENTOS FLECTORES

SAP2000 v8.2.7 File: V. CAN LLEGUET 2/3/10 11:28:27

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

OutputCase Text	CaseType Text	Frame Text	Station m	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m
E1	LinStatic	1	0.00000	0.000	-795.774	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	1	2.00000	0.000	-795.774	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	2	0.00000	0.000	1604.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	2	1.50000	0.000	1604.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	3	0.00000	0.000	-1034.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	3	1.50000	0.000	-1034.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	5	0.00000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	5	1.50000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	42	0.00000	0.000	1365.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	42	0.44000	0.000	1365.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	43	0.00000	0.000	1365.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	43	1.06000	0.000	1365.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	44	0.00000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	44	1.83000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	45	0.00000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	45	0.17000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	46	0.00000	0.000	-795.774	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	46	2.48000	0.000	-795.774	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	47	0.00000	0.000	-395.774	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	47	1.27000	0.000	-395.774	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	48	0.00000	0.000	804.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	48	1.45000	0.000	804.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	49	0.00000	0.000	1204.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	49	2.00000	0.000	1204.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	50	0.00000	0.000	1604.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	50	0.80000	0.000	1604.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	51	0.00000	0.000	-1034.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	51	0.62000	0.000	-1034.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	52	0.00000	0.000	-1034.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	52	2.00000	0.000	-1034.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	54	0.00000	0.000	565.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	54	1.02500	0.000	565.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	55	0.00000	0.000	965.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	55	2.05500	0.000	965.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	56	0.00000	0.000	1365.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	56	2.05500	0.000	1365.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	57	0.00000	0.000	1365.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	57	1.61500	0.000	1365.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	58	0.00000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	58	1.47000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	59	0.00000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	59	2.05500	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	60	0.00000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	60	0.22500	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	61	0.00000	0.000	-395.774	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	61	0.73000	0.000	-395.774	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	62	0.00000	0.000	4.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	62	3.02000	0.000	4.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	63	0.00000	0.000	404.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	63	2.00000	0.000	404.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	64	0.00000	0.000	-1034.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	64	3.07000	0.000	-1034.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	65	0.00000	0.000	-1034.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	65	1.07000	0.000	-1034.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	66	0.00000	0.000	-634.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	66	0.93000	0.000	-634.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	67	0.00000	0.000	-634.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	67	1.12500	0.000	-634.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	68	0.00000	0.000	-234.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	68	2.05500	0.000	-234.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	70	0.00000	0.000	165.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	70	2.05500	0.000	165.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	71	0.00000	0.000	165.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	71	3.11000	0.000	165.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	72	0.00000	0.000	565.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	72	1.03000	0.000	565.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	73	0.00000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	73	1.64000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	74	0.00000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	74	2.05500	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	75	0.00000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	75	2.05500	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	76	0.00000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	76	2.12500	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	77	0.00000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	77	2.12500	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	79	0.00000	0.000	804.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	79	2.87500	0.000	804.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	81	0.00000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	81	2.87500	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	82	0.00000	0.000	-1034.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	82	2.06500	0.000	-1034.973	0.000	0.0000	0.0000

E1	LinStatic	83	0.00000	0.000	-1034.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	83	2.06500	0.000	-1034.973	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	101	0.00000	0.000	804.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	101	2.87500	0.000	804.226	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	102	0.00000	0.000	165.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	102	2.05500	0.000	165.027	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	103	0.00000	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E1	LinStatic	103	2.87500	0.000	-223.264	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	1	0.00000	0.000	-1051.627	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	1	2.00000	0.000	-1051.627	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	2	0.00000	0.000	1348.373	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	2	1.50000	0.000	1348.373	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	3	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	3	1.50000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	5	0.00000	0.000	-907.100	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	5	1.50000	0.000	-907.100	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	42	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	42	0.44000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	43	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	43	1.06000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	44	0.00000	0.000	1092.900	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	44	1.83000	0.000	1092.900	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	45	0.00000	0.000	1492.900	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	45	0.17000	0.000	1492.900	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	46	0.00000	0.000	-1051.627	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	46	2.48000	0.000	-1051.627	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	47	0.00000	0.000	-651.627	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	47	1.27000	0.000	-651.627	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	48	0.00000	0.000	548.373	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	48	1.45000	0.000	548.373	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	49	0.00000	0.000	948.373	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	49	2.00000	0.000	948.373	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	50	0.00000	0.000	1348.373	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	50	0.80000	0.000	1348.373	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	51	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	51	0.62000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	52	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	52	2.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	54	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	54	1.02500	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	55	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	55	2.05500	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	56	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	56	2.05500	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	57	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	57	1.61500	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	58	0.00000	0.000	292.900	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	58	1.47000	0.000	292.900	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	59	0.00000	0.000	692.900	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	59	2.05500	0.000	692.900	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	60	0.00000	0.000	1092.900	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	60	0.22500	0.000	1092.900	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	61	0.00000	0.000	-651.627	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	61	0.73000	0.000	-651.627	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	62	0.00000	0.000	-251.627	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	62	3.02000	0.000	-251.627	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	63	0.00000	0.000	148.373	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	63	2.00000	0.000	148.373	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	64	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	64	3.07000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	65	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	65	1.07000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	66	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	66	0.93000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	67	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	67	1.12500	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	68	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	68	2.05500	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	70	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	70	2.05500	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	71	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	71	3.11000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	72	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	72	1.03000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	73	0.00000	0.000	-907.100	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	73	1.64000	0.000	-907.100	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	74	0.00000	0.000	-507.100	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	74	2.05500	0.000	-507.100	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	75	0.00000	0.000	-107.100	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	75	2.05500	0.000	-107.100	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	76	0.00000	0.000	-907.100	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	76	2.12500	0.000	-907.100	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	77	0.00000	0.000	-907.100	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	77	2.12500	0.000	-907.100	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	79	0.00000	0.000	548.373	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	79	2.87500	0.000	548.373	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	81	0.00000	0.000	292.900	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	81	2.87500	0.000	292.900	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	82	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	82	2.06500	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	83	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	83	2.06500	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	101	0.00000	0.000	548.373	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	101	2.87500	0.000	548.373	0.000	0.0000	0.0000

E2	LinStatic	102	0.00000	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	102	2.05500	0.000	-16.403	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	103	0.00000	0.000	292.900	0.000	0.0000	0.0000
E2	LinStatic	103	2.87500	0.000	292.900	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	1	0.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	1	2.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	2	0.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	2	1.50000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	3	0.00000	0.000	-1859.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	3	1.50000	0.000	-1859.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	5	0.00000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	5	1.50000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	42	0.00000	0.000	1740.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	42	0.44000	0.000	1740.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	43	0.00000	0.000	2140.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	43	1.06000	0.000	2140.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	44	0.00000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	44	1.83000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	45	0.00000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	45	0.17000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	46	0.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	46	2.48000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	47	0.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	47	1.27000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	48	0.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	48	1.45000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	49	0.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	49	2.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	50	0.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	50	0.80000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	51	0.00000	0.000	-1859.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	51	0.62000	0.000	-1859.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	52	0.00000	0.000	-1459.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	52	2.00000	0.000	-1459.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	54	0.00000	0.000	940.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	54	1.02500	0.000	940.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	55	0.00000	0.000	940.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	55	2.05500	0.000	940.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	56	0.00000	0.000	1340.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	56	2.05500	0.000	1340.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	57	0.00000	0.000	1740.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	57	1.61500	0.000	1740.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	58	0.00000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	58	1.47000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	59	0.00000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	59	2.05500	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	60	0.00000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	60	0.22500	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	61	0.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	61	0.73000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	62	0.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	62	3.02000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	63	0.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	63	2.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	64	0.00000	0.000	-1059.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	64	3.07000	0.000	-1059.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	65	0.00000	0.000	-659.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	65	1.07000	0.000	-659.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	66	0.00000	0.000	-659.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	66	0.93000	0.000	-659.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	67	0.00000	0.000	-259.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	67	1.12500	0.000	-259.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	68	0.00000	0.000	-259.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	68	2.05500	0.000	-259.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	70	0.00000	0.000	540.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	70	2.05500	0.000	540.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	71	0.00000	0.000	940.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	71	3.11000	0.000	940.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	72	0.00000	0.000	940.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	72	1.03000	0.000	940.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	73	0.00000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	73	1.64000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	74	0.00000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	74	2.05500	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	75	0.00000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	75	2.05500	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	76	0.00000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	76	2.12500	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	77	0.00000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	77	2.12500	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	79	0.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	79	2.87500	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	81	0.00000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	81	2.87500	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	82	0.00000	0.000	-1059.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	82	2.06500	0.000	-1059.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	83	0.00000	0.000	-1059.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	83	2.06500	0.000	-1059.724	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	101	0.00000	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	101	2.87500	0.000	313.237	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	102	0.00000	0.000	140.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	102	2.05500	0.000	140.276	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	103	0.00000	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000
E3	LinStatic	103	2.87500	0.000	-319.719	0.000	0.0000	0.0000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

OutputCase Text	Frame Text	Station m	M3 KN-m
E1	1	0.00000	-3.638E-12
E1	1	2.00000	1591.5490
E1	2	0.00000	-5946.8488
E1	2	1.50000	-8353.1871
E1	3	0.00000	-8353.1871
E1	3	1.50000	-6800.7272
E1	5	0.00000	-5135.0708
E1	5	1.50000	-4800.1749
E1	42	0.00000	-3087.5307
E1	42	0.44000	-3688.1424
E1	43	0.00000	-3688.1424
E1	43	1.06000	-5135.0708
E1	44	0.00000	-446.5279
E1	44	1.83000	-37.9549
E1	45	0.00000	-37.9549
E1	45	0.17000	-9.405E-12
E1	46	0.00000	1591.5490
E1	46	2.48000	3565.0697
E1	47	0.00000	3565.0697
E1	47	1.27000	4067.7032
E1	48	0.00000	-1088.8903
E1	48	1.45000	-2255.0173
E1	49	0.00000	-2255.0173
E1	49	2.00000	-4663.4684
E1	50	0.00000	-4663.4684
E1	50	0.80000	-5946.8488
E1	51	0.00000	-6800.7272
E1	51	0.62000	-6159.0438
E1	52	0.00000	-6159.0438
E1	52	2.00000	-4089.0974
E1	54	0.00000	4484.4001
E1	54	1.02500	3905.2477
E1	55	0.00000	3905.2477
E1	55	2.05500	1922.1176
E1	56	0.00000	1922.1176
E1	56	2.05500	-883.0124
E1	57	0.00000	-883.0124
E1	57	1.61500	-3087.5307
E1	58	0.00000	-1283.7677
E1	58	1.47000	-955.5697
E1	59	0.00000	-955.5697
E1	59	2.05500	-496.7623
E1	60	0.00000	-496.7623
E1	60	0.22500	-446.5279
E1	61	0.00000	4067.7032
E1	61	0.73000	4356.6186
E1	62	0.00000	4356.6186
E1	62	3.02000	4343.8575
E1	63	0.00000	4343.8575
E1	63	2.00000	3535.4065
E1	64	0.00000	185.3420
E1	64	3.07000	3362.7098
E1	65	0.00000	3362.7098
E1	65	1.07000	4470.1311
E1	66	0.00000	4470.1311
E1	66	0.93000	5060.6562
E1	67	0.00000	5060.6562
E1	67	1.12500	5775.0011
E1	68	0.00000	5775.0011
E1	68	2.05500	6257.8711
E1	70	0.00000	5918.7410
E1	70	2.05500	5579.6110
E1	71	0.00000	5579.6110
E1	71	3.11000	5066.3777
E1	72	0.00000	5066.3777
E1	72	1.03000	4484.4001
E1	73	0.00000	-3851.3031
E1	73	1.64000	-3485.1502
E1	74	0.00000	-3485.1502
E1	74	2.05500	-3026.3428
E1	75	0.00000	-3026.3428
E1	75	2.05500	-2567.5354
E1	76	0.00000	-4800.1749
E1	76	2.12500	-4325.7390
E1	77	0.00000	-4325.7390
E1	77	2.12500	-3851.3031
E1	79	0.00000	1223.2581
E1	79	2.87500	-1088.8903
E1	81	0.00000	-1925.6516
E1	81	2.87500	-1283.7677
E1	82	0.00000	-4089.0974
E1	82	2.06500	-1951.8777
E1	83	0.00000	-1951.8777
E1	83	2.06500	185.3420
E1	101	0.00000	3535.4065
E1	101	2.87500	1223.2581

E1	102	0.00000	6257.8711
E1	102	2.05500	5918.7410
E1	103	0.00000	-2567.5354
E1	103	2.87500	-1925.6516
E2	1	0.00000	0.0000
E2	1	2.00000	2103.2541
E2	2	0.00000	-446.0182
E2	2	1.50000	-2468.5776
E2	3	0.00000	-2468.5776
E2	3	1.50000	-2443.9736
E2	5	0.00000	-1927.2898
E2	5	1.50000	-566.6405
E2	42	0.00000	-1951.8938
E2	42	0.44000	-1944.6766
E2	43	0.00000	-1944.6766
E2	43	1.06000	-1927.2898
E2	44	0.00000	2253.8009
E2	44	1.83000	253.7931
E2	45	0.00000	253.7931
E2	45	0.17000	1.268E-11
E2	46	0.00000	2103.2541
E2	46	2.48000	4711.2892
E2	47	0.00000	4711.2892
E2	47	1.27000	5538.8556
E2	48	0.00000	3324.5668
E2	48	1.45000	2529.4260
E2	49	0.00000	2529.4260
E2	49	2.00000	632.6801
E2	50	0.00000	632.6801
E2	50	0.80000	-446.0182
E2	51	0.00000	-2443.9736
E2	51	0.62000	-2433.8040
E2	52	0.00000	-2433.8040
E2	52	2.00000	-2400.9987
E2	54	0.00000	-2062.6118
E2	54	1.02500	-2045.7990
E2	55	0.00000	-2045.7990
E2	55	2.05500	-2012.0916
E2	56	0.00000	-2012.0916
E2	56	2.05500	-1978.3841
E2	57	0.00000	-1978.3841
E2	57	1.61500	-1951.8938
E2	58	0.00000	4354.1776
E2	58	1.47000	3923.6139
E2	59	0.00000	3923.6139
E2	59	2.05500	2499.7035
E2	60	0.00000	2499.7035
E2	60	0.22500	2253.8009
E2	61	0.00000	5538.8556
E2	61	0.73000	6014.5433
E2	62	0.00000	6014.5433
E2	62	3.02000	6774.4571
E2	63	0.00000	6774.4571
E2	63	2.00000	6477.7112
E2	64	0.00000	-2333.2557
E2	64	3.07000	-2282.8995
E2	65	0.00000	-2282.8995
E2	65	1.07000	-2265.3487
E2	66	0.00000	-2265.3487
E2	66	0.93000	-2250.0942
E2	67	0.00000	-2250.0942
E2	67	1.12500	-2231.6412
E2	68	0.00000	-2231.6412
E2	68	2.05500	-2197.9337
E2	70	0.00000	-2164.2262
E2	70	2.05500	-2130.5188
E2	71	0.00000	-2130.5188
E2	71	3.11000	-2079.5065
E2	72	0.00000	-2079.5065
E2	72	1.03000	-2062.6118
E2	73	0.00000	3288.5327
E2	73	1.64000	4776.1759
E2	74	0.00000	4776.1759
E2	74	2.05500	5818.2655
E2	75	0.00000	5818.2655
E2	75	2.05500	6038.3551
E2	76	0.00000	-566.6405
E2	76	2.12500	1360.9461
E2	77	0.00000	1360.9461
E2	77	2.12500	3288.5327
E2	79	0.00000	4901.1390
E2	79	2.87500	3324.5668
E2	81	0.00000	5196.2663
E2	81	2.87500	4354.1776
E2	82	0.00000	-2400.9987
E2	82	2.06500	-2367.1272
E2	83	0.00000	-2367.1272
E2	83	2.06500	-2333.2557
E2	101	0.00000	6477.7112
E2	101	2.87500	4901.1390
E2	102	0.00000	-2197.9337
E2	102	2.05500	-2164.2262
E2	103	0.00000	6038.3551

E2	103	2.87500	5196.2663
E3	1	0.00000	0.0000
E3	1	2.00000	-626.4735
E3	2	0.00000	-6734.5900
E3	2	1.50000	-7204.4451
E3	3	0.00000	-7204.4451
E3	3	1.50000	-4414.8586
E3	5	0.00000	-7353.5410
E3	5	1.50000	-6873.9623
E3	42	0.00000	-4319.1276
E3	42	0.44000	-5084.8489
E3	43	0.00000	-5084.8489
E3	43	1.06000	-7353.5410
E3	44	0.00000	-639.4384
E3	44	1.83000	-54.3523
E3	45	0.00000	-54.3523
E3	45	0.17000	-7.095E-12
E3	46	0.00000	-626.4735
E3	46	2.48000	-1403.3006
E3	47	0.00000	-1403.3006
E3	47	1.27000	-1801.1113
E3	48	0.00000	-5403.3338
E3	48	1.45000	-5857.5271
E3	49	0.00000	-5857.5271
E3	49	2.00000	-6484.0006
E3	50	0.00000	-6484.0006
E3	50	0.80000	-6734.5900
E3	51	0.00000	-4414.8586
E3	51	0.62000	-3261.8295
E3	52	0.00000	-3261.8295
E3	52	2.00000	-342.3807
E3	54	0.00000	4141.7329
E3	54	1.02500	3177.9504
E3	55	0.00000	3177.9504
E3	55	2.05500	1245.6840
E3	56	0.00000	1245.6840
E3	56	2.05500	-1508.5824
E3	57	0.00000	-1508.5824
E3	57	1.61500	-4319.1276
E3	58	0.00000	-1838.3853
E3	58	1.47000	-1368.3981
E3	59	0.00000	-1368.3981
E3	59	2.05500	-711.3752
E3	60	0.00000	-711.3752
E3	60	0.22500	-639.4384
E3	61	0.00000	-1801.1113
E3	61	0.73000	-2029.7741
E3	62	0.00000	-2029.7741
E3	62	3.02000	-2975.7491
E3	63	0.00000	-2975.7491
E3	63	2.00000	-3602.2226
E3	64	0.00000	4034.2809
E3	64	3.07000	7287.6347
E3	65	0.00000	7287.6347
E3	65	1.07000	7993.5398
E3	66	0.00000	7993.5398
E3	66	0.93000	8607.0834
E3	67	0.00000	8607.0834
E3	67	1.12500	8899.2733
E3	68	0.00000	8899.2733
E3	68	2.05500	9433.0069
E3	70	0.00000	9144.7405
E3	70	2.05500	8034.4741
E3	71	0.00000	8034.4741
E3	71	3.11000	5110.2168
E3	72	0.00000	5110.2168
E3	72	1.03000	4141.7329
E3	73	0.00000	-5515.1558
E3	73	1.64000	-4990.8163
E3	74	0.00000	-4990.8163
E3	74	2.05500	-4333.7934
E3	75	0.00000	-4333.7934
E3	75	2.05500	-3676.7705
E3	76	0.00000	-6873.9623
E3	76	2.12500	-6194.5590
E3	77	0.00000	-6194.5590
E3	77	2.12500	-5515.1558
E3	79	0.00000	-4502.7782
E3	79	2.87500	-5403.3338
E3	81	0.00000	-2757.5779
E3	81	2.87500	-1838.3853
E3	82	0.00000	-342.3807
E3	82	2.06500	1845.9501
E3	83	0.00000	1845.9501
E3	83	2.06500	4034.2809
E3	101	0.00000	-3602.2226
E3	101	2.87500	-4502.7782
E3	102	0.00000	9433.0069
E3	102	2.05500	9144.7405
E3	103	0.00000	-3676.7705
E3	103	2.87500	-2757.5779



Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE

ANÁLISIS DINÁMICO



Primer modo de vibración de flexión del paso

Program SAP2000 Nonlinear Version 8.2.7.0

File:V. CAN LLEGUET.LOG

B E G I N A N A L Y S I S 2010/02/03 10:09:42

MAXIMUM MEMORY BLOCK SIZE (BYTES) = 63.968 MB

E L E M E N T F O R M A T I O N 10:09:42

NUMBER OF JOINT ELEMENTS FORMED = 26
 NUMBER OF SPRING ELEMENTS FORMED = 0
 NUMBER OF FRAME ELEMENTS FORMED = 45

L I N E A R E Q U A T I O N S O L U T I O N 10:09:42

FORMING STIFFNESS AT ZERO (UNSTRESSED) INITIAL CONDITIONS

TOTAL NUMBER OF EQUILIBRIUM EQUATIONS = 130
 APPROXIMATE "EFFECTIVE" BAND WIDTH = 4
 NUMBER OF EQUATION STORAGE BLOCKS = 1
 MAXIMUM BLOCK SIZE (8-BYTE TERMS) = 625
 SIZE OF STIFFNESS FILE(S) (BYTES) = 5.406 KB
 NUMBER OF EQUATIONS TO SOLVE = 130

L I N E A R S T A T I C C A S E S 10:09:43

USING STIFFNESS AT ZERO (UNSTRESSED) INITIAL CONDITIONS

TOTAL NUMBER OF CASES TO SOLVE = 3
 NUMBER OF CASES TO SOLVE PER BLOCK = 3

LINEAR STATIC CASES TO BE SOLVED:

CASE: E1
 CASE: E2
 CASE: E3

E I G E N M O D A L A N A L Y S I S 10:09:43

CASE: MODAL

USING STIFFNESS AT ZERO (UNSTRESSED) INITIAL CONDITIONS

NUMBER OF STIFFNESS DEGREES OF FREEDOM = 130
 NUMBER OF MASS DEGREES OF FREEDOM = 84
 MAXIMUM NUMBER OF EIGEN MODES SOUGHT = 12
 MINIMUM NUMBER OF EIGEN MODES SOUGHT = 1
 NUMBER OF RESIDUAL-MASS MODES SOUGHT = 0
 NUMBER OF SUBSPACE VECTORS USED = 24

RELATIVE CONVERGENCE TOLERANCE = 1.00E-07
 FREQUENCY SHIFT (CENTER) (CYC/TIME) = .000000
 FREQUENCY CUTOFF (RADIUS) (CYC/TIME) = .000000

NUMBER OF EIGEN MODES FOUND = 12
 NUMBER OF ITERATIONS PERFORMED = 8

M O D A L P E R I O D S A N D F R E Q U E N C I E S

CASE: MODAL

MODE	PERIOD (T)	FREQUENCY (CYC/T)	FREQUENCY (RAD/T)	EIGENVALUE (RAD/T)^2	MODAL STIFFNESS	MODAL MASS
1	0.228229	4.381569	27.530208	757.912348	757.912348	1.000000
2	0.129635	7.713978	48.468355	2349.181	2349.181	1.000000

3	0.111928	8.934326	56.136028	3151.254	3151.254	1.000000
4	0.065078	15.366256	96.549036	9321.716	9321.716	1.000000
5	0.040379	24.765431	155.605792	24213.162	24213.162	1.000000
6	0.037276	26.826692	168.557078	28411.488	28411.488	1.000000
7	0.032256	31.001892	194.790632	37943.390	37943.390	1.000000
8	0.022099	45.250768	284.318959	80837.271	80837.271	1.000000
9	0.019762	50.601796	317.940463	101086.138	101086.138	1.000000
10	0.019118	52.307552	328.658042	108016.109	108016.109	1.000000
11	0.014744	67.824565	426.154310	181607.496	181607.496	1.000000
12	0.012740	78.493580	493.189711	243236.091	243236.091	1.000000

MODAL LOAD PARTICIPATION RATIOS

CASE: MODAL

LOAD, ACC, OR (TYPE)	LINK/DEF (NAME)	STATIC (PERCENT)	DYNAMIC (PERCENT)	EFFECTIVE PERIOD
ACC	UX	0.0000	0.0000	0.009521
ACC	UY	0.0000	0.0000	-INFINITY-
ACC	UZ	99.9531	89.4348	0.148972
ACC	RX	0.0000	0.0000	-INFINITY-
ACC	RY	99.9482	87.8255	0.125569
ACC	RZ	0.0000	0.0000	-INFINITY-

(*) NOTE: DYNAMIC LOAD PARTICIPATION RATIO EXCLUDES LOAD
APPLIED TO NON-MASS DEGREES OF FREEDOM

ANALYSIS COMPLETE

2010/02/03 10:09:44



Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

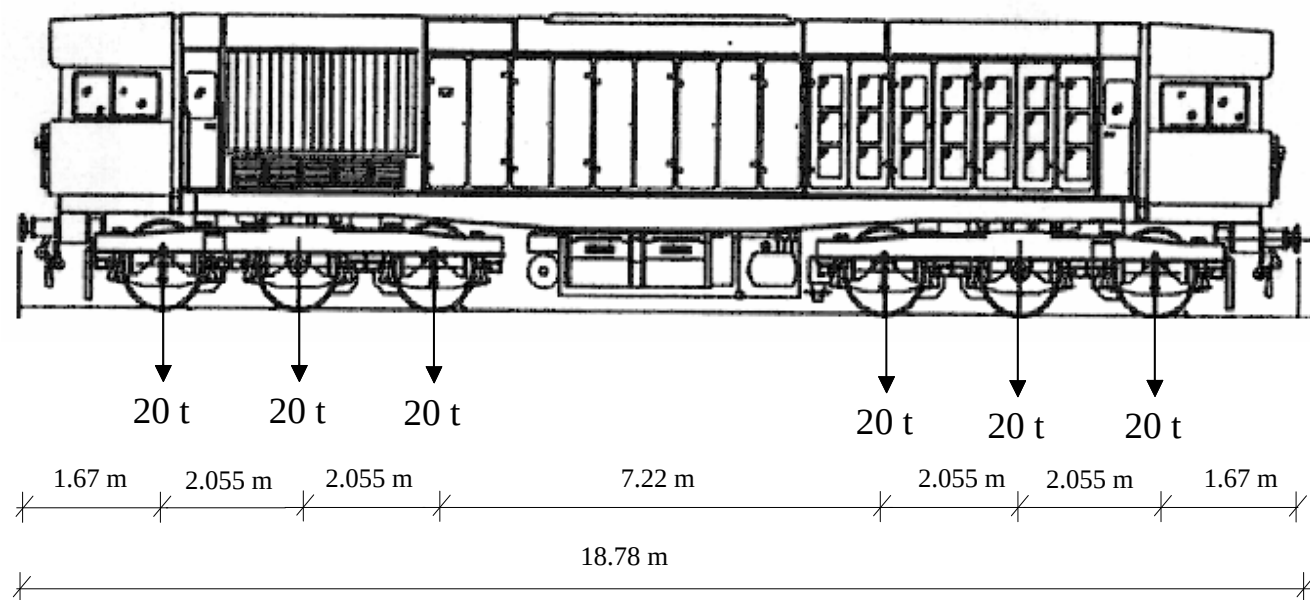
Refª.: I/OC-10002/CE

ANEJO 2-C- TREN DE CARGAS Y SITUACIÓN DE LOS APARATOS DE MEDIDA

**VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-
BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES.
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS**

TREN DE CARGAS

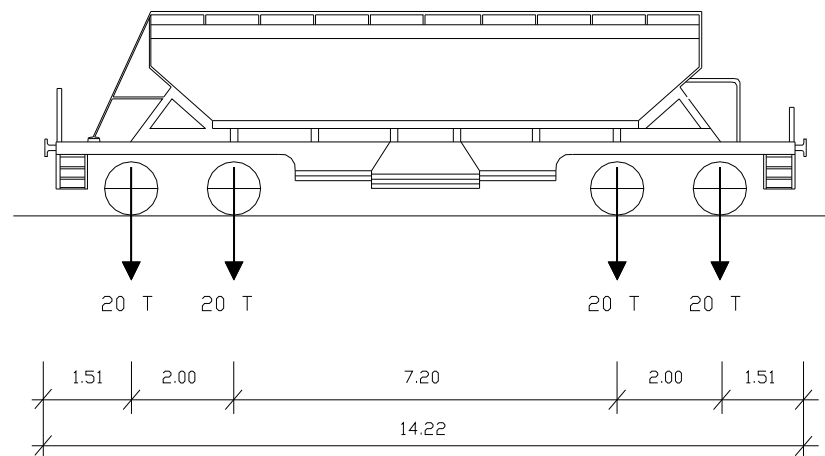
LOCOMOTORA



**VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-
BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES.
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS**

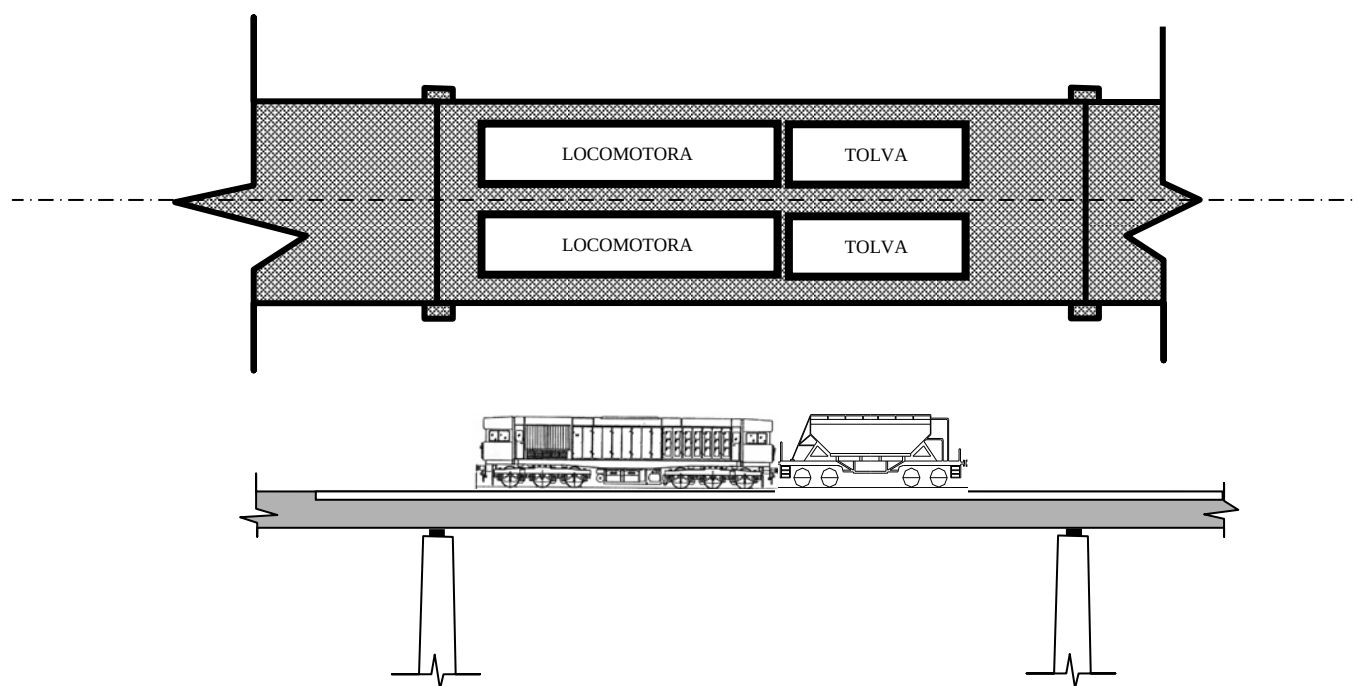
TREN DE CARGAS

TOLVA



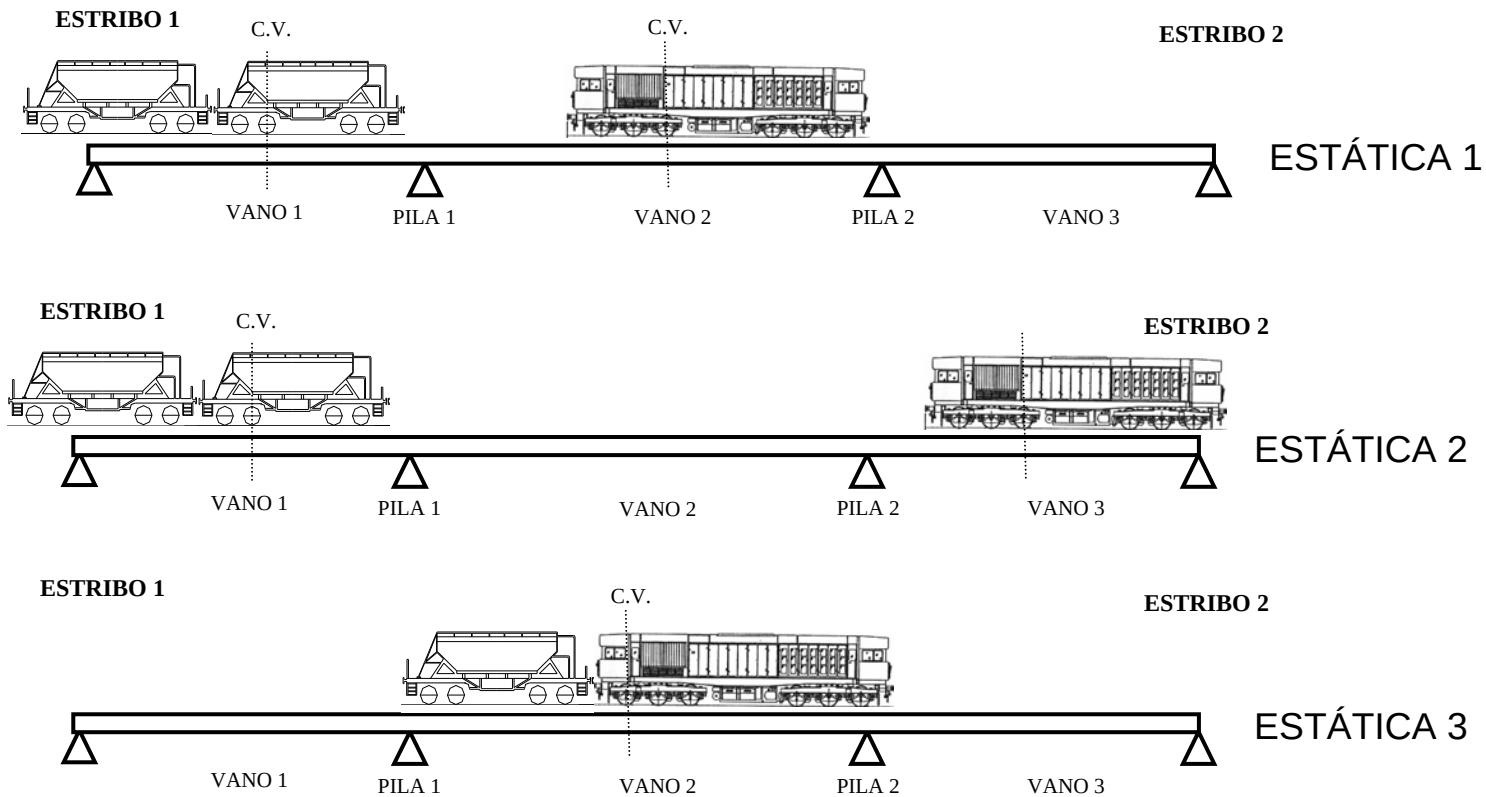
**VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-
BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES.
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS**

COMPOSICIÓN DEL TREN DE CARGAS



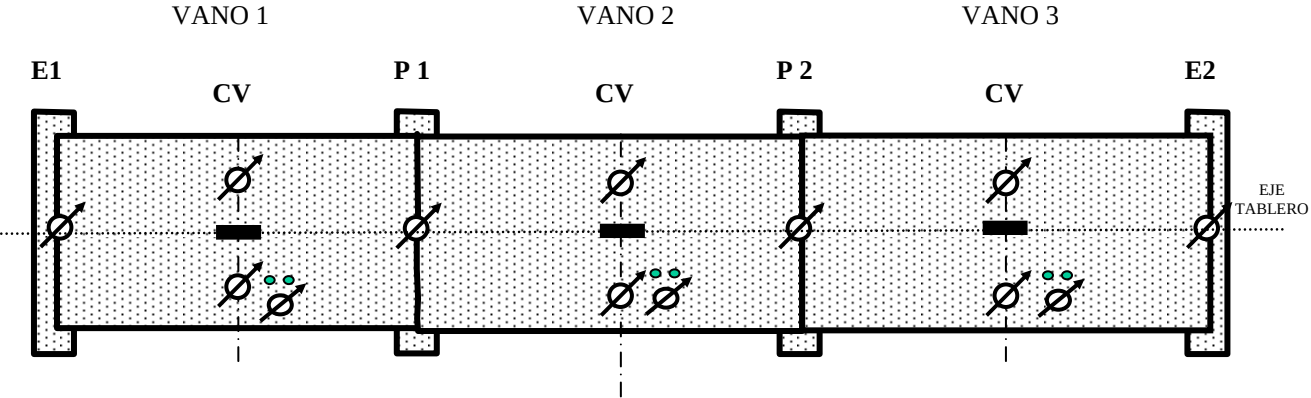
**VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-
BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES.
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS**

POSICIONES DEL TREN DE CARGAS

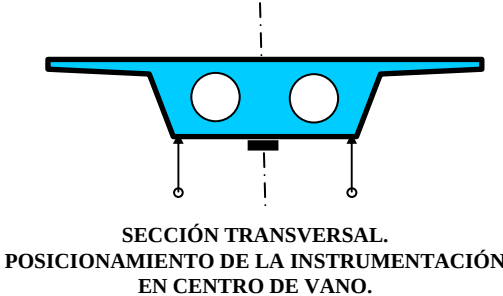


**VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-
BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES.
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS**

INSTRUMENTACIÓN



-  Anillo extensométrico
-  Acelerómetro
-  Banda extensométrica





Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE

ANEJO 2-D- ANÁLISIS DE PROYECTO

VERIFICACIÓN DE SECCIONES PRETENSADAS

OBRA: L.A.V. DE BARCELONA. TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS

ESTRUCTURA: VIADUCTO CAN LLEGUET

SECCIÓN: CENTROS DE VANO

ARCHIVO: V CAN LLEGUET-SECCIONES CV.MCD

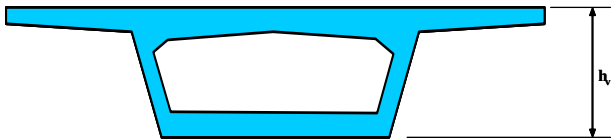
1.- ENTRADA DE DATOS

1.1.- RESISTENCIAS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

$f_{ckv} := 40 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Resistencia característica del hormigón
$f_{pu} := 1860 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Resistencia nominal del acero para armaduras activas
$f_{pk} := 1640 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Tensión característica en el límite elástico de las armaduras activas
$E_p := 190000 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Módulo de deformación del acero de pretensado
$E_s := 200000 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Módulo de deformación del acero pasivo
$f_{yk} := 500 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Resistencia característica del acero para armaduras pasivas
$\gamma_{cv} := 1.5$	Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón
$\gamma_s := 1.15$	Coeficiente de minoración de la resistencia del acero

$$E_{cv} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ckv}} \cdot \left(\frac{N}{mm^2} \right)^{\frac{2}{3}} \quad E_{cv} = 2.907 \times 10^4 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad \text{Módulo de deformación del hormigón de la viga}$$

1.2.-GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN DE HORMIGÓN



$h_v := 225\cdot\text{cm}$ Altura de la viga

$\text{rec} := 6\cdot\text{cm}$ Recubrimiento inferior

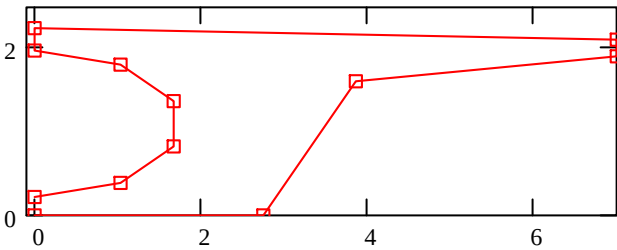
$n := 12$ Número de vértices (media viga)

$i := 1 \dots n$

IMPORTANTE Se supone sección simétrica. Introducir media sección.
Introducir los vértices en sentido antihorario.
Vértices inicial y final no coincidentes.
El vértice inicial debe tener coordenadas "0,0".

$y_{n+1} := y_1$ $x_{n+1} := x_1$

$x_i :=$	$y_i :=$
0·cm	0·cm
275·cm	0·cm
386.2·cm	161·cm
700·cm	191·cm
700·cm	211·cm
0·cm	225·cm
0·cm	197.9·cm
103.3·cm	181.1·cm
167.2·cm	137.2·cm
167.2·cm	82.8·cm
103.3·cm	38.9·cm
0·cm	22.1·cm



1.3.- DEFINICIONES GEOMÉTRICAS DE LA ARMADURA

1.3.1.- ARMADURA ACTIVA

$a := 2$ Número de capas de la armadura pretesa

$j := 1 \dots a$

$Y_{p_j} :=$	$N_{p_j} :=$	$A_{p_j} :=$
20·cm	133	$1.4\cdot\text{cm}^2$
100·cm	133	$1.4\cdot\text{cm}^2$

Y_{p_j} : es la altura de la armadura de la capa "j" respecto de la cara inferior de la viga

A_{p_j} : es el área de cada cordón de la capa "j"

N_{p_j} : es el número de cordones en la capa "j"

$$N_{\text{tot}} := \sum_{j=1}^a N_{p_j} \quad N_{\text{tot}} = 266$$

$$A_{\text{sp}} := \sum_{j=1}^a A_{p_j} \cdot N_{p_j} \quad A_{\text{sp}} = 372.4 \text{ cm}^2 \quad \text{Area total de los cordones}$$

$$Y_{\text{gp}} := \frac{\sum_{j=1}^a A_{p_j} \cdot N_{p_j} \cdot Y_{p_j}}{A_{\text{sp}}} \quad Y_{\text{gp}} = 60 \text{ cm} \quad \text{Centro de gravedad del conjunto de cordones}$$

$$\sigma_{\text{ki}} := \text{if}(0.75 \cdot f_{\text{pu}} < 0.9 \cdot f_{\text{pk}}, 0.75 \cdot f_{\text{pu}}, 0.9 \cdot f_{\text{pk}})$$

$$\sigma_{\text{ki}} = 1.395 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Tensión de pretensado inicial según EHE}$$

$$P_{\text{ki}} := \sigma_{\text{ki}} \cdot A_{\text{sp}} \quad P_{\text{ki}} = 51950 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de pretensado inicial}$$

1.3.2.- ARMADURA PASIVA

$r := 1$ Número de capas de la armadura pasiva que figura en planos.

$f := 1 \dots r$

$$Y_{s_f} := 6 \text{ cm} \quad \phi_f := 16 \text{ mm} \quad N_{s_f} := 33 \quad Y_{s_f} : \text{es la altura de la armadura de la capa "f" respecto de la cara inferior de la viga}$$

ϕ_f : es el diámetro de cada barra de la capa "f"

N_{s_f} : es el número de barras en la capa "f"

$$A_{s1} := \sum_{f=1}^r (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{s_f} \quad A_{s1} = 66.35 \text{ cm}^2 \quad \text{Área total de armadura}$$

$$Y_{\text{gs1}} := \frac{\sum_{f=1}^r (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{s_f} \cdot Y_{s_f}}{A_{s1}} \quad Y_{\text{gs1}} = 6 \text{ cm} \quad \text{Centro de gravedad de la armadura pasiva}$$

1.4.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA SECCIÓN

$$A_{c1} := \frac{\sum_{i=1}^n \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right]}{2} \cdot 2 \quad A_{c1} = 13.1427 \text{ m}^2 \quad \text{Área de la viga completa}$$

$$h_{g1} := \frac{\sum_{i=1}^n \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right] \cdot \left[y_i + (y_{i+1}) \right]}{6 \cdot A_{c1}} \cdot 2 \quad h_{g1} = 1.337 \text{ m} \quad \text{Altura del c.d.g.}$$

$$I_1 := \frac{\sum_{i=1}^n \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right] \cdot \left[(y_i + y_{i+1})^2 - y_i \cdot y_{i+1} \right]}{12} \cdot 2 - A_{c1} \cdot h_{g1}^2 \quad I_1 = 6.309 \text{ m}^4$$

$$W_{1inf} := \frac{I_1}{h_{g1}} \quad W_{1inf} = 4.717 \text{ m}^3$$

$$W_{1sup} := \frac{I_1}{h_v - h_{g1}} \quad W_{1sup} = 6.914 \text{ m}^3$$

$$ex := h_{g1} - Y_{gp} \quad ex = 0.737 \text{ m} \quad \text{Excentricidad del postensado}$$

$$d := h_v - rec \quad d = 2.19 \text{ m} \quad \text{Canto útil de la sección}$$

NOTA: las características calculadas son las de la sección completa aunque tan solo se haya introducido media sección

1.4.1.- SECCIÓN DEFINIDA POR CAPAS HORIZONTALES

$n_{ch} := n - 3$ (deben tener forma de rectángulos, trapecios o triángulos)

$n_{ch} = 9$

$k := 1 \dots n_{ch}$

Expresiones de transformación

$$Y_k := y_{n-k-1} \quad H_k := y_{n-k} - y_{n-k-1} \quad B_{inf}_k := (x_{n-k-1}) \cdot 2 \quad B_{sup}_k := (x_{n-k}) \cdot 2$$

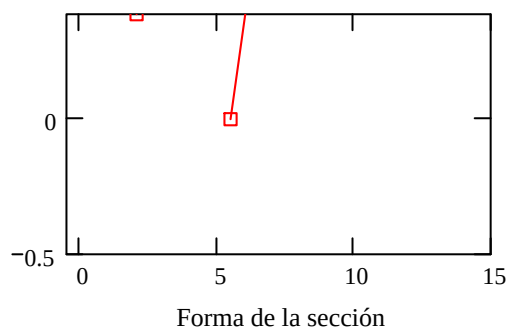
$Y_k =$	$H_k =$	$B_{inf_k} =$	$B_{sup_k} =$
0.828 m	-0.439 m	3.344 m	2.066 m
1.372	-0.544	3.344	3.344
1.811	-0.439	2.066	3.344
1.979	-0.168	0	2.066
2.25	-0.271	0	0
2.11	0.14	14	0
1.91	0.2	14	14
1.61	0.3	7.724	14
0	1.61	5.5	7.724

Y_k : es la distancia de la cara inferior de la capa "i" respecto de la cara inferior de la viga.

H_k : es la altura de la capa "i"

B_{inf_k} : es el ancho inferior de la capa "i"

B_{sup_k} : es el ancho superior de la capa "i"



1.5.- PÉRDIDAS DE PRETENSADO

Se suponen unas pérdida iniciales del 5% y diferidas del 20%

$$P_{kf} := 0.75 \cdot P_{ki}$$

$$P_{kf} = 38962 \text{ kN}$$

Fuerza de pretensado final

$$\sigma_o := \frac{P_{kf}}{A_{sp}}$$

$$\sigma_o = 1046.2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Tensión de pretensado final considerando las pérdidas

2.- MOMENTO FLECTOR ÚLTIMO

2.1.- CÁLCULO DE LAS DEFORMACIONES EN LAS FIBRAS EXTREMAS

En función de la profundidad de la línea neutra, cuyo valor numérico se asigna varias páginas más adelante, se calcula la deformación de la fibra superior del hormigón (si la profundidad es suficientemente pequeña como para que una deformación del 10% de la armadura más baja implique una deformación en la fibra superior del 3.5%) o viceversa.

Deformación del hormigón comprimido

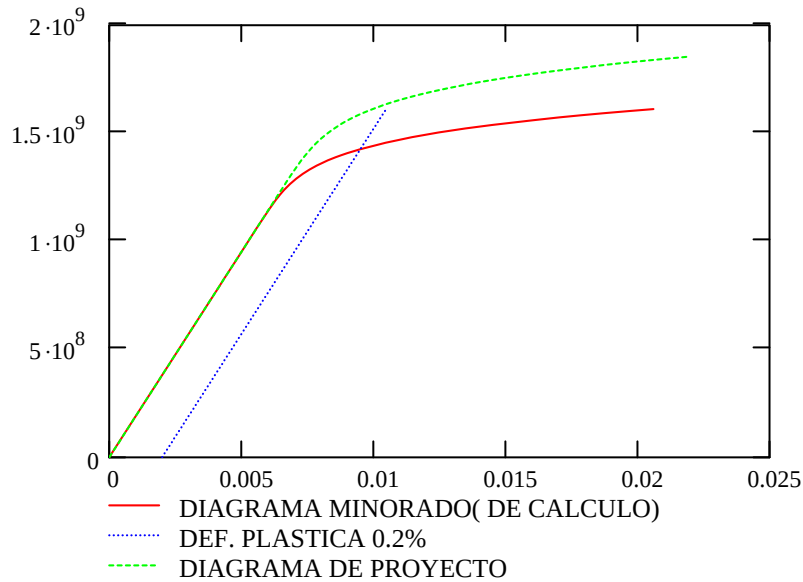
$$\epsilon'_c := \text{if} \left(X < \frac{0.0035}{0.0035 + 0.01} \cdot d, -0.01 \cdot \frac{X}{d - X}, -0.0035 \right) \quad \epsilon'_c = -2.07277 \times 10^{-3}$$

Deformación del acero traccionado

$$\varepsilon_s := \text{if} \left(X > \frac{0.0035}{0.0035 + 0.01} \cdot d, 0.0035 \cdot \frac{d - X}{X}, 0.01 \right) \quad \varepsilon_s = 0.01$$

2.2.- CÁLCULO DE LA FUERZA DE TRACCIÓN EN LA ARMADURA ACTIVA

DIAGRAMA TENSIÓN-DEFORMACIÓN DEL ACERO DE PRETENSADO



Cálculo de la deformación en el acero después de producidas las pérdidas

$$\varepsilon_o := \text{if} \left[\sigma_o \leq 0.7 \cdot \frac{f_{pk}}{\gamma_s}, \frac{\sigma_o}{E_p}, \frac{\sigma_o}{E_p} + 0.823 \cdot \left(\frac{\sigma_o}{f_{pk}} \cdot \gamma_s - 0.7 \right)^5 \right] \quad \varepsilon_o = 5.50661 \times 10^{-3}$$

Deformación en la fibra inferior de la viga por efecto del pretensado

$$\varepsilon_{cinf} := \frac{\frac{-P_{kf}}{A_{c1}} - \frac{P_{kf} \cdot ex}{W_{1inf}}}{E_{cv}} \quad \varepsilon_{cinf} = -3.12 \times 10^{-4}$$

Deformación en la fibra superior de la viga por efecto del pretensado

$$\varepsilon_{csup} := \frac{\frac{-P_{kf}}{A_{c1}} + \frac{P_{kf} \cdot ex}{W_{1sup}}}{E_{cv}} \quad \varepsilon_{csup} = 4.098 \times 10^{-5}$$

Variación de la deformación en cada cordón desde el estado de pretensado sólo hasta el estado de neutralización.

$$\Delta \epsilon_{p1j} := 0 - \left[(\epsilon_{cinf} - \epsilon_{csup}) \cdot \frac{h_v - Y_{p,j}}{h_v} + \epsilon_{csup} \right]$$

$$\Delta \epsilon_{p1}^T = \begin{pmatrix} 2.8 \times 10^{-4} & 1.55 \times 10^{-4} \end{pmatrix}$$

Variación de la deformación en cada cordón desde el estado de neutralización hasta alcanzar la deformación en estado límite último

$$\Delta \epsilon_{p2j} := (\epsilon_s - \epsilon'_c) \cdot \frac{h_v - Y_{p,j}}{d} + \epsilon'_c$$

$$\Delta \epsilon_{p2}^T = \begin{pmatrix} 9.228 \times 10^{-3} & 4.818 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$$

Deformación total

$$\epsilon_{totj} := \epsilon_o + \Delta \epsilon_{p1j} + \Delta \epsilon_{p2j}$$

$$\epsilon_{tot}^T = (0.015 \quad 0.01)$$

Cálculo de la tensión en cada cordón

$$\epsilon(\sigma) := \text{if} \left[\sigma \leq 0.7 \cdot \frac{f_{pk}}{\gamma_s}, \frac{\sigma}{E_p}, \frac{\sigma}{E_p} + 0.823 \cdot \left(\frac{\sigma}{f_{pk}} \cdot \gamma_s - 0.7 \right)^5 \right]$$

$$TOL := 0.0001$$

Tolerancia en la iteración

$$\sigma := 18000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Valor inicial para comenzar la iteración

$$\sigma_j := \text{root}(\epsilon(\sigma) - \epsilon_{totj}, \sigma) \quad \text{Tensión en cada barra en estado límite último}$$

$$\sigma^T = \begin{pmatrix} 1.546 \times 10^3 & 1.458 \times 10^3 \end{pmatrix} \frac{N}{mm^2}$$

$$T_p := \sum_{j=1}^a \sigma_j \cdot A_{p,j} \cdot N_{p,j}$$

$$T_p = 55942 \text{ kN}$$

Fuerza total de tracción en la armadura activa

2.3.- CÁLCULO DE LA FUERZA EN LA ARMADURA PASIVA

Deformación en cada barra hasta alcanzar el estado límite último

$$\varepsilon_{sf} := (\varepsilon_s - \varepsilon'_c) \cdot \frac{h_v - Y_{sf}}{d} + \varepsilon'_c$$

$$\varepsilon_s^T = (0.01)$$

Tensión en cada capa de armadura.
(el signo negativo indica que está comprimida)

$$\sigma_{sf} := \text{if} \left(\left| \varepsilon_{sf} \right| \leq \left| \frac{f_{yk}}{\gamma_s \cdot E_s} \right|, \varepsilon_{sf} \cdot E_s, \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \cdot \frac{\varepsilon_{sf}}{\left| \varepsilon_{sf} \right|} \right)$$

$$\sigma_s^T = (434.8) \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Fuerza en las capas traccionadas

$$T_{sf} := \text{if} \left[h_v - X \geq Y_{sf}, \sigma_{sf} \cdot (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{sf}, 0 \cdot \text{kN} \right]$$

$$T_s := \sum_{f=1}^r T_{sf} \quad T_s = 2885 \text{ kN}$$

Fuerza total de tracción en la armadura pasiva

Fuerza en las capas comprimidas

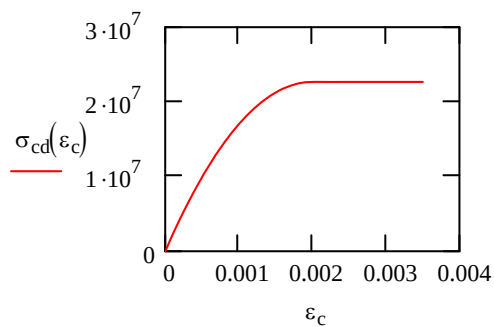
$$C_{sf} := \text{if} \left[h_v - X \leq Y_{sf}, \sigma_{sf} \cdot (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{sf} \cdot (-1), 0 \cdot \text{kN} \right]$$

$$C_s := \sum_{f=1}^r C_{sf} \quad C_s = 0 \text{ kN}$$

Fuerza total de compresión en la armadura pasiva

2.4.- CÁLCULO DE LA FUERZA DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN

CONSIDERANDO EL DIAGRAMA PARÁBOLA RECTÁNGULO



FUERZA DE COMPRESIÓN EN LA VIGA

$$\epsilon(y) := (\epsilon_s - \epsilon'_c) \cdot \frac{d + \text{rec} - y}{d} + \epsilon'_c \quad \text{Deformación en la fibra con altura "y"}$$

Tensión en las fibras de la viga

$$\sigma_v(y) := \text{if} \left[\epsilon(y) > 0, 0 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}, \text{if} \left[\epsilon(y) < -0.002, 0.85 \cdot \frac{f_{ckv}}{\gamma_{cv}}, 0.85 \cdot \frac{f_{ckv}}{\gamma_{cv}} \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{\epsilon(y)}{-0.002} \right) - \left(\frac{\epsilon(y)}{-0.002} \right)^2 \right] \right] \right]$$

$$C_{v_k} := \int_{Y_k}^{Y_k + H_k} \left[B_{inf_k} + (B_{sup_k} - B_{inf_k}) \cdot \frac{y - Y_k}{H_k} \right] \cdot \sigma_v(y) \, dy$$

$$Y_{v_k} := \frac{\int_{Y_k}^{Y_k + H_k} \left[B_{inf_k} + (B_{sup_k} - B_{inf_k}) \cdot \frac{y - Y_k}{H_k} \right] \cdot \sigma_v(y) \cdot y \, dy}{C_{v_k}}$$

$$C_v^T = (0 \ 0 \ 0 \ -275 \ 0 \ 20946 \ 37057 \ 1076 \ 0) \text{ kN}$$

$$Y_v^T = (0 \ 0 \ 0 \ 1.926 \ 0 \ 2.158 \ 2.03 \ 1.898 \ 0) \text{ m}$$

$$C_c := \sum_{k=1}^{nch} C_{v_k} \quad C_c = 58804 \text{ kN} \quad \text{Fuerza total de compresión en la viga}$$

$$Y_c := \frac{\sum_{k=1}^{nch} C_{v_k} \cdot Y_{v_k}}{C_c} \quad Y_c = 2.073 \text{ m} \quad \text{Distancia del punto de aplicación de la fuerza a la fibra inferior de la viga}$$

2.5.- EQUILIBRIO DE FUERZAS

$$C := C_c + C_s \quad C = 58804 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de compresión total}$$

$$T := T_p + T_s \quad T = 58827 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de tracción total}$$

$$C - T = -23 \text{ kN} \quad \text{Diferencia}$$

$$\left| \frac{C - T}{T} \right| = 0.04 \% \quad \text{Error porcentual}$$

Profundidad de la fibra neutra en estado límite último

$$X \equiv 37.6 \text{ cm}$$

CAMBIAR LOS VALORES DE "X" HASTA QUE EL ERROR PORCENTUAL SEA MENOR DE 1%

2.6.- MOMENTO ÚLTIMO RESISTENTE Y SEGURIDAD A FLEXIÓN

$$M_u := \sum_{j=1}^a \sigma_j \cdot A_{p_j} \cdot N_{p_j} \cdot (Y_c - Y_{p_j}) + \sum_{f=1}^r \sigma_{sf} \cdot (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{s_f} \cdot (Y_c - Y_{s_f}) \quad M_u = 9064.10 \text{ m}\cdot\text{t}$$

$$M_d := 8314 \text{ m}\cdot\text{t}$$

Momento flector de cálculo (del Anejo de Cálculo facilitado)

Del lado de la seguridad se considera la sección de los vanos extremos (con menor canto útil de la armadura activa) y el momento de cálculo más defavorable de vanos interiores y exteriores

$$K := \frac{M_u}{M_d}$$

$$K = 1.09$$

Seguridad a flexión (debe ser no inferior a 0.90)

VERIFICACIÓN DE SECCIONES PRETENSADAS

OBRA: L.A.V. DE BARCELONA. TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS

ESTRUCTURA: VIADUCTO CAN LLEGUET

SECCIÓN: APOYOS

ARCHIVO: V CAN LLEGUET-SECCIONES APOYOS.MCD

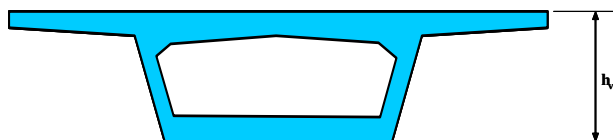
1.- ENTRADA DE DATOS

1.1.- RESISTENCIAS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

$f_{ckv} := 40 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Resistencia característica del hormigón
$f_{pu} := 1860 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Resistencia nominal del acero para armaduras activas
$f_{pk} := 1640 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Tensión característica en el límite elástico de las armaduras activas
$E_p := 190000 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Módulo de deformación del acero de pretensado
$E_s := 200000 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Módulo de deformación del acero pasivo
$f_{yk} := 500 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Resistencia característica del acero para armaduras pasivas
$\gamma_{cv} := 1.5$	Coefficiente de minoración de la resistencia del hormigón
$\gamma_s := 1.15$	Coefficiente de minoración de la resistencia del acero

$$E_{cv} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ckv}} \left(\frac{N}{mm^2} \right)^{\frac{2}{3}} \quad E_{cv} = 2.907 \times 10^4 \frac{N}{mm^2} \quad \text{Módulo de deformación del hormigón de la viga}$$

1.2.-GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN DE HORMIGÓN



$h_v := 225 \cdot \text{cm}$

Altura de la viga

$\text{rec} := 6 \cdot \text{cm}$

Recubrimiento inferior

$n := 13$

Número de vértices (media viga)

$i := 1 \dots n$

IMPORTANTE

Se supone sección simétrica. Introducir media sección.

Introducir los vértices en sentido antihorario.

Vértices inicial y final no coincidentes.

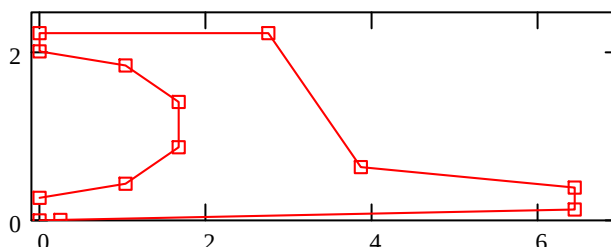
El vértice inicial debe tener coordenadas "0,0".

El segundo punto debe tener $y = 0$.

$y_{n+1} := y_1$

$x_{n+1} := x_1$

$x_i :=$	$y_i :=$
0·cm	0·cm
25·cm	0.5cm
643.5·cm	12.9·cm
643.5·cm	39.4·cm
386.2·cm	64·cm
275·cm	225·cm
0·cm	225·cm
0·cm	202.9·cm
103.3·cm	186.1·cm
167.2·cm	142.2·cm
167.2·cm	87.8·cm
103.3·cm	43.9·cm
0·cm	27.1·cm



1.3.- DEFINICIONES GEOMÉTRICAS DE LA ARMADURA

1.3.1.- ARMADURA ACTIVA

$a := 2$

Número de capas de la armadura pretesa

$j := 1 \dots a$

$Y_{p_j} :=$	$N_{p_j} :=$	$A_{p_j} :=$
25·cm	133	$1.4 \cdot \text{cm}^2$
50·cm	133	$1.4 \cdot \text{cm}^2$

Y_{p_j} : es la altura de la armadura de la capa "j" respecto de la cara inferior de la viga

A_{p_j} : es el área de cada cordón de la capa "j"

N_{p_j} : es el número de cordones en la capa "j"

$$N_{\text{tot}} := \sum_{j=1}^a Np_j \quad N_{\text{tot}} = 266$$

$$A_{\text{sp}} := \sum_{j=1}^a A_{p_j} \cdot Np_j \quad A_{\text{sp}} = 372.4 \text{ cm}^2 \quad \text{Area total de los cordones}$$

$$Y_{\text{gp}} := \frac{\sum_{j=1}^a A_{p_j} \cdot Np_j \cdot Y_{p_j}}{A_{\text{sp}}} \quad Y_{\text{gp}} = 37.5 \text{ cm} \quad \text{Centro de gravedad del conjunto de cordones}$$

$$\sigma_{ki} := \text{if}(0.75 \cdot f_{pu} < 0.9 \cdot f_{pk}, 0.75 \cdot f_{pu}, 0.9 \cdot f_{pk})$$

$$\sigma_{ki} = 1.395 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Tensión de pretensado inicial según EHE}$$

$$P_{ki} := \sigma_{ki} \cdot A_{\text{sp}} \quad P_{ki} = 51950 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de pretensado inicial}$$

1.3.2.- ARMADURA PASIVA

$r := 4$ Número de capas de la armadura pasiva que figura en planos.

$f := 1 \dots r$

$Y_{s_f} :=$	$\phi_f :=$	$N_{s_f} :=$
8·cm	25·mm	7
10·cm	25·mm	18
14·cm	25·mm	18
17·cm	16·mm	17

Y_{s_f} : es la altura de la armadura de la capa "f" respecto de la cara inferior de la viga

ϕ_f : es el diámetro de cada barra de la capa "f"

N_{s_f} : es el número de barras en la capa "f"

$$A_{s1} := \sum_{f=1}^r (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{s_f} \quad A_{s1} = 245.256 \text{ cm}^2 \quad \text{Área total de armadura}$$

$$Y_{gs1} := \frac{\sum_{f=1}^r (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{s_f} \cdot Y_{s_f}}{A_{s1}} \quad Y_{gs1} = 12.136 \text{ cm} \quad \text{Centro de gravedad de la armadura pasiva}$$

1.4.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA SECCIÓN

$$A_{c1} := \frac{\sum_{i=1}^n \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right]}{2} \cdot 2 \quad A_{c1} = 12.8779 \text{ m}^2 \quad \text{Área de la viga completa}$$

$$h_{g1} := \frac{\sum_{i=1}^n \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right] \cdot \left[y_i + (y_{i+1}) \right]}{6 \cdot A_{c1}} \cdot 2 \quad h_{g1} = 0.926 \text{ m} \quad \text{Altura del c.d.g.}$$

$$I_1 := \frac{\sum_{i=1}^n \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right] \cdot \left[(y_i + y_{i+1})^2 - y_i \cdot y_{i+1} \right]}{12} \cdot 2 - A_{c1} \cdot h_{g1}^2 \quad I_1 = 6.189 \text{ m}^4$$

$$W_{1inf} := \frac{I_1}{h_{g1}} \quad W_{1inf} = 6.683 \text{ m}^3$$

$$W_{1sup} := \frac{I_1}{h_v - h_{g1}} \quad W_{1sup} = 4.675 \text{ m}^3$$

$$ex := h_{g1} - Y_{gp} \quad ex = 0.551 \text{ m} \quad \text{Excentricidad del postensado}$$

$$d := h_v - rec \quad d = 2.19 \text{ m} \quad \text{Canto útil de la sección}$$

NOTA: las características calculadas son las de la sección completa aunque tan solo se haya introducido media sección

1.4.1.- SECCIÓN DEFINIDA POR CAPAS HORIZONTALES

$nch := n - 3$ (deben tener forma de rectángulos, trapecios o triángulos)

$nch = 10$

$k := 1 \dots nch$

Expresiones de transformación

$$Y_k := y_{n-k-1} \quad H_k := y_{n-k} - y_{n-k-1} \quad B_{inf}_k := (x_{n-k-1})^2 \quad B_{sup}_k := (x_{n-k})^2$$

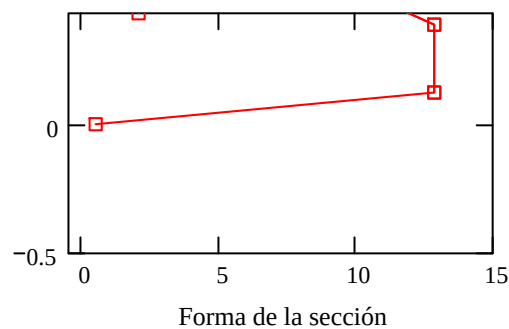
$Y_k =$	$H_k =$	$\inf_k =$	$\sup_k =$
0.878 m	-0.439 m	3.344 m	2.066 m
1.422	-0.544	3.344	3.344
1.861	-0.439	2.066	3.344
2.029	-0.168	0	2.066
2.25	-0.221	0	0
2.25	0	5.5	0
0.64	1.61	7.724	5.5
0.394	0.246	2.87	7.724
0.129	0.265	2.87	12.87
$5 \cdot 10^{-3}$	0.124	0.5	12.87

Y_k : es la distancia de la cara inferior de la capa "i" respecto de la cara inferior de la viga.

H_k : es la altura de la capa "i"

$B_{\inf_k}$: es el ancho inferior de la capa "i"

$B_{\sup_k}$: es el ancho superior de la capa "i"



1.5.- PÉRDIDAS DE PRETENSADO

Se suponen unas pérdidas iniciales del 5% y diferidas del 20%

$$P_{kf} := 0.75 \cdot P_{ki}$$

$$P_{kf} = 38962 \text{ kN}$$

Fuerza de pretensado final

$$\sigma_o := \frac{P_{kf}}{A_{sp}}$$

$$\sigma_o = 1046.2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Tensión de pretensado final considerando las pérdidas

2.- MOMENTO FLECTOR ÚLTIMO

2.1.- CÁLCULO DE LAS DEFORMACIONES EN LAS FIBRAS EXTREMAS

En función de la profundidad de la línea neutra, cuyo valor numérico se asigna varias páginas más adelante, se calcula la deformación de la fibra superior del hormigón (si la profundidad es suficientemente pequeña como para que una deformación del 10% de la armadura más baja implique una deformación en la fibra superior del 3.5%) o viceversa.

Deformación del hormigón comprimido

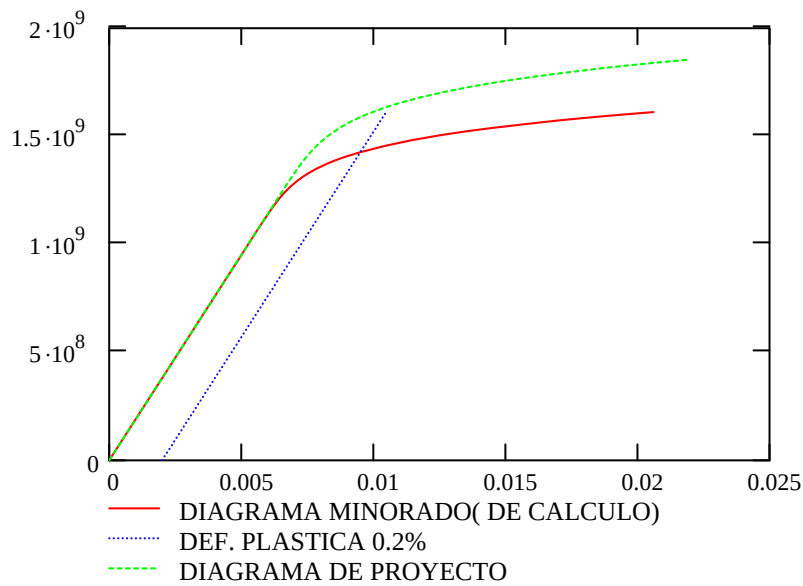
$$\varepsilon'_c := \text{if} \left(X < \frac{0.0035}{0.0035 + 0.01} \cdot d, -0.01 \cdot \frac{X}{d - X}, -0.0035 \right) \quad \varepsilon'_c = -3.5 \times 10^{-3}$$

Deformación del acero traccionado

$$\varepsilon_s := \text{if} \left(X > \frac{0.0035}{0.0035 + 0.01} \cdot d, 0.0035 \cdot \frac{d - X}{X}, 0.01 \right) \quad \varepsilon_s = 6.76104 \times 10^{-3}$$

2.2.- CÁLCULO DE LA FUERZA DE TRACCIÓN EN LA ARMADURA ACTIVA

DIAGRAMA TENSIÓN-DEFORMACIÓN DEL ACERO DE PRETENSADO



Cálculo de la deformación en el acero después de producidas las pérdidas

$$\varepsilon_o := \text{if} \left[\sigma_o \leq 0.7 \cdot \frac{f_{pk}}{\gamma_s}, \frac{\sigma_o}{E_p}, \frac{\sigma_o}{E_p} + 0.823 \cdot \left(\frac{\sigma_o}{f_{pk}} \cdot \gamma_s - 0.7 \right)^5 \right] \quad \varepsilon_o = 5.50661 \times 10^{-3}$$

Deformación en la fibra inferior de la viga por efecto del pretensado

$$\varepsilon_{cinf} := \frac{\frac{-P_{kf}}{A_{c1}} - \frac{P_{kf} \cdot ex}{W_{1inf}}}{E_{cv}} \quad \varepsilon_{cinf} = -2.15 \times 10^{-4}$$

Deformación en la fibra superior de la viga por efecto del pretensado

$$\varepsilon_{csup} := \frac{\frac{-P_{kf}}{A_{c1}} + \frac{P_{kf} \cdot ex}{W_{1sup}}}{E_{cv}} \quad \varepsilon_{csup} = 5.392 \times 10^{-5}$$

Variación de la deformación en cada cordón desde el estado de pretensado sólo hasta el estado de neutralización.

$$\Delta \varepsilon_{p1j} := 0 - \left[(\varepsilon_{cinf} - \varepsilon_{csup}) \cdot \frac{h_v - Y_{pj}}{h_v} + \varepsilon_{csup} \right]$$

$$\Delta \varepsilon_{p1}^T = \begin{pmatrix} 1.85 \times 10^{-4} & 1.55 \times 10^{-4} \end{pmatrix}$$

Variación de la deformación en cada cordón desde el estado de neutralización hasta alcanzar la deformación en estado límite último

$$\Delta \varepsilon_{p2j} := (\varepsilon_s - \varepsilon'_c) \cdot \frac{h_v - Y_{pj}}{d} + \varepsilon'_c$$

$$\Delta \varepsilon_{p2}^T = \begin{pmatrix} 5.871 \times 10^{-3} & 4.699 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$$

Deformación total

$$\varepsilon_{totj} := \varepsilon_o + \Delta \varepsilon_{p1j} + \Delta \varepsilon_{p2j}$$

$$\varepsilon_{tot}^T = \begin{pmatrix} 0.012 & 0.01 \end{pmatrix}$$

Cálculo de la tensión en cada cordón

$$\varepsilon(\sigma) := \text{if} \left[\sigma \leq 0.7 \cdot \frac{f_{pk}}{\gamma_s}, \frac{\sigma}{E_p}, \frac{\sigma}{E_p} + 0.823 \cdot \left(\frac{\sigma}{f_{pk}} \cdot \gamma_s - 0.7 \right)^5 \right]$$

$$TOL := 0.0001$$

Tolerancia en la iteración

$$\sigma := 18000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Valor inicial para comenzar la iteración

$$\sigma_j := \text{root}(\varepsilon(\sigma) - \varepsilon_{totj}, \sigma) \quad \text{Tensión en cada barra en estado límite último}$$

$$\sigma^T = \begin{pmatrix} 1.484 \times 10^3 & 1.455 \times 10^3 \end{pmatrix} \frac{N}{mm^2}$$

$$T_p := \sum_{j=1}^a \sigma_j \cdot A_{pj} \cdot N_{pj}$$

$$T_p = 54735 \text{ kN}$$

Fuerza total de tracción en la armadura activa

2.3.- CÁLCULO DE LA FUERZA EN LA ARMADURA PASIVA

Deformación en cada barra hasta alcanzar el estado límite último

$$\varepsilon_{sf} := (\varepsilon_s - \varepsilon'_c) \cdot \frac{h_v - Y_{sf}}{d} + \varepsilon'_c$$

$$\varepsilon_s^T = \left(6.667 \times 10^{-3} \quad 6.574 \times 10^{-3} \quad 6.386 \times 10^{-3} \quad 6.246 \times 10^{-3} \right)$$

Tensión en cada capa de armadura.
(el signo negativo indica que está comprimida)

$$\sigma_{sf} := \text{if} \left(\left| \varepsilon_{sf} \right| \leq \left| \frac{f_{yk}}{\gamma_s \cdot E_s} \right|, \varepsilon_{sf} \cdot E_s, \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \cdot \frac{\varepsilon_{sf}}{\left| \varepsilon_{sf} \right|} \right)$$

$$\sigma_s^T = (434.8 \quad 434.8 \quad 434.8 \quad 434.8) \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Fuerza en las capas traccionadas

$$T_{sf} := \text{if} \left[h_v - X \geq Y_{sf}, \sigma_{sf} \cdot (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{sf}, 0 \cdot \text{kN} \right]$$

$$T_s := \sum_{f=1}^r T_{sf} \quad T_s = 10663 \text{ kN}$$

Fuerza total de tracción en la armadura pasiva

Fuerza en las capas comprimidas

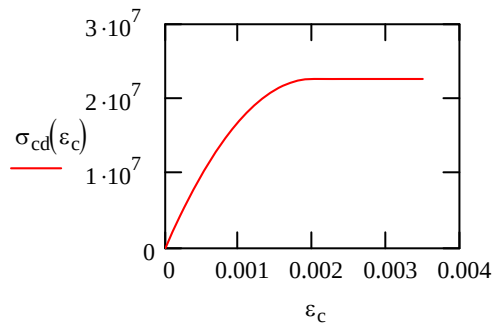
$$C_{sf} := \text{if} \left[h_v - X \leq Y_{sf}, \sigma_{sf} \cdot (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{sf} \cdot (-1), 0 \cdot \text{kN} \right]$$

$$C_s := \sum_{f=1}^r C_{sf} \quad C_s = 0 \text{ kN}$$

Fuerza total de compresión en la armadura pasiva

2.4.- CÁLCULO DE LA FUERZA DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN

CONSIDERANDO EL DIAGRAMA PARÁBOLA RECTÁNGULO



FUERZA DE COMPRESIÓN EN LA VIGA

$$\epsilon(y) := (\epsilon_s - \epsilon'_c) \cdot \frac{d + \text{rec} - y}{d} + \epsilon'_c \quad \text{Deformación en la fibra con altura "y"}$$

Tensión en las fibras de la viga

$$\sigma_v(y) := \text{if} \left[\epsilon(y) > 0, 0 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}, \text{if} \left[\epsilon(y) < -0.002, 0.85 \cdot \frac{f_{ckv}}{\gamma_{cv}}, 0.85 \cdot \frac{f_{ckv}}{\gamma_{cv}} \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{\epsilon(y)}{-0.002} \right) - \left(\frac{\epsilon(y)}{-0.002} \right)^2 \right] \right] \right]$$

$$C_{v_k} := \int_{Y_k}^{Y_k+H_k} \left[B_{inf_k} + (B_{sup_k} - B_{inf_k}) \cdot \frac{y - Y_k}{H_k} \right] \cdot \sigma_v(y) dy$$

$$Y_{v_k} := \frac{\int_{Y_k}^{Y_k+H_k} \left[B_{inf_k} + (B_{sup_k} - B_{inf_k}) \cdot \frac{y - Y_k}{H_k} \right] \cdot \sigma_v(y) \cdot y dy}{C_{v_k}}$$

$$C_v^T = (0 \ 0 \ -11998 \ -3909 \ 0 \ 0 \ 81271 \ 0 \ 0 \ 0) \text{ kN}$$

$$Y_v^T = (0 \ 0 \ 1.721 \ 1.917 \ 0 \ 0 \ 1.931 \ 0 \ 0 \ 0) \text{ m}$$

$$C_c := \sum_{k=1}^{nch} C_{v_k} \quad C_c = 65364 \text{ kN} \quad \text{Fuerza total de compresión en la viga}$$

$$Y_c := \frac{\sum_{k=1}^{nch} C_{v_k} \cdot Y_{v_k}}{C_c} \quad Y_c = 1.97 \text{ m} \quad \text{Distancia del punto de aplicación de la fuerza a la fibra inferior de la viga}$$

2.5.- EQUILIBRIO DE FUERZAS

$$C := C_c + C_s \quad C = 65364 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de compresión total}$$

$$T := T_p + T_s \quad T = 65398 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de tracción total}$$

$$C - T = -34 \text{ kN} \quad \text{Diferencia}$$

$$\left| \frac{C - T}{T} \right| = 0.05 \% \quad \text{Error porcentual}$$

Profundidad de la fibra neutra en estado límite último

$$X \equiv 74.7 \text{ cm}$$

CAMBIAR LOS VALORES DE "X" HASTA QUE EL ERROR PORCENTUAL SEA MENOR DE 1%

2.6.- MOMENTO ÚLTIMO RESISTENTE Y SEGURIDAD A FLEXIÓN

$$M_u := \sum_{j=1}^a \sigma_j \cdot A_{p_j} \cdot N_{p_j} \cdot (Y_c - Y_{p_j}) + \sum_{f=1}^r \sigma_{s_f} \cdot (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{s_f} \cdot (Y_c - Y_{s_f}) \quad M_u = 10922.44 \text{ m} \cdot \text{t}$$

$$M_d := 8210 \cdot \text{m} \cdot \text{t}$$

Momento flector de cálculo (del Anejo de Cálculo facilitado)

$$K := \frac{M_u}{M_d}$$

$$K = 1.33$$

Seguridad a flexión (debe ser no inferior a 0.90)

COMPROBACIONES DE FISURACIÓN EN SECCIÓN DE APOYO EN PILA 1

V. CAN LLEQUET

Comprobación a fisuración en la sección sobre P1 para E1

- Características mecánicas de la sección maciza

• Sección completa:

$$A = 17'56 \text{ m}^2 ; I = 7'299 \text{ m}^4 ; W_{\text{sup}} = 7'503 \text{ m}^3 \\ e_{\text{xp}} = 0'60 \text{ m} .$$

• Sección con ancho efectivo del ala superior: $\eta_{\text{el}} = 0'41$

$$A = 16'42 \text{ m}^2 ; I = 6'699 \text{ m}^4 ; W_{\text{sup}} = 6'560 \text{ m}^3$$

- Fuerza de pretensado

$$P_{\text{PK}} = \frac{51950 \times 0'25}{2} = 19481 \text{ KN}$$

Pretensado final en cada familia suponiendo unas pérdidas del 20% (totales)

- Cargas permanentes

$$\text{Canalotas} + \text{barandillas} + \text{aceras} + \text{impostes} = 1'96 \text{ t/m}$$

$$\text{Vías} + \text{traviesas} = 1'28 \text{ t/m}$$

$$\text{Balasto} = 6'5 \times 1'84 \times 1'3 = 15'55 \text{ t/m}$$

$$\text{CM} = (1'96 + 1'28 + 15'55) \times 10 = 187'9 \text{ KN/m}$$

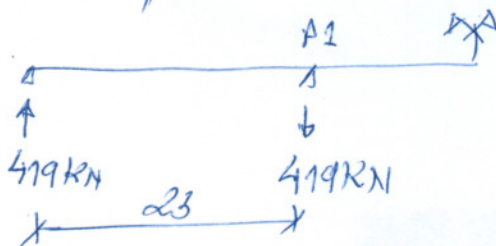
$$\text{P.P. sección maciza} + \text{muretes} = 12'22 \times 25 = 444'3 \text{ KN/m}$$

$$\text{PP} + \text{CM (maciza)} = 444'3 + 187'9 = 632'2 \text{ KN/m}$$

$$\text{P.P. sección aligerada} + \text{muretes} = 13'23 \times 25 = 330'8 \text{ KN/m}$$

$$\text{PP} + \text{CM (aligerada)} = 330'8 + 187'9 = 518'7 \text{ KN/m}$$

- Reacciones hiperestáticas de Pretensado:



$$- M_{PP+CM+E1(P1)} = 51534 \text{ m} \cdot \text{KN}$$

- Tensión en la fibra superior por el pretensado constante

$$\sigma_{cpv} = 2 \times 19481 \times \left(\frac{1}{1256} + \frac{0.60}{21503} \right) = 5335 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

- Tensión en la fibra superior por los efectos hiperestáticos de Pretensado CM+PP+E1

$$M_{pv} = 419 \times 23 = 11293 \text{ m} \cdot \text{KN}$$

Tenemos en cuenta que es un ELS y afectamos el $Pv \times 0.9$

$$\sigma_{cpv} = 5335 \times 0.9 = 4801 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{cCM+PP+E1+PvH} = - \frac{51534 - 11293 \times 0.9}{6560} = -6306 \text{ m} \cdot \text{KN}$$

$$f_{ctm} = 0.3 \times \sqrt[3]{40^2} = 3.51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}; f_{ctm} = 3.51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times \frac{10^6 \text{ mm}^2}{1 \text{ m}^2} \times \frac{1 \text{ KN}}{10^3 \text{ N}} = 3510 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_c = \sigma_{cCM+PP+E1+PvH} + \sigma_{cpv} = -6306 + 4801 = -1505 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} < f_{ctm} \text{ no falla}$$

COMPROBACIONES DE CÁLCULO ACORDES AL HORMIGÓN DE OBRA

VERIFICACIÓN DE SECCIONES PRETENSADAS

OBRA: L.A.V. DE BARCELONA. TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS

ESTRUCTURA: VIADUCTO CAN LLEGUET

SECCIÓN: CENTROS DE VANO

ARCHIVO: V CAN LLEGUET-SECCIONES CV-IR.MCD

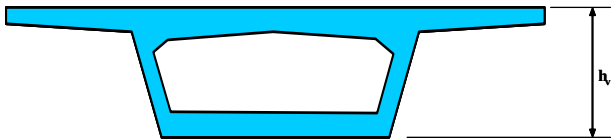
1.- ENTRADA DE DATOS

1.1.- RESISTENCIAS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

$f_{ckv} := 35 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Resistencia característica del hormigón
$f_{pu} := 1860 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Resistencia nominal del acero para armaduras activas
$f_{pk} := 1640 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Tensión característica en el límite elástico de las armaduras activas
$E_p := 190000 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Módulo de deformación del acero de pretensado
$E_s := 200000 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Módulo de deformación del acero pasivo
$f_{yk} := 500 \cdot \frac{N}{mm^2}$	Resistencia característica del acero para armaduras pasivas
$\gamma_{cv} := 1.5$	Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón
$\gamma_s := 1.15$	Coeficiente de minoración de la resistencia del acero

$$E_{cv} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ckv}} \cdot \left(\frac{N}{mm^2} \right)^{\frac{2}{3}} \quad E_{cv} = 2.78 \times 10^4 \frac{N}{mm^2} \quad \text{Módulo de deformación del hormigón de la viga}$$

1.2.-GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN DE HORMIGÓN



$h_v := 225\cdot\text{cm}$

Altura de la viga

$\text{rec} := 6\cdot\text{cm}$

Recubrimiento inferior

$n := 12$

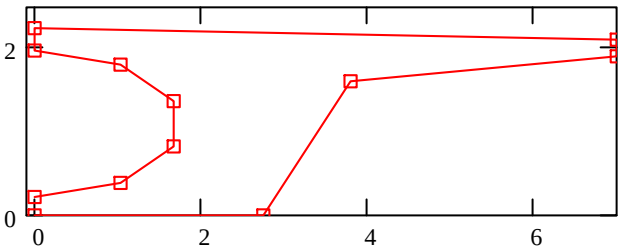
Número de vértices (media viga)

$i := 1..n$

IMPORTANTE Se supone sección simétrica. Introducir media sección.
Introducir los vértices en sentido antihorario.
Vértices inicial y final no coincidentes.
El vértice inicial debe tener coordenadas "0,0".

$y_{n+1} := y_1$ $x_{n+1} := x_1$

$x_i :=$	$y_i :=$
0·cm	0·cm
275·cm	0·cm
380·cm	161·cm
700·cm	191·cm
700·cm	211·cm
0·cm	225·cm
0·cm	197.9·cm
103.3·cm	181.1·cm
167.2·cm	137.2·cm
167.2·cm	82.8·cm
103.3·cm	38.9·cm
0·cm	22.1·cm



1.3.- DEFINICIONES GEOMÉTRICAS DE LA ARMADURA

1.3.1.- ARMADURA ACTIVA

$a := 2$ Número de capas de la armadura pretesa

$j := 1..a$

$Y_{p_j} :=$	$N_{p_j} :=$	$A_{p_j} :=$
20·cm	133	$1.4\cdot\text{cm}^2$
100·cm	133	$1.4\cdot\text{cm}^2$

Y_{p_j} : es la altura de la armadura de la capa "j" respecto de la cara inferior de la viga

A_{p_j} : es el área de cada cordón de la capa "j"

N_{p_j} : es el número de cordones en la capa "j"

$$N_{\text{tot}} := \sum_{j=1}^a N_{p_j} \quad N_{\text{tot}} = 266$$

$$A_{\text{sp}} := \sum_{j=1}^a A_{p_j} \cdot N_{p_j} \quad A_{\text{sp}} = 372.4 \text{ cm}^2 \quad \text{Area total de los cordones}$$

$$Y_{\text{gp}} := \frac{\sum_{j=1}^a A_{p_j} \cdot N_{p_j} \cdot Y_{p_j}}{A_{\text{sp}}} \quad Y_{\text{gp}} = 60 \text{ cm} \quad \text{Centro de gravedad del conjunto de cordones}$$

$$\sigma_{\text{ki}} := \text{if}(0.75 \cdot f_{\text{pu}} < 0.9 \cdot f_{\text{pk}}, 0.75 \cdot f_{\text{pu}}, 0.9 \cdot f_{\text{pk}})$$

$$\sigma_{\text{ki}} = 1.395 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Tensión de pretensado inicial según EHE}$$

$$P_{\text{ki}} := \sigma_{\text{ki}} \cdot A_{\text{sp}} \quad P_{\text{ki}} = 51950 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de pretensado inicial}$$

1.3.2.- ARMADURA PASIVA

$r := 1$ Número de capas de la armadura pasiva que figura en planos.

$f := 1 \dots r$

$$Y_{s_f} := 6 \text{ cm} \quad \phi_f := 16 \text{ mm} \quad N_{s_f} := 33 \quad Y_{s_f} : \text{es la altura de la armadura de la capa "f" respecto de la cara inferior de la viga}$$

ϕ_f : es el diámetro de cada barra de la capa "f"

N_{s_f} : es el número de barras en la capa "f"

$$A_{s1} := \sum_{f=1}^r (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{s_f} \quad A_{s1} = 66.35 \text{ cm}^2 \quad \text{Área total de armadura}$$

$$Y_{\text{gs1}} := \frac{\sum_{f=1}^r (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{s_f} \cdot Y_{s_f}}{A_{s1}} \quad Y_{\text{gs1}} = 6 \text{ cm} \quad \text{Centro de gravedad de la armadura pasiva}$$

1.4.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA SECCIÓN

$$A_{c1} := \frac{\sum_{i=1}^n \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right]}{2} \cdot 2 \quad A_{c1} = 13.0243 \text{ m}^2 \quad \text{Área de la viga completa}$$

$$h_{g1} := \frac{\sum_{i=1}^n \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right] \cdot \left[y_i + (y_{i+1}) \right]}{6 \cdot A_{c1}} \cdot 2 \quad h_{g1} = 1.339 \text{ m} \quad \text{Altura del c.d.g.}$$

$$I_1 := \frac{\sum_{i=1}^n \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right] \cdot \left[(y_i + y_{i+1})^2 - y_i \cdot y_{i+1} \right]}{12} \cdot 2 - A_{c1} \cdot h_{g1}^2 \quad I_1 = 6.285 \text{ m}^4$$

$$W_{1inf} := \frac{I_1}{h_{g1}} \quad W_{1inf} = 4.694 \text{ m}^3$$

$$W_{1sup} := \frac{I_1}{h_v - h_{g1}} \quad W_{1sup} = 6.899 \text{ m}^3$$

$$ex := h_{g1} - Y_{gp} \quad ex = 0.739 \text{ m} \quad \text{Excentricidad del postensado}$$

$$d := h_v - rec \quad d = 2.19 \text{ m} \quad \text{Canto útil de la sección}$$

NOTA: las características calculadas son las de la sección completa aunque tan solo se haya introducido media sección

1.4.1.- SECCIÓN DEFINIDA POR CAPAS HORIZONTALES

$n_{ch} := n - 3$ (deben tener forma de rectángulos, trapecios o triángulos)

$n_{ch} = 9$

$k := 1 \dots n_{ch}$

Expresiones de transformación

$$Y_k := y_{n-k-1} \quad H_k := y_{n-k} - y_{n-k-1} \quad B_{inf}_k := (x_{n-k-1}) \cdot 2 \quad B_{sup}_k := (x_{n-k}) \cdot 2$$

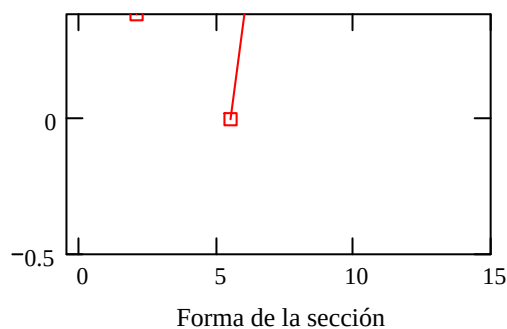
$Y_k =$	$H_k =$	$B_{inf_k} =$	$B_{sup_k} =$
0.828 m	-0.439 m	3.344 m	2.066 m
1.372	-0.544	3.344	3.344
1.811	-0.439	2.066	3.344
1.979	-0.168	0	2.066
2.25	-0.271	0	0
2.11	0.14	14	0
1.91	0.2	14	14
1.61	0.3	7.6	14
0	1.61	5.5	7.6

Y_k : es la distancia de la cara inferior de la capa "i" respecto de la cara inferior de la viga.

H_k : es la altura de la capa "i"

B_{inf_k} : es el ancho inferior de la capa "i"

B_{sup_k} : es el ancho superior de la capa "i"



1.5.- PÉRDIDAS DE PRETENSADO

Se suponen unas pérdidas iniciales del 5% y diferidas del 20%

$$P_{kf} := 0.75 \cdot P_{ki}$$

$$P_{kf} = 38962 \text{ kN}$$

Fuerza de pretensado final

$$\sigma_o := \frac{P_{kf}}{A_{sp}}$$

$$\sigma_o = 1046.2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Tensión de pretensado final considerando las pérdidas

2.- MOMENTO FLECTOR ÚLTIMO

2.1.- CÁLCULO DE LAS DEFORMACIONES EN LAS FIBRAS EXTREMAS

En función de la profundidad de la línea neutra, cuyo valor numérico se asigna varias páginas más adelante, se calcula la deformación de la fibra superior del hormigón (si la profundidad es suficientemente pequeña como para que una deformación del 10% de la armadura más baja implique una deformación en la fibra superior del 3.5%) o viceversa.

Deformación del hormigón comprimido

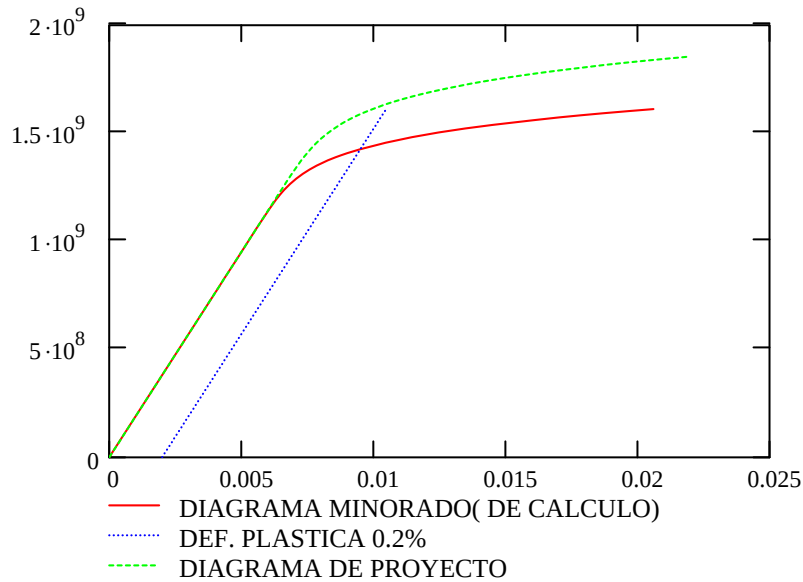
$$\epsilon'_c := \text{if} \left(X < \frac{0.0035}{0.0035 + 0.01} \cdot d, -0.01 \cdot \frac{X}{d - X}, -0.0035 \right) \quad \epsilon'_c = -2.25518 \times 10^{-3}$$

Deformación del acero traccionado

$$\varepsilon_s := \text{if} \left(X > \frac{0.0035}{0.0035 + 0.01} \cdot d, 0.0035 \cdot \frac{d - X}{X}, 0.01 \right) \quad \varepsilon_s = 0.01$$

2.2.- CÁLCULO DE LA FUERZA DE TRACCIÓN EN LA ARMADURA ACTIVA

DIAGRAMA TENSIÓN-DEFORMACIÓN DEL ACERO DE PRETENSADO



Cálculo de la deformación en el acero después de producidas las pérdidas

$$\varepsilon_o := \text{if} \left[\sigma_o \leq 0.7 \cdot \frac{f_{pk}}{\gamma_s}, \frac{\sigma_o}{E_p}, \frac{\sigma_o}{E_p} + 0.823 \cdot \left(\frac{\sigma_o}{f_{pk}} \cdot \gamma_s - 0.7 \right)^5 \right] \quad \varepsilon_o = 5.50661 \times 10^{-3}$$

Deformación en la fibra inferior de la viga por efecto del pretensado

$$\varepsilon_{cinf} := \frac{\frac{-P_{kf}}{A_{c1}} - \frac{P_{kf} \cdot ex}{W_{1inf}}}{E_{cv}} \quad \varepsilon_{cinf} = -3.28 \times 10^{-4}$$

Deformación en la fibra superior de la viga por efecto del pretensado

$$\varepsilon_{csup} := \frac{\frac{-P_{kf}}{A_{c1}} + \frac{P_{kf} \cdot ex}{W_{1sup}}}{E_{cv}} \quad \varepsilon_{csup} = 4.250 \times 10^{-5}$$

Variación de la deformación en cada cordón desde el estado de pretensado sólo hasta el estado de neutralización.

$$\Delta\epsilon_{p1j} := 0 - \left[(\epsilon_{cinf} - \epsilon_{csup}) \cdot \frac{h_v - Y_{p,j}}{h_v} + \epsilon_{csup} \right]$$

$$\Delta\epsilon_{p1}^T = \begin{pmatrix} 2.95 \times 10^{-4} & 1.63 \times 10^{-4} \end{pmatrix}$$

Variación de la deformación en cada cordón desde el estado de neutralización hasta alcanzar la deformación en estado límite último

$$\Delta\epsilon_{p2j} := (\epsilon_s - \epsilon'_c) \cdot \frac{h_v - Y_{p,j}}{d} + \epsilon'_c$$

$$\Delta\epsilon_{p2}^T = \begin{pmatrix} 9.217 \times 10^{-3} & 4.74 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$$

Deformación total

$$\epsilon_{totj} := \epsilon_o + \Delta\epsilon_{p1j} + \Delta\epsilon_{p2j}$$

$$\epsilon_{tot}^T = (0.015 \quad 0.01)$$

Cálculo de la tensión en cada cordón

$$\epsilon(\sigma) := \text{if} \left[\sigma \leq 0.7 \cdot \frac{f_{pk}}{\gamma_s}, \frac{\sigma}{E_p}, \frac{\sigma}{E_p} + 0.823 \cdot \left(\frac{\sigma}{f_{pk}} \cdot \gamma_s - 0.7 \right)^5 \right]$$

$$TOL := 0.0001$$

Tolerancia en la iteración

$$\sigma := 18000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Valor inicial para comenzar la iteración

$$\sigma_j := \text{root}(\epsilon(\sigma) - \epsilon_{totj}, \sigma) \quad \text{Tensión en cada barra en estado límite último}$$

$$\sigma^T = \begin{pmatrix} 1.546 \times 10^3 & 1.456 \times 10^3 \end{pmatrix} \frac{N}{mm^2}$$

$$T_p := \sum_{j=1}^a \sigma_j \cdot A_{p,j} \cdot N_{p,j}$$

$$T_p = 55908 \text{ kN}$$

Fuerza total de tracción en la armadura activa

2.3.- CÁLCULO DE LA FUERZA EN LA ARMADURA PASIVA

Deformación en cada barra hasta alcanzar el estado límite último

$$\varepsilon_{sf} := (\varepsilon_s - \varepsilon'_c) \cdot \frac{h_v - Y_{sf}}{d} + \varepsilon'_c$$

$$\varepsilon_s^T = (0.01)$$

Tensión en cada capa de armadura.
(el signo negativo indica que está comprimida)

$$\sigma_{sf} := \text{if} \left(\left| \varepsilon_{sf} \right| \leq \left| \frac{f_{yk}}{\gamma_s \cdot E_s} \right|, \varepsilon_{sf} \cdot E_s, \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \cdot \frac{\varepsilon_{sf}}{\left| \varepsilon_{sf} \right|} \right)$$

$$\sigma_s^T = (434.8) \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Fuerza en las capas traccionadas

$$T_{sf} := \text{if} \left[h_v - X \geq Y_{sf}, \sigma_{sf} \cdot (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{sf}, 0 \cdot \text{kN} \right]$$

$$T_s := \sum_{f=1}^r T_{sf} \quad T_s = 2885 \text{ kN}$$

Fuerza total de tracción en la armadura pasiva

Fuerza en las capas comprimidas

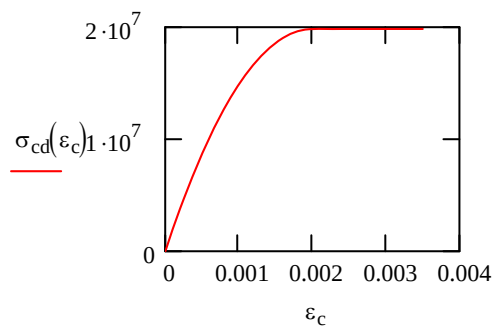
$$C_{sf} := \text{if} \left[h_v - X \leq Y_{sf}, \sigma_{sf} \cdot (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{sf} \cdot (-1), 0 \cdot \text{kN} \right]$$

$$C_s := \sum_{f=1}^r C_{sf} \quad C_s = 0 \text{ kN}$$

Fuerza total de compresión en la armadura pasiva

2.4.- CÁLCULO DE LA FUERZA DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN

CONSIDERANDO EL DIAGRAMA PARÁBOLA RECTÁNGULO



FUERZA DE COMPRESIÓN EN LA VIGA

$$\epsilon(y) := (\epsilon_s - \epsilon'_c) \cdot \frac{d + \text{rec} - y}{d} + \epsilon'_c \quad \text{Deformación en la fibra con altura "y"}$$

Tensión en las fibras de la viga

$$\sigma_v(y) := \text{if} \left[\epsilon(y) > 0, 0 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}, \text{if} \left[\epsilon(y) < -0.002, 0.85 \cdot \frac{f_{ckv}}{\gamma_{cv}}, 0.85 \cdot \frac{f_{ckv}}{\gamma_{cv}} \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{\epsilon(y)}{-0.002} \right) - \left(\frac{\epsilon(y)}{-0.002} \right)^2 \right] \right] \right]$$

$$C_{v_k} := \int_{Y_k}^{Y_k + H_k} \left[B_{inf_k} + (B_{sup_k} - B_{inf_k}) \cdot \frac{y - Y_k}{H_k} \right] \cdot \sigma_v(y) \, dy$$

$$Y_{v_k} := \frac{\int_{Y_k}^{Y_k + H_k} \left[B_{inf_k} + (B_{sup_k} - B_{inf_k}) \cdot \frac{y - Y_k}{H_k} \right] \cdot \sigma_v(y) \cdot y \, dy}{C_{v_k}}$$

$$C_v^T = (0 \ 0 \ 0 \ -475 \ 0 \ 18930 \ 37654 \ 2808 \ 0) \text{ kN}$$

$$Y_v^T = (0 \ 0 \ 0 \ 1.912 \ 0 \ 2.157 \ 2.025 \ 1.889 \ 0) \text{ m}$$

$$C_c := \sum_{k=1}^{nch} C_{v_k} \quad C_c = 58917 \text{ kN} \quad \text{Fuerza total de compresión en la viga}$$

$$Y_c := \frac{\sum_{k=1}^{nch} C_{v_k} \cdot Y_{v_k}}{C_c} \quad Y_c = 2.062 \text{ m} \quad \text{Distancia del punto de aplicación de la fuerza a la fibra inferior de la viga}$$

2.5.- EQUILIBRIO DE FUERZAS

$$C := C_c + C_s \quad C = 58917 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de compresión total}$$

$$T := T_p + T_s \quad T = 58793 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de tracción total}$$

$$C - T = 124 \text{ kN} \quad \text{Diferencia}$$

$$\left| \frac{C - T}{T} \right| = 0.21 \% \quad \text{Error porcentual}$$

Profundidad de la fibra neutra en estado límite último

$$X \equiv 40.3 \cdot \text{cm}$$

CAMBIAR LOS VALORES DE "X" HASTA QUE EL ERROR PORCENTUAL SEA MENOR DE 1%

2.6.- MOMENTO ÚLTIMO RESISTENTE Y SEGURIDAD A FLEXIÓN

$$M_u := \sum_{j=1}^a \sigma_j \cdot A_{p_j} \cdot N_{p_j} \cdot (Y_c - Y_{p_j}) + \sum_{f=1}^r \sigma_{sf} \cdot (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{s_f} \cdot (Y_c - Y_{s_f}) \quad M_u = 8991.62 \text{ m}\cdot\text{t}$$

$$M_d := 8314 \cdot \text{m}\cdot\text{t}$$

Momento flector de cálculo (del Anejo de Cálculo facilitado)

Del lado de la seguridad se considera la sección de los vanos extremos (con menor canto útil de la armadura activa) y el momento de cálculo más defavorable de vanos interiores y exteriores

$$K := \frac{M_u}{M_d}$$

$$K = 1.08$$

Seguridad a flexión (debe ser no inferior a 0.90)

VERIFICACIÓN DE SECCIONES PRETENSADAS

OBRA: L.A.V. DE BARCELONA. TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS

ESTRUCTURA: VIADUCTO CAN LLEGUET

SECCIÓN: APOYOS

ARCHIVO: V CAN LLEGUET-SECCIONES APOYOS-IR.MCD

1.- ENTRADA DE DATOS

1.1.- RESISTENCIAS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

$$f_{ckv} := 35 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Resistencia característica del hormigón

$$f_{pu} := 1860 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Resistencia nominal del acero para armaduras activas

$$f_{pk} := 1640 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Tensión característica en el límite elástico de las armaduras activas

$$E_p := 190000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Módulo de deformación del acero de pretensado

$$E_s := 200000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Módulo de deformación del acero pasivo

$$f_{yk} := 500 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Resistencia característica del acero para armaduras pasivas

$$\gamma_{cv} := 1.5$$

Coefficiente de minoración de la resistencia del hormigón

$$\gamma_s := 1.15$$

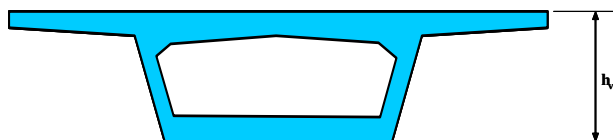
Coefficiente de minoración de la resistencia del acero

$$E_{cv} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ckv}} \left(\frac{N}{mm^2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$E_{cv} = 2.78 \times 10^4 \frac{N}{mm^2}$$

Módulo de deformación del hormigón de la viga

1.2.-GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN DE HORMIGÓN



$h_v := 225 \cdot \text{cm}$

Altura de la viga

$\text{rec} := 6 \cdot \text{cm}$

Recubrimiento inferior

$n := 13$

Número de vértices (media viga)

$i := 1 \dots n$

IMPORTANTE

Se supone sección simétrica. Introducir media sección.

Introducir los vértices en sentido antihorario.

Vértices inicial y final no coincidentes.

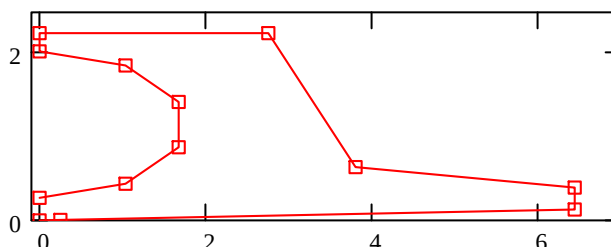
El vértice inicial debe tener coordenadas "0,0".

El segundo punto debe tener $y = 0$.

$y_{n+1} := y_1$

$x_{n+1} := x_1$

$x_i :=$	$y_i :=$
0·cm	0·cm
25·cm	0.5cm
643.5·cm	12.9·cm
643.5·cm	39.4·cm
380·cm	64·cm
275·cm	225·cm
0·cm	225·cm
0·cm	202.9·cm
103.3·cm	186.1·cm
167.2·cm	142.2·cm
167.2·cm	87.8·cm
103.3·cm	43.9·cm
0·cm	27.1·cm



1.3.- DEFINICIONES GEOMÉTRICAS DE LA ARMADURA

1.3.1.- ARMADURA ACTIVA

$a := 2$ Número de capas de la armadura pretesa

$j := 1 \dots a$

$Y_{p_j} :=$	$N_{p_j} :=$	$A_{p_j} :=$
25·cm	133	$1.4 \cdot \text{cm}^2$
50·cm	133	$1.4 \cdot \text{cm}^2$

Y_{p_j} : es la altura de la armadura de la capa "j" respecto de la cara inferior de la viga

A_{p_j} : es el área de cada cordón de la capa "j"

N_{p_j} : es el número de cordones en la capa "j"

$$N_{\text{tot}} := \sum_{j=1}^a Np_j \quad N_{\text{tot}} = 266$$

$$A_{\text{sp}} := \sum_{j=1}^a A_{p_j} \cdot Np_j \quad A_{\text{sp}} = 372.4 \text{ cm}^2 \quad \text{Area total de los cordones}$$

$$Y_{\text{gp}} := \frac{\sum_{j=1}^a A_{p_j} \cdot Np_j \cdot Y_{p_j}}{A_{\text{sp}}} \quad Y_{\text{gp}} = 37.5 \text{ cm} \quad \text{Centro de gravedad del conjunto de cordones}$$

$$\sigma_{\text{ki}} := \text{if}(0.75 \cdot f_{\text{pu}} < 0.9 \cdot f_{\text{pk}}, 0.75 \cdot f_{\text{pu}}, 0.9 \cdot f_{\text{pk}})$$

$$\sigma_{\text{ki}} = 1.395 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Tensión de pretensado inicial según EHE}$$

$$P_{\text{ki}} := \sigma_{\text{ki}} \cdot A_{\text{sp}} \quad P_{\text{ki}} = 51950 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de pretensado inicial}$$

1.3.2.- ARMADURA PASIVA

$r := 4$ Número de capas de la armadura pasiva que figura en planos.

$f := 1 \dots r$

$Y_{s_f} :=$	$\phi_f :=$	$N_{s_f} :=$
8·cm	25·mm	7
10·cm	25·mm	18
14·cm	25·mm	18
17·cm	16·mm	17

Y_{s_f} : es la altura de la armadura de la capa "f" respecto de la cara inferior de la viga

ϕ_f : es el diámetro de cada barra de la capa "f"

N_{s_f} : es el número de barras en la capa "f"

$$A_{s1} := \sum_{f=1}^r (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{s_f} \quad A_{s1} = 245.256 \text{ cm}^2 \quad \text{Área total de armadura}$$

$$Y_{\text{gs1}} := \frac{\sum_{f=1}^r (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{s_f} \cdot Y_{s_f}}{A_{s1}} \quad Y_{\text{gs1}} = 12.136 \text{ cm} \quad \text{Centro de gravedad de la armadura pasiva}$$

1.4.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA SECCIÓN

$$A_{c1} := \frac{\sum_{i=1}^n \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right]}{2} \cdot 2 \quad A_{c1} = 12.7628 \text{ m}^2 \quad \text{Área de la viga completa}$$

$$h_{g1} := \frac{\sum_{i=1}^n \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right] \cdot \left[y_i + (y_{i+1}) \right]}{6 \cdot A_{c1}} \cdot 2 \quad h_{g1} = 0.925 \text{ m} \quad \text{Altura del c.d.g.}$$

$$I_1 := \frac{\sum_{i=1}^n \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right] \cdot \left[(y_i + y_{i+1})^2 - y_i \cdot y_{i+1} \right]}{12} \cdot 2 - A_{c1} \cdot h_{g1}^2 \quad I_1 = 6.167 \text{ m}^4$$

$$W_{1inf} := \frac{I_1}{h_{g1}} \quad W_{1inf} = 6.670 \text{ m}^3$$

$$W_{1sup} := \frac{I_1}{h_v - h_{g1}} \quad W_{1sup} = 4.653 \text{ m}^3$$

$$ex := h_{g1} - Y_{gp} \quad ex = 0.55 \text{ m} \quad \text{Excentricidad del postensado}$$

$$d := h_v - rec \quad d = 2.19 \text{ m} \quad \text{Canto útil de la sección}$$

NOTA: las características calculadas son las de la sección completa aunque tan solo se haya introducido media sección

1.4.1.- SECCIÓN DEFINIDA POR CAPAS HORIZONTALES

$n_{ch} := n - 3$ (deben tener forma de rectángulos, trapecios o triángulos)

$n_{ch} = 10$

$k := 1 \dots n_{ch}$

Expresiones de transformación

$$Y_k := y_{n-k-1} \quad H_k := y_{n-k} - y_{n-k-1} \quad B_{inf_k} := (x_{n-k-1})^2 \quad B_{sup_k} := (x_{n-k})^2$$

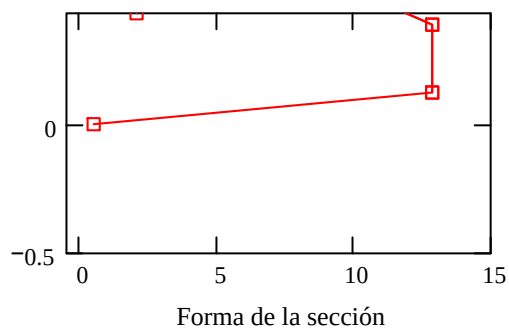
$Y_k =$	$H_k =$	$\inf_k =$	$\sup_k =$
0.878 m	-0.439 m	3.344 m	2.066 m
1.422	-0.544	3.344	3.344
1.861	-0.439	2.066	3.344
2.029	-0.168	0	2.066
2.25	-0.221	0	0
2.25	0	5.5	0
0.64	1.61	7.6	5.5
0.394	0.246	2.87	7.724
0.129	0.265	2.87	12.87
$5 \cdot 10^{-3}$	0.124	0.5	12.87

Y_k : es la distancia de la cara inferior de la capa "i" respecto de la cara inferior de la viga.

H_k : es la altura de la capa "i"

$B_{\inf_k}$: es el ancho inferior de la capa "i"

$B_{\sup_k}$: es el ancho superior de la capa "i"



1.5.- PÉRDIDAS DE PRETENSADO

Se suponen unas pérdidas iniciales del 5% y diferidas del 20%

$$P_{kf} := 0.75 \cdot P_{ki}$$

$$P_{kf} = 38962 \text{ kN}$$

Fuerza de pretensado final

$$\sigma_o := \frac{P_{kf}}{A_{sp}}$$

$$\sigma_o = 1046.2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Tensión de pretensado final considerando las pérdidas

2.- MOMENTO FLECTOR ÚLTIMO

2.1.- CÁLCULO DE LAS DEFORMACIONES EN LAS FIBRAS EXTREMAS

En función de la profundidad de la línea neutra, cuyo valor numérico se asigna varias páginas más adelante, se calcula la deformación de la fibra superior del hormigón (si la profundidad es suficientemente pequeña como para que una deformación del 10% de la armadura más baja implique una deformación en la fibra superior del 3.5%) o viceversa.

Deformación del hormigón comprimido

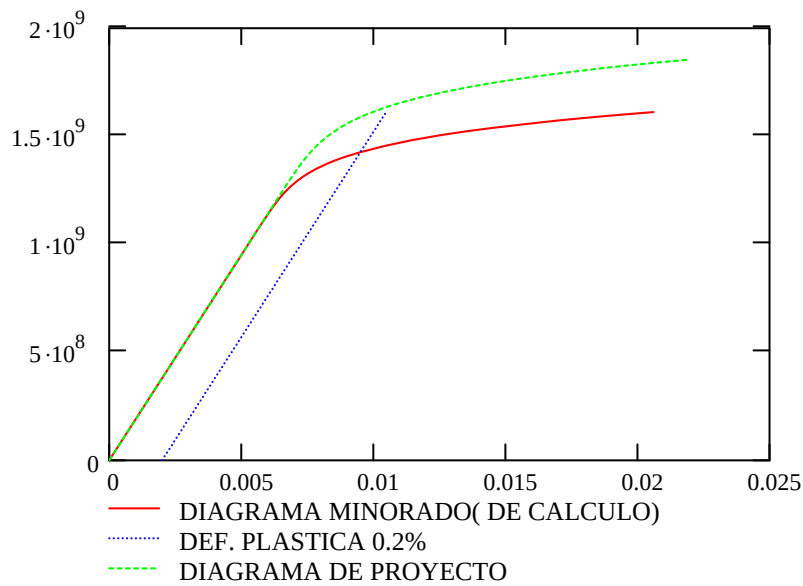
$$\varepsilon'_c := \text{if} \left(X < \frac{0.0035}{0.0035 + 0.01} \cdot d, -0.01 \cdot \frac{X}{d - X}, -0.0035 \right) \quad \varepsilon'_c = -3.5 \times 10^{-3}$$

Deformación del acero traccionado

$$\varepsilon_s := \text{if} \left(X > \frac{0.0035}{0.0035 + 0.01} \cdot d, 0.0035 \cdot \frac{d - X}{X}, 0.01 \right) \quad \varepsilon_s = 5.26 \times 10^{-3}$$

2.2.- CÁLCULO DE LA FUERZA DE TRACCIÓN EN LA ARMADURA ACTIVA

DIAGRAMA TENSIÓN-DEFORMACIÓN DEL ACERO DE PRETENSADO



Cálculo de la deformación en el acero después de producidas las pérdidas

$$\varepsilon_o := \text{if} \left[\sigma_o \leq 0.7 \cdot \frac{f_{pk}}{\gamma_s}, \frac{\sigma_o}{E_p}, \frac{\sigma_o}{E_p} + 0.823 \cdot \left(\frac{\sigma_o}{f_{pk}} \cdot \gamma_s - 0.7 \right)^5 \right] \quad \varepsilon_o = 5.50661 \times 10^{-3}$$

Deformación en la fibra inferior de la viga por efecto del pretensado

$$\varepsilon_{cinf} := \frac{\frac{-P_{kf}}{A_{c1}} - \frac{P_{kf} \cdot ex}{W_{1inf}}}{E_{cv}} \quad \varepsilon_{cinf} = -2.25 \times 10^{-4}$$

Deformación en la fibra superior de la viga por efecto del pretensado

$$\varepsilon_{csup} := \frac{\frac{-P_{kf}}{A_{c1}} + \frac{P_{kf} \cdot ex}{W_{1sup}}}{E_{cv}} \quad \varepsilon_{csup} = 5.573 \times 10^{-5}$$

Variación de la deformación en cada cordón desde el estado de pretensado sólo hasta el estado de neutralización.

$$\Delta \varepsilon_{p1j} := 0 - \left[(\varepsilon_{cinf} - \varepsilon_{csup}) \cdot \frac{h_v - Y_{pj}}{h_v} + \varepsilon_{csup} \right]$$

$$\Delta \varepsilon_{p1}^T = \left(1.94 \times 10^{-4} \quad 1.63 \times 10^{-4} \right)$$

Variación de la deformación en cada cordón desde el estado de neutralización hasta alcanzar la deformación en estado límite último

$$\Delta \varepsilon_{p2j} := (\varepsilon_s - \varepsilon'_c) \cdot \frac{h_v - Y_{pj}}{d} + \varepsilon'_c$$

$$\Delta \varepsilon_{p2}^T = \left(4.5 \times 10^{-3} \quad 3.5 \times 10^{-3} \right)$$

Deformación total

$$\varepsilon_{totj} := \varepsilon_o + \Delta \varepsilon_{p1j} + \Delta \varepsilon_{p2j}$$

$$\varepsilon_{tot}^T = \left(0.01 \quad 9.169 \times 10^{-3} \right)$$

Cálculo de la tensión en cada cordón

$$\varepsilon(\sigma) := \text{if} \left[\sigma \leq 0.7 \cdot \frac{f_{pk}}{\gamma_s}, \frac{\sigma}{E_p}, \frac{\sigma}{E_p} + 0.823 \cdot \left(\frac{\sigma}{f_{pk}} \cdot \gamma_s - 0.7 \right)^5 \right]$$

$$TOL := 0.0001$$

Tolerancia en la iteración

$$\sigma := 18000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Valor inicial para comenzar la iteración

$$\sigma_j := \text{root}(\varepsilon(\sigma) - \varepsilon_{totj}, \sigma)$$

Tensión en cada barra en estado límite último

$$\sigma^T = \left(1.451 \times 10^3 \quad 1.414 \times 10^3 \right) \frac{N}{mm^2}$$

$$T_p := \sum_{j=1}^a \sigma_j \cdot A_{pj} \cdot N_{pj}$$

$$T_p = 53347 \text{ kN}$$

Fuerza total de tracción en la armadura activa

2.3.- CÁLCULO DE LA FUERZA EN LA ARMADURA PASIVA

Deformación en cada barra hasta alcanzar el estado límite último

$$\varepsilon_{sf} := (\varepsilon_s - \varepsilon'_c) \cdot \frac{h_v - Y_{sf}}{d} + \varepsilon'_c$$

$$\varepsilon_s^T = \left(5.18 \times 10^{-3} \quad 5.1 \times 10^{-3} \quad 4.94 \times 10^{-3} \quad 4.82 \times 10^{-3} \right)$$

Tensión en cada capa de armadura.
(el signo negativo indica que está comprimida)

$$\sigma_{sf} := \text{if} \left(\left| \varepsilon_{sf} \right| \leq \left| \frac{f_{yk}}{\gamma_s \cdot E_s} \right|, \varepsilon_{sf} \cdot E_s, \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \cdot \frac{\varepsilon_{sf}}{\left| \varepsilon_{sf} \right|} \right)$$

$$\sigma_s^T = (434.8 \quad 434.8 \quad 434.8 \quad 434.8) \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Fuerza en las capas traccionadas

$$T_{sf} := \text{if} \left[h_v - X \geq Y_{sf}, \sigma_{sf} \cdot (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{sf}, 0 \cdot \text{kN} \right]$$

$$T_s := \sum_{f=1}^r T_{sf} \quad T_s = 10663 \text{ kN}$$

Fuerza total de tracción en la armadura pasiva

Fuerza en las capas comprimidas

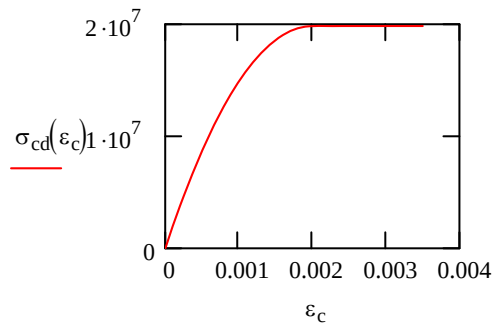
$$C_{sf} := \text{if} \left[h_v - X \leq Y_{sf}, \sigma_{sf} \cdot (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{sf} \cdot (-1), 0 \cdot \text{kN} \right]$$

$$C_s := \sum_{f=1}^r C_{sf} \quad C_s = 0 \text{ kN}$$

Fuerza total de compresión en la armadura pasiva

2.4.- CÁLCULO DE LA FUERZA DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN

CONSIDERANDO EL DIAGRAMA PARÁBOLA RECTÁNGULO



FUERZA DE COMPRESIÓN EN LA VIGA

$$\varepsilon(y) := \left(\varepsilon_s - \varepsilon'_c \right) \cdot \frac{d + \text{rec} - y}{d} + \varepsilon'_c \quad \text{Deformación en la fibra con altura "y"}$$

Tensión en las fibras de la viga

$$\sigma_v(y) := \text{if} \left[\varepsilon(y) > 0, 0 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}, \text{if} \left[\varepsilon(y) < -0.002, 0.85 \cdot \frac{f_{ckv}}{\gamma_{cv}}, 0.85 \cdot \frac{f_{ckv}}{\gamma_{cv}} \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{\varepsilon(y)}{-0.002} \right) - \left(\frac{\varepsilon(y)}{-0.002} \right)^2 \right] \right] \right]$$

$$C_{v_k} := \int_{Y_k}^{Y_k+H_k} \left[B_{inf_k} + \left(B_{sup_k} - B_{inf_k} \right) \cdot \frac{y - Y_k}{H_k} \right] \cdot \sigma_v(y) dy$$

$$Y_{v_k} := \frac{\int_{Y_k}^{Y_k+H_k} \left[B_{inf_k} + \left(B_{sup_k} - B_{inf_k} \right) \cdot \frac{y - Y_k}{H_k} \right] \cdot \sigma_v(y) \cdot y dy}{C_{v_k}}$$

$$C_v^T = (0 \quad -284 \quad -16142 \quad -3442 \quad 0 \quad 0 \quad 83937 \quad 0 \quad 0 \quad 0) \text{ kN}$$

$$Y_v^T = (0 \quad 1.406 \quad 1.668 \quad 1.917 \quad 0 \quad 0 \quad 1.875 \quad 0 \quad 0 \quad 0) \text{ m}$$

$$C_c := \sum_{k=1}^{nch} C_{v_k} \quad C_c = 64069 \text{ kN} \quad \text{Fuerza total de compresión en la viga}$$

$$Y_c := \frac{\sum_{k=1}^{nch} C_{v_k} \cdot Y_{v_k}}{C_c} \quad Y_c = 1.928 \text{ m} \quad \text{Distancia del punto de aplicación de la fuerza a la fibra inferior de la viga}$$

2.5.- EQUILIBRIO DE FUERZAS

$$C := C_c + C_s \quad C = 64069 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de compresión total}$$

$$T := T_p + T_s \quad T = 64010 \text{ kN} \quad \text{Fuerza de tracción total}$$

$$C - T = 59 \text{ kN} \quad \text{Diferencia}$$

$$\left| \frac{C - T}{T} \right| = 0.09 \% \quad \text{Error porcentual}$$

Profundidad de la fibra neutra en estado límite último

$$X \equiv 87.5 \cdot \text{cm}$$

CAMBIAR LOS VALORES DE "X" HASTA QUE EL ERROR PORCENTUAL SEA MENOR DE 1%

2.6.- MOMENTO ÚLTIMO RESISTENTE Y SEGURIDAD A FLEXIÓN

$$M_u := \sum_{j=1}^a \sigma_j \cdot A_{p_j} \cdot N_{p_j} \cdot (Y_c - Y_{p_j}) + \sum_{f=1}^r \sigma_{s_f} \cdot (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot N_{s_f} \cdot (Y_c - Y_{s_f}) \quad M_u = 10418.10 \text{ m}\cdot\text{t}$$

$$M_d := 8210 \cdot \text{m}\cdot\text{t}$$

Momento flector de cálculo (del Anejo de Cálculo facilitado)

$$K := \frac{M_u}{M_d}$$

$$K = 1.27$$

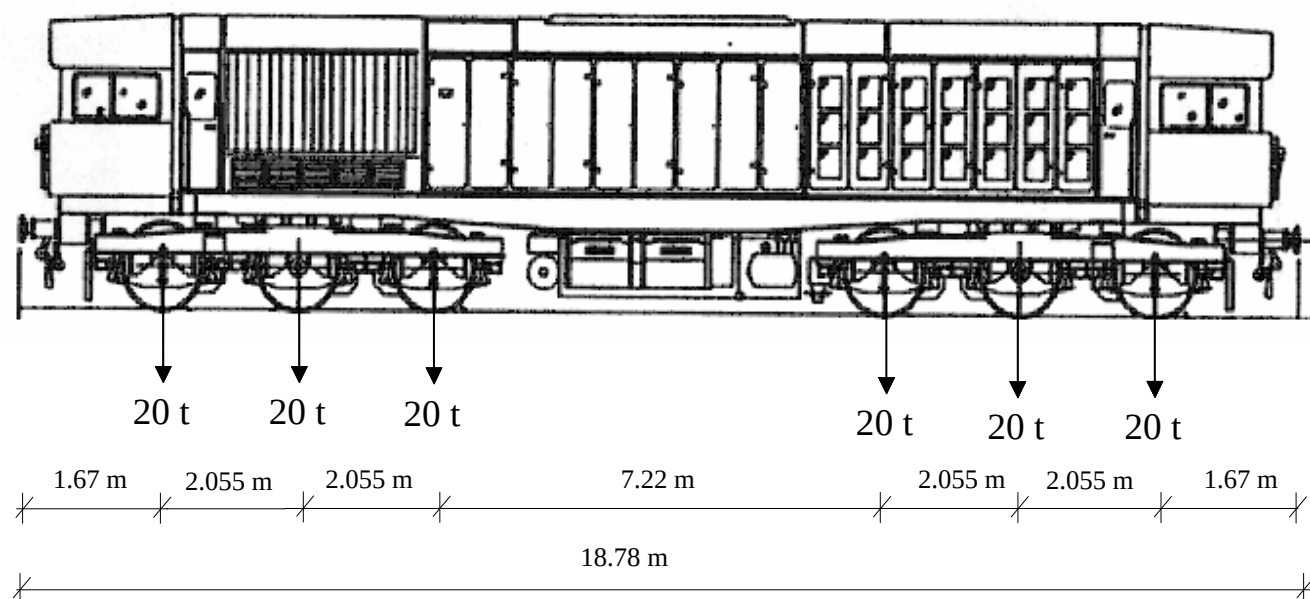
Seguridad a flexión (debe ser no inferior a 0.90)

ANEJO 3: ESQUEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y TREN DE CARGAS

**VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-
BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES.
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS**

TREN DE CARGAS

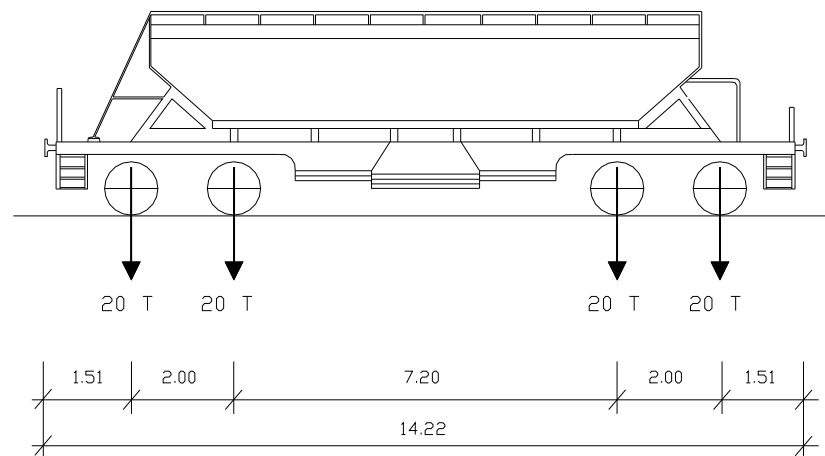
LOCOMOTORA



**VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-
BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES.
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS**

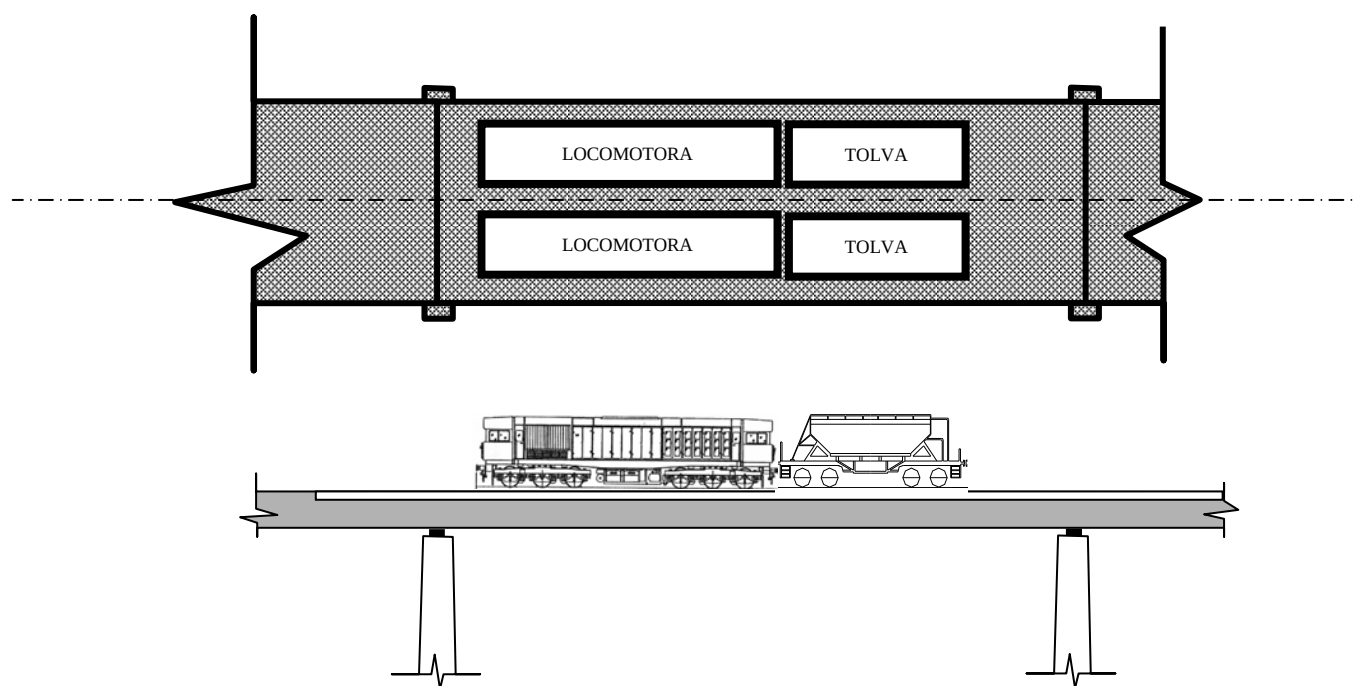
TREN DE CARGAS

TOLVA



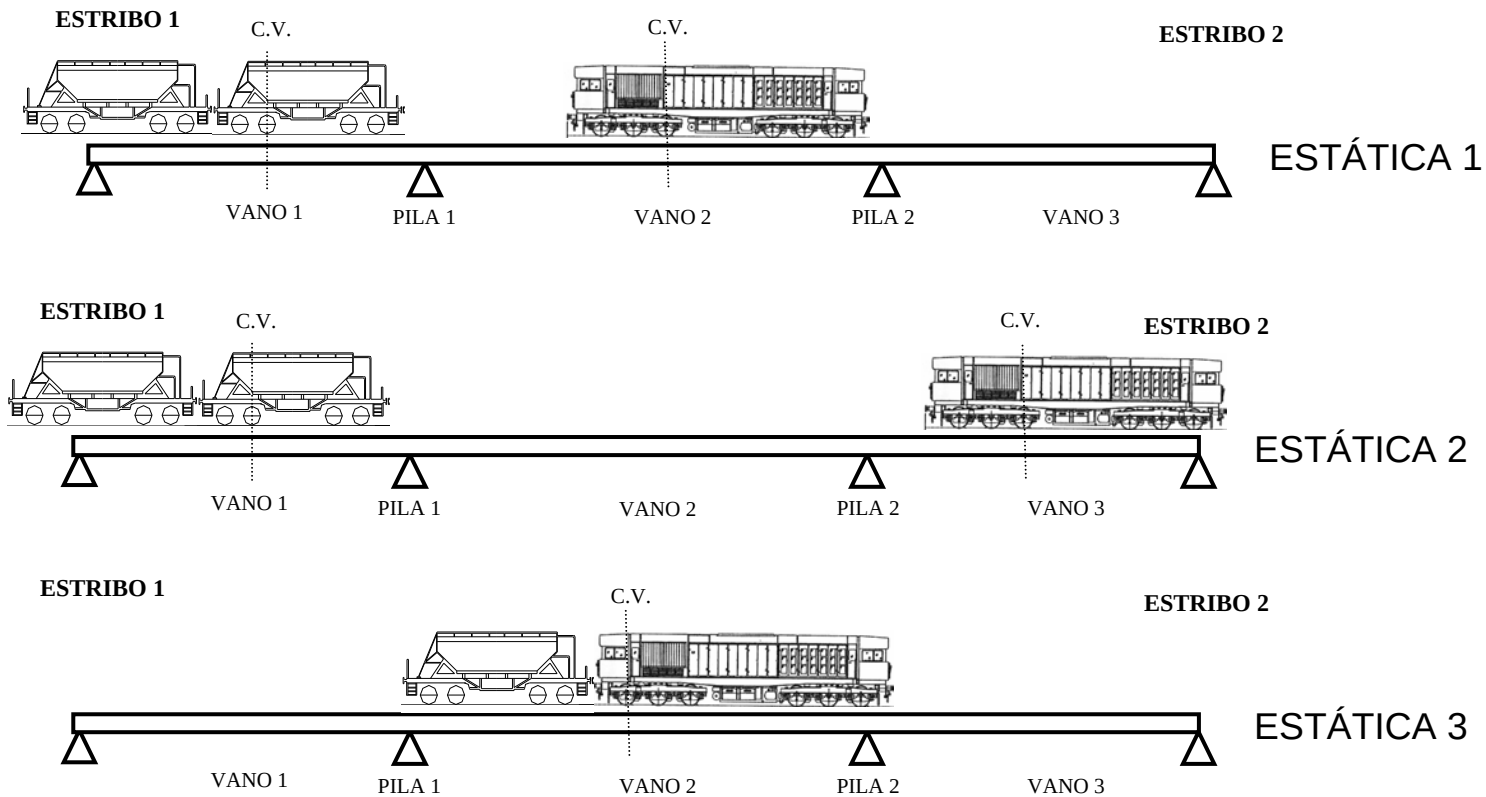
**VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-
BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES.
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS**

COMPOSICIÓN DEL TREN DE CARGAS



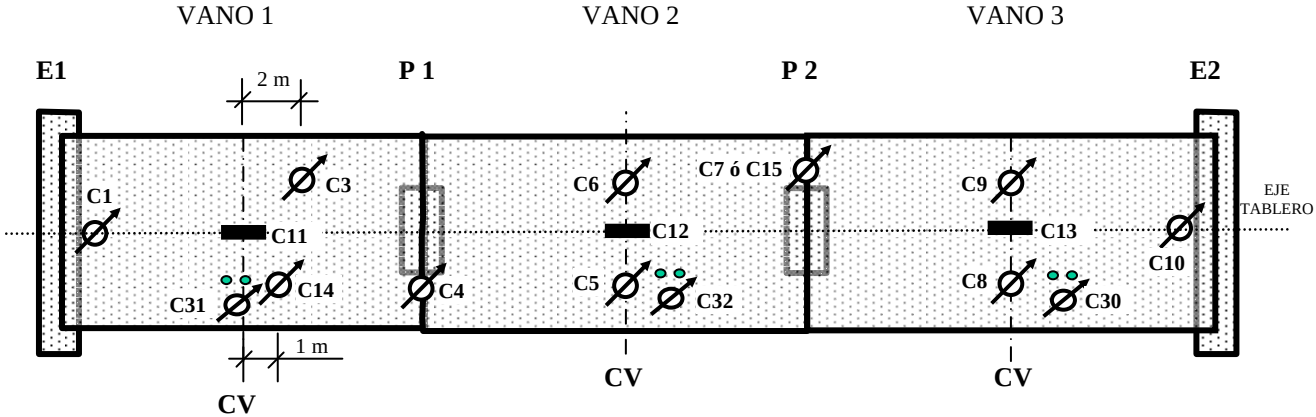
**VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-
BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES.
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS**

POSICIONES DEL TREN DE CARGAS

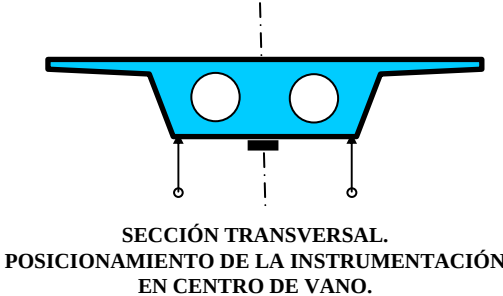


**VIADUCTO CAN LLEGUET PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-
BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES.
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS**

INSTRUMENTACIÓN



-  Anillo extensométrico
-  Acelerómetro
-  Banda extensométrica





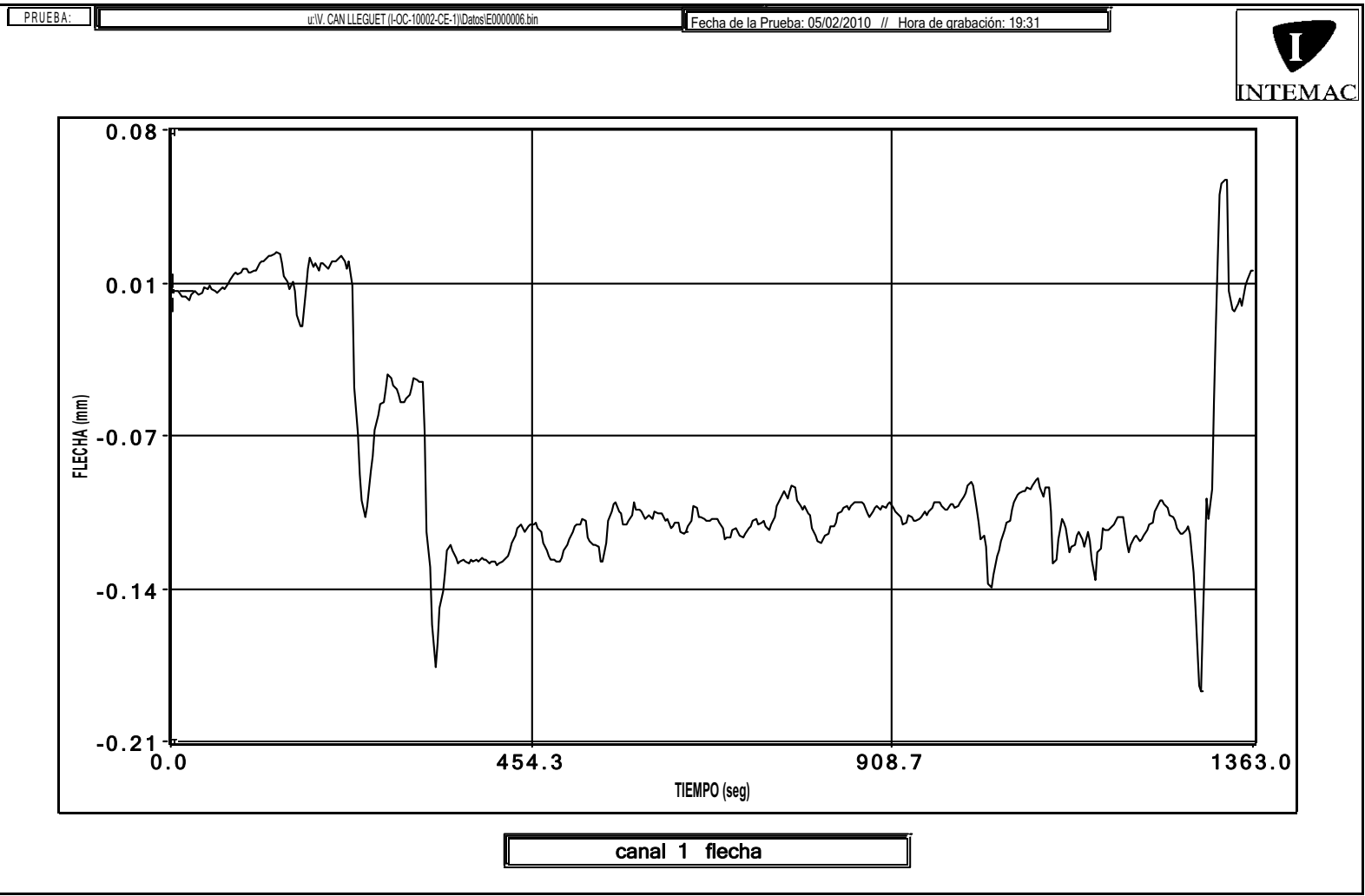
Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE-1

ANEJO 4: REGISTRO DE MEDIDAS

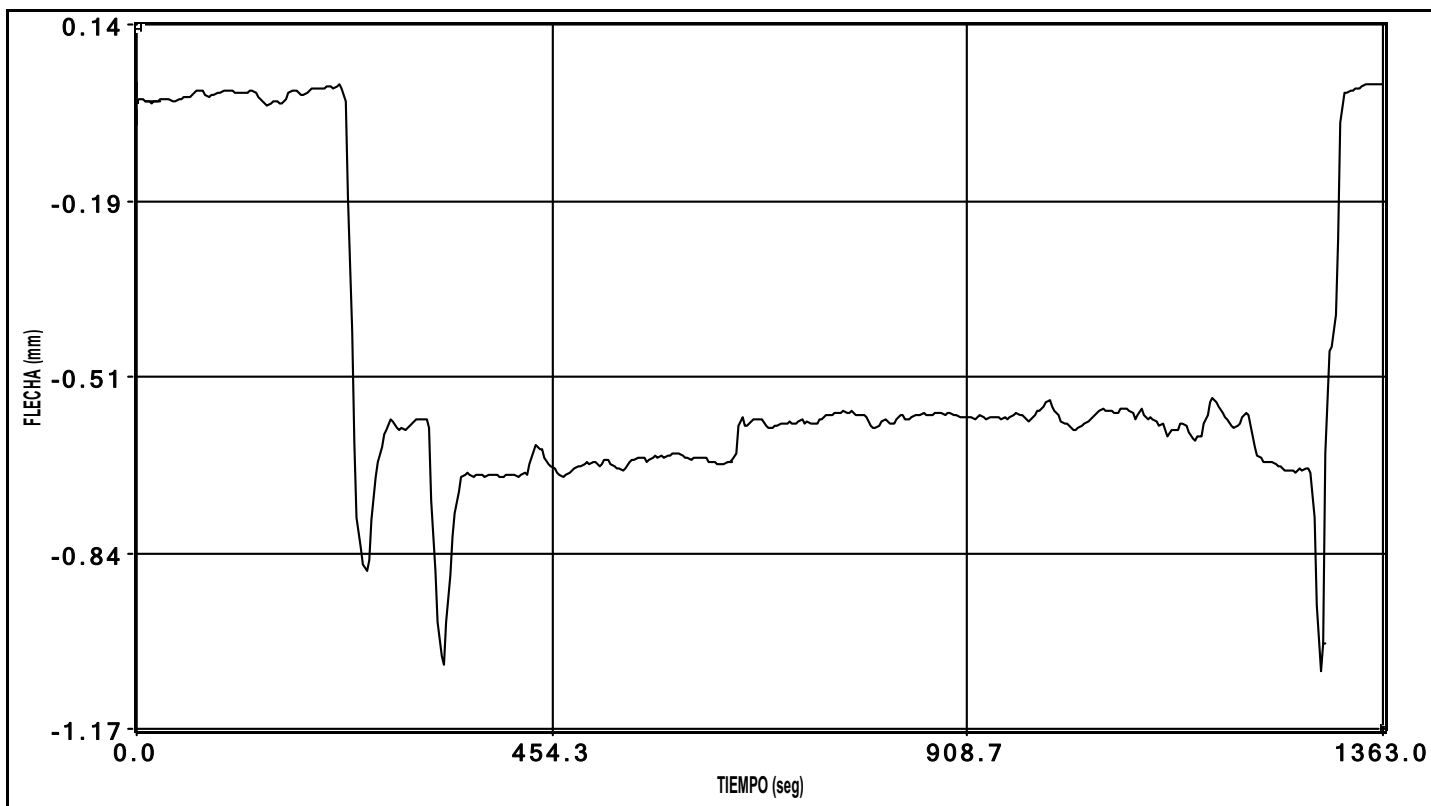
ESTÁTICA 1



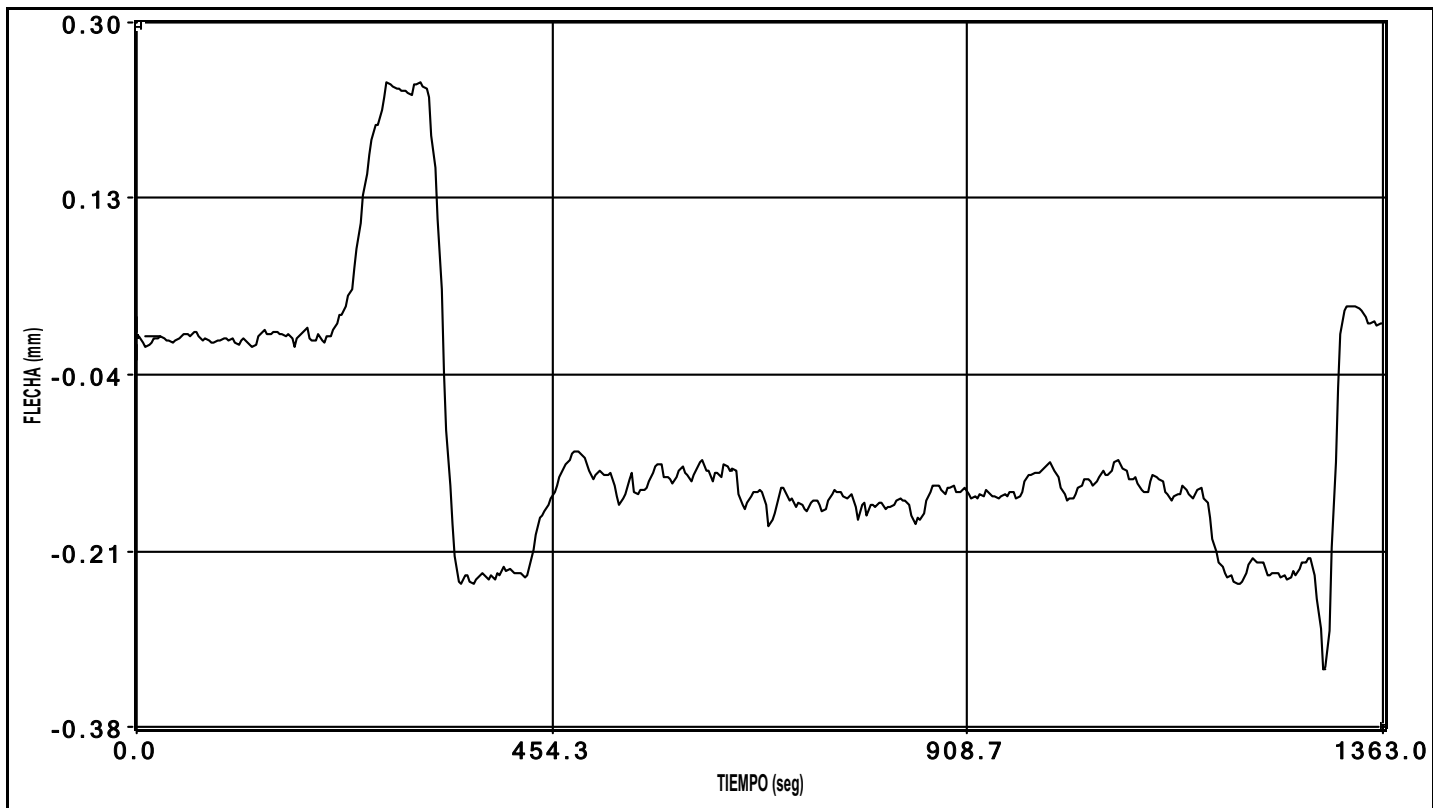
PRUEBA:

u:\IV. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\IE00000006.bin

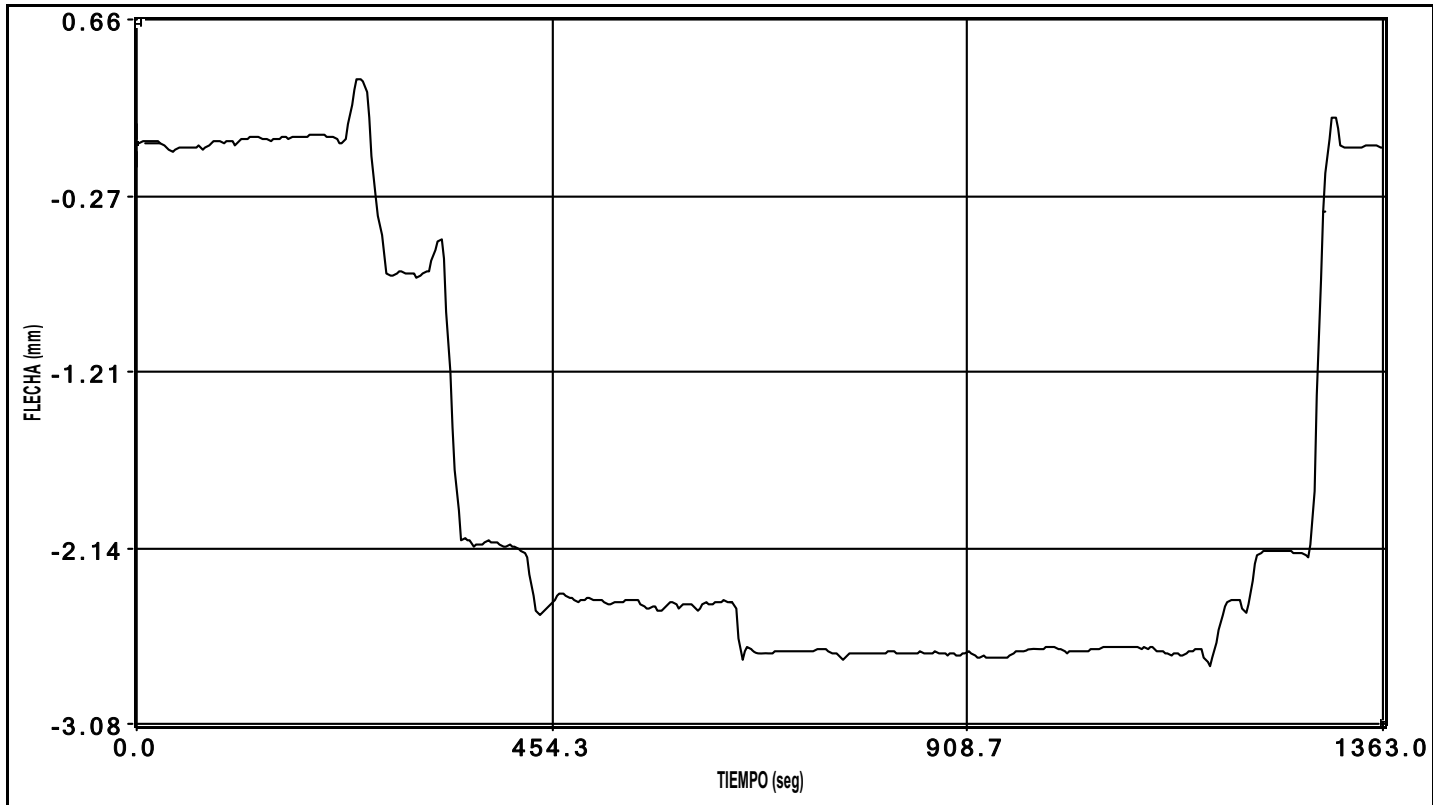
Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:31



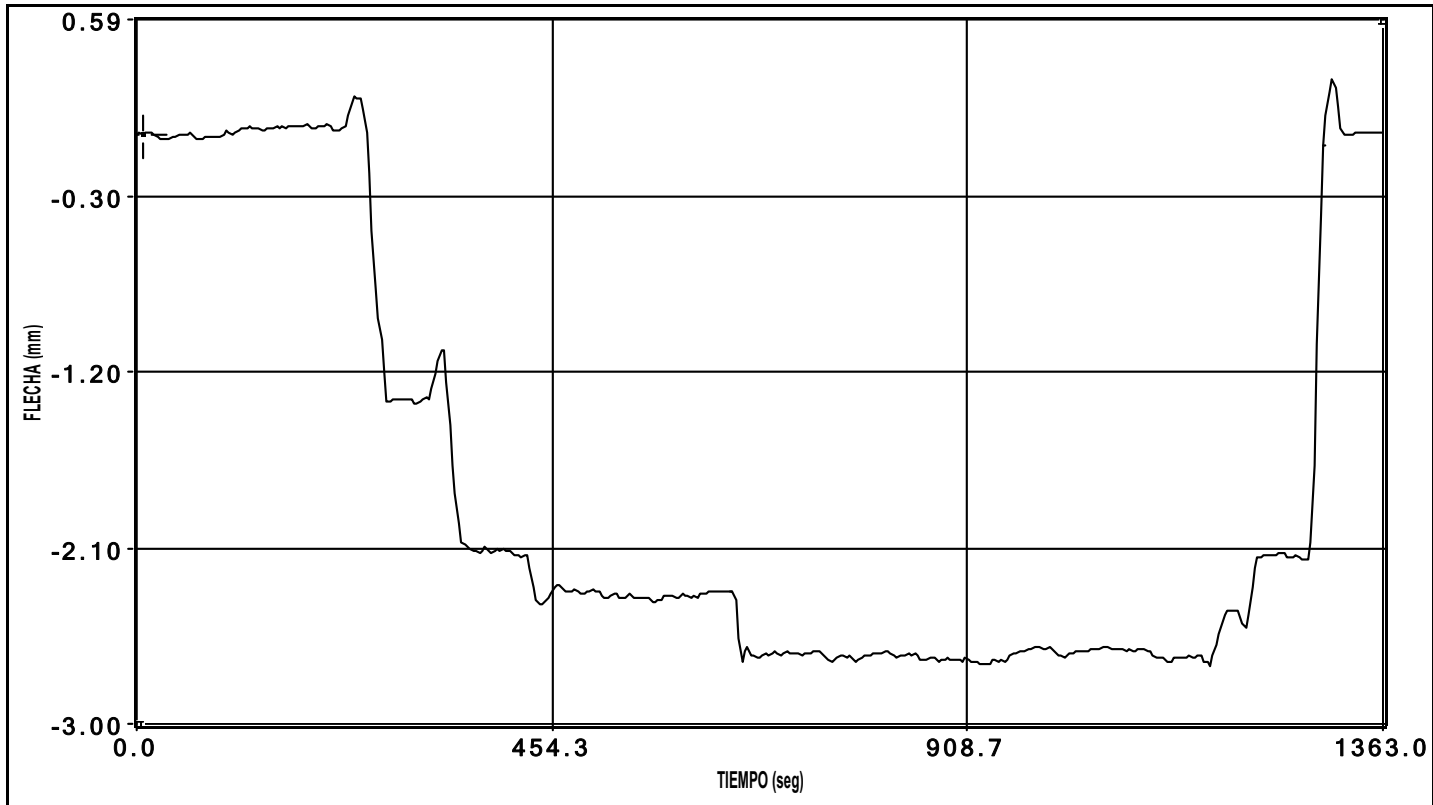
canal 3 flecha



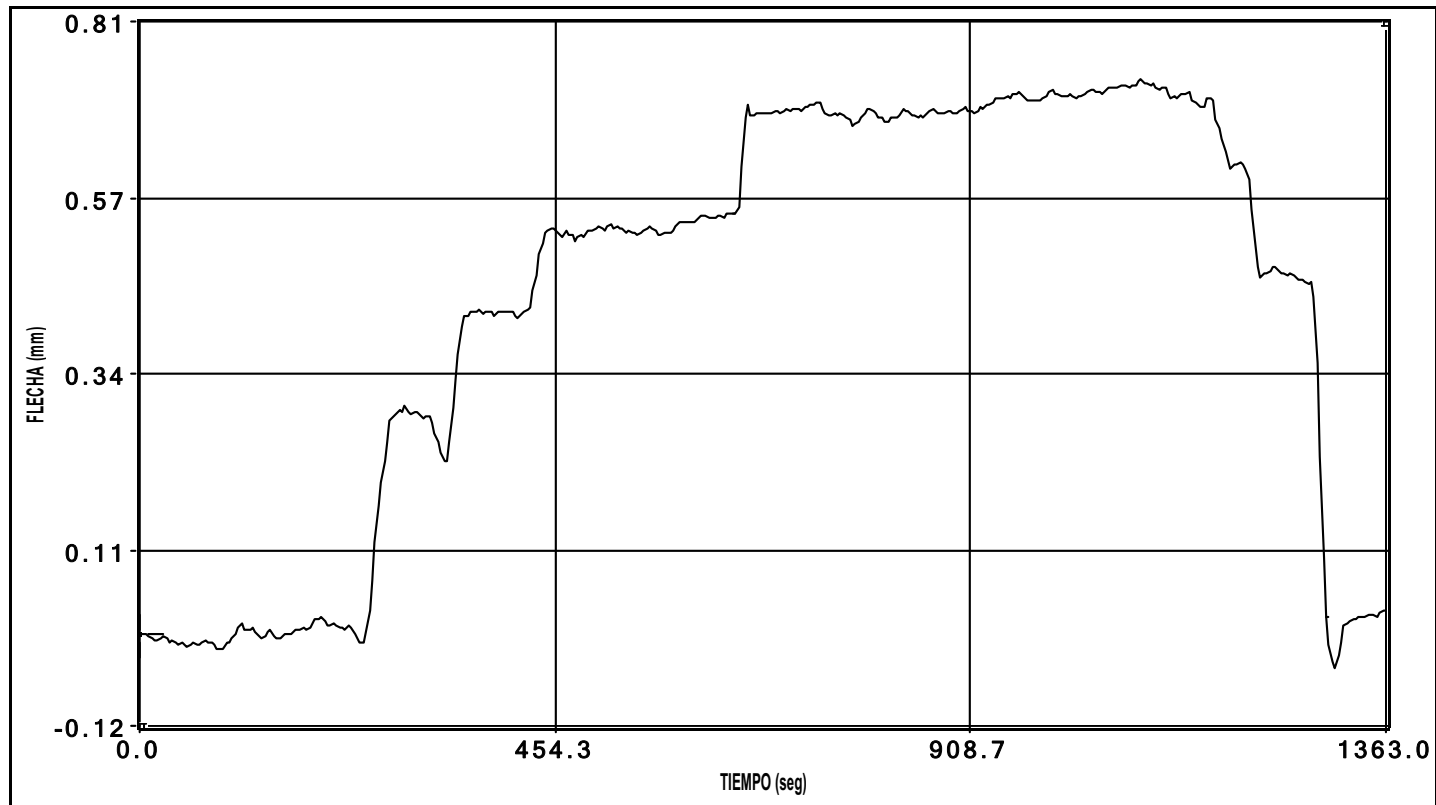
canal 4 flecha



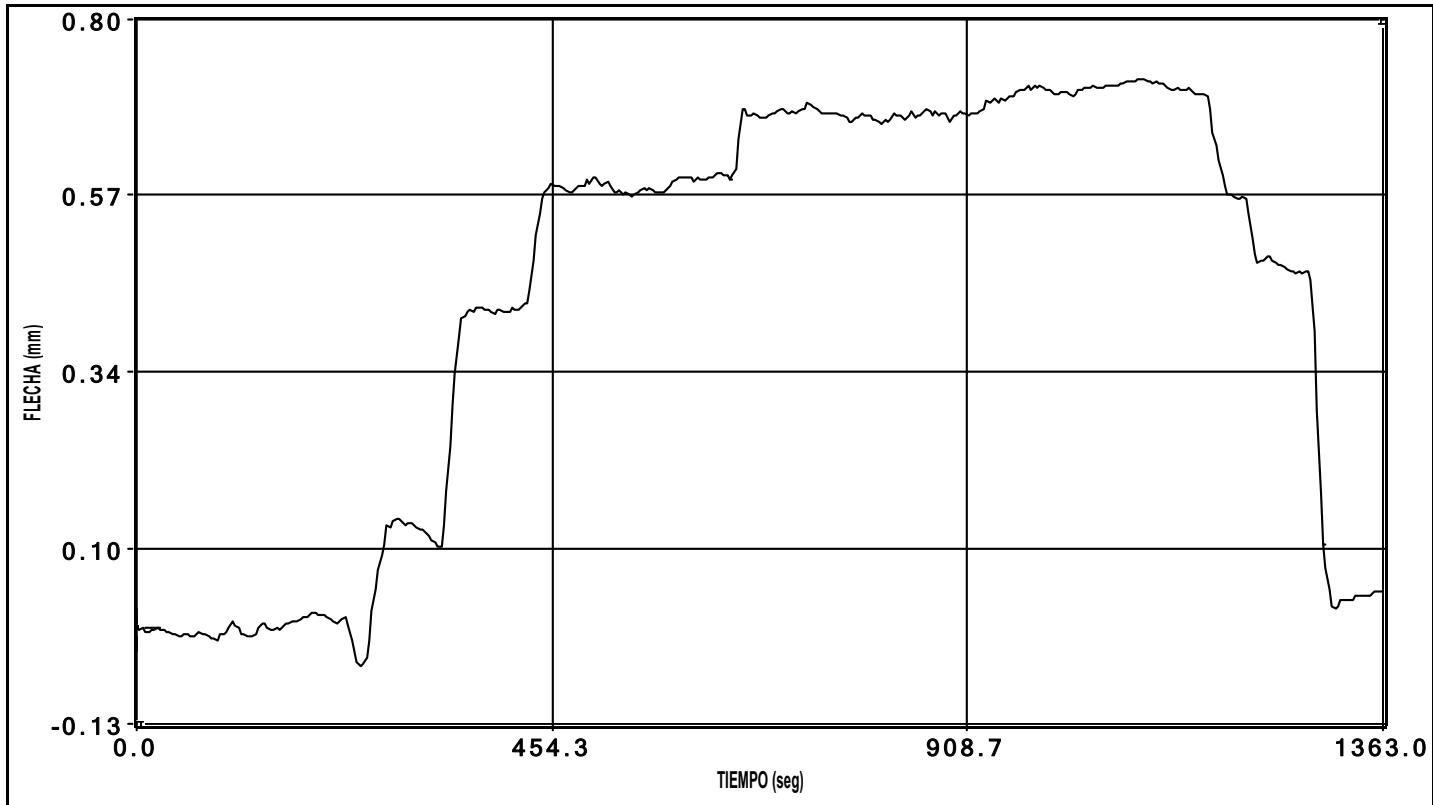
canal 5 flecha



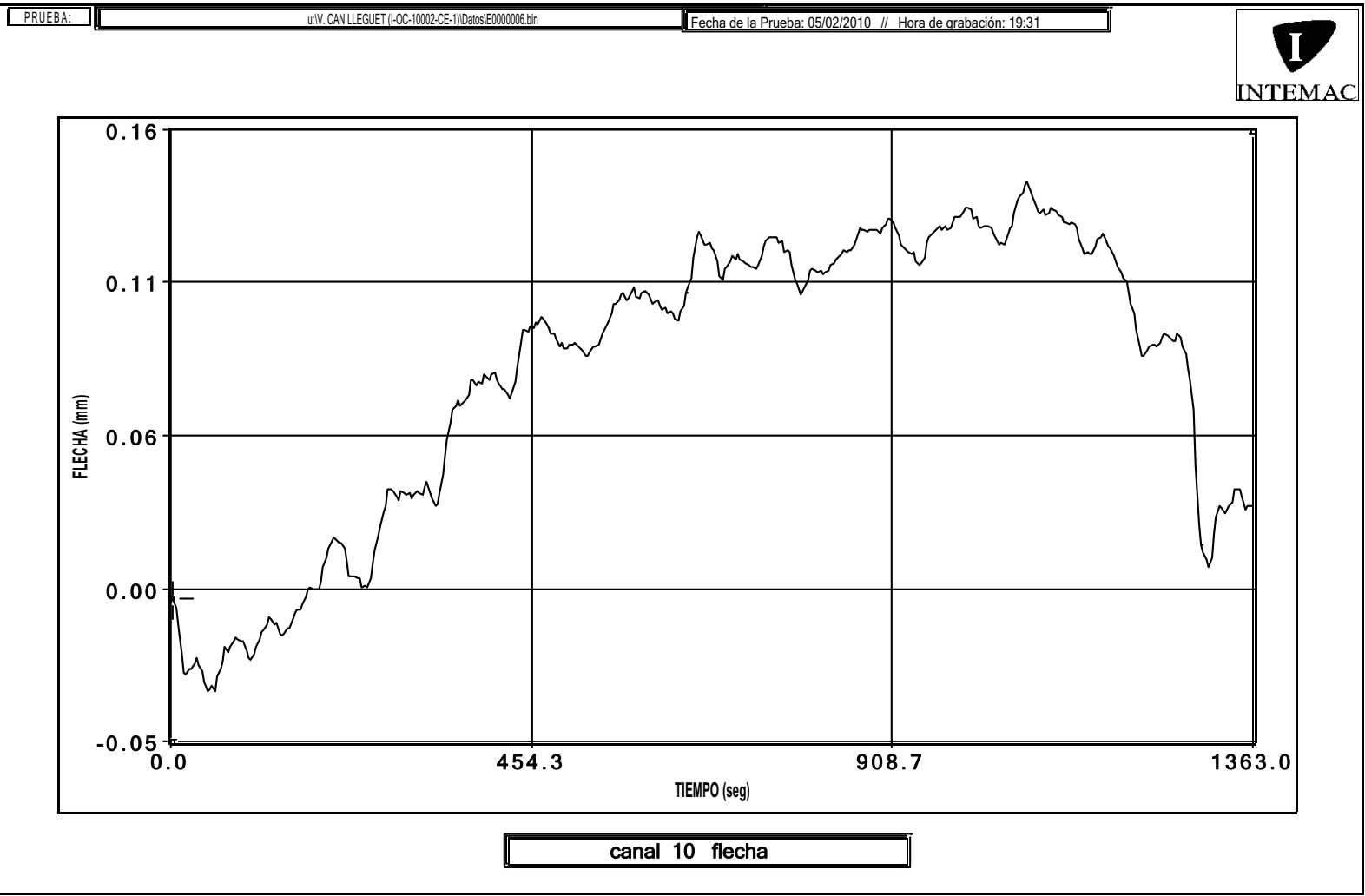
canal 6 flecha



canal 8 flecha



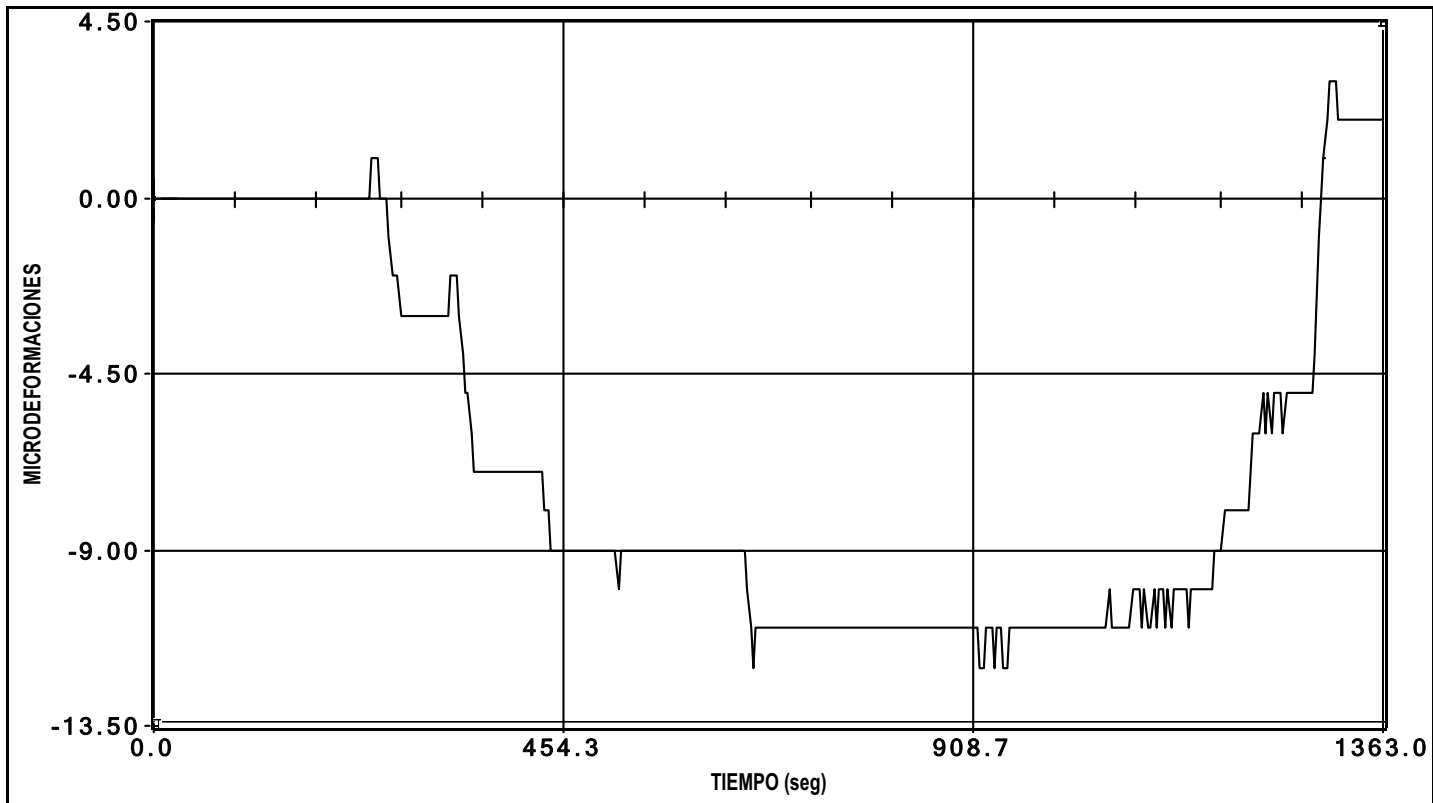
canal 9 flecha



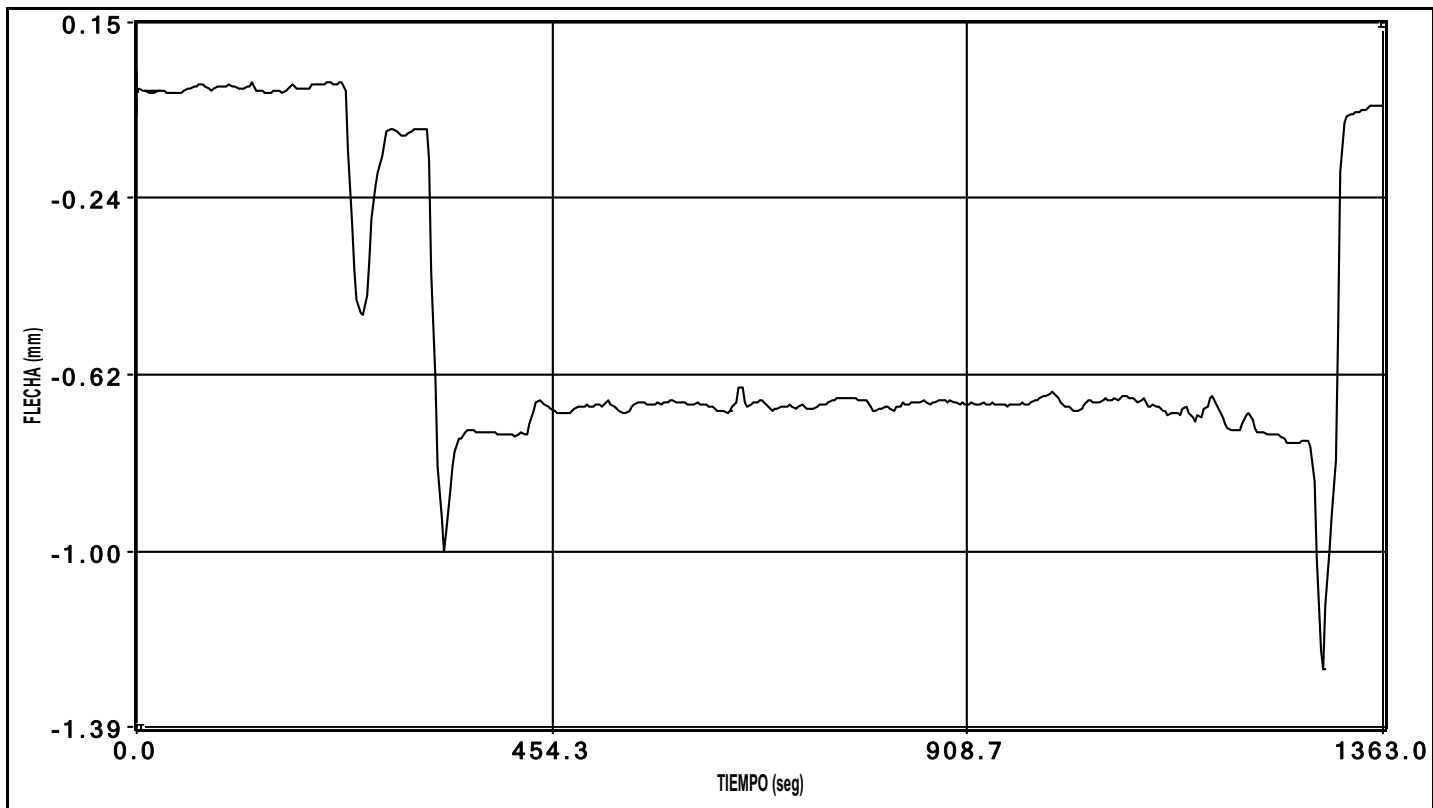
PRUEBA:

u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\E0000006.bin

Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:31



canal 13 deformacion



canal 14 flecha

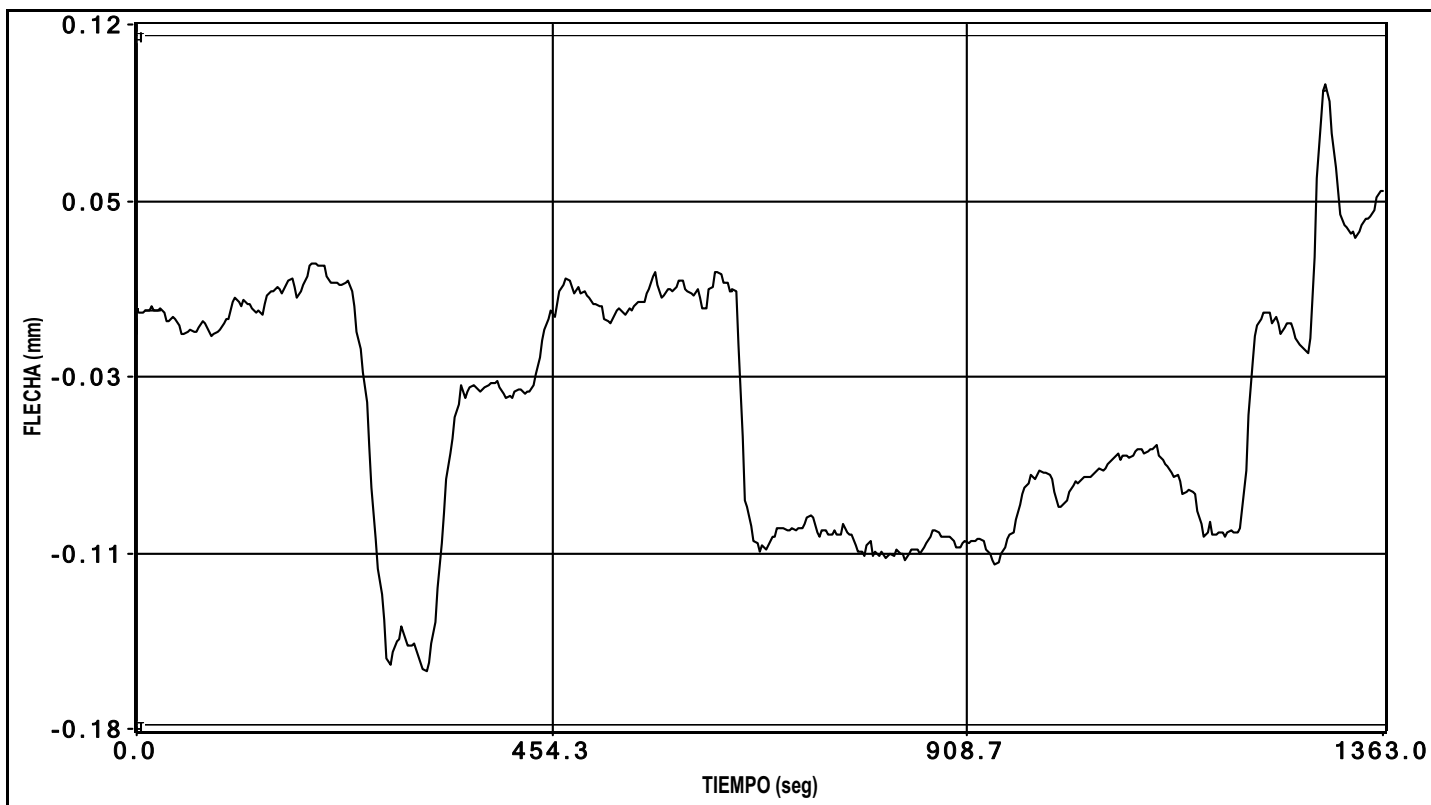
PRUEBA:

u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\E0000006.bin

Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:31

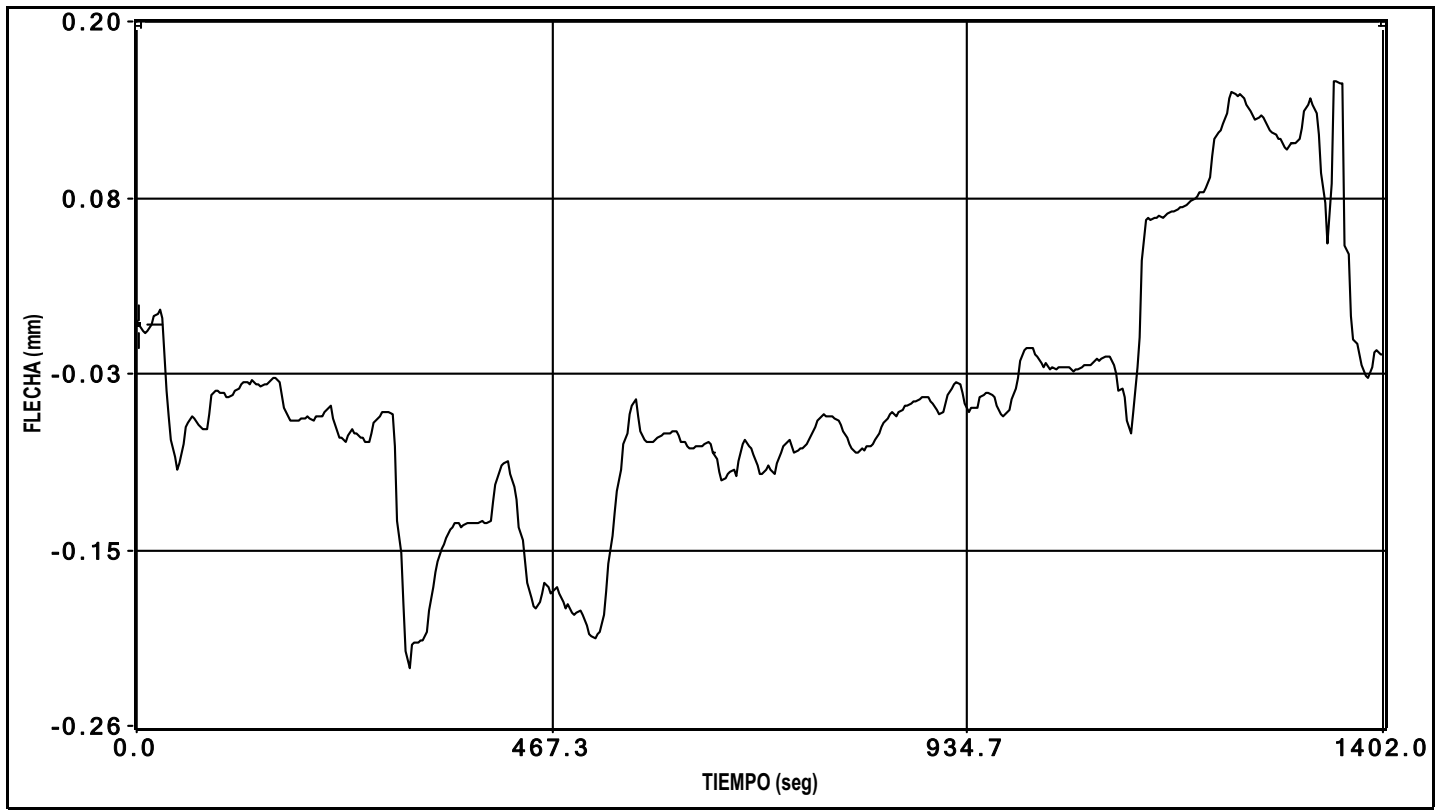


INTEMAC



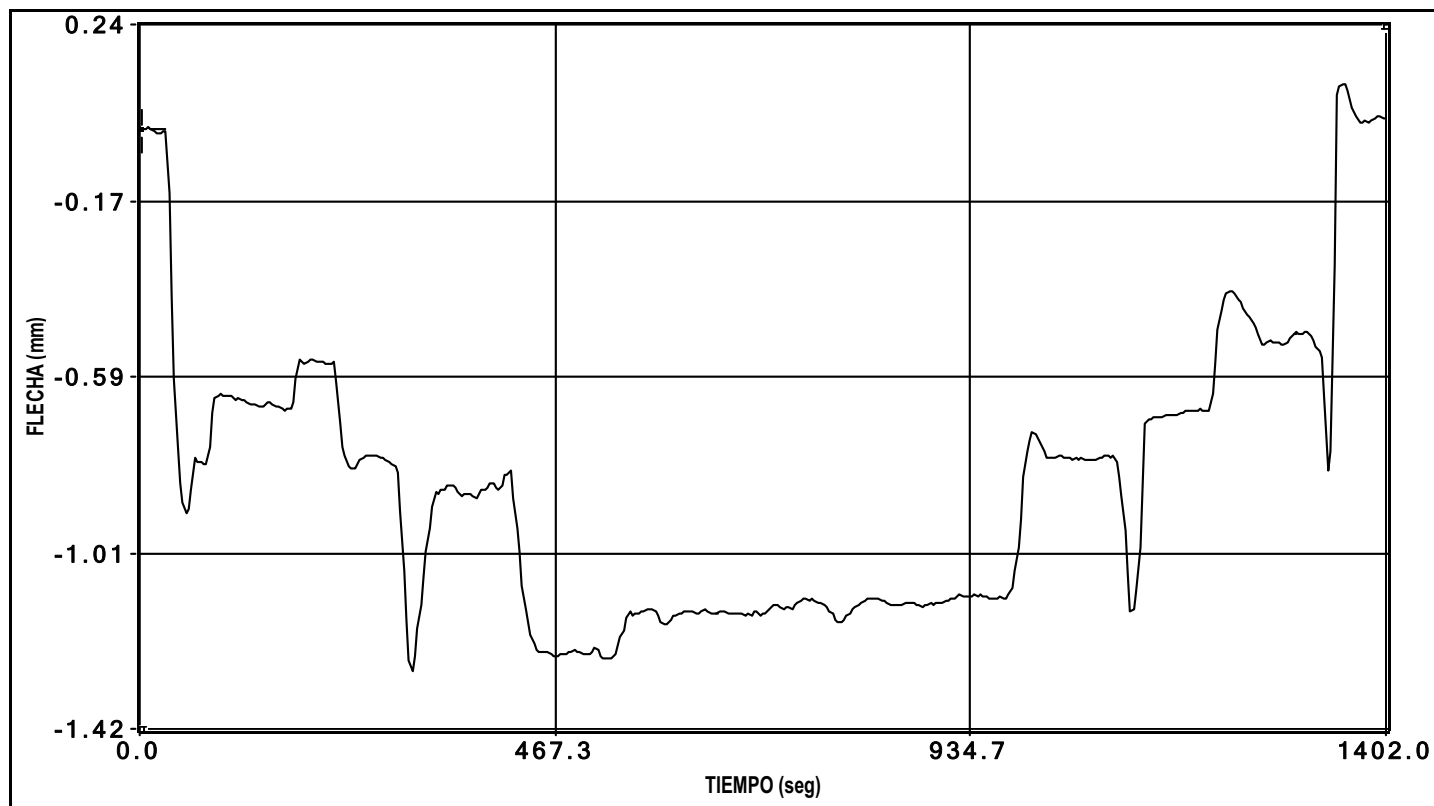
canal 15 flecha

ESTÁTICA 2



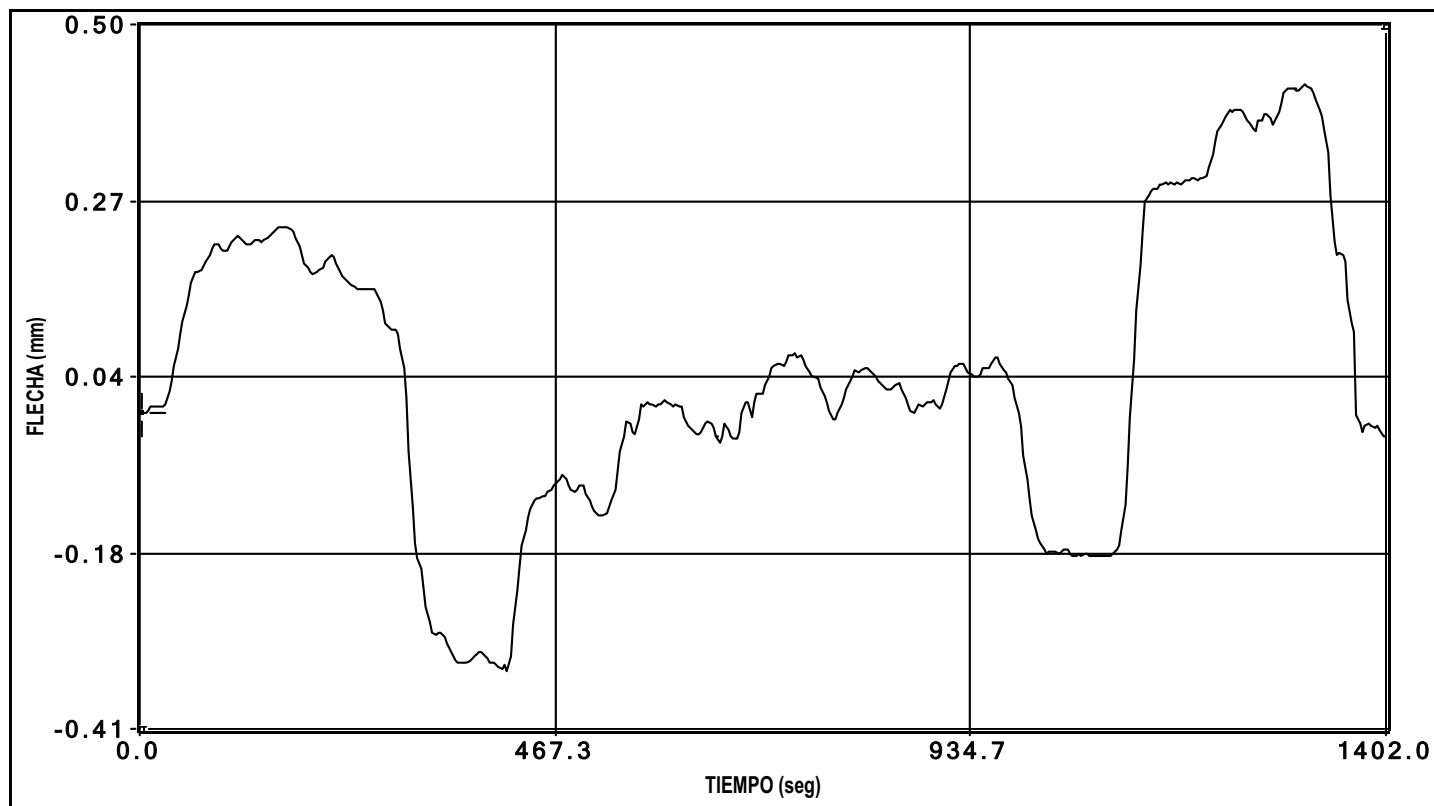
canal 1 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\F0000004.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 18:49



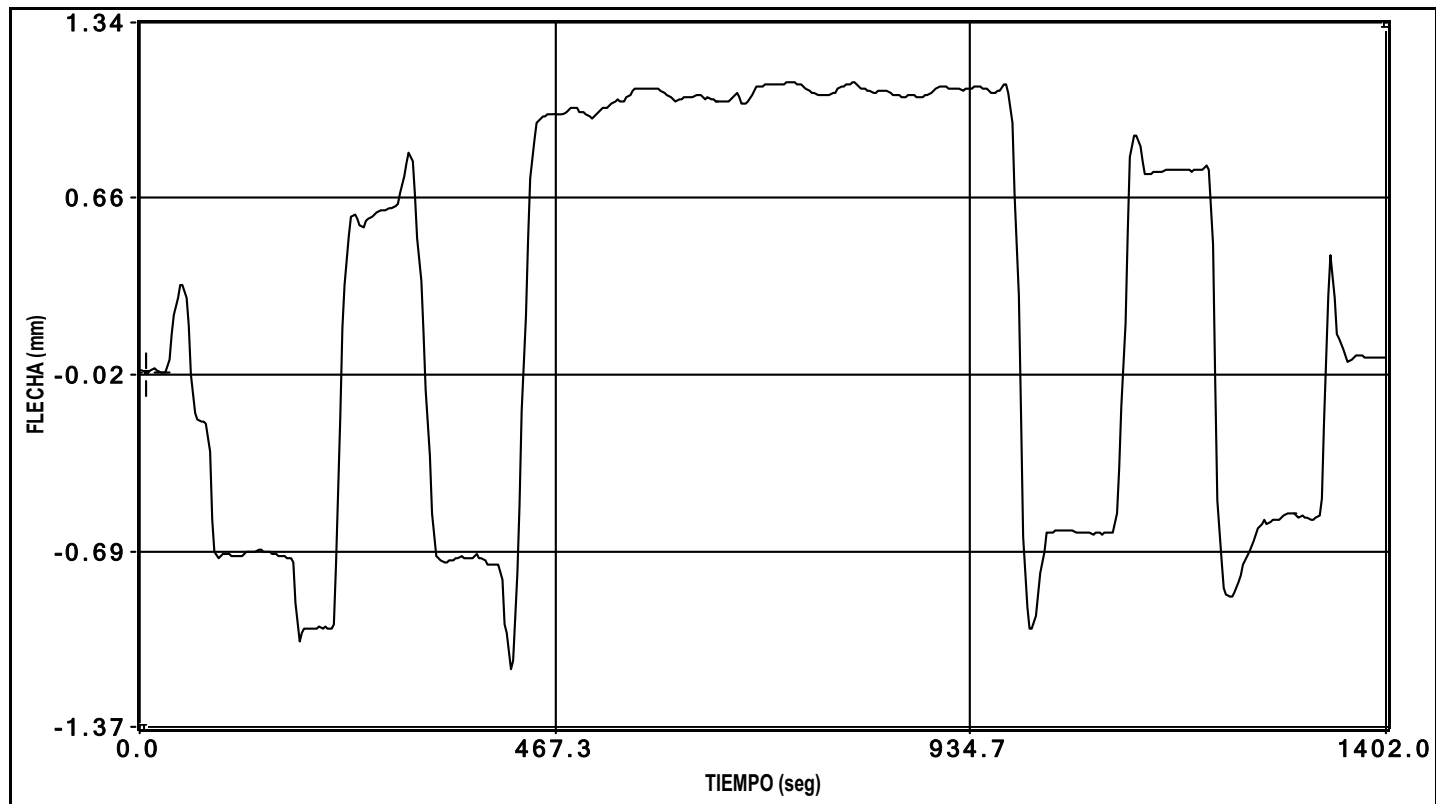
canal 3 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\F0000004.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 18:49

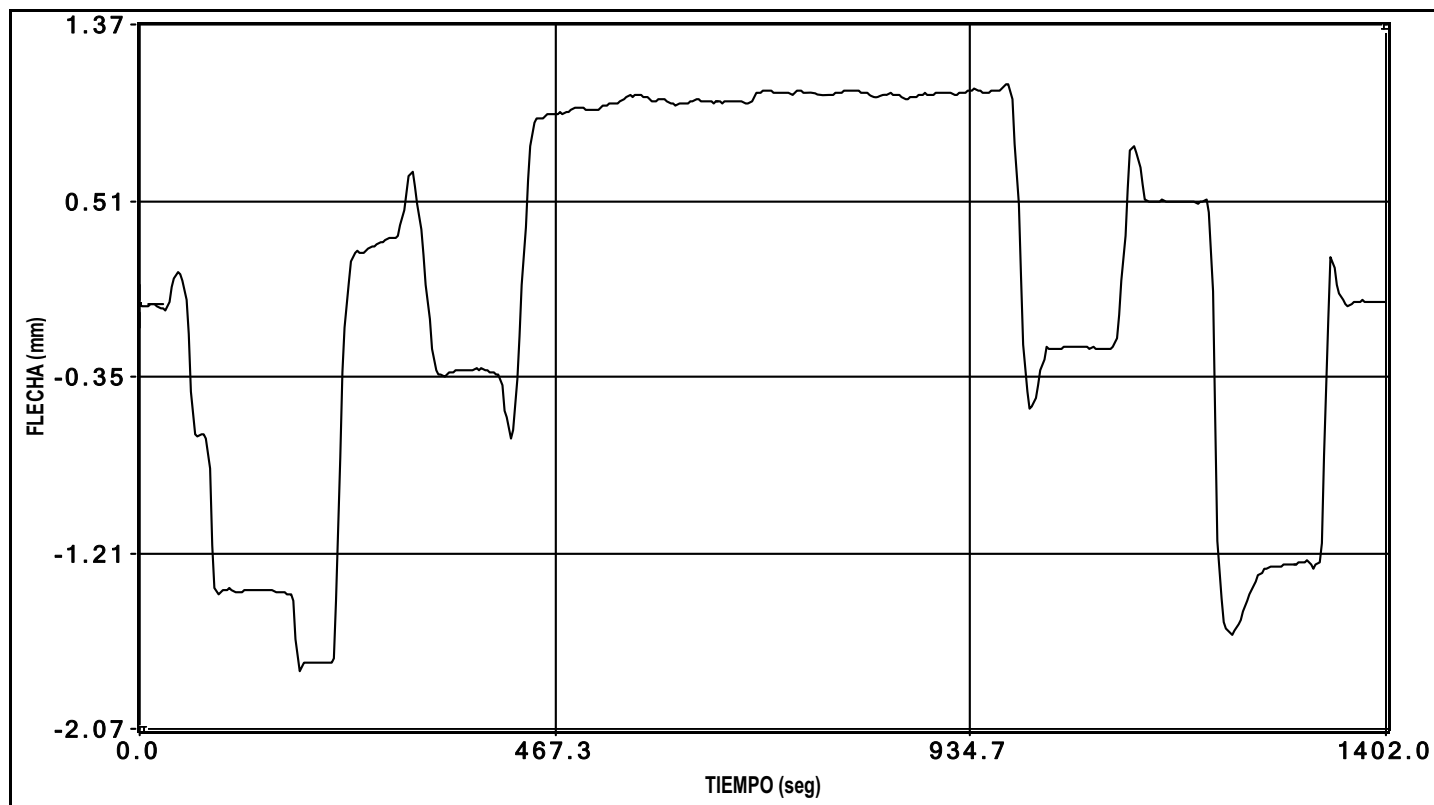


canal 4 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\F0000004.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 18:49

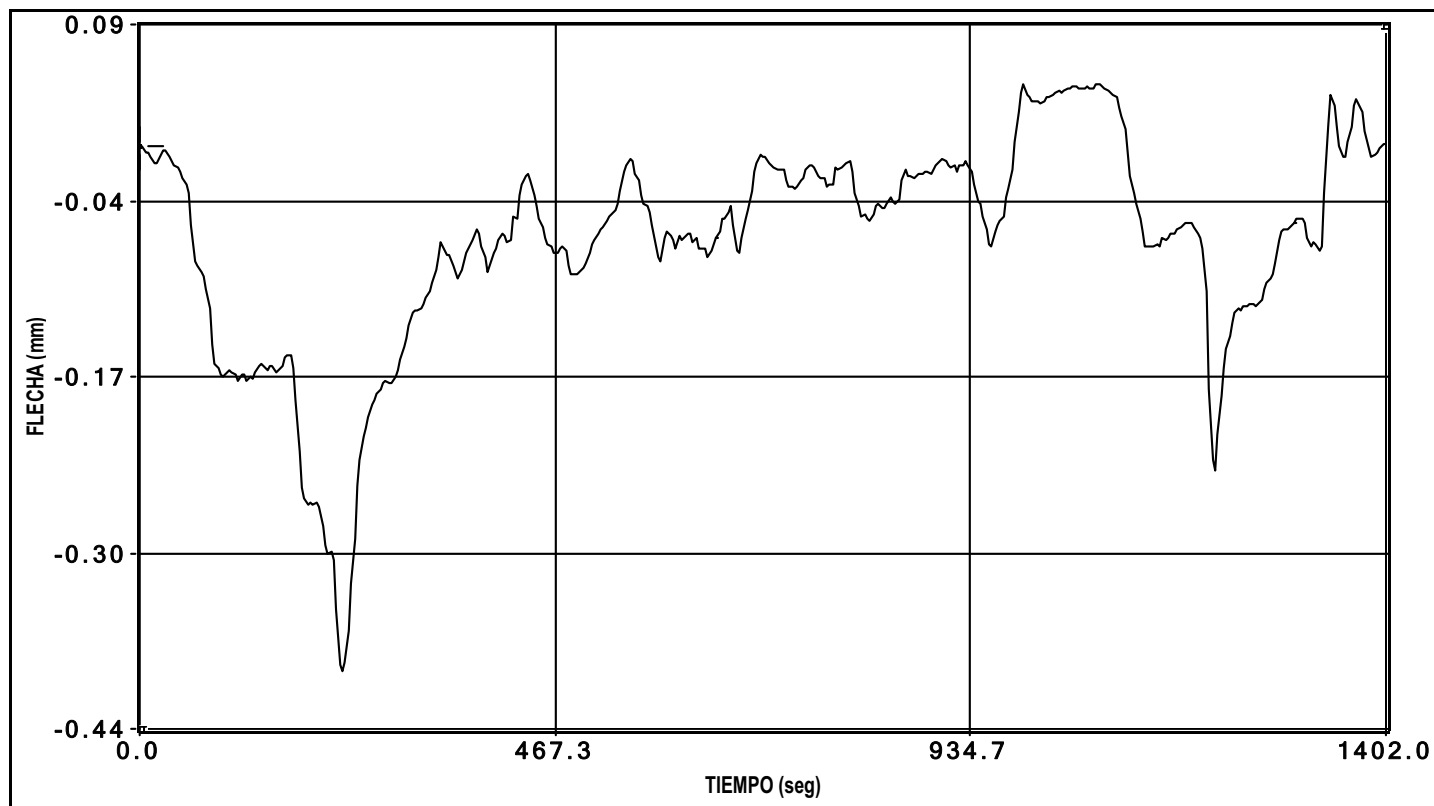


canal 5 flecha



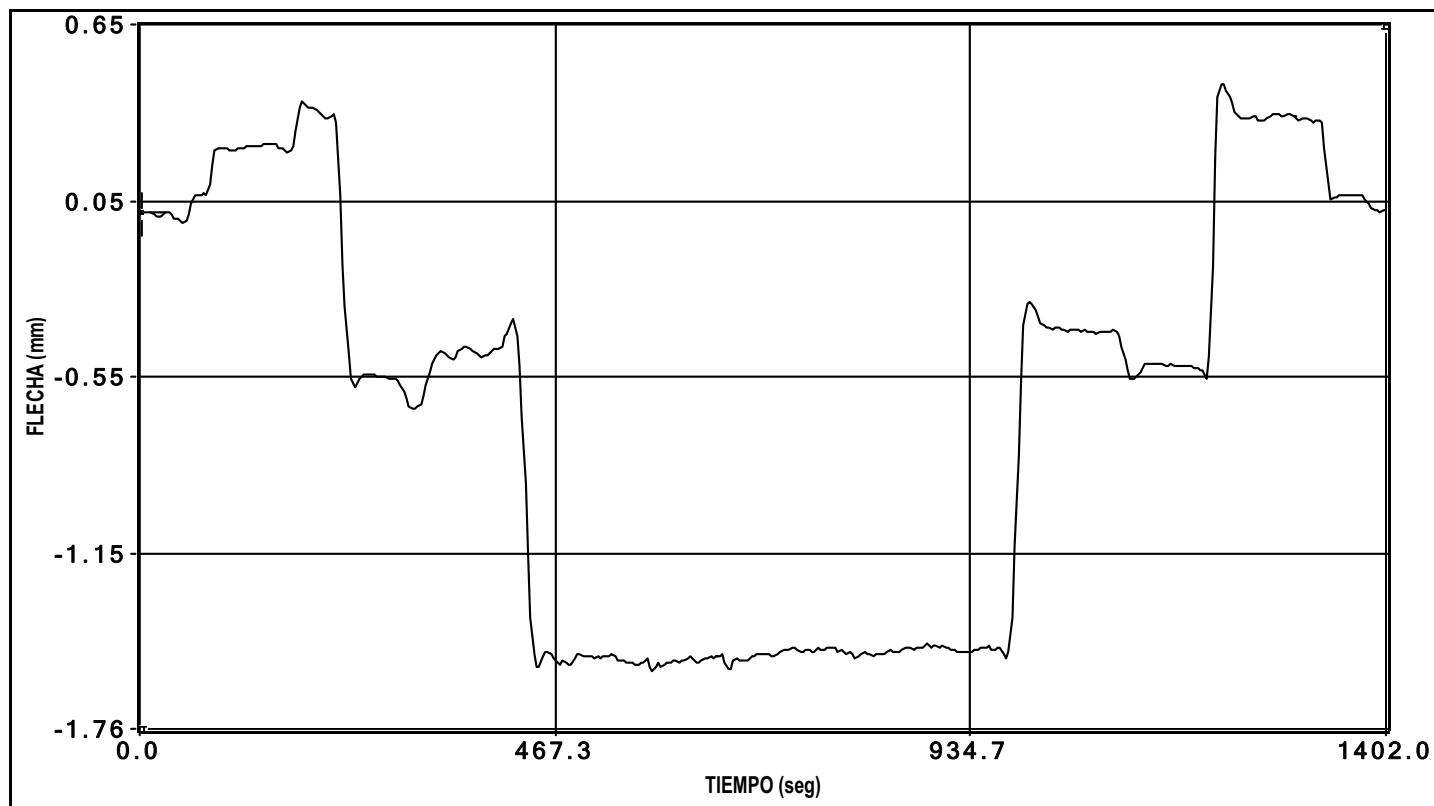
canal 6 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\F0000004.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 18:49

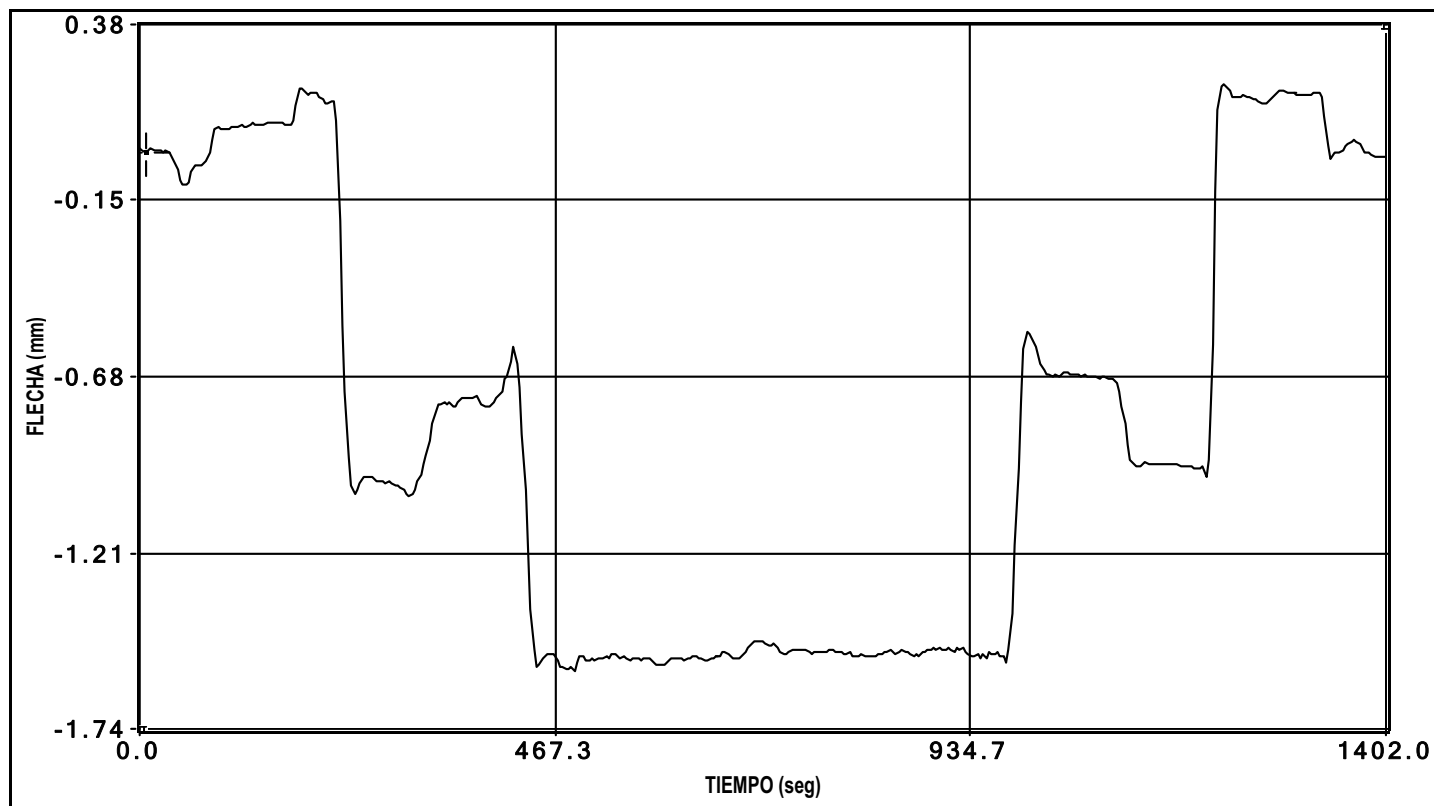


canal 7 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\F0000004.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 18:49

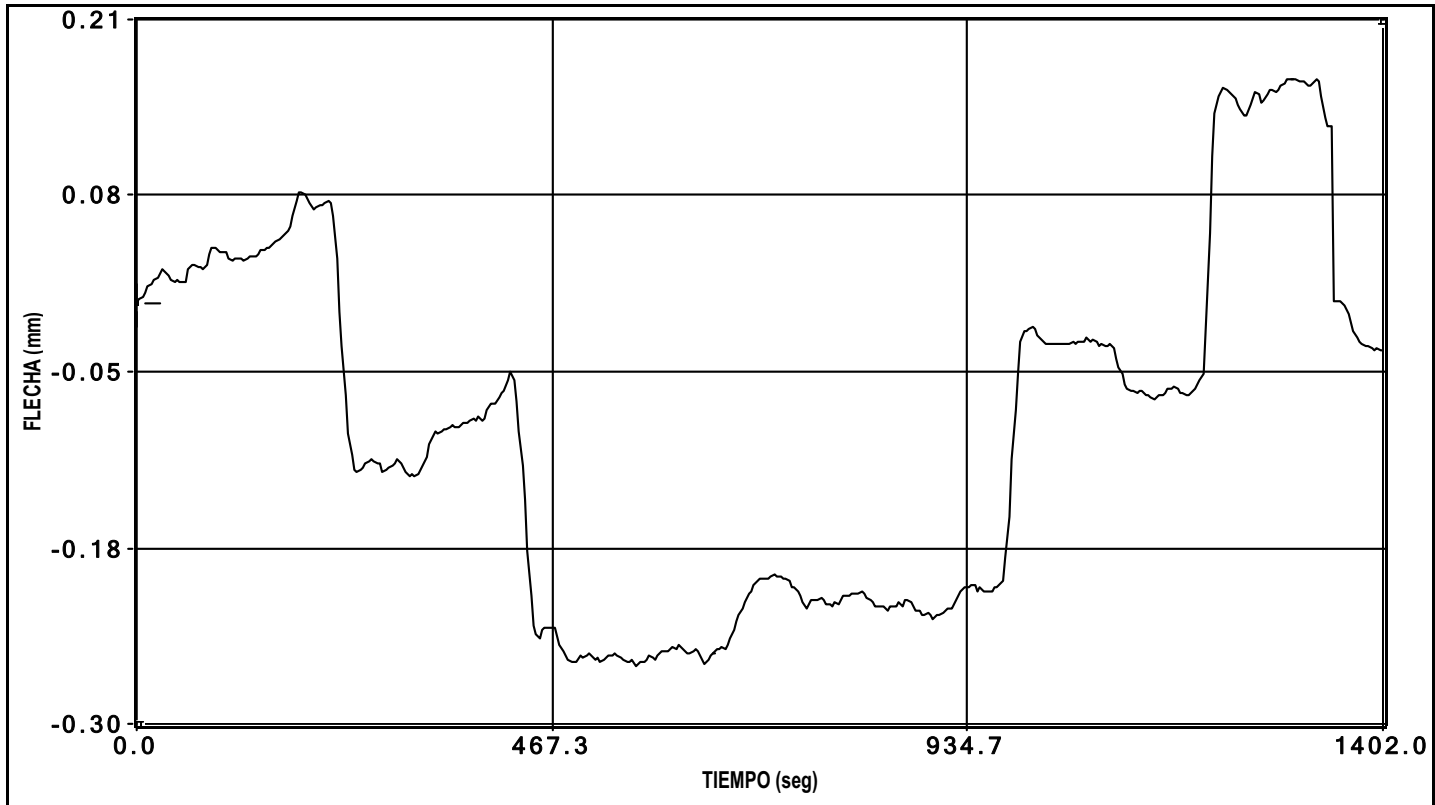


canal 8 flecha

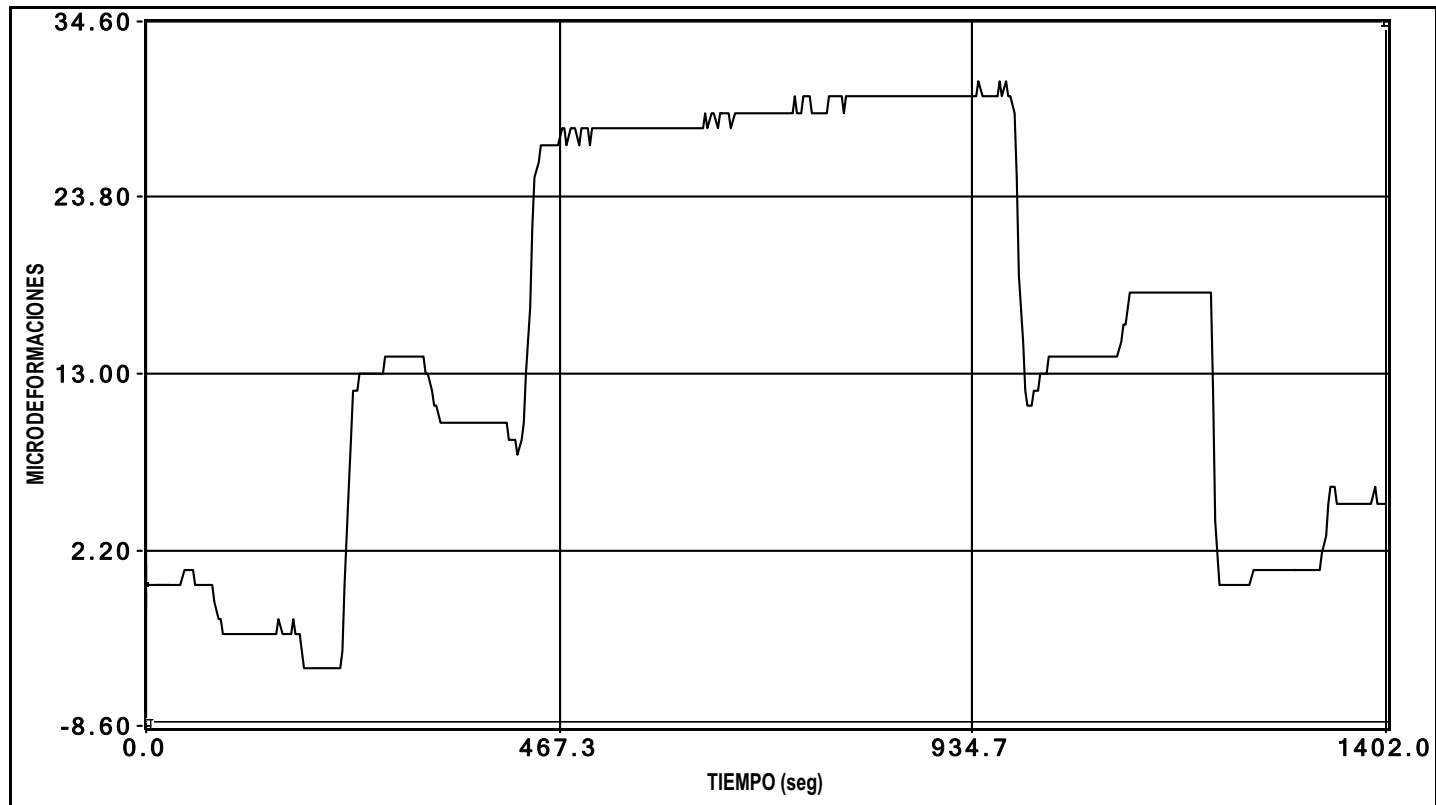


canal 9 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\F0000004.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 18:49

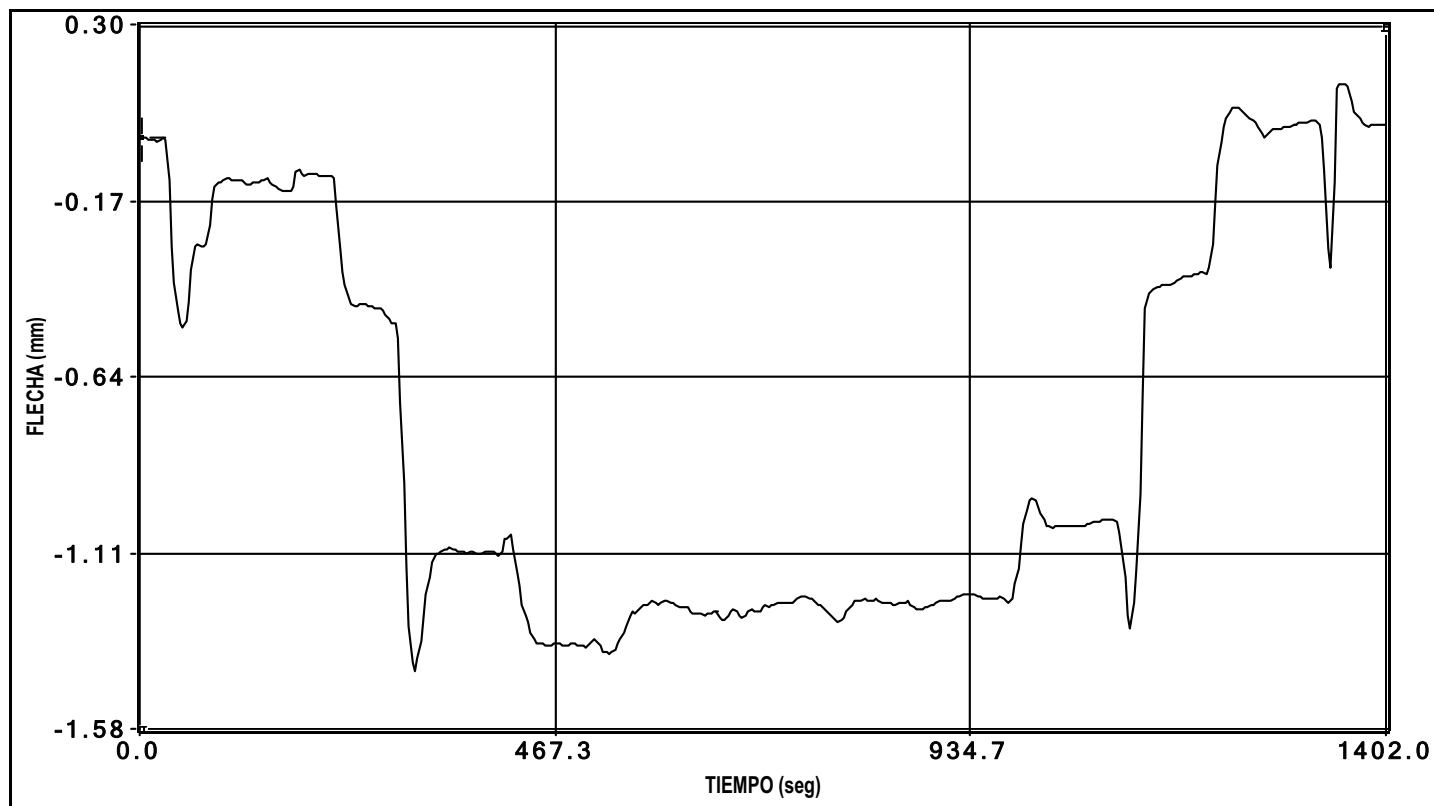


canal 10 flecha



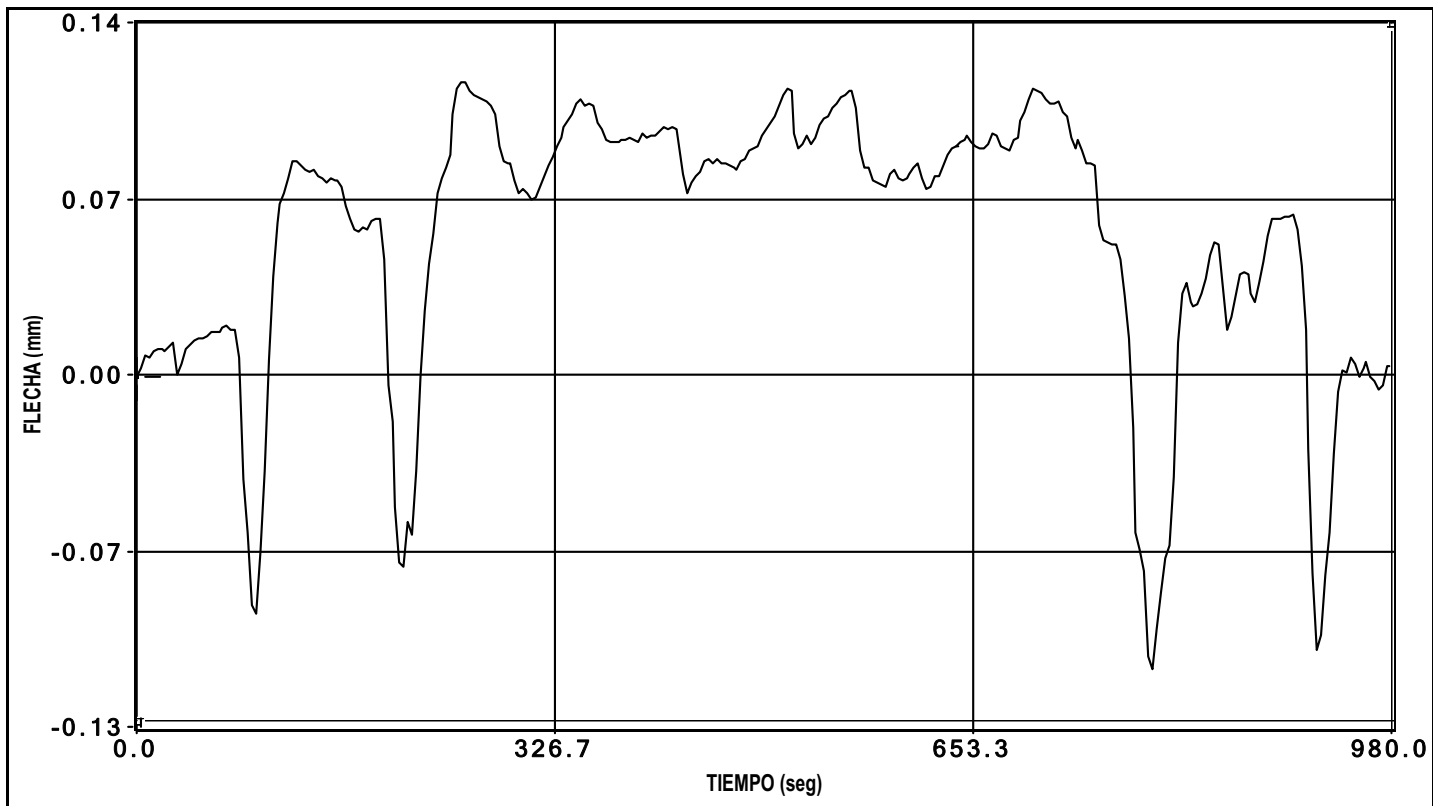
canal 13 deformacion

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\F0000004.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 18:49



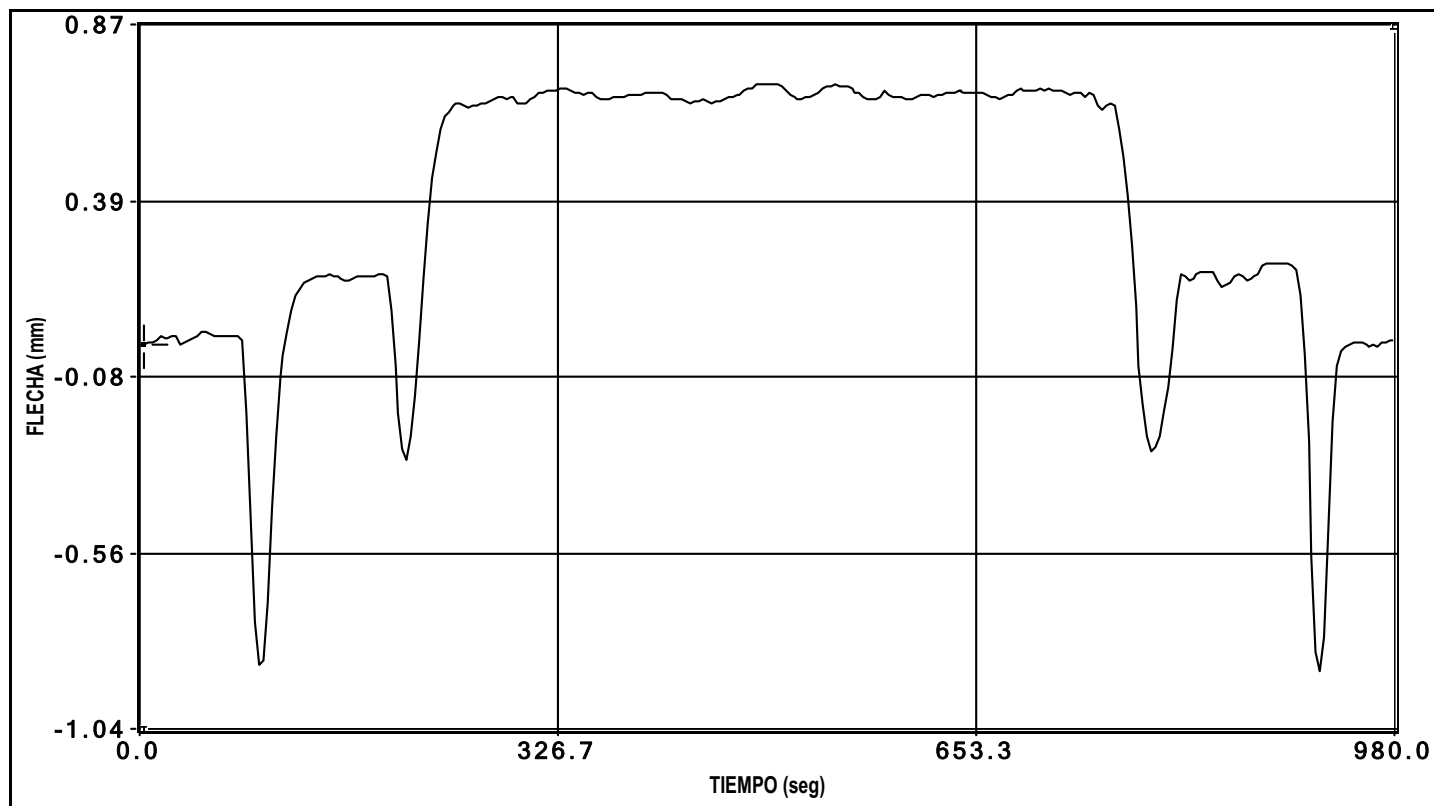
canal 14 flecha

ESTÁTICA 3



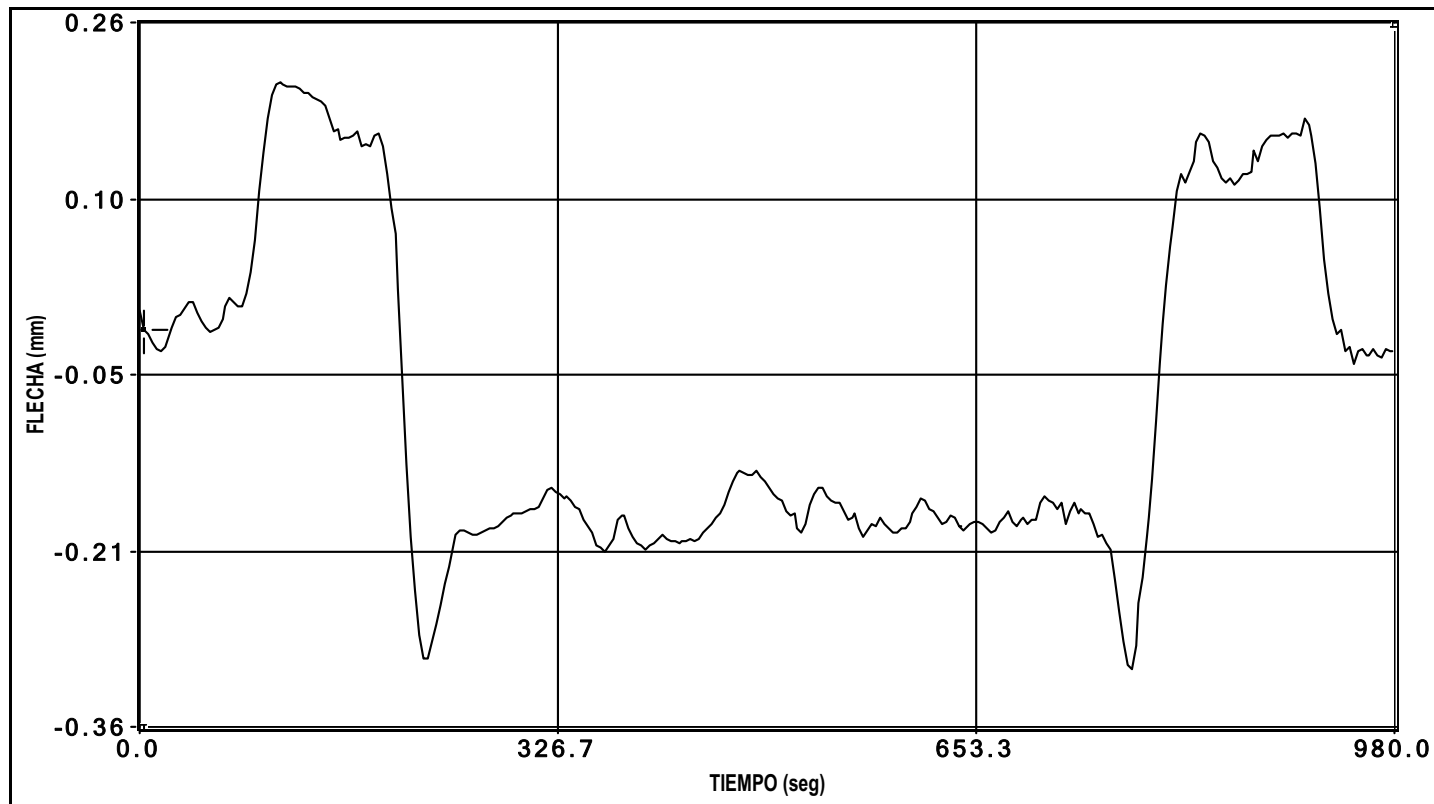
canal 1 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\F0000005.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:07



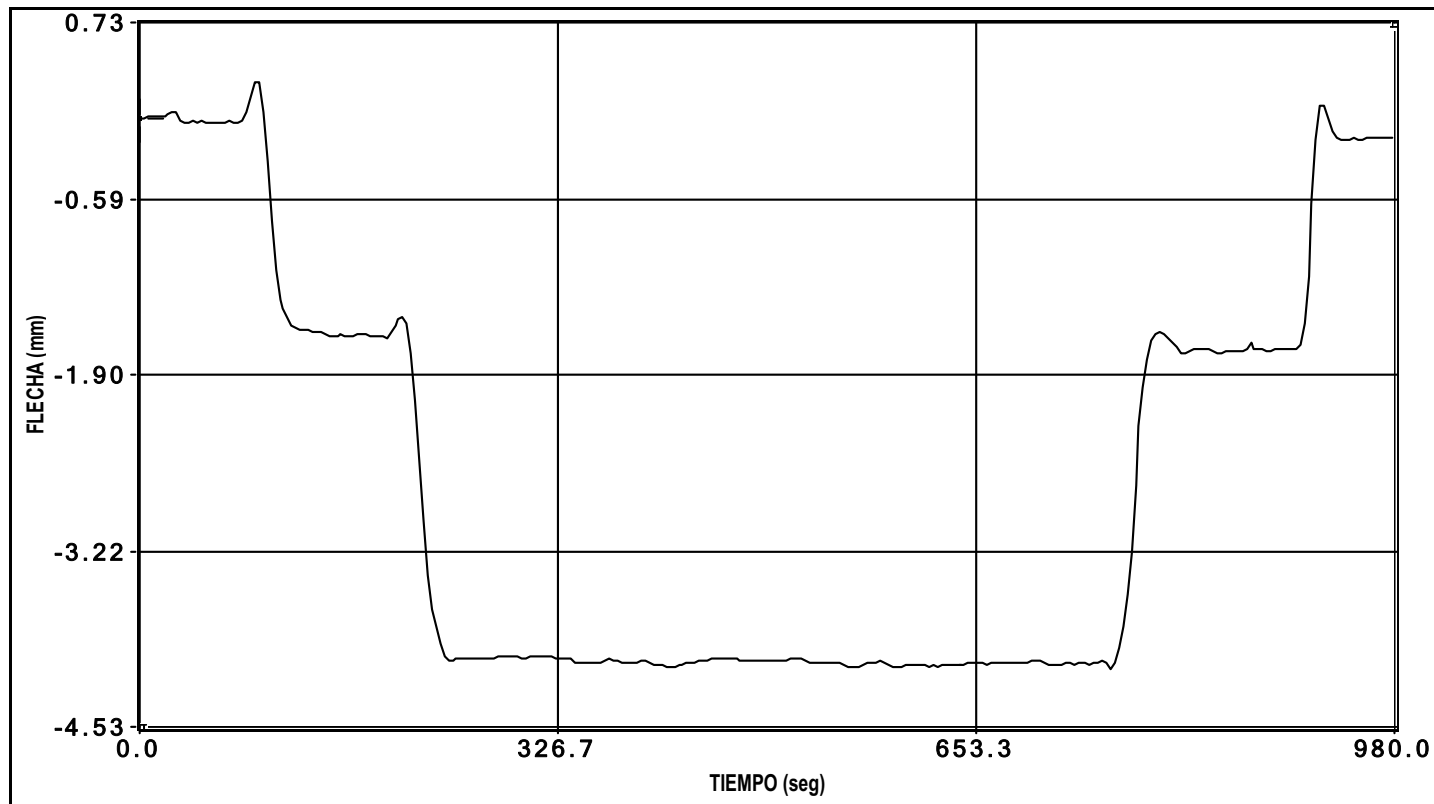
canal 3 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CF-1)\Datos\F0000005.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:07

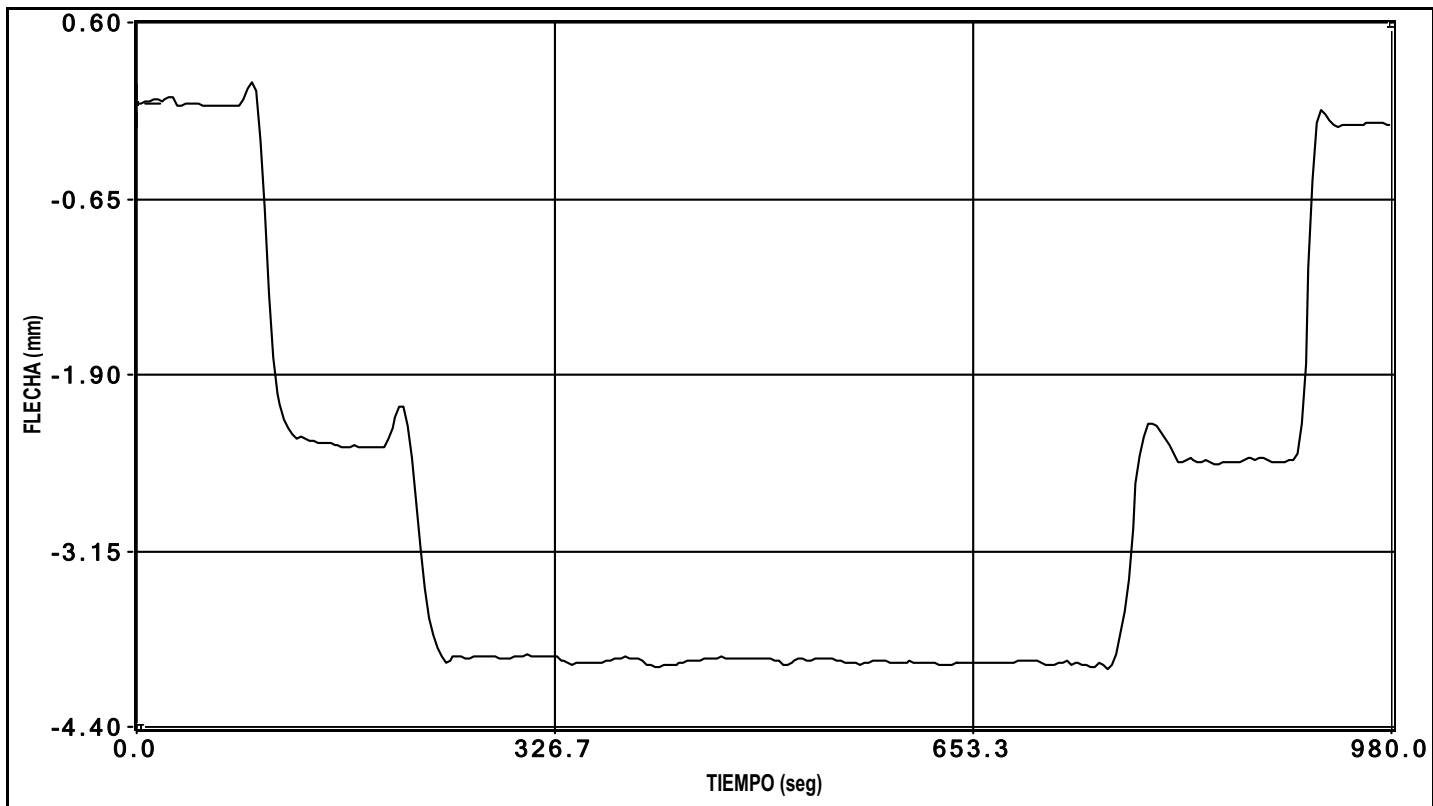


canal 4 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\F0000005.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:07

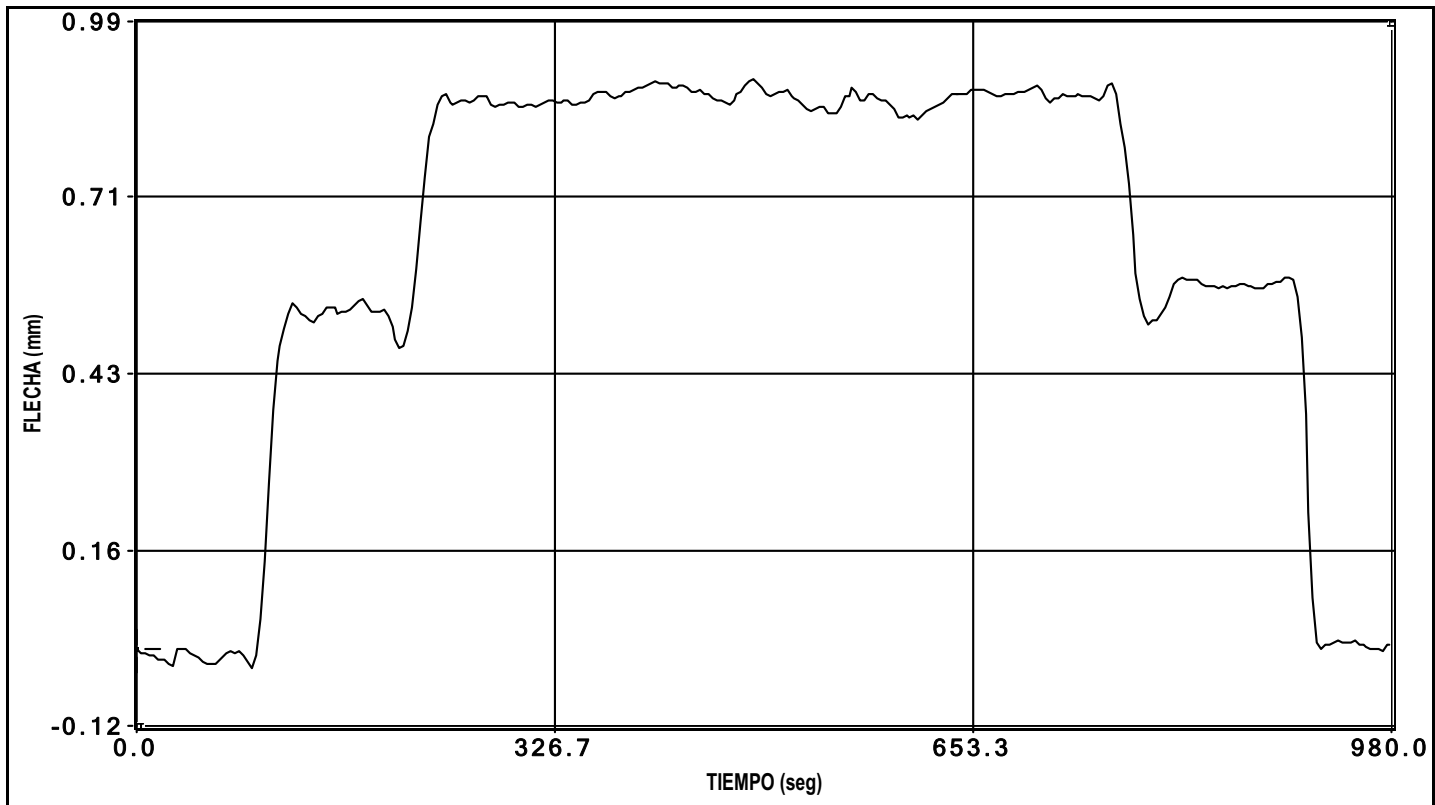


canal 5 flecha

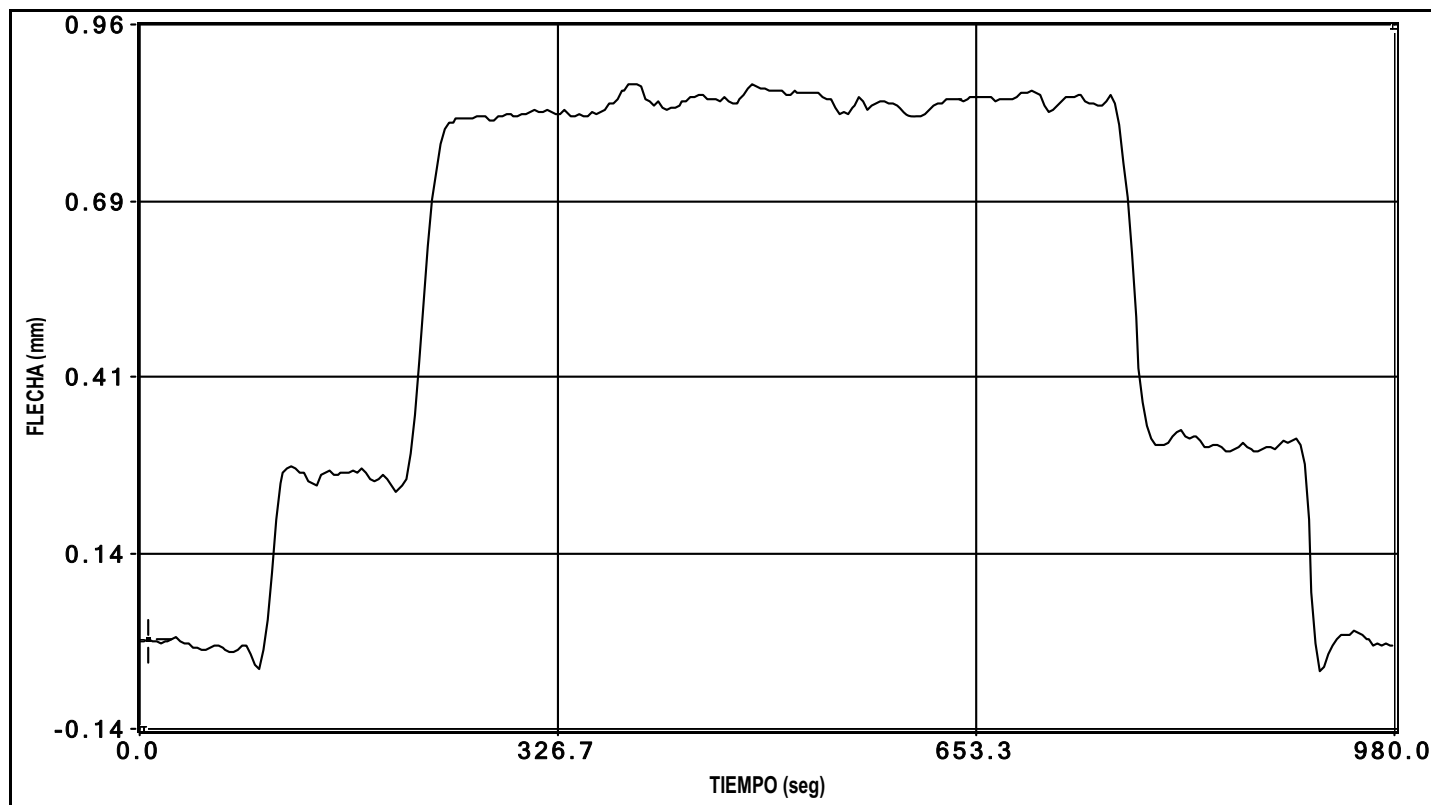


canal 6 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\F0000005.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:07

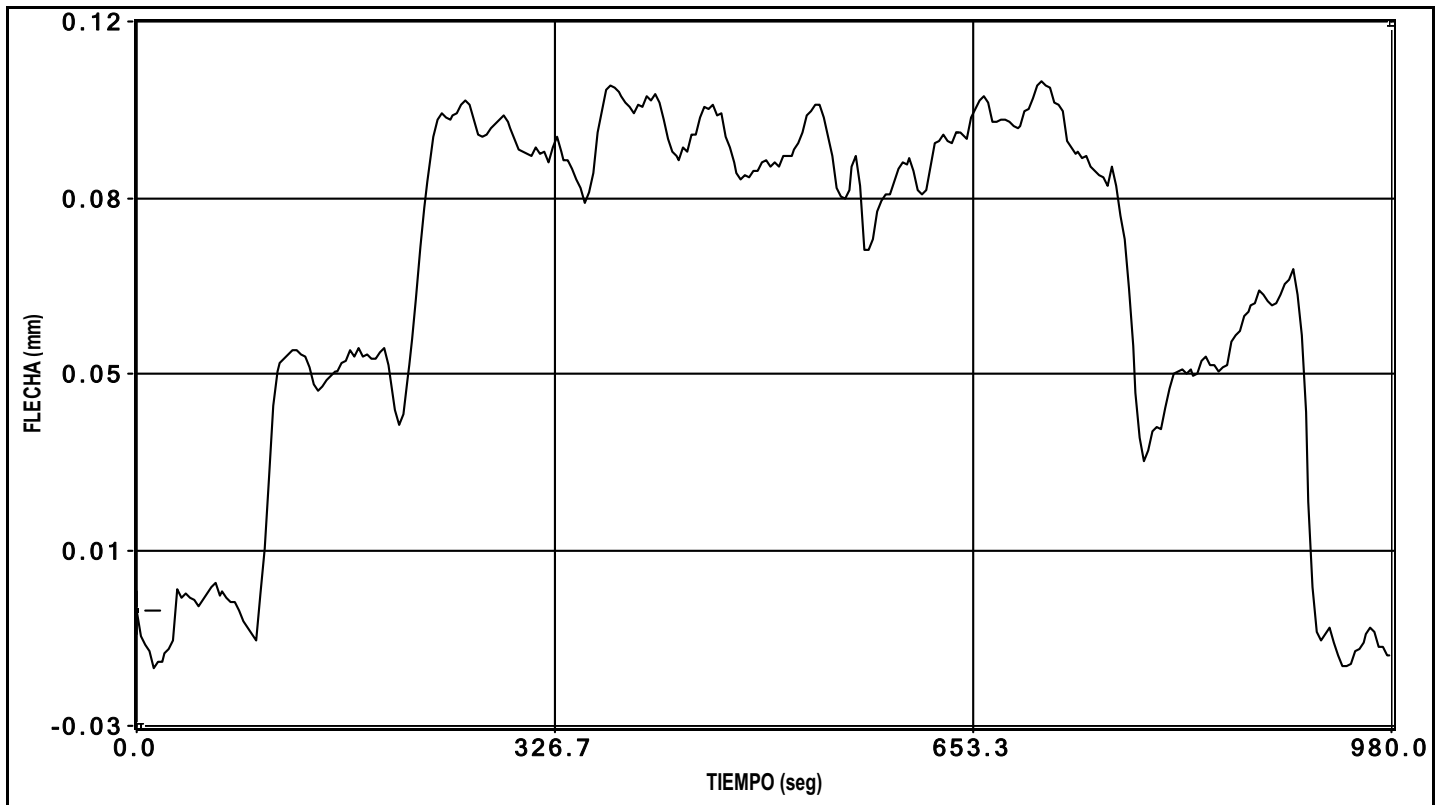


canal 8 flecha



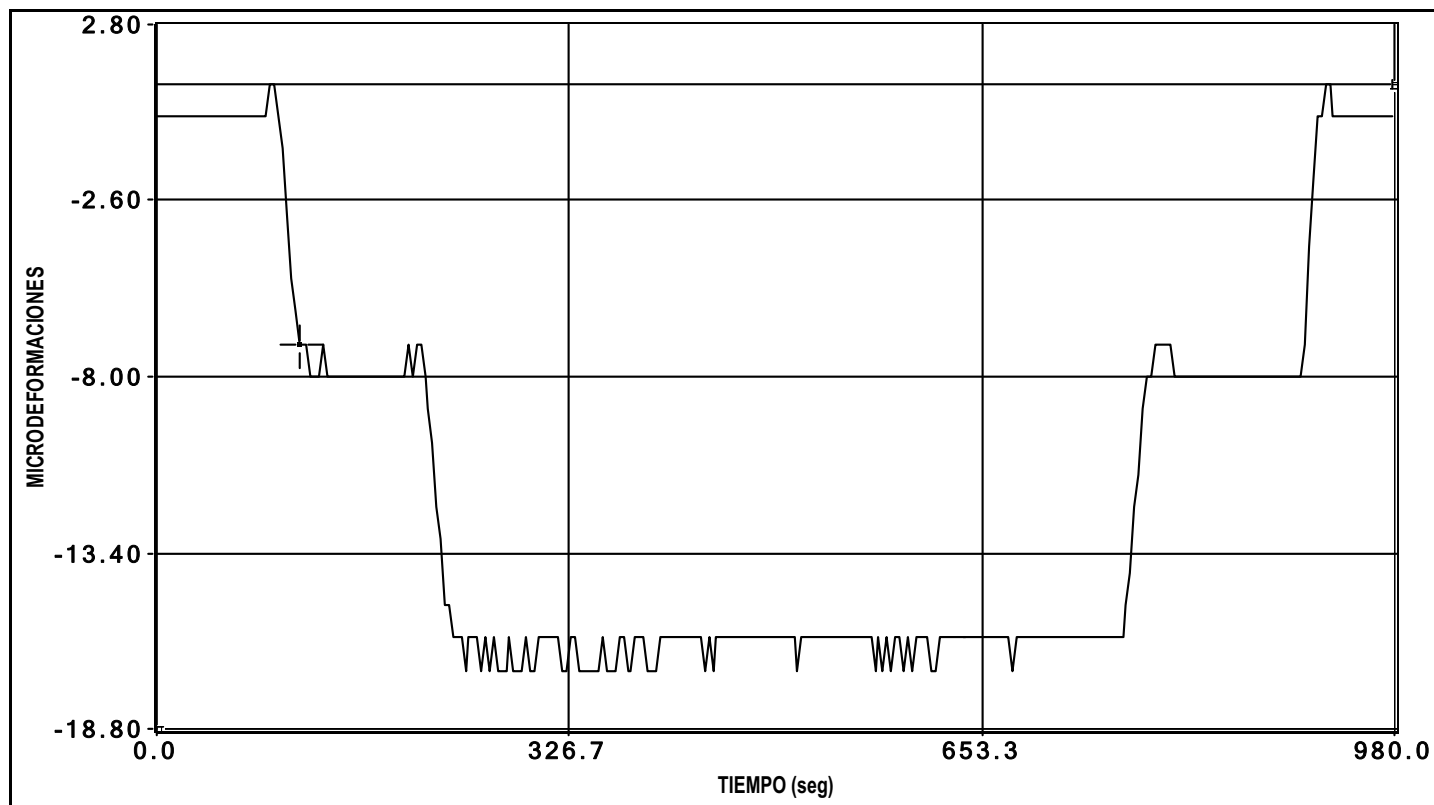
canal 9 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\F0000005.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:07



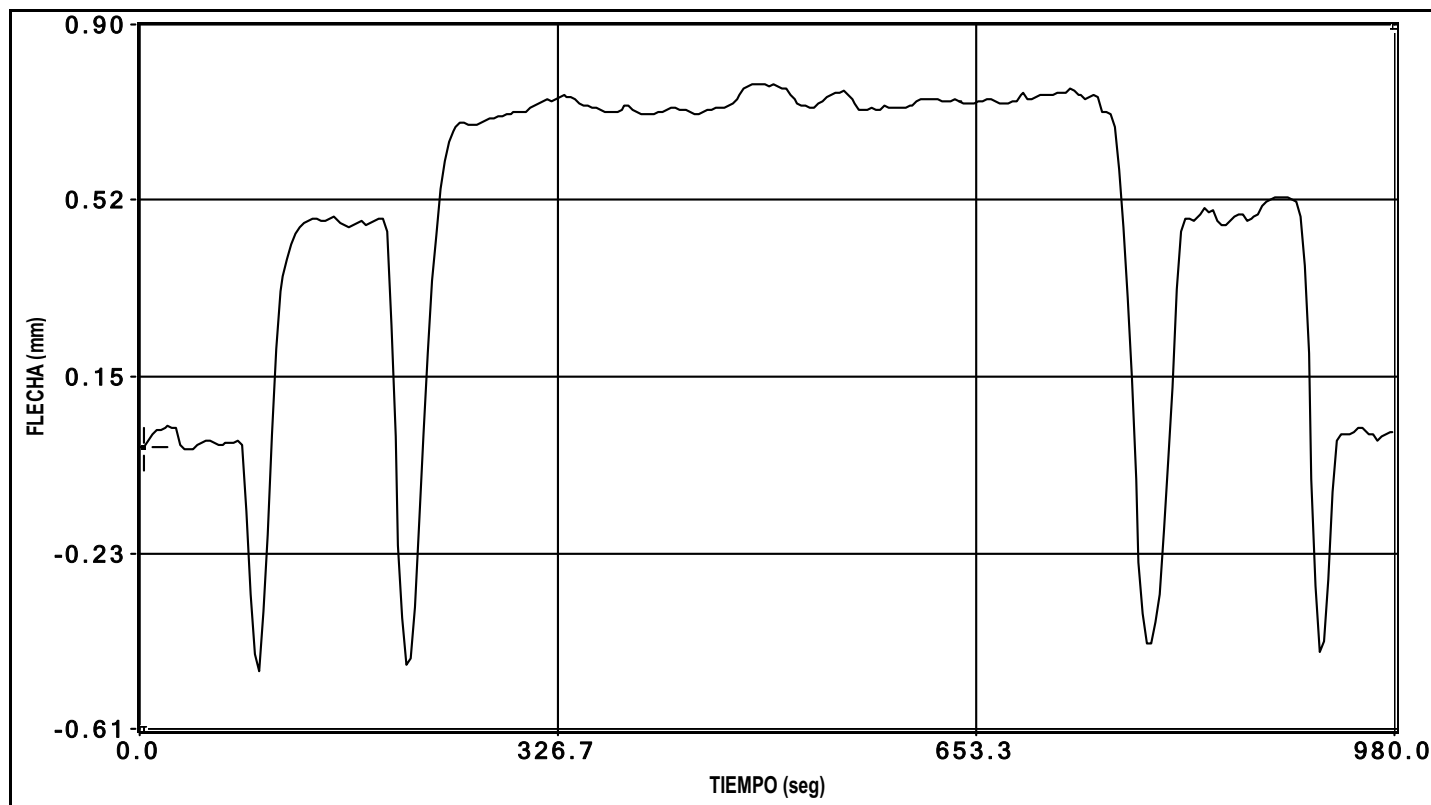
canal 10 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\F0000005.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:07

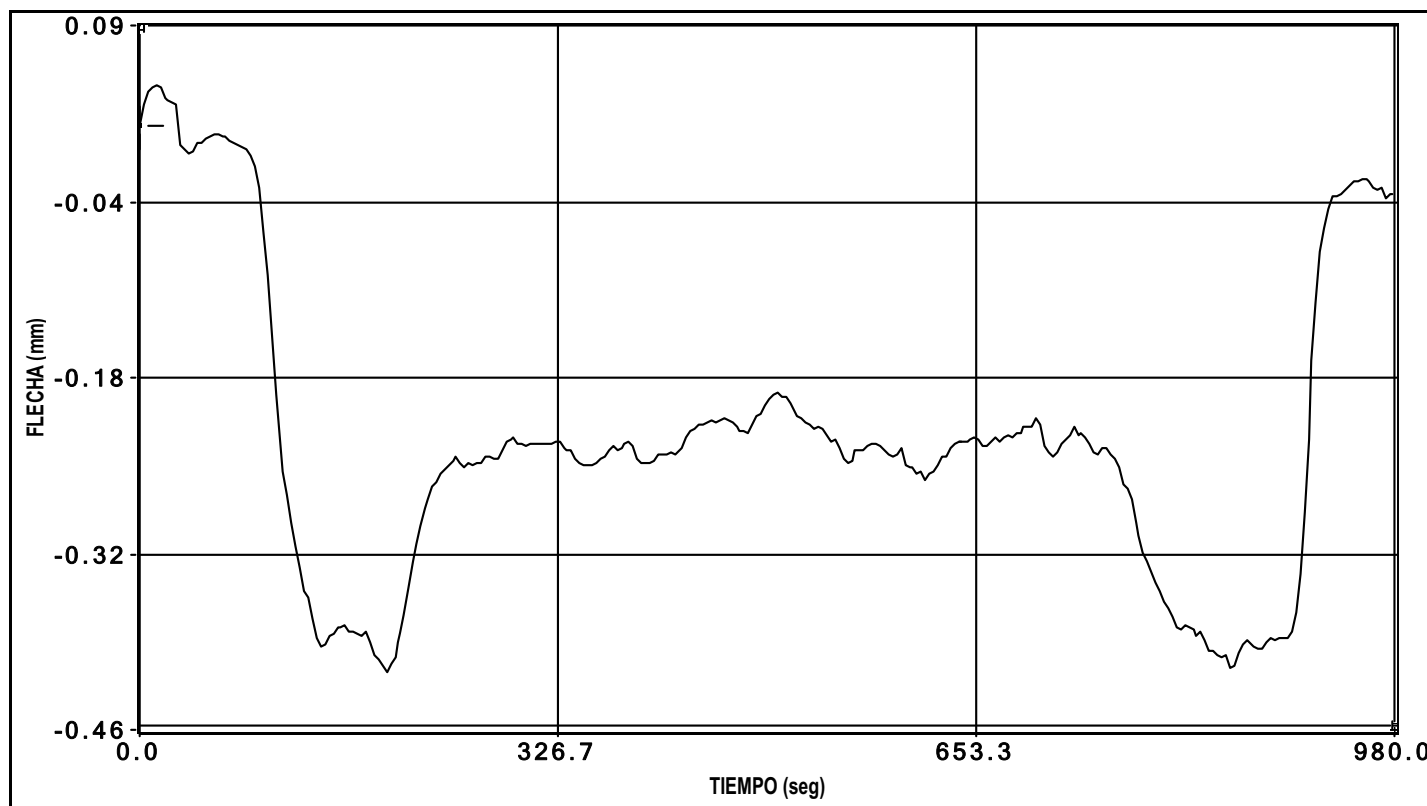


canal 13 deformacion

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\F0000005.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:07



canal 14 flecha



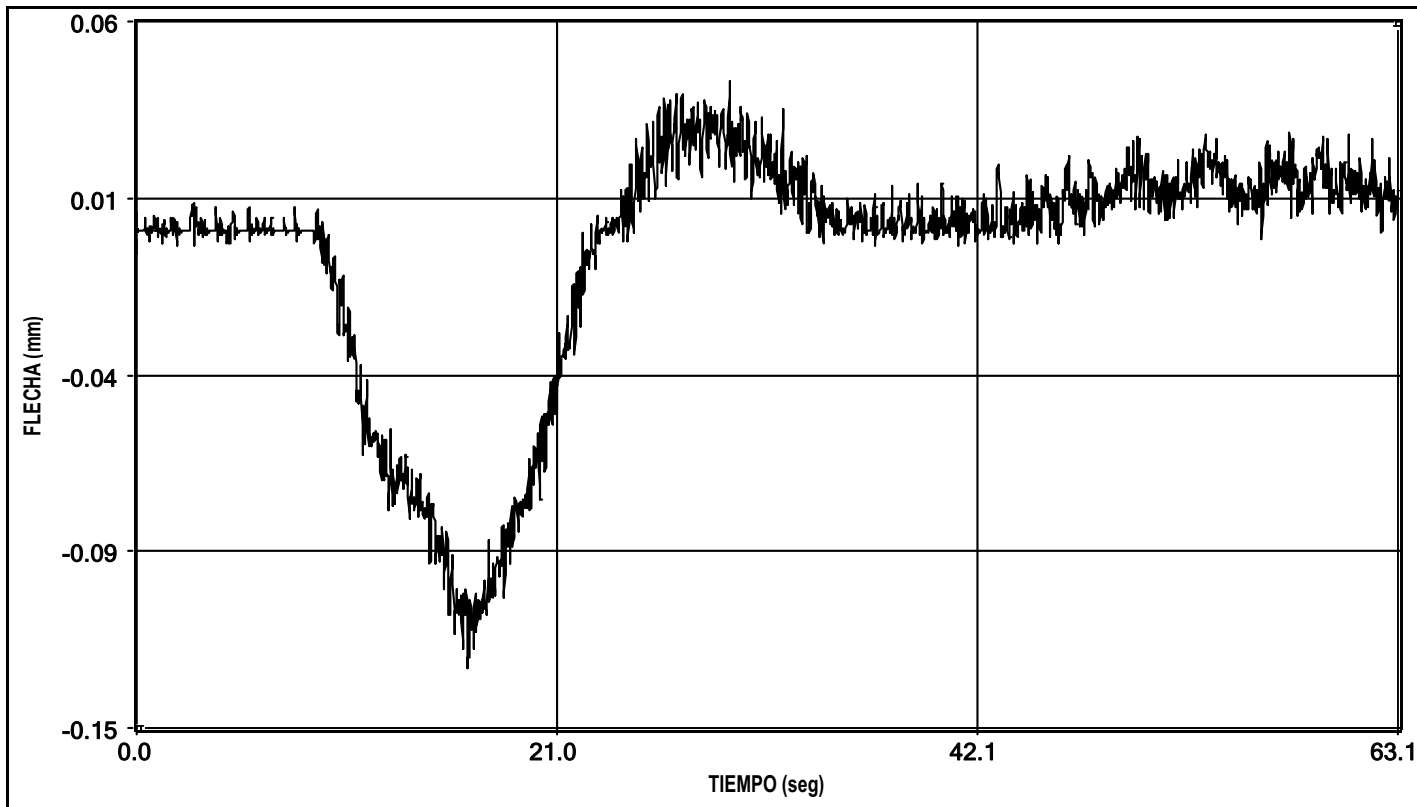
canal 15 flecha

ENSAYO DINÁMICO A 10 km/h

PRUEBA:

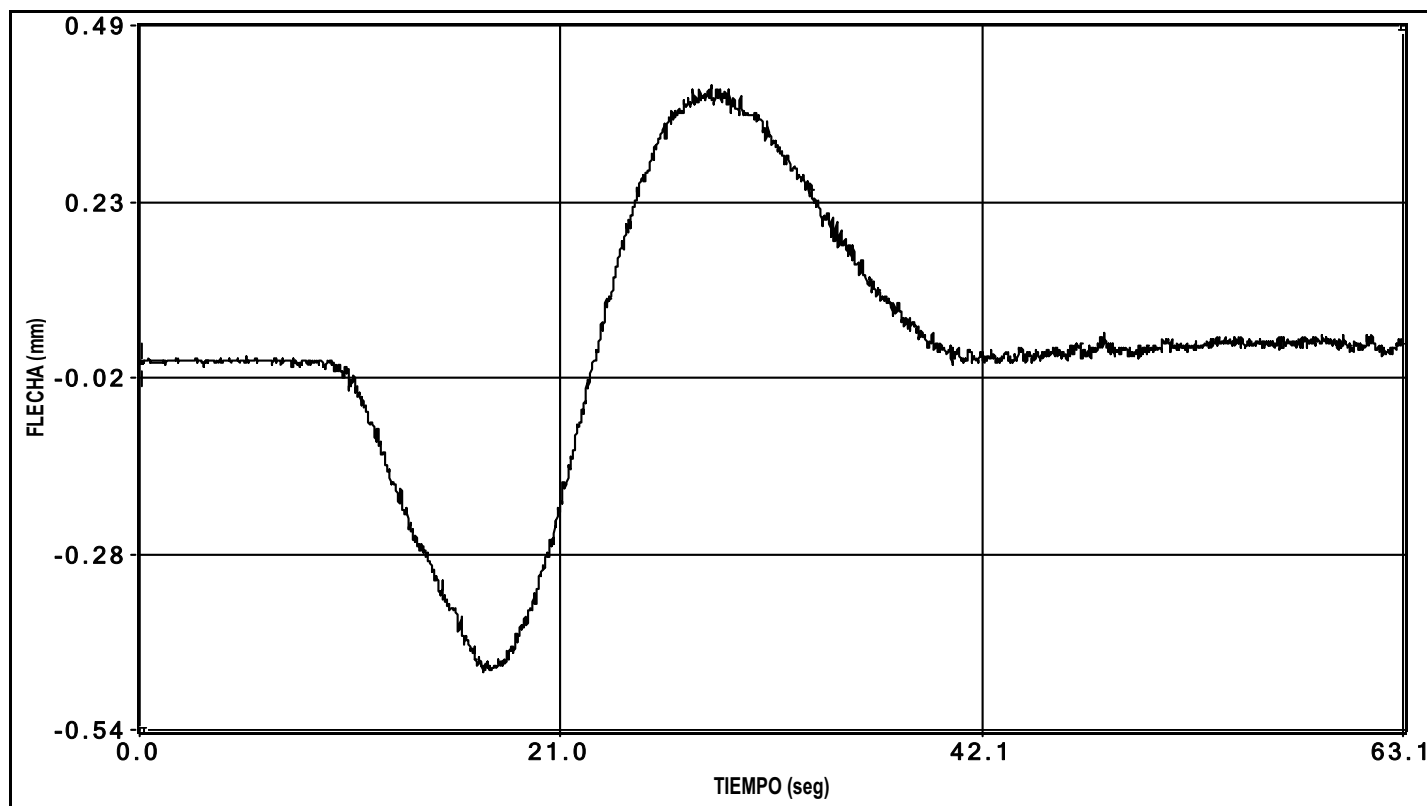
u:\V. CAN LLEQUET (-OC-10002-CE-1)\Datos\0000001.bin

Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:36

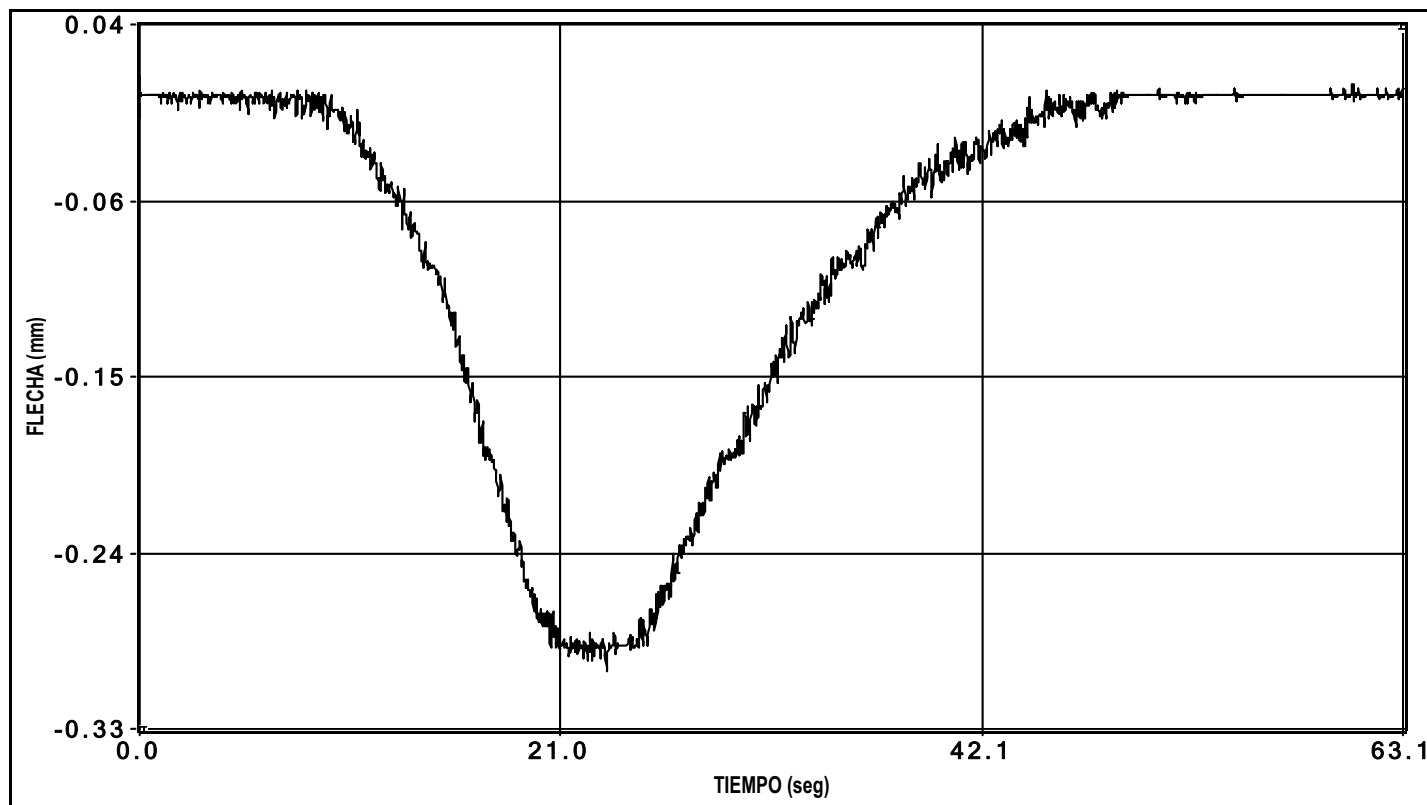


canal 1 flecha

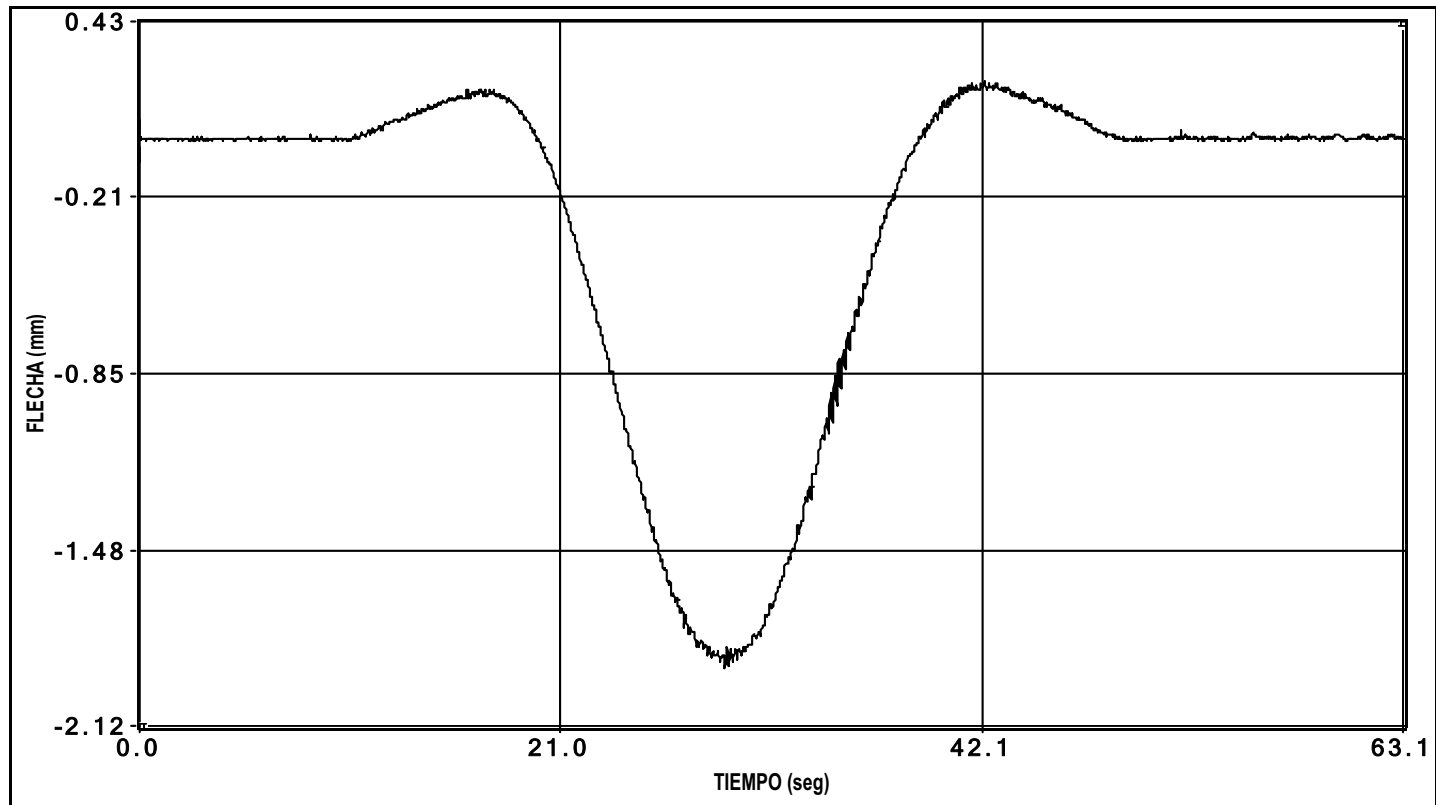
PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\00000001.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:36



canal 3 flecha

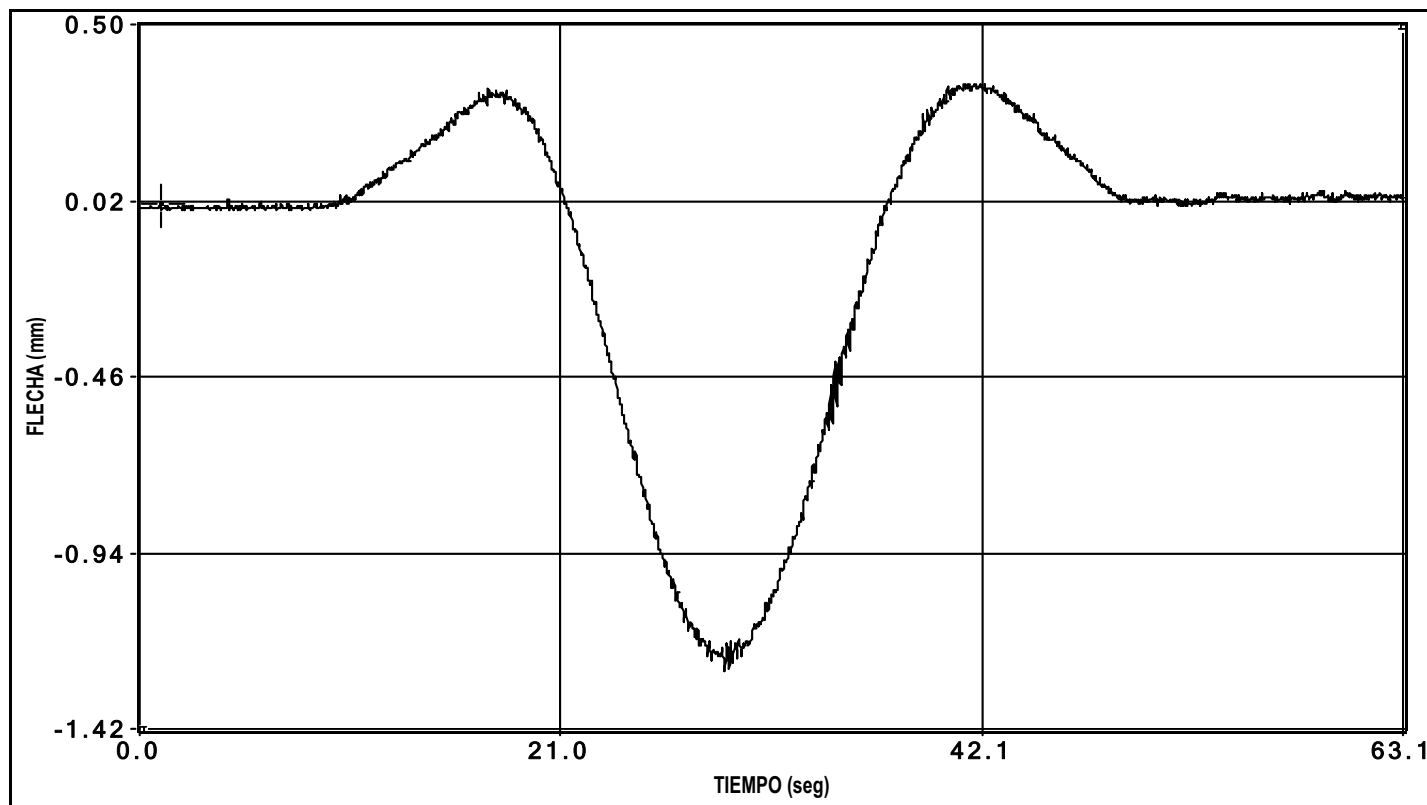


canal 4 flecha



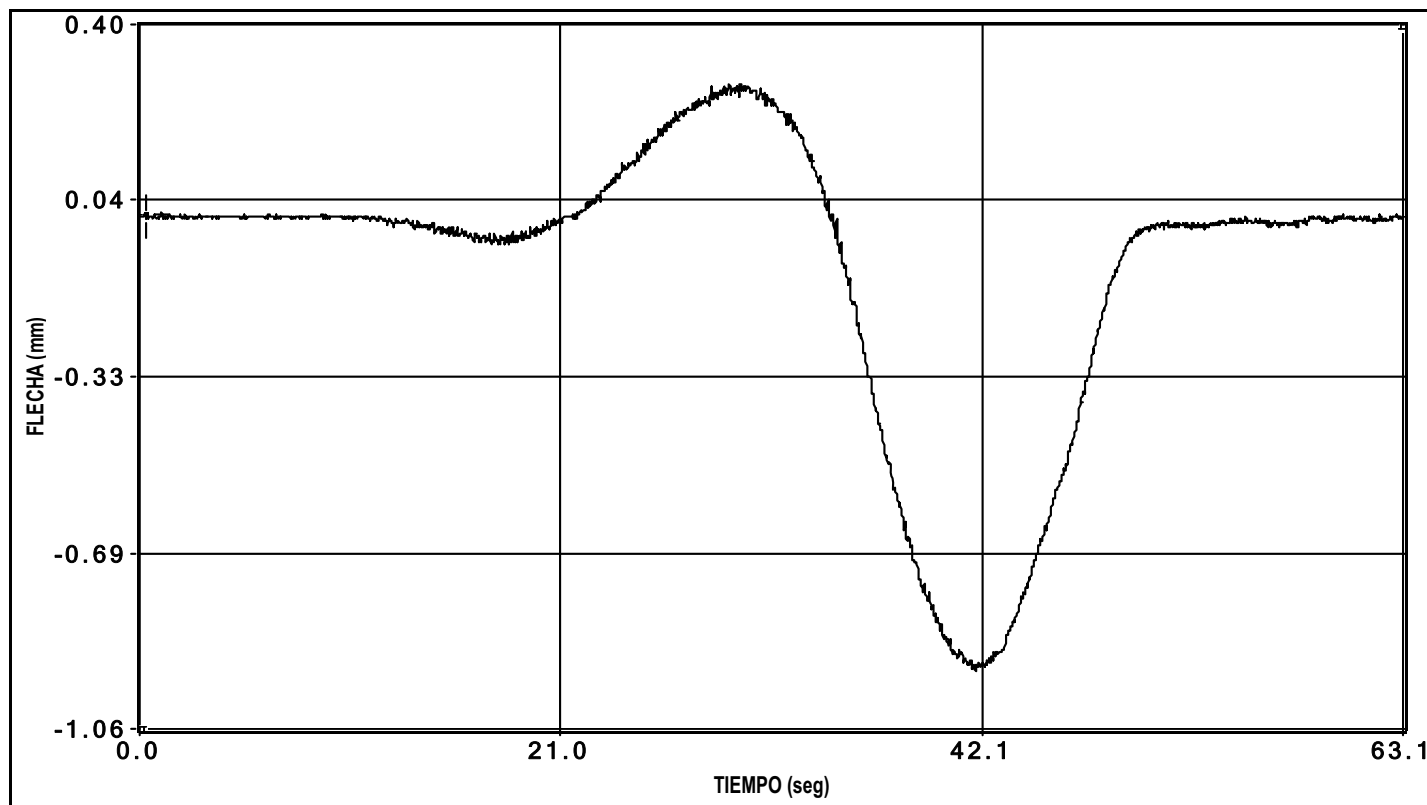
canal 5 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\00000001.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:36

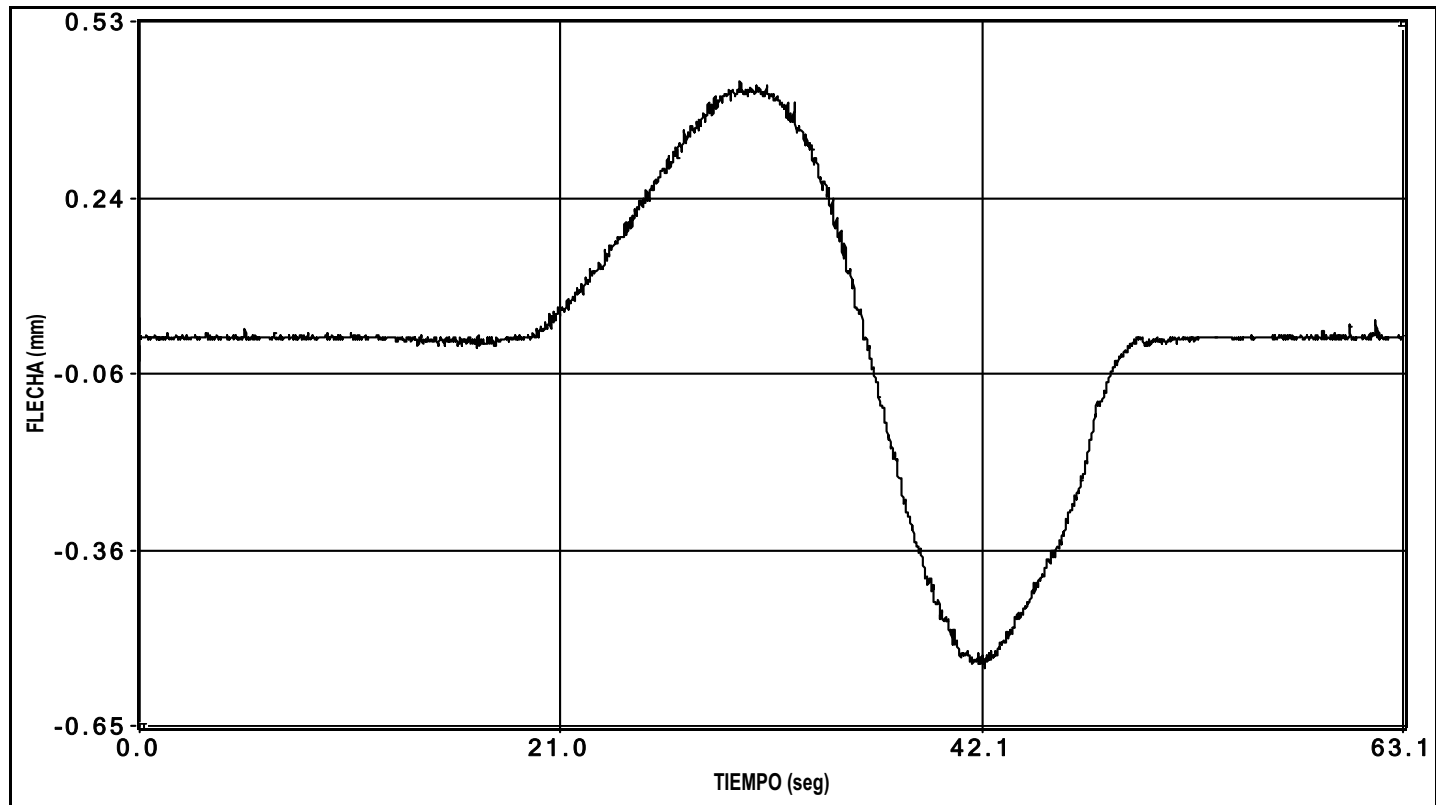


canal 6 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\00000001.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:36

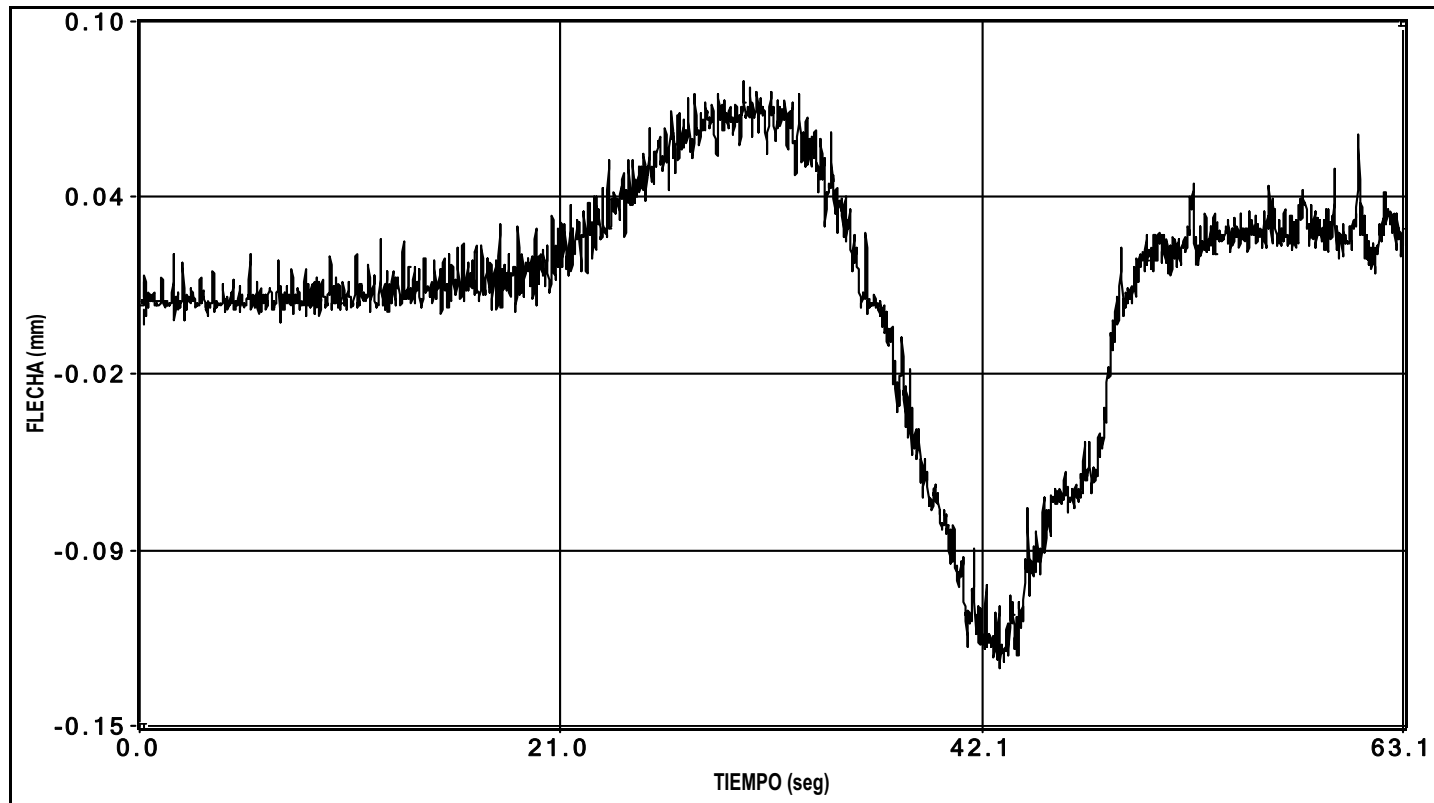


canal 8 flecha



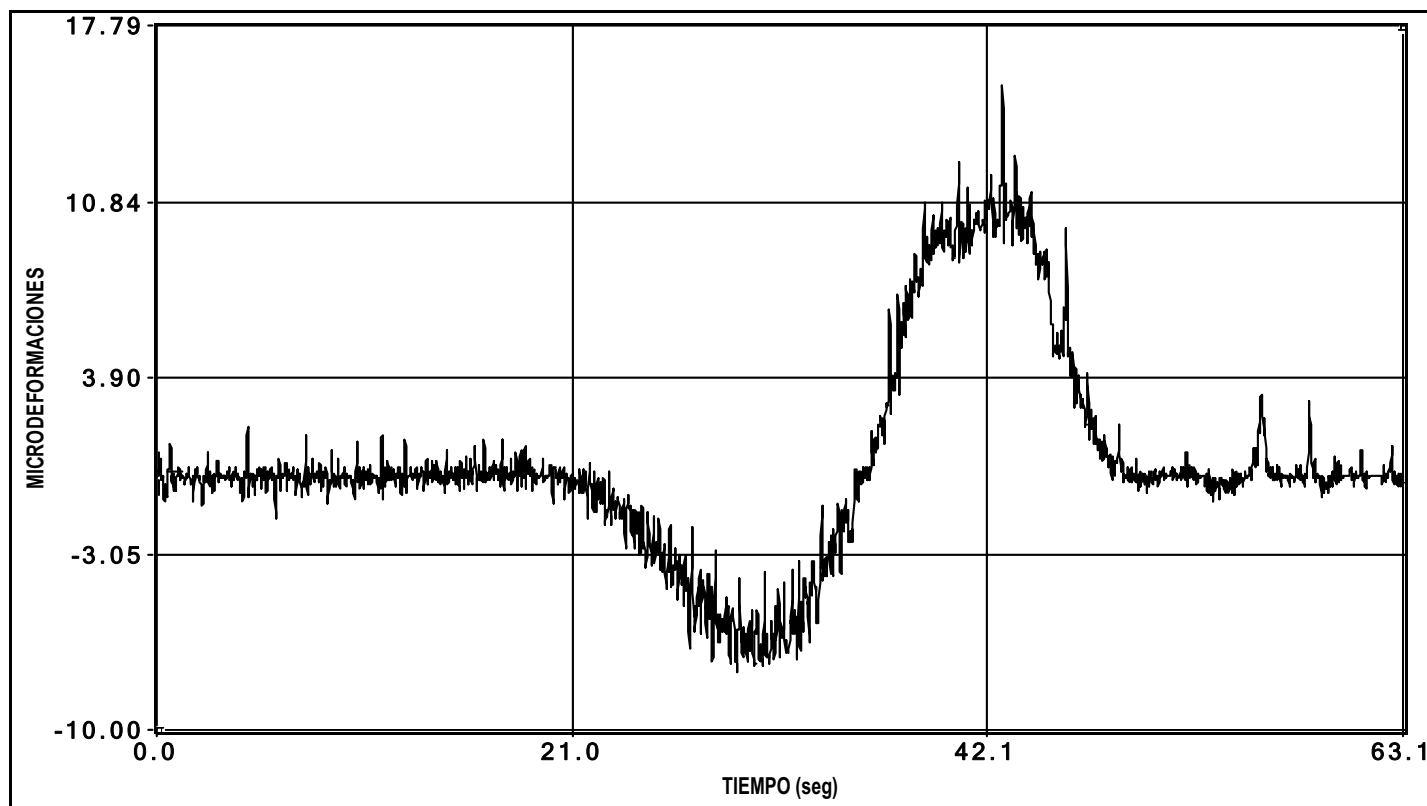
canal 9 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\00000001.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:36



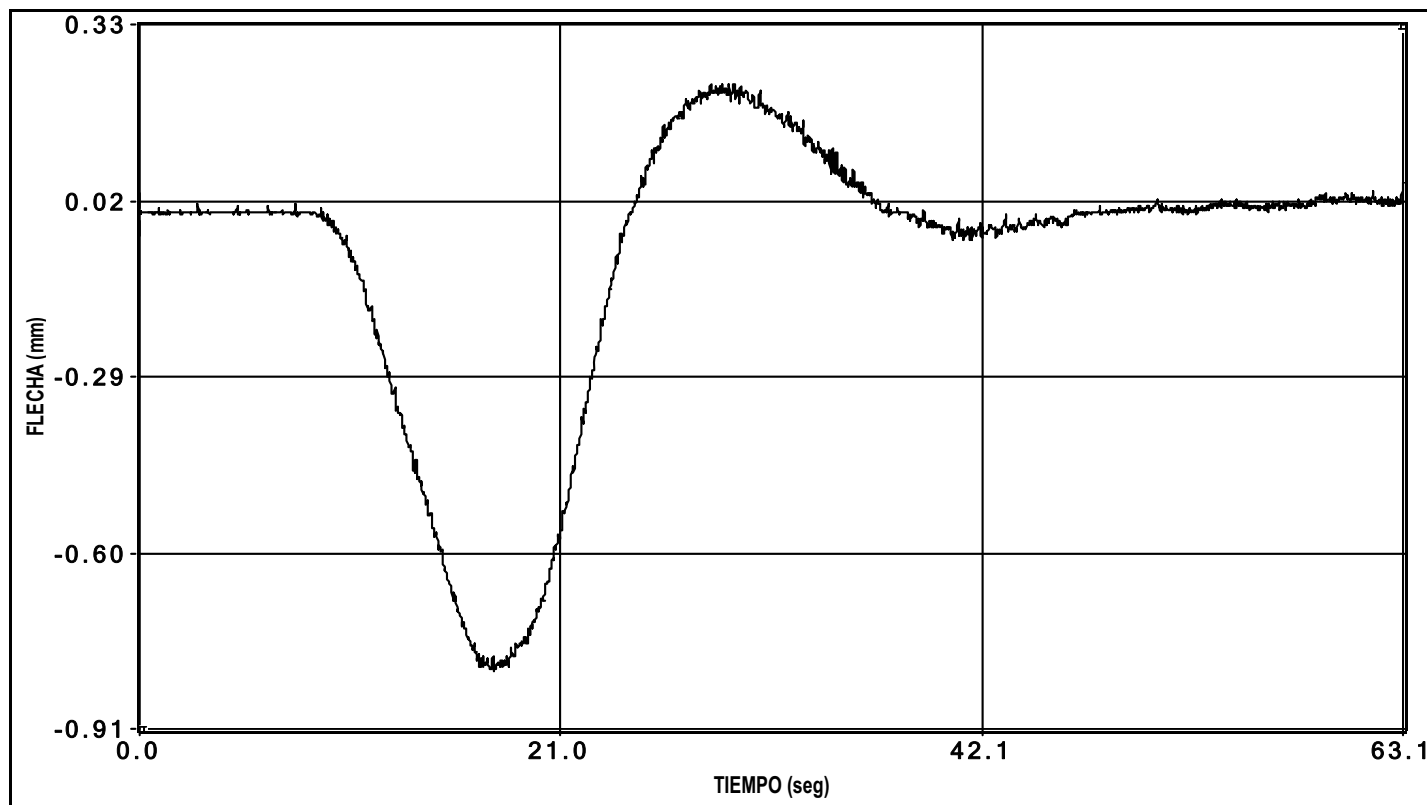
canal 10 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\00000001.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:36



canal 13 deformacion

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CF-1)\Datos\00000001.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:36

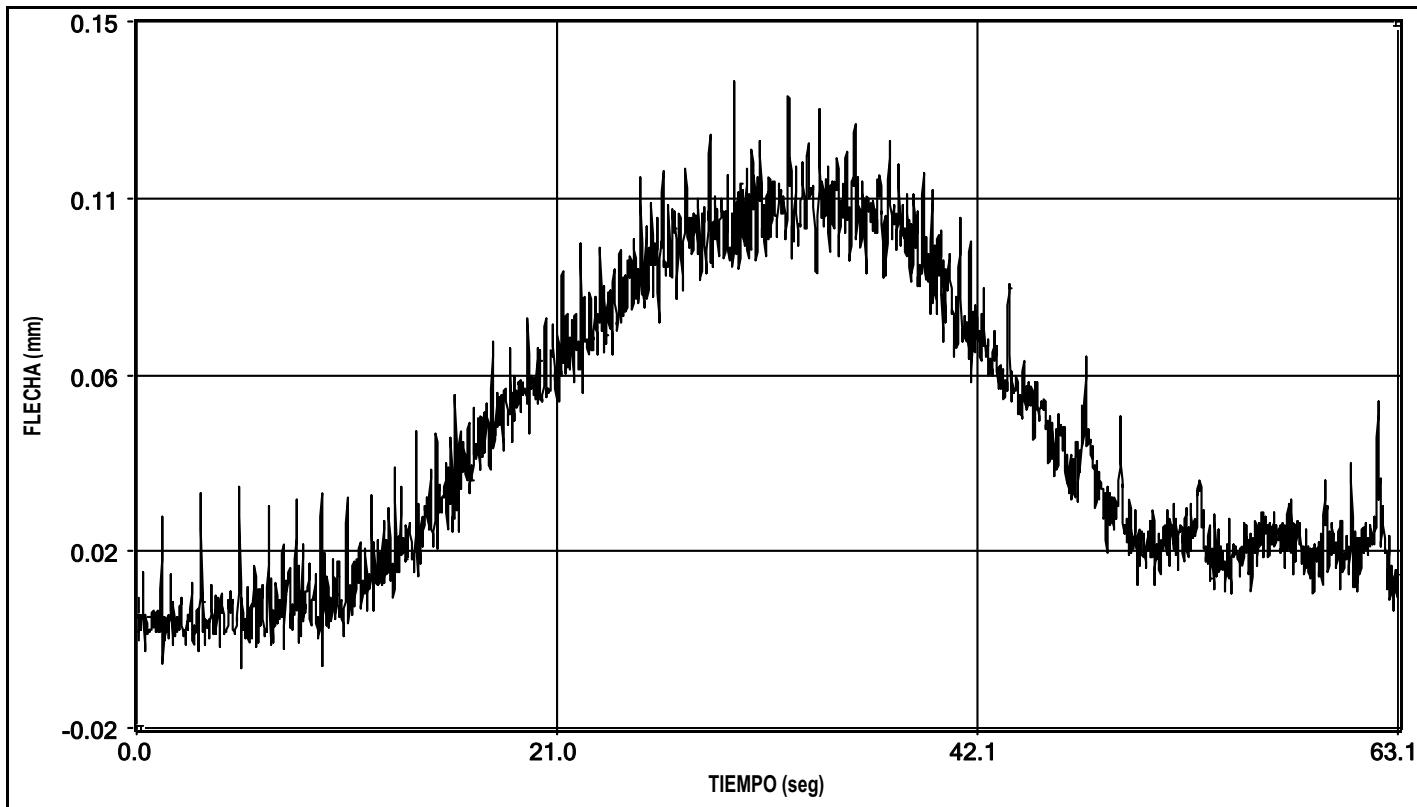


canal 14 flecha

PRUEBA:

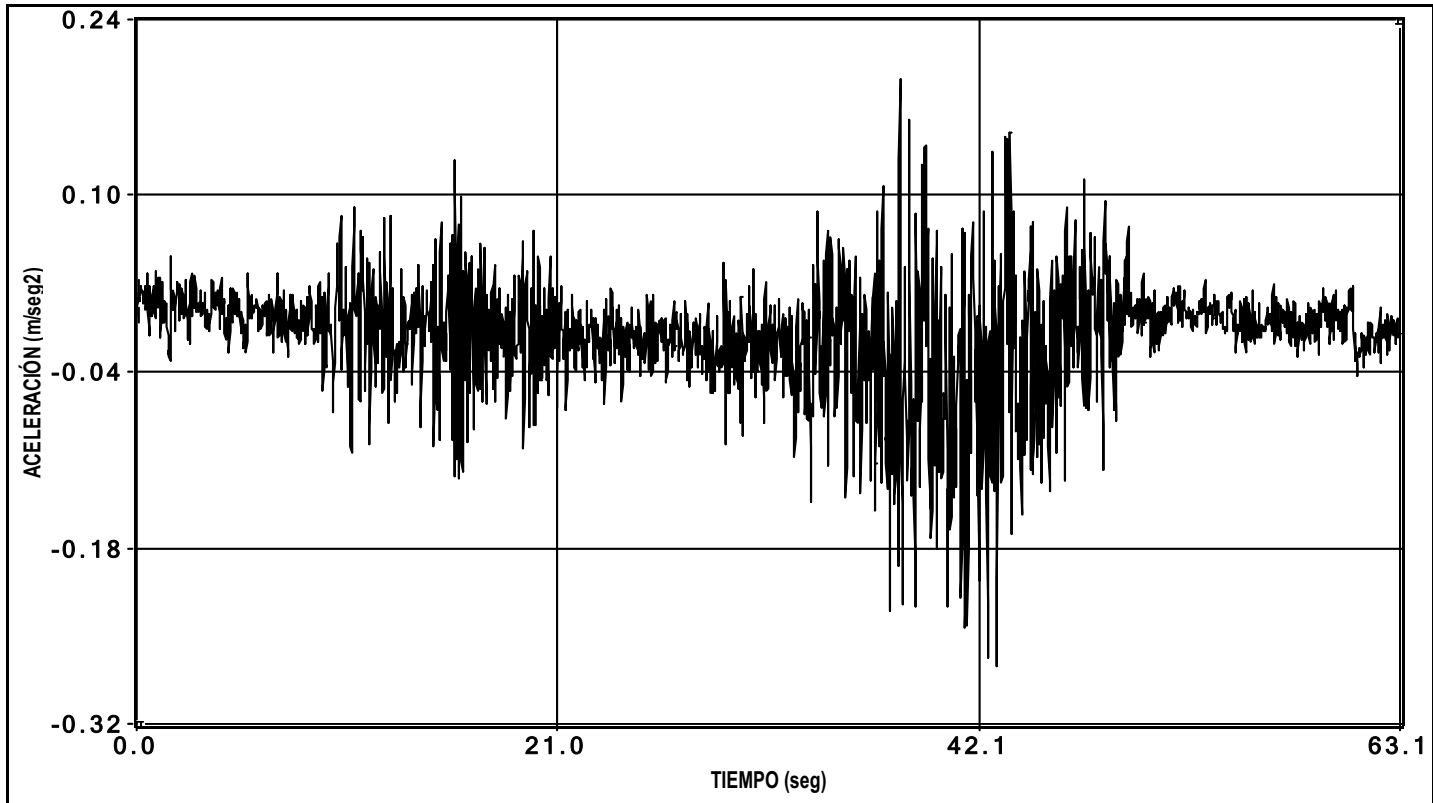
u:\V. CAN LLEQUET (-OC-10002-CE-1)\Datos\0000001.bin

Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:36



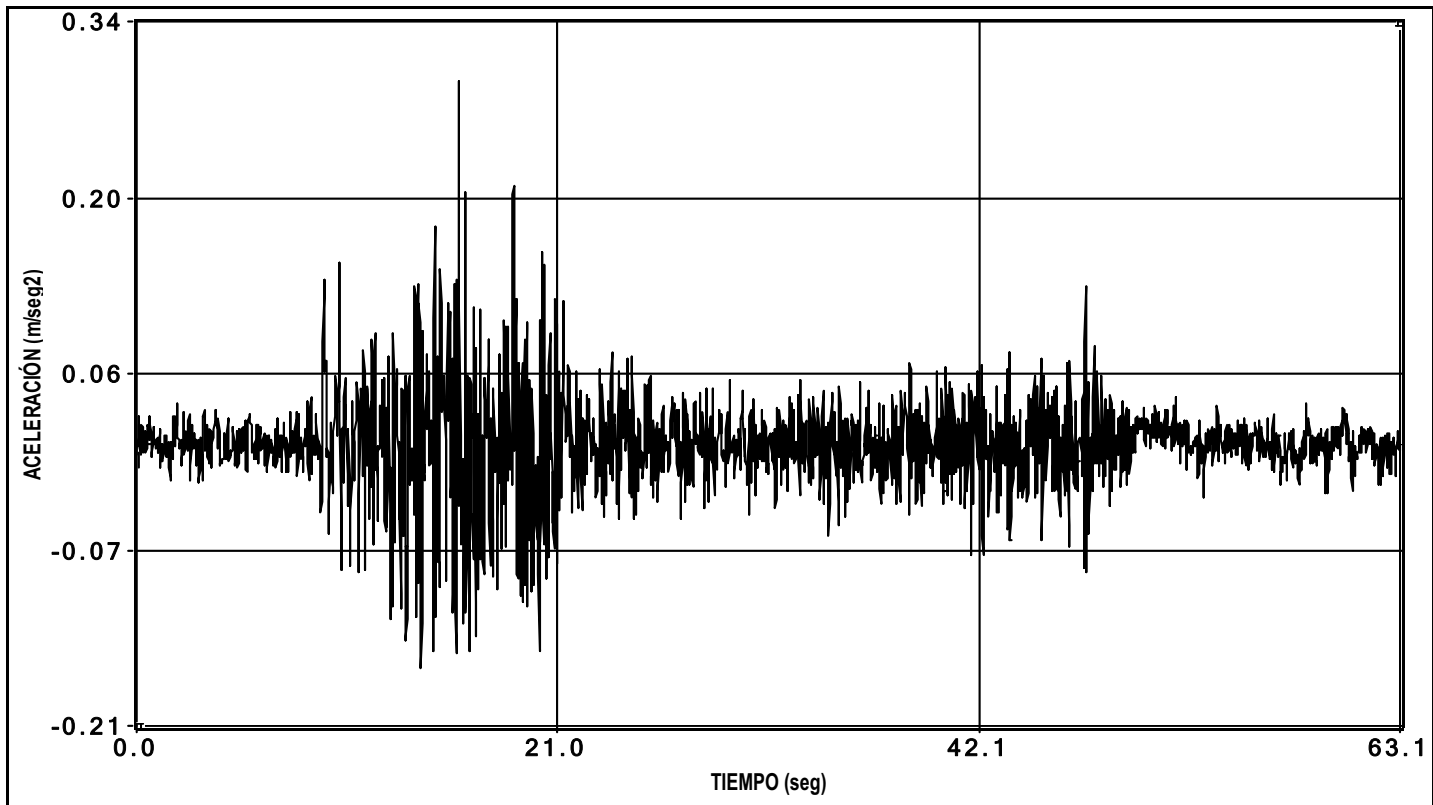
canal 15 flecha

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\00000001.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:36



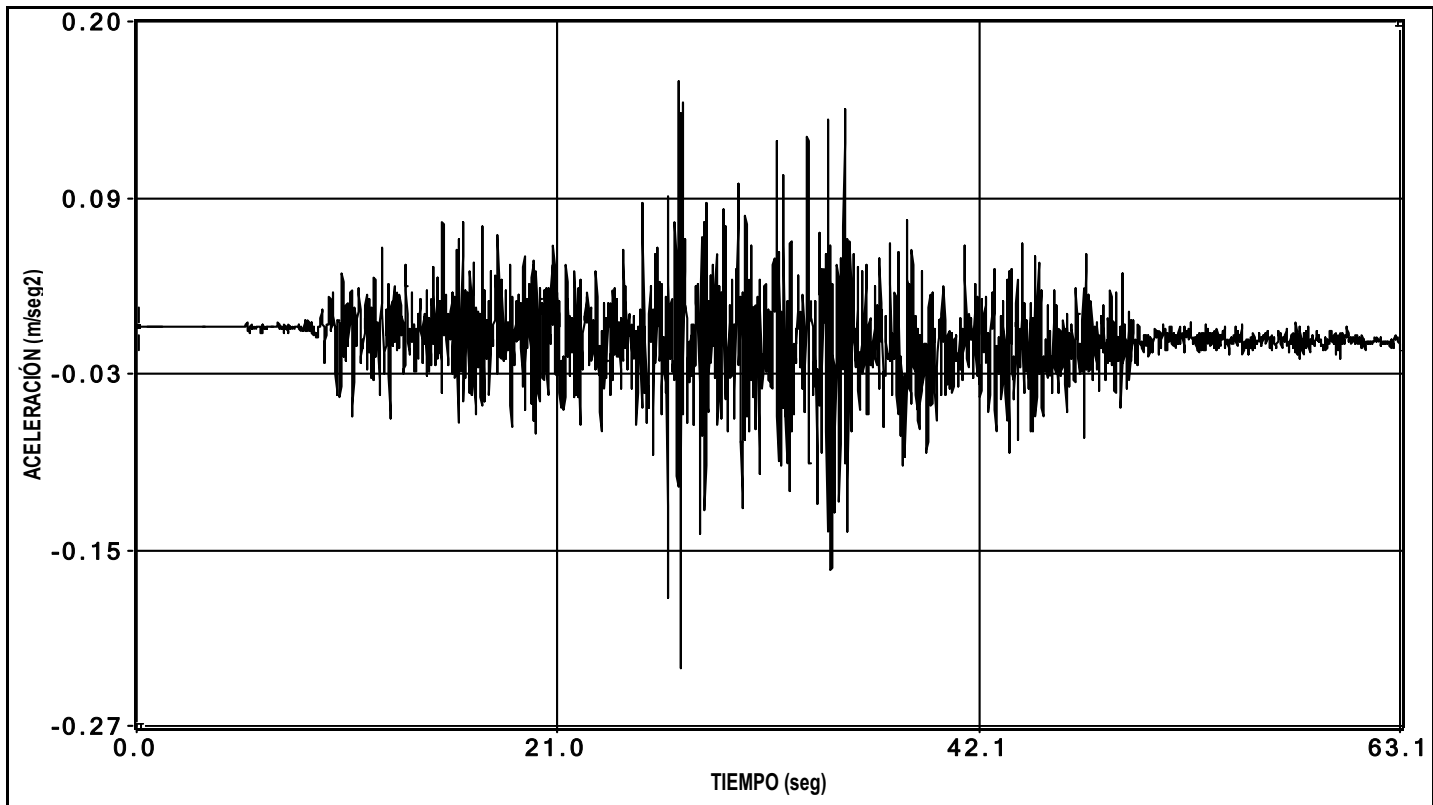
canal 30 aceleracion

PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\00000001.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:36



canal 31 aceleracion

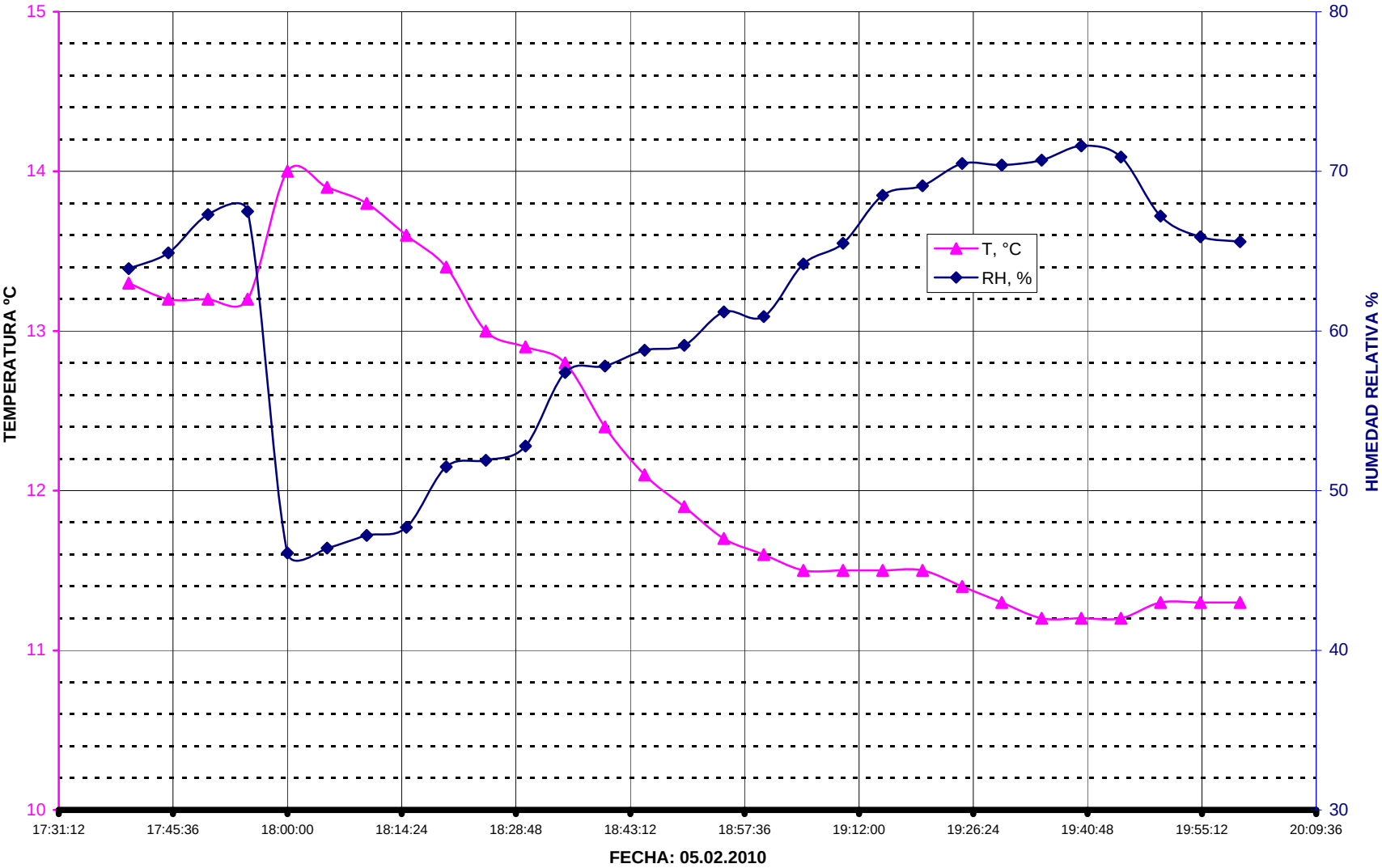
PRUEBA: u:\V. CAN LLEGUET (I-OC-10002-CE-1)\Datos\00000001.bin Fecha de la Prueba: 05/02/2010 // Hora de grabación: 19:36



canal 32 aceleracion

GRÁFICO DE HUMEDAD Y TEMPERATURA

TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DURANTE LA PRUEBA DE CARGA DEL VIADUCTO CAN LLEGUET
PERTENECIENTE A LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-
FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS.





Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE-1

ANEJO 5: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

DOCUMENTACIÓN RELATIVA A LA INSPECCIÓN PRELIMINAR

Fotografía N°1:
Vista superior del tablero
dirección Riudellots.



Fotografía N°2:
Vista superior del tablero
dirección Barcelona.



Fotografía N°3:
Vista inferior.



Fotografía N°4:
Alzado derecho.



Fotografía N°5:
Alzado izquierdo.



Fotografía N°6:
Vista del material de vía.



Fotografía N°7:
Detalle de sujeción del carril.



Fotografía N°8:
Vista del lado derecho de la plataforma.



Fotografía N°9:
Vista del lado izquierdo de la plataforma.



Fotografía N°10:
Vista del estribo de entrada.



Fotografía N°11:
Vista del estribo de salida.



Fotografía N°12:
Eflorescencias en el tablero del vano 1.



Fotografía N°13:
Pintadas en el estribo 2.



Fotografía N°14:
Pintadas en el estribo de entrada.



Fotografía N°15:
Eflorescencias en el vano 1.



Fotografía N°16:
Imbornales con longitud
insuficiente.



Fotografía N°17:
Humedades y filtraciones en el
estribo de entrada.



Fotografía N°18:
Desconchón en el vano 2.



Fotografía N°19:
Humedades y filtraciones E-2.



Fotografía N°20:
Nido de grava E-2.



DOCUMENTACIÓN RELATIVA A LA PRUEBA DE CARGA

Fotografía N°1:
Anillo en estribo 1.



Fotografía N°2:
Anillo en estribo 2.



Fotografía N°3:
Anillo en pila 1.



Fotografía N°4:
Anillo en pila 2.



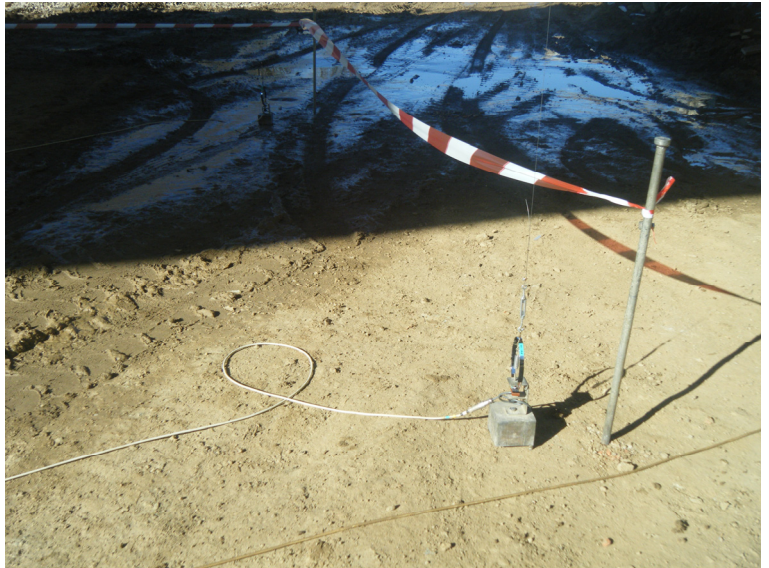
Fotografía N°5:
Anillos en vano 1.



Fotografía N°6:
Anillos en vano 2.



Fotografía N°7:
Anillos en vano 3.



Fotografía N°8:
Banda en vano 2.



Fotografía N°9:
Banda en vano 3.



Fotografía N°10:
Acelerómetro en vano 1.



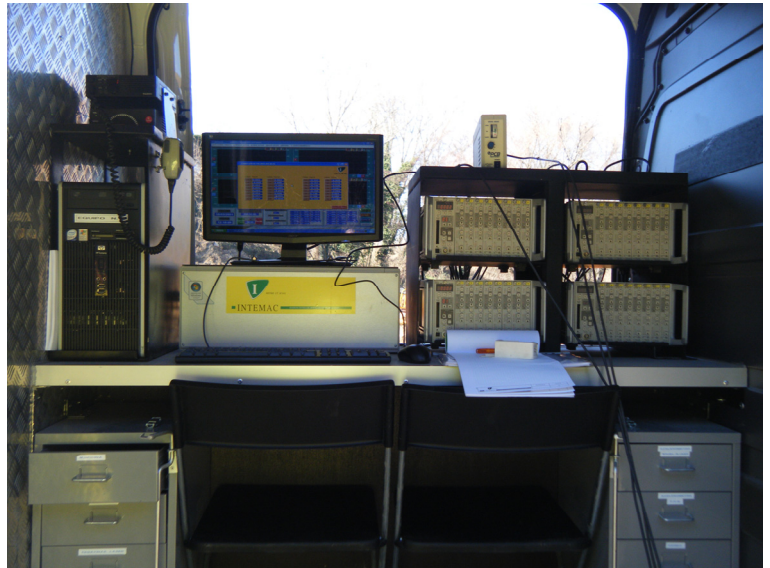
Fotografía N°11:
Acelerómetro en vano 2.



Fotografía N°12:
Acelerómetro en vano 3.



Fotografía N°13:
Equipo.



Fotografía N°14:
Estática 1.



Fotografía N°15:
Estática 2.



ANEJO 6: ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

MODELO A2 DE ACTA DE PRUEBA DE CARGA

TIPO DE PRUEBA : Recepción de obra nueva **FECHA DE PRUEBA:** 05/02/2010

IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA

ADMINISTRADOR:	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (A.D.I.F.)
LÍNEA:	Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa
TRAMO:	La Roca-Riudellots; Subtramo: La Roca del Vallés – Llinars del Vallés
P.K.:	Obra: 401+855; Línea: 657+342
PROVINCIA:	Barcelona
DENOMINACIÓN:	Viaducto de Can Lleguet
REFERENCIA :	0175VI02
DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA O PARTE DE ELLA:	Viaducto de 79 m de longitud que se compone de 3 vanos de luces 23 m los extremos y 33 m el central. El tablero es hiperestático, de hormigón postesado hormigonado in situ, simétrico respecto de un eje vertical. Está compuesto por una losa central aligerada de 2,25 m de canto máximo en el eje, de la que parte un voladizo superior a cada lado. El ancho inferior de la losa es de 5,50 m aumentando hasta su unión con los voladizos. La anchura total del tablero es de 14,00 m. El canto de los voladizos es de 20 cm en los bordes. Los aligeramientos son dos de 1,70 m de diámetro, no realizados sobre los apoyos. La cara superior del tablero tiene una pendiente del 2 % desde el centro hasta los bordes.

ASISTENTES

NOMBRES	ENTIDAD
Fco. Javier de la Cuerda del Olmo	INTEMAC

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Temperatura: entre 11°C y 14°C	Humedad relativa: entre 46% y 72%
--------------------------------	-----------------------------------

PUNTOS DE MEDIDA INSTALADOS

		Vano 1	Vano 2	Vano 3	Totales
FLECHAS	EQUIPO ÓPTICO	0	0	0	0
	TRANS. DE DESPLAZAMIENTO	3	3	4	10
DEFORMACIONES UNITARIAS	BANDAS EXTENSOMÉTRICAS	1	1	1	3
REGISTRO DE VIBRACIONES	ACELERÓMETROS	1	1	1	3
OTROS					

TRENES DE CARGA UTILIZADOS

VEHÍCULO		NÚMERO	MATRÍCULA	PESO UNITARIO (t.)	
PREVISTO	REAL			PREVISTO	REAL
LOCOMOTORA	LOCOMOTORA	2		120,00	120,00
TOLVA	TOLVA	4		80,00	80,00
PORCENTAJE DE SOLICITACIÓN RESPECTO A INSTRUCCIÓN: 55% en momentos flectores positivos y 44% en negativos					
SENTIDO DE CIRCULACIÓN PARA LAS PRUEBAS DINÁMICAS : Sentido Barcelona – Girona					
HORARIO DE COMIENZO: 17:40 h					

RESULTADOS BÁSICOS ALCANZADOS EN LA ESTRUCTURA

			Vano	1	2	3	
PORCENTAJE DE RESPUESTA RESPECTO AL PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA	Estática	En general	Flechas	88%	106%	105%	
			Deformaciones unitarias	---(2)	---(2)	85%	
	Dinámica	Pruebas simplificadas	Flechas				
			Deformaciones unitarias				
PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Estática	En general	Flechas	98%	97%	98%	
			Deformaciones unitarias	---(2)	---(2)	94%	
ANOMALÍAS EN LA INSPECCIÓN VISUAL: Ninguna							
OBSERVACIONES:		(1) Los registros obtenidos no permitieron la medición de la frecuencia fundamental del tablero (2) Las bandas extensométricas colocadas en estos vanos no funcionaron					
CONDICIONES DE PUESTA EN SERVICIO:		APTO	X	NO APTO		RESTRICCIONES	

Firma de los Asistentes

Fco. Javier de la Cuerda



ANEJO 7: FICHA DE SEGUIMIENTO

MODELO A1 DE COMUNICACIÓN DE INSPECCIONES AL REGISTRO

TIPO DE INSPECCIÓN	PRINCIPAL	FECHA DE INSPECCIÓN	05/02/2010
--------------------	-----------	---------------------	------------

IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA	
ADMINISTRADOR	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS (A.D.I.F.)
LÍNEA	L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA
TRAMO	LA ROCA DEL VALLÉS-RIUDELLOTS DE LA SELVA (SUBTRAMO:LA ROCA - LLINARS)
P.K.	Obra: 401+855; Línea: 657+342
PROVINCIA	BARCELONA
DENOMINACIÓN	VIADUCTO DE CAN LLEGUET
REFERENCIA	0175VI02
AÑO APROXIMADO DE CONSTRUCCIÓN	2008

DATOS DEL RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN					
ENTIDAD	INTEMAC				
INGENIERO RESPONSABLE	FCO. JAVIER DE LA CUERDA DEL OLMO				
DIRECCIÓN	C/ BRONCE Nº 26 y 28. 28850 TORREJÓN DE ARDOZ (MADRID)				
TELÉFONO	91 675 31 00	FAX	91 677 41 45	E-MAIL	dlc@intemac.es

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y TIPOLOGÍA					
Nº DE VANOS	3	LUCES DE CADA VANO (m):	23+33+23		
LONGITUD TOTAL (m):	79,00				
OBSTÁCULO SALVADO	CARRETERA ☐	FF.CC. ☐	CAUCE ☒		
	OTROS ☐		ÁNGULO DE INCIDENCIA (°) ☐		
LÍNEA ELECTRIFICADA	SI ☒	NO ☐			
VÍA	ÚNICA ☐	DOBLE ☒	Nº DE VÍAS: 2		
	SOLDADA ☒	CON JUNTAS ☐			
	ENCARRILADORA ☐	SI ☐	NO ☒		
	CONTRACARRILES ☐	SI ☐	NO ☒		
	APARATOS DE DILATACIÓN ☐	SI ☐	NO ☐		
	RECTA ☒	CURVA A DCHA. ☐	CURVA A IZQ. ☐		
TIPOLOGÍA DE PUENTE	METÁLICO ☐				
	FÁBRICA ☐				
	HORMIGÓN ☒	TRAMOS EN ARCO ☐			
	OTROS ☐	TRAMOS RECTOS ☒			
TIPO DE MATERIAL	ESTRIBOS	HORMIGÓN ☒	PIEDRA ☐	LADRILLO ☐	
	PILAS	HORMIGÓN ☒	PIEDRA ☐	LADRILLO ☐	METÁLICAS ☐
	ARCOS	HORMIGÓN ☐	PIEDRA ☐	LADRILLO ☐	METÁLICAS ☐
	TABLERO	HORMIGÓN ☒	LOSA ☒	VIGAS ☐	CAJÓN ☐
		METÁLICO ☐	VIGAS ALMA LLENA ☐	CELOSIA ☐	

DAÑOS DE CLASE 1						
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE DAÑOS	LOCALIZADO O GENERALIZADO	PLAZO DE REPARACIÓN (meses)	LIMITACIÓN DE CIRCULACIÓN	REQUIERE INSPECCIÓN ESPECIAL	
A ESTRIBO nº	A GOLPES, ROTURAS	L	6	A VELOCIDAD	SI	
B PILA nº	B FISURAS, GRIETAS		12	B CARGAS		
C ARCO nº	C DESCALCES EN CIMENTACIONES	G	24	C GÁLIBO	NO	
D TABLERO METÁLICO nº	D DESPLOMES, BASCULAMIENTOS	DAÑOS DETECTADOS:	36	D SEÑALIZAR		
E TABLERO DE HORMIGÓN nº	E OXIDACIONES, CORROSIONES					
F VÍA I, II, ...	F ASIENTOS, DESNIVELACIONES					
G OTROS	G OTROS					

EVALUACIÓN GLOBAL DE DAÑOS RESPECTO A LA INSPECCIÓN ANTERIOR		
SIN EVOLUCIÓN ☐	POCO IMPORTANTE ☐	IMPORTANTE ☐

RESULTADO DE LA INSPECCIÓN	
FAVORABLE ☒	DESFAVORABLE (CON DAÑOS DE CLASE 1) ☐

Firma del Inspector



FCO. JAVIER DE LA CUERDA DEL OLMO
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA

IDENTIFICACIÓN

ID (Identificador de la estructura)	01VI02_VIADUCTO DE CAN LLEGUET		
P.K. INICIAL	-		
P.K. FINAL	-		
TIPO	Puente (10 m < luz <= 50 m)		▼
SUBTRAMO	1. LA ROCA - LLINARS		▼
FECHA DE LA INSPECCIÓN	5/2/2010		
OBSERVACIONES	P.K.medio: 401+855 (Obra); 1+855 (Tramo).		

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

01VI02_VIADUCTO DE CAN LLEGUET
5/2/2010

DATOS GENERALES

NOMBRE	VIADUCTO DE CAN LLEGUET
TIPOLOGÍA GENERAL	TABLERO EN CAJÓN ▼
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA CONTINUA ▼
Nº DE VÍAS	2
VELOCIDAD MÁXIMA (km/h)	
TIPO DE ACCESO	VEHÍCULO AUTOMOVIL ▼
OBSTÁCULO SALVADO	CAMINO, VÍA PECUARIA O PASO DE FAUNA ▼
NOMBRE OBSTÁCULO SALVADO	
OTRO OBSTÁCULO SALVADO	▼
NOMBRE OTRO OBSTÁCULO SALVADO	
OBSERVACIONES	

**INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA**

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

01VI02_VIADUCTO DE CAN LLEGUET
5/2/2010

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

LONGITUD TOTAL (m)	79.00		
Nº DE VANOS	3		
LONGITUD MEDIA DEL VANO (m)	26.33		
LUZ DE CADA VANO (m)	23+33+23		
ALTURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	8.70		
ANCHURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	14.00		
ALTURA MÁXIMA DE PILAS (m)	6.51		
ANCHURA MÁXIMA DE PILAS (m)	3.40		
ESPEJOR MÁXIMO DE PILAS (m)	2.00		
GÁLBO INFERIOR (m)	6.00		
ANCHURA MÁXIMA DE TRAMOS (m)	14.00		
CANTO MÁXIMO DE TRAMOS EN CENTRO DE VANOS (m)	2.25		
Nº DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN EL TRAMO			
SEPARACIÓN ENTRE ELEMENTOS PRINCIPALES (m)			
CANTO DE ELEMENTOS PRINCIPALES	CONSTANTE	▼	
CANTO MÁXIMO DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN CENTRO DE VANOS (m)	2.25		
GÁLBO IZQUIERDO (m)			
GÁLBO DERECHO (m)			
ENTREVÍA (m)	4.700		
TRAZADO DE VÍA EN PLANTA (m)		R (recto)	▼
PERALTE DE VÍA DE ENTRADA (m)			
PERALTE DE VÍA DE CENTRO (m)			
PERALTE DE VÍA DE SALIDA (m)			
OBSERVACIONES			

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

01VI02_VIADUCTO DE CAN LLEGUET
5/2/2010

MATERIALES

MATERIAL CONSTITUYENTE	HORMIGÓN PRETENSADO	▼
------------------------	---------------------	---

TRAMOS

TIPOLOGÍA DE TRAMOS	TABLERO EN CAJÓN	▼
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL DE TRAMOS	VANOS DISCONTINUOS	▼
MATERIAL EN TRAMOS	HORMIGÓN PRETENSADO	▼
IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURA DE TRAMOS	SI	▼
ELEMENTOS DE DRENAJE EN TRAMOS	LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	▼

ESTRIBOS

TIPOLOGÍA DE ESTRIBOS	MUROS FRONTAL Y EN VUELTAS	▼
MATERIAL BASE EN ESTRIBOS	HORMIGÓN ARMADO O EN MASA	▼
PROTECCIÓN EN PIE DE ESTRIBOS	NO EXISTE	▼
TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN ESTRIBOS	ENCEPADO Y PILOTES	▼
MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE ESTRIBOS	HORMIGÓN ARMADO O EN MASA	▼

PILAS

TIPOLOGÍA DE PILAS	TABIQUE	▼
SECCIÓN DE PILAS	VARIABLE	▼
TAJAMARES	NO	▼
MATERIAL BASE EN PILAS	HORMIGÓN ARMADO O EN MASA	▼
TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN PILAS	ENCEPADO Y PILOTES	▼
MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE PILAS	HORMIGÓN ARMADO O EN MASA	▼

APARATOS Y JUNTAS DE DILATACIÓN

APARATOS DE APOYO	TIPO POT	▼
JUNTAS DE DILATACIÓN	AMBOS ESTRIBOS	▼
TIPOLOGÍA DE JUNTAS DE DILATACIÓN	MURETES GUARDABALASTO Y CUBREJUNTAS	▼
APARATOS DE DILATACIÓN DE CARRILES	NO EXISTEN	▼

VARIOS

PASEOS DE SERVICIO	AMBOS LADOS	▼
--------------------	-------------	---

OBSERVACIONES

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

01VI02_VIADUCTO DE CAN LLEGUET
5/2/2010

ESTADO ACTUAL ESTRIBOS

Punzonado bajo apoyos	0: No existen defectos	▼
Daños en unión frente y laterales	0: No existen defectos	▼
Juntas degradadas	0: No existen defectos	▼
Golpes y roturas	0: No existen defectos	▼
Fisuras y grietas	0: No existen defectos	▼
Coqueras y nidos de grava	0: No existen defectos	▼
Meteorización y degradación	0: No existen defectos	▼
Desprendimientos	0: No existen defectos	▼
Carbonatación y desagregación	0: No existen defectos	▼
Armaduras vistas someras	0: No existen defectos	▼
Corrosión y disgregación	0: No existen defectos	▼
Humedades y filtraciones	1: Defectos con incidencia en la estética	▼
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	0: No existen defectos	▼
Desagüe de mechinales		▼
Abombamientos	0: No existen defectos	▼
Desplomes o basculamientos		▼
Asentamientos	0: No existen defectos	▼
Descalces	0: No existen defectos	▼
Socavaciones	0: No existen defectos	▼
Depósitos en coronación	0: No existen defectos	▼
Daños en coronación	0: No existen defectos	▼
Daños en espaldón	0: No existen defectos	▼
Balasto encastrado	0: No existen defectos	▼
Daños en protección de pie de estribos	0: No existen defectos	▼
Daños en cimentaciones vistas		▼
Vegetación aflorando	0: No existen defectos	▼
Vegetación adosada	0: No existen defectos	▼
OBSERVACIONES ESTRIBOS	Se han observado pintadas en los hastiales.	
ESTADO GENERAL ESTRIBOS	1: Defectos con incidencia en la estética	▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

01VI02_VIADUCTO DE CAN LLEGUET
5/2/2010

ESTADO ACTUAL ALETAS O MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO

Daños en unión frente y laterales	0: No existen defectos	▼
Juntas degradadas		▼
Golpes y roturas	0: No existen defectos	▼
Fisuras y grietas	0: No existen defectos	▼
Coqueras y nidos de grava	2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼
Meteorización y degradación	0: No existen defectos	▼
Desprendimientos	0: No existen defectos	▼
Carbonatación y desagregación	0: No existen defectos	▼
Armaduras vistas someras	0: No existen defectos	▼
Corrosión y disgregación	0: No existen defectos	▼
Humedades y filtraciones	0: No existen defectos	▼
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	0: No existen defectos	▼
Desagüe de mechinales		▼
Abombamientos	0: No existen defectos	▼
Desplomes o basculamientos	0: No existen defectos	▼
Asentamientos	0: No existen defectos	▼
Descalces	0: No existen defectos	▼
Socavaciones	0: No existen defectos	▼
Depósitos en coronación	0: No existen defectos	▼
Daños en coronación	0: No existen defectos	▼
Daños en protección de pie de estribos	0: No existen defectos	▼
Daños en cimentaciones vistas		▼
Vegetación aflorando	0: No existen defectos	▼
Vegetación adosada	0: No existen defectos	▼
OBSERVACIONES ALETAS	Se han observado pintadas en la aleta derecha del estribo de entrada.	
ESTADO GENERAL ALETAS	2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼ a

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

01VI02_VIADUCTO DE CAN LLEGUET
5/2/2010

ESTADO ACTUAL PILAS

Punzonado bajo apoyos	0: No existen	▼
Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas	0: No existen	▼
Golpes y roturas	0: No existen	▼
Fisuras y grietas	0: No existen	▼
Coqueras y nidos de grava	0: No existen	▼
Meteorización y degradación	0: No existen	▼
Desprendimientos	0: No existen	▼
Carbonatación y desagregación		▼
Armaduras vistas someras	0: No existen	▼
Corrosión y disgregación	0: No existen	▼
Humedades y filtraciones	0: No existen	▼
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	0: No existen	▼
Abombamientos	0: No existen	▼
Desplomes o basculamientos		▼
Asentamientos	0: No existen	▼
Descalces	0: No existen	▼
Socavaciones	0: No existen	▼
Depósitos en coronación	0: No existen	▼
Daños en coronación	0: No existen	▼
Daños en cimentaciones vistas	0: No existen	▼
Vegetación aflorando	0: No existen	▼
Vegetación adosada	0: No existen	▼

OBSERVACIONES PILAS

ESTADO GENERAL PILAS

0: No existen



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

01VI02_VIADUCTO DE CAN LLEGUET
5/2/2010

ESTADO ACTUAL APARATOS DE APOYO

Envejecimiento	0: No existen	▼
Corrosión	0: No existen	▼
Suciedad y aterramiento	0: No existen	▼
Bloqueo o encastramiento	0: No existen	▼
Desplazamiento o deslizamiento	0: No existen	▼
Aplastamiento	0: No existen	▼
Reglaje incorrecto	0: No existen	▼
Desnivelaciones	0: No existen	▼
Falta de contacto	0: No existen	▼
Cunas de apoyo deterioradas	0: No existen	▼
Vegetación adosada	0: No existen	▼

OBSERVACIONES APARATOS DE APOYO

ESTADO GENERAL APARATOS DE APOYO

0: No existen ▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)

01VI02_VIADUCTO DE CAN LLEGUET

FECHA DE LA INSPECCIÓN

5/2/2010

<u>ESTADO ACTUAL ESTRUCTURA DE TRAMOS</u>		
Pintura envejecida y desprendida	0: No existen	▼
Oxidación superficial	0: No existen	▼
Corrosiones locales activas	0: No existen	▼
Entalladuras y pérdidas de sección		▼
Elementos metálicos deformados o rotos		▼
Tornillos flojos o faltan		▼
Soldaduras fisuradas		▼
Fisuras y grietas longitudinales bóvedas		▼
Fisuras y grietas transversales clave		▼
Fisuras y grietas transversales riñones		▼
Fisuras y grietas transversales arranques		▼
Fisuras y grietas longitudinales tímpanos		▼
Fisuras y grietas verticales tímpanos		▼
Separación y filtraciones tímpano-bóveda		▼
Fisuras y grietas longitudinales losas		▼
Fisuras y grietas transversales losas		▼
Fisuras y grietas verticales losas		▼
Fisuras y grietas longitudinales en alas superiores vigas		▼
Fisuras y grietas transversales en alas superiores vigas		▼
Fisuras y grietas longitudinales conexión alas-alma		▼
Fisuras y grietas transversales alma vigas	0: No existen	▼
Fisuras y grietas inclinadas alma vigas	0: No existen	▼
Fisuras y grietas longitudinales alma vigas	0: No existen	▼
Fisuras y grietas longitudinales ala inferior	0: No existen	▼
Fisuras y grietas transversales ala inferior	0: No existen	▼
Fisuras y daños en testeros		▼
Golpes y roturas	1: Defectos con incidencia en la estética	▼
Coqueras y nidos de grava	0: No existen	▼
Meteorización y degradación	0: No existen	▼
Desprendimientos	0: No existen	▼
Carbonatación y desagregación	0: No existen	▼
Armaduras vistas someras	0: No existen	▼
Corrosión y disgregación	0: No existen	▼
Humedades y filtraciones	0: No existen	▼
Desagües obturados	0: No existen	▼
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	1: Defectos con incidencia en la estética	▼
Abombamientos	0: No existen	▼
Asentamientos y desnivelaciones	0: No existen	▼
Juntas longitudinales degradadas		▼
Juntas transversales degradadas	0: No existen	▼
Vegetación aflorando	0: No existen	▼
Vegetación adosada	0: No existen	▼
OBSERVACIONES ESTRUCTURA DE TRAMOS		
<u>ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS</u>	1: Defectos con incidencia en la estética	▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

01VI02_VIADUCTO DE CAN LLEGUET
5/2/2010

ESTADO ACTUAL RESTO DE ELEMENTOS

Impermeabilización	0: No existen	▼
Drenaje longitudinal	2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼
Drenaje transversal		▼
Muretes guardabalasto	0: No existen	▼
Juntas de dilatación	2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼
Juntas de longitudinales		▼
Conducciones y canaletas	0: No existen	▼
Anclajes de postes	0: No existen	▼
Barandillas	0: No existen	▼

OBSERVACIONES RESTO DE ELEMENTOS

ESTADO GENERAL RESTO DE ELEMENTOS

2: Defectos con riesgo de evolución patológica ▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

01VI02_VIADUCTO DE CAN LLEGUET
5/2/2010

ESTADO ACTUAL

ESTADO GENERAL

ESTADO GENERAL ESTRIBOS

ESTADO GENERAL ALETAS

ESTADO GENERAL PILAS

ESTADO GENERAL APARATOS DE APOYO

ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS

ESTADO GENERAL RESTO DE ELEMENTOS

OBSERVACIONES

2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼
1: Defectos con incidencia en la estética	
2: Defectos con riesgo de evolución patológica	
0: No existen	
0: No existen	
1: Defectos con incidencia en la estética	
2: Defectos con riesgo de evolución patológica	

**INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTA FRANCESA**

ID (Identificador de la estructura) 01VI02_VIADUCTO DE CAN LLEGUET

FECHA DE LA INSPECCIÓN

5/2/2010

IDENTIFICACIÓN ARCHIVOS FOTOGRÁFICOS

NOMBRE ARCHIVO

FOTOGRAFÍA Nº 1

FOTOGRAFÍA Nº 2

FOTOGRAFÍA Nº 3

FOTOGRAFÍA Nº 4

FOTOGRAFÍA Nº 5

FOTOGRAFÍA Nº 6

FOTOGRAFÍA Nº 7

FOTOGRAFÍA Nº 8

FOTOGRAFÍA Nº 9

FOTOGRAFÍA Nº 10

FOTOGRAFÍA Nº 11

FOTOGRAFÍA Nº 12

FOTOGRAFÍA Nº 13

FOTOGRAFÍA Nº 14

FOTOGRAFÍA Nº 15

FOTOGRAFÍA Nº 16

OBSERVACIONES



Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE-1

ANEJO 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

**Construcción de la infraestructura y posterior medición
para el control de movimientos por medios topográficos
de las estructuras de la línea de alta velocidad
Madrid - Zaragoza - Barcelona - Frontera Francesa.**

Tramo: La Roca del Vallés – Llinars del Vallés.

Viaducto de Can Lleget

Febrero de 2011

MEMORIA

ÍNDICE

- 1. Criterios para la implantación del sistema.**
- 2. Descripción de los elementos implantados para el control.**
- 3. Instrumental utilizado y método de trabajo:**
 - 3.1. Planimetría**
 - 3.2. Nivelación**
- 4. Viaducto y su ubicación.**
- 5. Descripción de la infraestructura de control.**
- 6. Observación y cálculos:**
 - 6.1. Planimétrica.**
 - 6.2. Altimétrica.**

1. Criterios para la implantación del sistema.

Con el objeto de controlar posibles movimientos en las estructuras se diseña una red de pilares fijos de observación y de bases de nivelación que se situarán, de acuerdo con el criterio acordado, dentro de los terrenos de Adif, ya sea bajo el tablero o dentro de las vallas.

A continuación se enumeran los criterios que deben cumplir las estructuras objeto de control topográfico, así como las características y puntos de control necesarios para cada caso:

- Estructuras que salven cauces de ríos, arroyos, ramblas o vías de comunicación: se controlará el vano o vanos que salvan el obstáculo, los vanos adyacentes y ambos estribos.
- Estructuras hiperestáticas de gran longitud (n° de vanos ≥ 5): en este caso, se ha establecido como criterio el control de varios grupos de vanos a lo largo del puente con el fin de tener un muestreo representativo del comportamiento de la estructura, así como el seguimiento en ambos estribos.
- Estructuras singulares: Se llevará a cabo el control topográfico en los elementos principales del puente, tales como pilas, estribos y arcos.
- Estructuras con pilas con una altura superior a los 20 metros.

De este modo se controlarán, como mínimo, el 50 % de todas las pilas de cada estructura y también a ambos estribos.

1.1 Control planimétrico:

El número de pilares será objeto de un cuidadoso estudio para implantar una red que mejor se adapte a cada estructura y tendrá al menos dos, que deberán ser visibles entre sí, desde los que deberán verse la mayor cantidad de señales de puntería. Por lo tanto la ubicación de las dianas deberá hacerse con relación al proyecto definitivo de distribución de bases. El número de puntos de control en cada estructura dependerá de la tipología de pilas:

- En estructuras con pilas de fuste único se instalará para cada pila una señal de puntería en coronación o cabeza de pila y para pilas con una altura superior a 20 metros, otra señal en pie de pila, a una altura tal que no sea directamente accesible.
- En estructuras con pilas de fuste múltiple se controlará cada fuste extremo, en los mismos puntos que se indican en el caso de pilas de fuste único.

En los estribos se dispondrá de una señal en ambos lados del alzado frontal.

1.2. Control altimétrico:

Para el control altimétrico de la estructura es de fundamental importancia partir de bases de nivelación que no sufran alteraciones en su posición, fijándolas en lugares que no tengan influencia de los movimientos de la estructura ni de los terraplenes que en la mayoría de los casos la continúan.

Al colocar los clavos de nivelación sobre el tablero, que es sin duda lo más indicado para el control, se debe resolver dónde colocar los puntos fijos y que se puedan vincular entre sí de manera simple. En el caso de encontrar por ejemplo roca a una distancia razonable de la estructura donde enclavar la base, no habrá que buscar otra solución.

Pero si lo que antecede y continúa de la estructura es terraplén, lo más probable es que tenga movimientos, haciéndolo inadecuado como referencia fija. Colocar la base en la parte inferior, fuera del terraplén, conlleva el problema de trasladar la cota hasta arriba del tablero. Esto puede resultar muy engorroso y hasta imposible en algunos lugares, además de introducir errores que resultan inaceptables para los resultados esperados.

Lo que se propone es colocar la base de nivelación en la parte inferior, cerca del estribo, y en dicho estribo colocar un clavo de nivelación horizontal. Sobre la estructura colocar otro clavo, coincidiendo lo más posible con la vertical que pasa por el inferior. De esta manera ambos clavos mantendrán la diferencia de altura inalterada ya que están fijados a una misma estructura de hormigón y no será necesario conocer la medida que los separa.

El proceso de medición sería entonces, partir de la base y medir el clavo horizontal. Luego darle al clavo sobre el tablero una cota arbitraria y a partir de éste hacer la nivelación del resto. En controles futuros sólo habrá que verificar si ha habido movimiento relativo entre la base y el clavo inferior. Si se encuentra alguna diferencia, se le aplicará la misma al clavo sobre el tablero y con este nuevo valor se verificará el resto de los clavos.

Es importante que se coloquen dos bases en cada extremo y también dos clavos horizontales a cada lado del estribo para tener control entre ambas bases y detectar si alguna ha sido movida.

El número de puntos de control en cada estructura dependerá, al igual que en la planimetría, del tipo de pilas:

- En estructuras con pilas de fuste único se instalará en coronación, para cada pila, un clavo para nivelación en un lateral de la plataforma.

- En estructuras con pilas de fuste múltiple se instalará en coronación, y para cada pila extrema, un clavo para nivelación en cada lateral de la plataforma.
- En estribos se dispondrán en todos los casos dos clavos para nivelación, uno en cada lateral.

Las bases de nivelación se fijarán a una zapata de hormigón, dos en cada extremo de la estructura. Se emplazarán siempre en terrenos de ADIF y en lo posible en lugares en los que no se corra el riesgo de que sufran alteraciones, manipulación o vandalismo.

2. Descripción de los elementos implantados para el control.

- 2.1. Pilares de observación
- 2.2. Bases de nivelación.
- 2.3. Clavos de nivelación.
- 2.4. Placas de puntería. (dianas)

2.1. Pilares de observación

Están contruidos de hormigón en masa con una base de 1,50 por 1,50 metros y 0,30 de altura; en el centro una columna armada de 315 milímetros de diámetro y un metro de altura se alza sobre la base. Para esto se utiliza un tubo de PVC de 1,20 metros que queda empotrado a la base. En el interior lleva una armadura de 4 hierros de 10mm con cercos del 8 cada 25 cm. En la base se coloca un mallazo de 25 por 25 cm en la parte inferior.

En la parte superior de la columna se ancla el centrado forzoso que consiste en una placa circular de acero inoxidable de 170 milímetros de diámetro y 10 de espesor; en el centro lleva soldado un tornillo de acero inoxidable con rosca Whitworth de paso de 5/8", donde se fija directamente la base nivelante del instrumento de medición o el prisma reflectante.

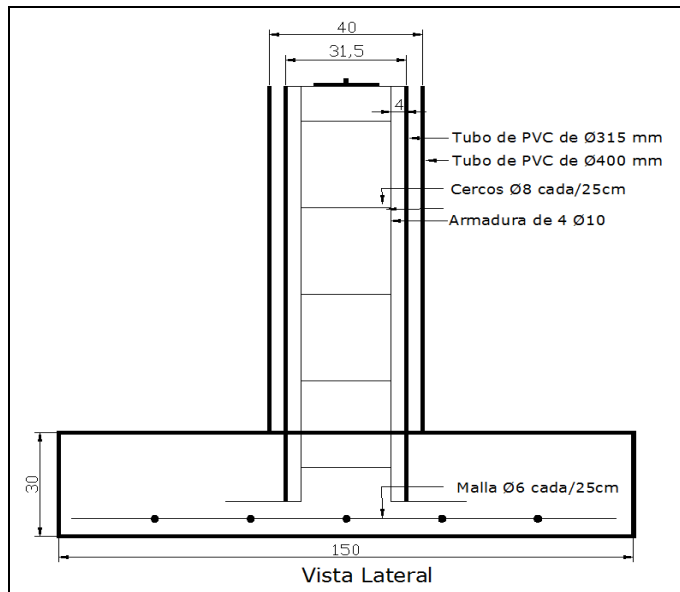
Esta placa se fija por medio de tres anclajes al hormigón del pilar y para su protección se coloca una tapa, también de acero inoxidable, fijada a la base mediante un pasador sujeto la vástago central y un candado de cierre.

Como protección del pilar se coloca un tubo exterior de PVC de 400 milímetros de diámetro separados del central por medio de tiras de poliestireno y poliuretano expandido.

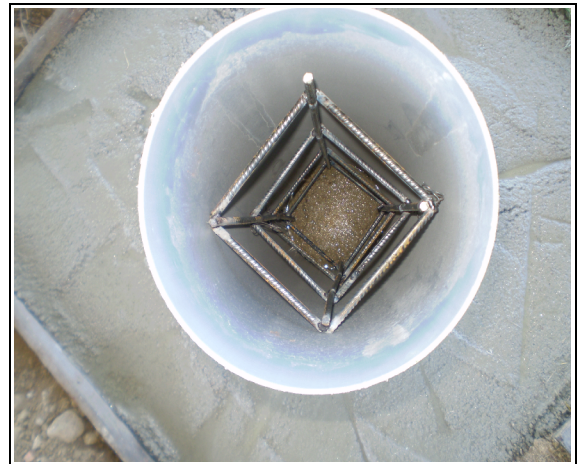
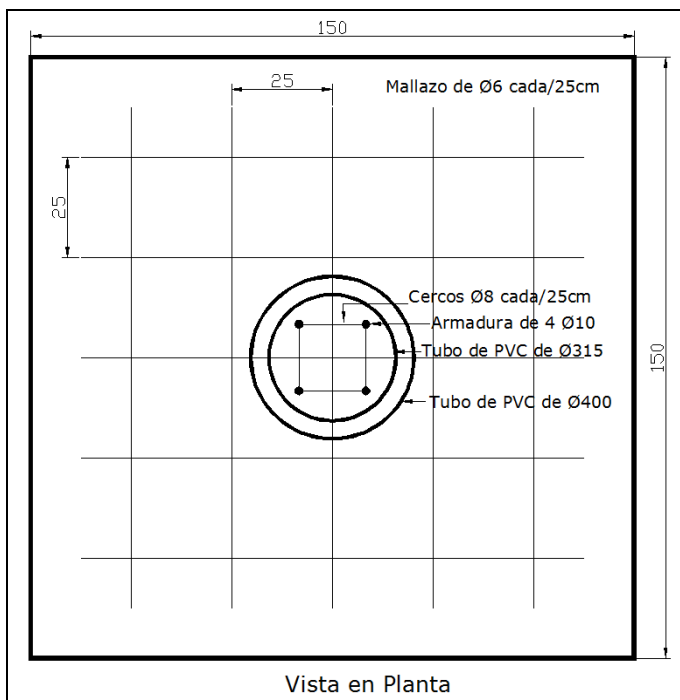
Para una mayor estabilidad del hito se construyen dentro de pozos excavados de la misma dimensión de la base, de tal manera que quedan enterradas y sólo el pilar sobresale.

La altura del pilar por sobre la zapata es de aproximadamente un metro dependiendo del tipo de terreno y la cantidad de hormigón utilizado.

Documento gráfico descriptivo: Pilar de observación.



Para una mayor estabilidad la zapata de hormigón se construye totalmente enterrada.



En el interior lleva una armadura de 4 hierros de 10mm con cercos del 8 cada 25 cm

Documento gráfico descriptivo: Pilar de observación.



Tubo exterior de PVC de 400 milímetros de diámetro separados del central por medio de poliuretano expandido

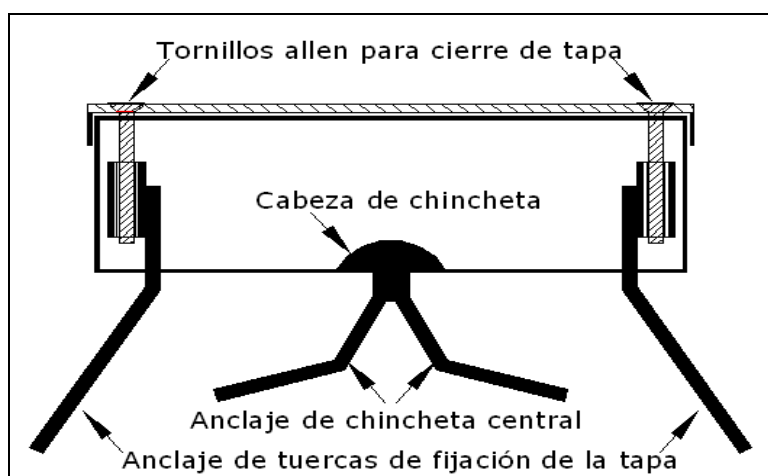


2.2. Base de nivelación

La base de nivelación está formada por una arqueta cilíndrica de acero inoxidable, de diámetro exterior 160 mm y 50 mm de altura. En su interior, en el centro, lleva un clavo de acero inoxidable tipo chincheta con dos anclajes que se empotran en el hormigón. La arqueta está provista de una tapa del mismo material, que se fija mediante tornillos tipo allen.

Para efectuar las lecturas, se desenrosca la tapa y la mira de nivelación se apoya en la cabeza semiesférica del clavo de la base.

Documento gráfico descriptivo: Bases de nivelación.



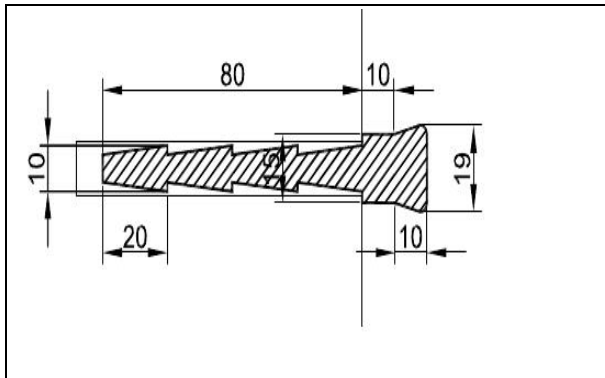
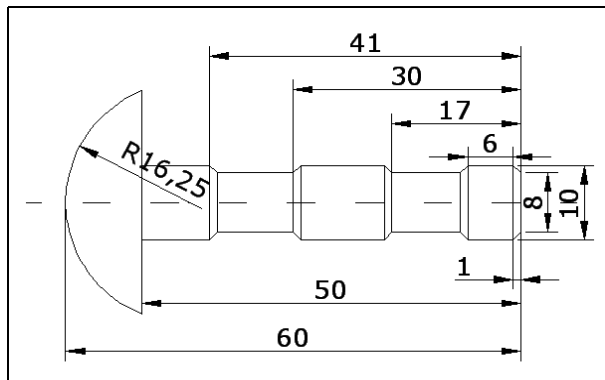
La base se fija en zapata de hormigón emplazada en terreno lo más estable posible y siempre dentro de los límites de propiedad de ADIF.

2.3. Clavos de nivelación

Hay dos tipos, ambos de acero inoxidable. Uno posee un vástago de 10 mm de diámetro y una cabeza semiesférica de 30 mm de diámetro; la longitud total es de 60 mm. Se empotran sobre el tablero del viaducto.

El otro tipo es para colocar horizontalmente en los estribos; tiene un diámetro de 20 mm y 90 mm de largo con escotaduras para su mejor fijación. Se fijan al hormigón con resinas de alta resistencia.

Documento gráfico descriptivo: Clavos de nivelación.



2.4. Placas o señales de puntería

Las señales de puntería se instalan en los puntos de la estructura que se quieren controlar y deben ofrecer una buena visualización para facilitar la puntería y además resistir las condiciones ambientales sin deterioro.

Consisten en unas dianas reflectantes autoadesivas de 60 por 60 milímetros, montadas sobre una base de acero inoxidable de 70 por 80 milímetros por 2 de espesor.

Se fijan por medio de dos tornillos también de acero inoxidable a tacos expansivos colocados en perforaciones hechas en el hormigón, se le coloca también taco químico de alta resistencia para mejorar su fijación.

Documento gráfico descriptivo: Señal de puntería.



3. Instrumental utilizado y método de trabajo.

3.1. Planimetría

La obtención de las coordenadas planimétricas de las señales de puntería colocadas en la estructura se hace mediante triangulación, esto es, midiendo ángulos horizontal, vertical y distancia. La misma se realiza de acuerdo con los principios tradicionales de la topografía siendo el sistema de referencia utilizado uno arbitrario local.

Se estaciona el taquímetro en un pilar, arrumbando con otro de la red que tiene colocado un prisma. Se mide cada pilar, en los que previamente ya se ha fijado un prisma, al menos tres veces en CI, repitiendo lo mismo en CD. Luego se reitera este mismo procedimiento con cada diana visible, terminando con una nueva tanda de lecturas a las bases. Esto mismo se realiza en cada uno de los pilares que conforman la red diseñada.

Con los datos colectados se ajusta la red por el método de mínimos cuadrados. Primero se resuelve la red de pilares de observación y a partir de las coordenadas obtenidas de las bases, se ajusta la red de dianas. Los cálculos se realizan con una aplicación desarrollada para el programa GNU Octave de libre circulación que corre bajo el sistema operativo Linux.

Especificaciones:

Estación Total

Marca:

Sokkia

Modelo:

530R

Anteojo

Longitud:

171 mm

Abertura:

45 mm (EDM: 48 mm)

Aumentos:

30X

Imagen:

Directa

Resolución:

3"

Campo visual:

1° 30'

Enfoque mínimo:

1,3 m.

Tornillo de enfoque:

1 velocidad

Iluminación del retículo:

5 niveles de
luminosidad

Círculos horizontales y verticales:

Codificador absoluto
giratorio

Unidades de ángulo:

Grados/Gon/Mil

(seleccionable)

Lectura mínima en pantalla:

1" (0,2 mgon/0,005 mil)/5" (1 mgon/0,02 mil)

Precisión:

5" (1,5 mgon/0,02 mil)

Tiempo de medición:

Menos de 0,5 segundos

Compensador automático:

Encendido (V & H/V)/Apagado (seleccionable)

Tipo:

Sensor líquido de inclinación de 2 ejes



Lectura mínima en pantalla:	Acorde con el mínimo ángulo de medición mostrado en pantalla
Rango de compensación:	$\pm 3'$
Modo de medición:	Ángulo horizontal: Derecha/izquierda (seleccionable)
Ángulo vertical:	Cenit/Vertical/Vertical $\pm 90^\circ$ /% (seleccionable)
Medición de distancia	
Método de medición:	Sistema de medición de observación coaxial por contraste de fases
Origen de la señal:	(Diodo láser rojo de 690 nm (Clase 2 IEC60825-1 2001-2)
Rango de medición:	(Con un prisma reflectante/prisma de lámina reflectante de Sokkia y en condiciones atmosféricas normales)
Lámina reflectante RS90N-K:	3,0 a 500 m/1640 pies
Lámina reflectante RS50N-K:	3,0 a 300 m/980 pies
Lámina reflectante RS10N-K:	3,0 a 100 m/320 pies
Prisma compacto CP01:	1,3 a 800 m/2.620 pies
Prisma estándar AP 01 X 1:	1,3 a 4000 m/13000 pies
Prisma estándar AP 03 X 3:	1,3 a 5000 m/16000 pies
Prisma ORIPA con minisoporte:	1,3 a 500 m/1640 pies
Sin prisma :	1,3 a 100 m / 320 pies
Lectura mínima en pantalla:	
Medición precisa:	0,001 m/0,01 pies
Precisión:	
(con prisma) Medición precisa:	$\pm (2 + 2 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$
Origen de la señal:	LED infrarrojo (Clase 1 IEC 60825-1: 1993)
Corrección atmosférica:	
Rango de introducción de temperatura:	- 30 a 60°C (incrementos de 1°C)
Rango de introducción de presión:	500 a 1.400 hPa (incrementos de 1hPa) 375 a 1.050 mmHg (incrementos de 1 mmHg) 14.8 a 41,3 pulgHg (incrementos de 0,1 pulgHg)
Rango de introducción de ppm:	-499 a 499 ppm (incrementos de 1 ppm)
Corrección de la constante del prisma:	-99 a 99 mm (incrementos de 1 mm) 0 mm fijados para mediciones sin prisma
Curvatura terrestre y corrección de refracción:	No/Sí K=0,142 /Sí K=0,20 (seleccionable)

Necesidad de corrección atmosférica

La distancia se mide la con un haz de luz, pero la velocidad de dicha luz varía según el índice de refracción de la luz en la atmósfera. Este índice de refracción varía según la temperatura y la presión. Condiciones de temperatura y presión casi normales:

- Con una presión constante, un cambio de temperatura de 1°: un cambio de índice de 1 ppm.
- Con una temperatura constante, un cambio de presión de 3.6 hPa: un cambio de índice de 1 ppm.

Para realizar mediciones de alta precisión, hay que hallar el factor de corrección atmosférica, a partir de mediciones aún más precisas de la temperatura y de la presión, para luego realizar una corrección atmosférica.

Corrección atmosférica para humedad relativa

La humedad ejerce una influencia menor, especialmente en las mediciones de distancias cortas. El efecto de la humedad se debe tener en cuenta en aquellos casos en que la temperatura y la humedad son muy elevadas y resulta necesario realizar mediciones de alta precisión de distancias especialmente largas que no es en este caso donde las distancias son cortas.

3.2. Nivelación

Para el control de movimientos verticales de la estructura se realiza la nivelación geométrica de los clavos empotrados en el tablero y estribos.

El proceso consiste en partir de una cota fija, arbitraria, en este caso las bases ya colocadas en lugares no expuestos a movimientos y se recorre todo el tramo midiendo cada uno de los clavos en ambas direcciones, haciendo el cierre en el punto de partida. Se tiene así un error de cierre que deberá ser inferior a la tolerancia propuesta que es:

$$T = 1,5 (K)^{1/2}$$

donde K es la longitud del itinerario en kilómetros.

Para lograr mejores resultados deberán tenerse presentes algunas pautas como no hacer tramos de más de 50 metros, 25 a cada lado y siempre que sea posible desde el punto medio. Trabajar en horarios sin reverberación y en tiempos cortos en los que haya poca variación climática.

La mira deberá ser cuidadosamente colocada, nivelada y mantenida sin movimientos con ayuda de bastones. Tener especial cuidado en la fijación de las bases transitorias para puntos intermedios.

Nivel Digital Trimble DINI.

Precisión DIN 18723, desviación típica en la medición de altura
en 1 km (3280,84 pies) de nivelación doble

Trimble DINI 0,3 mm por km

Medición electrónica

Mira invar precisa con escala codificada. 0,3 mm (0,001 pies)

Mira estándar con escala codificada. 1,0 mm (0,004 pies)

Medición visual 1,5 mm (0,005 pies)

Medición de distancias con una distancia de puntería
de 20 m (65,62 pies)

Mira invar precisa con escala codificada. 20 mm (0,066 pies)

Mira estándar con escala codificada. 25 mm (0,082 pies)

Medición visual. 0,2 m (0,656 pies)

Trimble DINI 0,7 mm por km

Medición electrónica

Mira invar precisa con escala codificada. 0,7 mm (0,002 pies)

Mira estándar con escala codificada. 1,3 mm (0,004 pies)

Medición visual. 2,0 mm (0,007 pies)

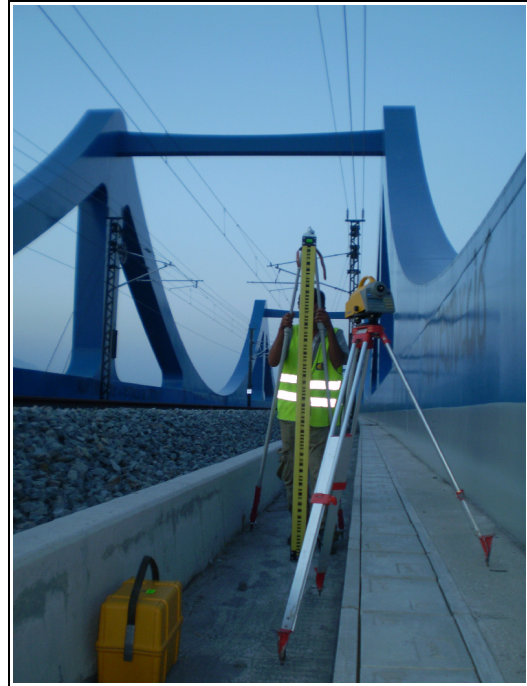
Medición de distancias con una distancia de puntería
de 20 m (65,62 pies)

Mira invar precisa con escala codificada. 25 mm (0,082 pies)

Mira estándar con escala codificada. 30 mm (0,098 pies)

Medición visual. 0,3 m (0,984 pies)

Documento gráfico descriptivo: Nivelaciones.



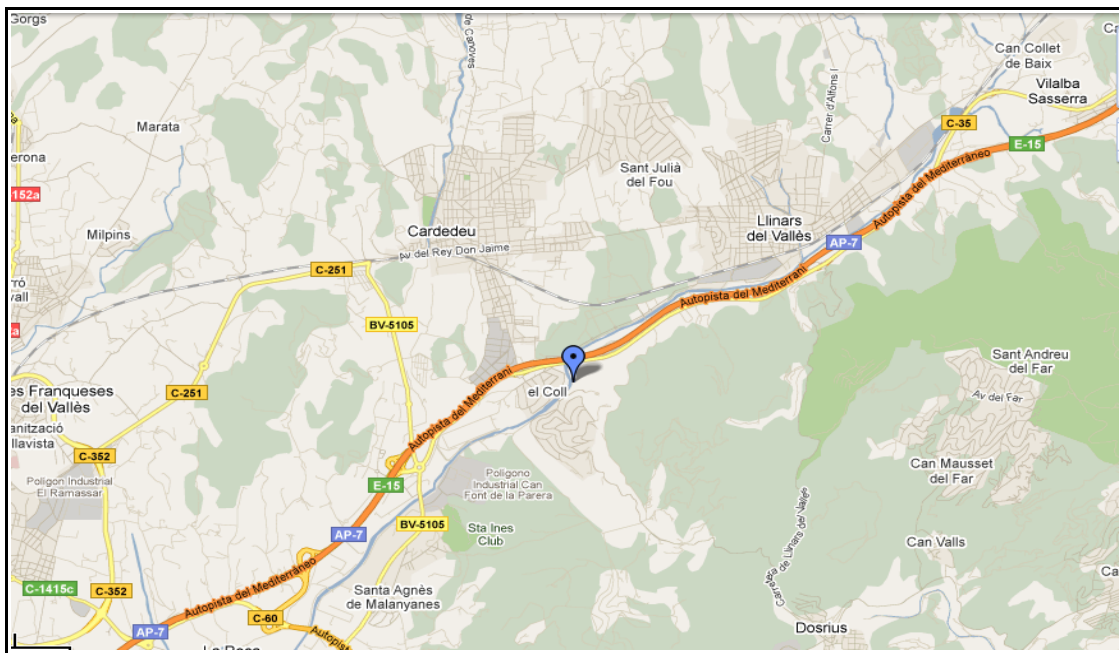
4. Viaducto y su ubicación.

VIADUCTO CAN LLEGET

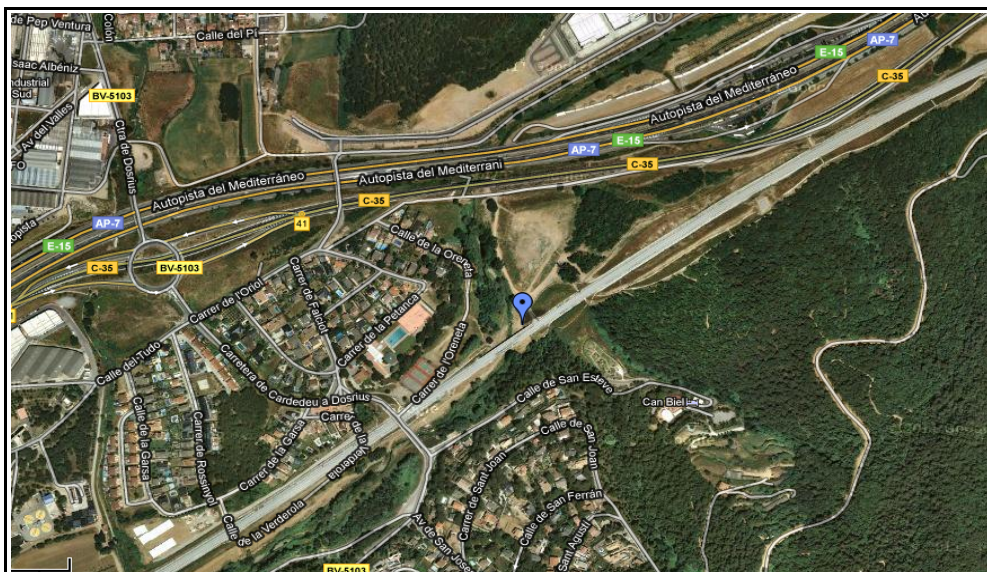
Estructura de 3 vanos ubicada en el término municipal de Llinars del Vallés, comarca del Vallés Oriental, provincia de Barcelona. Tiene un largo de 79 metros.

Se accede desde la carretera C35, tomando la salida 41 en dirección a Dosrius por la BV-5103, a los 50 metros se gira a la izquierda por Calle de Oriol, a los 400 metros se cruza el cauce del río y se gira a la derecha, a los 300 metros se encuentra la estructura. Coordenadas: 41° 37' 21" N, 2° 22' 19" E.

Croquis



Croquis de detalle



VIADUCTO DE CAN LLEGET



Características geométricas de la estructura		
Nº de vanos	3	
Longitud	79	
Tipología de pila	Fuste único sección oval	
	Control topográfico	Criterios:
		Cauce
Estribos	Ambos	
Pilas instrumentadas	Todas	

	Unidades	
	Control en pilas	Control en estribos
Bases para estacionamiento de Estación Total (pilares)	2	
Señales de puntería	2	4
Clavos empotrables	2	4
Base fija para nivelación de precisión (bases con tapa)	4	

5. Descripción de la infraestructura de control.

CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS – LLINARS DEL VALLÉS

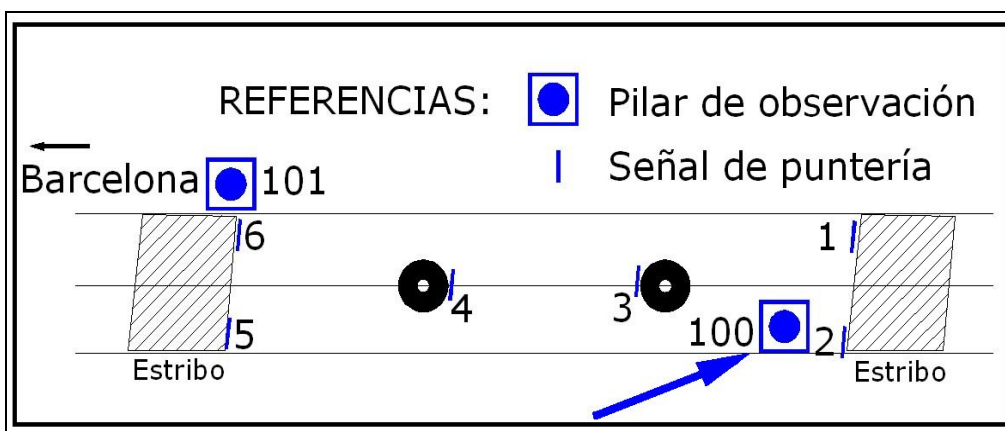
DESCRIPCIÓN DE LOS VÉRTICES DE CONTROL

NOMBRE VIADUCTO: DE CAN LLEGET	MUNICIPIO: LLINARS DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	FECHA: FEBRERO 2011
PILAR NÚMERO: 100	COMARCA: VALLÉS ORIENTAL



Pilar de observación situado junto al estribo más cercano a Francia, fijado en zapata de hormigón de 1,5x1,5x0.30 metros, en terrenos de Adif.

Croquis de detalle



CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS – LLINARS DEL VALLÉS

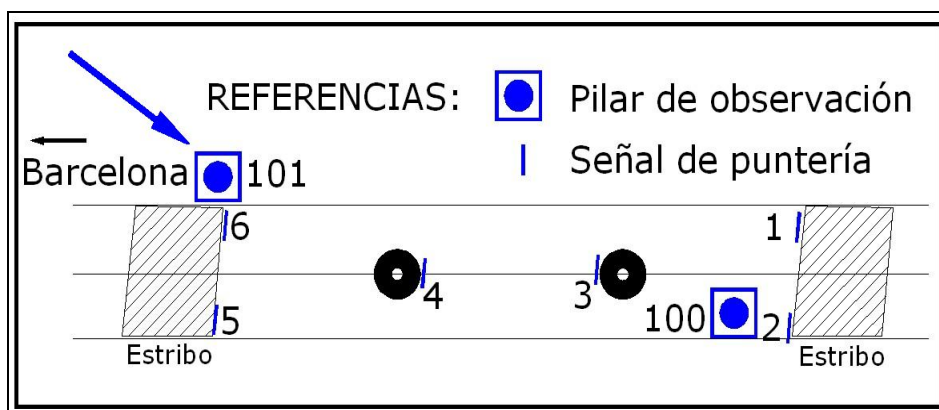
DESCRIPCIÓN DE LOS VÉRTICES DE CONTROL

NOMBRE VIADUCTO: DE CAN LLEGET	MUNICIPIO: LLINARS DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	FECHA: FEBRERO 2011
PILAR NÚMERO: 101	COMARCA: VALLÉS ORIENTAL



Pilar de observación situado junto al estribo más cercano a Barcelona, fijado en zapata de hormigón de 1,5x1,5x0.30 metros, en terrenos de Adif.

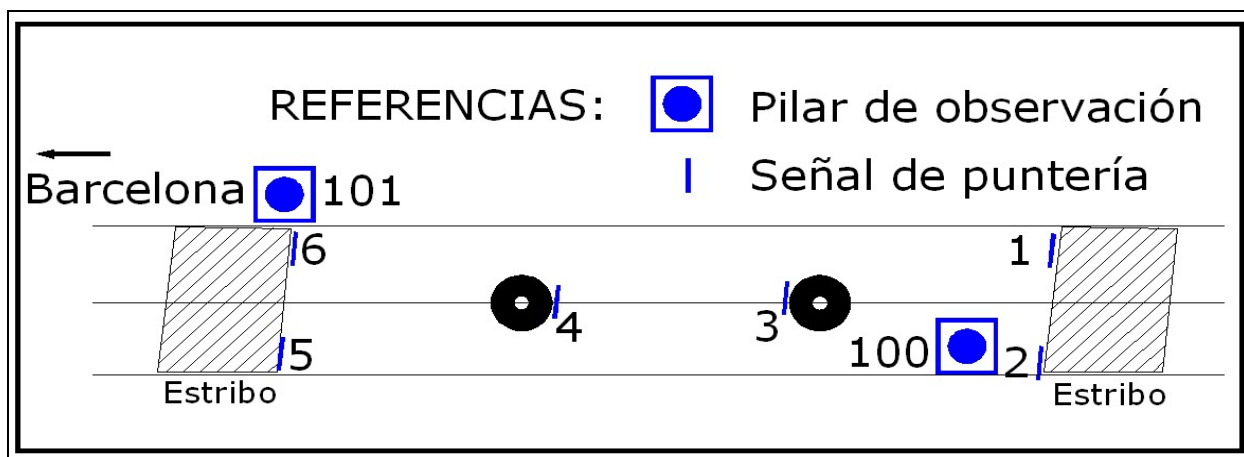
Croquis de detalle



CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS – LLINARS DEL VALLÉS

DESCRIPCIÓN DE LAS SEÑALES DE PUNTERÍA

NOMBRE VIADUCTO: DE CAN LLEGET	MUNICIPIO: LLINARS DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	FECHA: FEBRERO 2011
NÚMERO DE SEÑALES: 6	COMARCA: VALLÉS ORIENTAL



Se instalaron en coronación de cada pila y en los extremos superiores de cada estribo una señal de puntería para el control planimétrico de la estructura.

CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS – LLINARS DEL VALLÉS

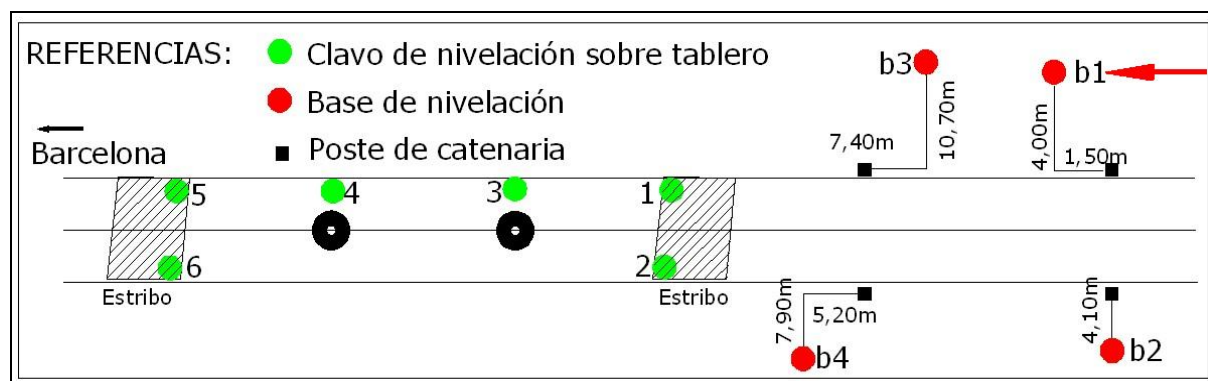
DESCRIPCIÓN DE LAS BASES DE NIVELACIÓN

NOMBRE VIADUCTO: CAN LLEGET	MUNICIPIO: LLINARS DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	FECHA: FEBRERO 2011
BASE DE NIVELACIÓN NÚMERO: b1	COMARCA: VALLÉS ORIENTAL



Base de nivelación emplazada en zapata de hormigón. En terreno firme natural fuera de terraplén.

Croquis de detalle



CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS – LLINARS DEL VALLÉS

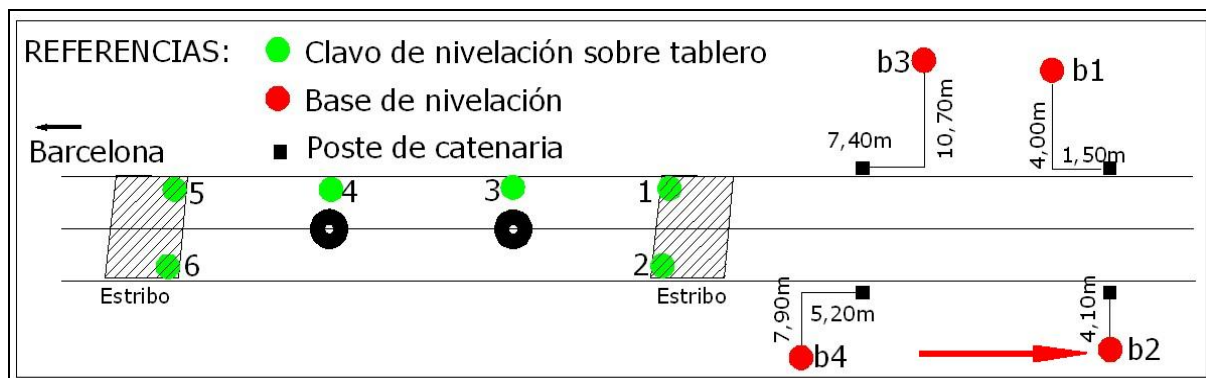
DESCRIPCIÓN DE LAS BASES DE NIVELACIÓN

NOMBRE VIADUCTO: CAN LLEGET	MUNICIPIO: LLINARS DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	FECHA: FEBRERO 2011
BASE DE NIVELACIÓN NÚMERO: b2	COMARCA: VALLÉS ORIENTAL



Base de nivelación emplazada en zapata de hormigón. En terreno firme natural fuera de terraplén.

Croquis de detalle



CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS – LLINARS DEL VALLÉS

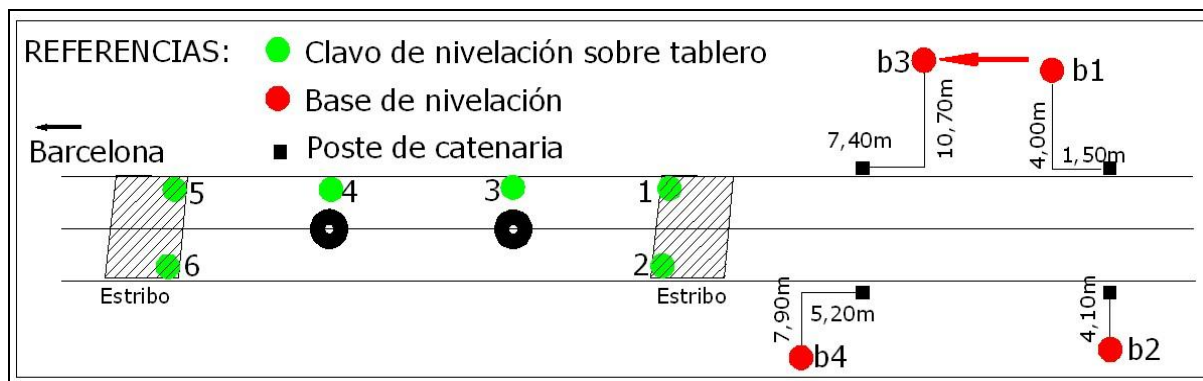
DESCRIPCIÓN DE LAS BASES DE NIVELACIÓN

NOMBRE VIADUCTO: CAN LLEGET	MUNICIPIO: LLINARS DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	FECHA: FEBRERO 2011
BASE DE NIVELACIÓN NÚMERO: b3	COMARCA: VALLÉS ORIENTAL



Base de nivelación emplazada en zapata de hormigón. En terreno firme natural fuera de terraplén.

Croquis de detalle



CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS – LLINARS DEL VALLÉS

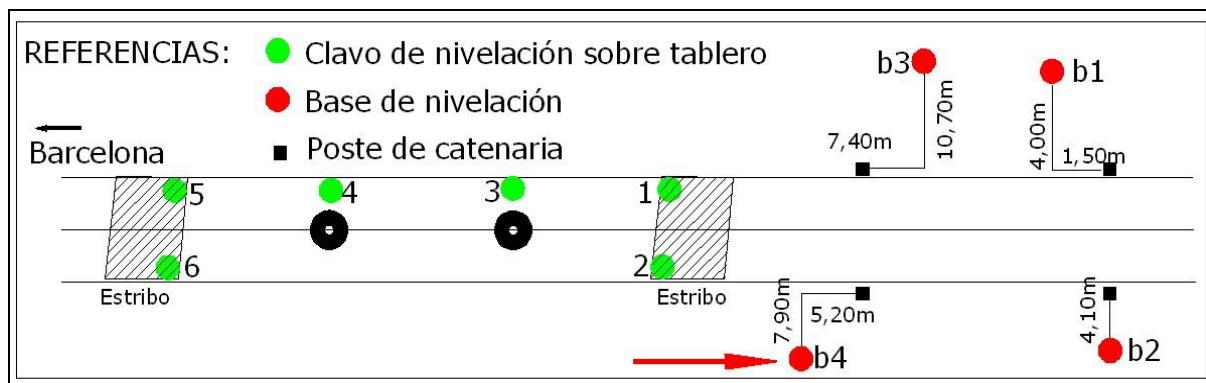
DESCRIPCIÓN DE LAS BASES DE NIVELACIÓN

NOMBRE VIADUCTO: CAN LLEGET	MUNICIPIO: LLINARS DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	FECHA: FEBRERO 2011
BASE DE NIVELACIÓN NÚMERO: b4	COMARCA: VALLÉS ORIENTAL



Base de nivelación emplazada en zapata de hormigón. En terreno firme natural fuera de terraplén.

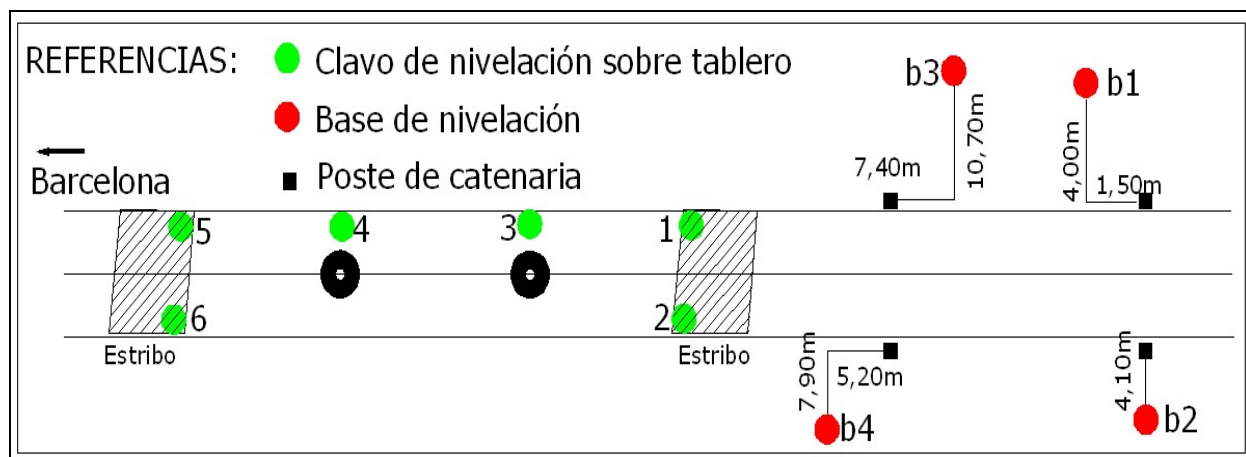
Croquis de detalle



CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS – LLINARS DEL VALLÉS

DESCRIPCIÓN DE LOS CLAVOS DE NIVELACIÓN

NOMBRE VIADUCTO: DE CAN LLEGET	MUNICIPIO: LLINARS DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	FECHA: FEBRERO 2011
NÚMERO DE CLAVOS: 6	COMARCA: VALLÉS ORIENTAL



Se instalaron sobre el tablero del viaducto y en cada extremo de los estribos, clavos de nivelación de acero inoxidable tipo “chincheta” para el control altimétrico de la estructura.

6. Observación y Cálculos.

6.1. Planimetría.

Datos de campo

Fecha: 09/03/2011 Hora: 10:30 Temperatura: 18° Presión atmosférica: 1023 hpa

Estación	Pto. Visado	Áng. Horiz.	Áng. Vert.	Distancia
100	101	0.0000	98.4938	72.0330
100	101	0.0000	98.4908	72.0330
100	101	0.0002	98.4916	72.0336
100	101	200.0000	301.5074	72.0330
100	101	200.0000	301.5080	72.0322
100	101	199.9998	301.5082	72.0328
100	2	195.4714	61.2882	10.3280
100	2	195.4718	61.2878	10.3284
100	2	195.4718	61.2890	10.3270
100	4	391.0062	95.1834	46.4520
100	4	391.0060	95.1834	46.4522
100	4	391.0062	95.1832	46.4520
100	6	394.6434	95.6968	70.5754
100	6	394.6434	95.6968	70.5754
100	6	394.6430	95.6968	70.5750
100	5	383.7094	95.8146	71.0172
100	5	383.7094	95.8140	71.0178
100	5	383.7092	95.8146	71.0178
100	5	183.7090	304.1858	71.0174
100	5	183.7086	304.1858	71.0176
100	5	183.7094	304.1858	71.0180
100	6	194.6424	304.3032	70.5710
100	6	194.6432	304.3032	70.5716
100	6	194.6430	304.3026	70.5712
100	4	191.0056	304.8168	46.4510
100	4	191.0064	304.8166	46.4520
100	4	191.0058	304.8168	46.4516
100	2	395.4720	338.7126	10.3272
100	2	395.4720	338.7126	10.3266
100	2	395.4724	338.7118	10.3270
100	101	0.0004	98.4910	72.0340
100	101	0.0002	98.4908	72.0340
100	101	0.0000	98.4918	72.0340
100	101	199.9996	301.5080	72.0330
100	101	199.9996	301.5082	72.0330
100	101	199.9992	301.5084	72.0330
101	100	199.9998	101.6522	72.0370
101	100	199.9998	101.6520	72.0370
101	100	200.0000	101.6514	72.0372
101	100	399.9996	298.3474	72.0380
101	100	399.9998	298.3514	72.0380
101	100	399.9998	298.3514	72.0378
101	3	198.5506	97.3980	56.2124

Estación	Pto. Visado	Áng. Horiz.	Áng. Vert.	Distancia
101	3	198.5504	97.3986	56.2122
101	3	198.5504	97.3986	56.2118
101	3	398.5512	302.6012	56.2092
101	3	398.5510	302.6020	56.2088
101	3	398.5508	302.6018	56.2090
101	3	398.5512	302.6014	56.2092
101	100	200.0002	101.6518	72.0378
101	100	200.0010	101.6498	72.0378
101	100	200.0006	101.6494	72.0378
101	100	0.0004	298.3490	72.0380
101	100	0.0004	298.3486	72.0382
101	100	0.0000	298.3476	72.0378

Coordenadas aproximadas

Punto	X	Y
100	999.9999	1999.9993
101	999.9999	2072.0130
1	1014.2975	1992.7466
2	1000.6024	1991.5453
3	1001.2784	2015.8639
4	993.4779	2045.8574
5	982.0634	2068.5566
6	994.0821	2070.1630

Ajuste de la red de pilares de observación

Observaciones angulares

Observ.	Residuo	Test Baarda	Nº redund.	Mín. E. det
1	0.0002	0.6111	0.9583	0.0050
2	0.0002	0.6111	0.9583	0.0050
3	0.0000	0.1222	0.9583	0.0050
4	0.0002	0.6111	0.9583	0.0050
5	0.0002	0.6111	0.9583	0.0050
6	-0.0004	-1.1001	0.9583	0.0050
7	-0.0002	-0.3667	0.9583	0.0050
8	0.0000	0.1222	0.9583	0.0050
9	0.0002	0.6111	0.9583	0.0050
10	-0.0006	-1.5890	0.9583	0.0050
11	-0.0006	-1.5890	0.9583	0.0050
12	-0.0010	-2.5668	0.9583	0.0050
13	0.0004	1.1001	0.9583	0.0050
14	0.0004	1.1001	0.9583	0.0050
15	0.0002	0.6111	0.9583	0.0050
16	0.0006	1.5890	0.9583	0.0050
17	0.0004	1.1001	0.9583	0.0050
18	0.0004	1.1001	0.9583	0.0050
19	0.0000	0.1222	0.9583	0.0050

Observ.	Residuo	Test Baarda	Nº redund.	Mín. E. det
20	-0.0008	-1.8334	0.9583	0.0050
21	-0.0004	-0.8556	0.9583	0.0050
22	-0.0002	-0.3667	0.9583	0.0050
23	-0.0002	-0.3667	0.9583	0.0050
24	0.0002	0.6111	0.9583	0.0050

Observación de distancias

Observ.	Residuo	Test Baarda	Nº redund.	Mín. E. det
1	0.0004	0.7048	0.9583	0.0070
2	0.0005	0.8462	0.9583	0.0070
3	-0.0001	-0.2469	0.9583	0.0070
4	0.0004	0.7613	0.9583	0.0070
5	0.0012	2.1969	0.9583	0.0070
6	0.0007	1.1509	0.9583	0.0070
7	-0.0005	-0.9222	0.9583	0.0070
8	-0.0005	-0.9128	0.9583	0.0070
9	-0.0005	-0.9600	0.9583	0.0070
10	0.0004	0.7896	0.9583	0.0070
11	0.0005	0.7991	0.9583	0.0070
12	0.0005	0.8085	0.9583	0.0070
13	0.0005	0.8787	0.9583	0.0070
14	0.0005	0.8684	0.9583	0.0070
15	0.0003	0.4856	0.9583	0.0070
16	-0.0005	-0.8596	0.9583	0.0070
17	-0.0006	-1.0660	0.9583	0.0070
18	-0.0004	-0.7143	0.9583	0.0070
19	-0.0003	-0.5491	0.9583	0.0070
20	-0.0004	-0.6524	0.9583	0.0070
21	-0.0004	-0.6730	0.9583	0.0070
22	-0.0005	-0.9422	0.9583	0.0070
23	-0.0007	-1.2734	0.9583	0.0070
24	-0.0003	-0.5181	0.9583	0.0070

Desplazamientos de coordenadas ajustadas

Punto	dx	dy
101	1000.0002	2072.0125

Elipses de error

Punto	S. mayor	S. menor	Azimut
101	0.0001	0.0001	0.0002

Coordenadas ajustadas

Punto	X	Y
100	999.9999	1999.9993
101	1000.0002	2072.0125

Ajuste de toda la red considerando fijos las coordenadas ajustadas de los pilares de observación.

Observaciones angulares

Observ.	Residuo	Test Baarda	Nº redund.	Mín. E. det
1	0.0002	0.4292	1.0000	0.0049
2	0.0002	0.4292	1.0000	0.0049
3	0.0000	0.0858	1.0000	0.0049
4	0.0002	0.4292	1.0000	0.0049
5	0.0002	0.4292	1.0000	0.0049
6	-0.0004	-0.7725	1.0000	0.0049
7	0.0005	0.9403	0.8333	0.0054
8	0.0001	0.1881	0.8333	0.0054
9	0.0001	0.1881	0.8333	0.0054
10	-0.0002	-0.3134	0.8333	0.0054
11	0.0000	0.0627	0.8333	0.0054
12	-0.0002	-0.3134	0.8333	0.0054
13	-0.0003	-0.6269	0.8333	0.0054
14	-0.0003	-0.6269	0.8333	0.0054
15	0.0001	0.1254	0.8333	0.0054
16	-0.0002	-0.4388	0.8333	0.0054
17	-0.0002	-0.4388	0.8333	0.0054
18	0.0000	-0.0627	0.8333	0.0054
19	0.0002	0.3134	0.8333	0.0054
20	0.0006	1.0657	0.8333	0.0054
21	-0.0002	-0.4388	0.8333	0.0054
22	0.0007	1.2537	0.8333	0.0054
23	-0.0001	-0.2507	0.8333	0.0054
24	0.0001	0.1254	0.8333	0.0054
25	0.0004	0.8149	0.8333	0.0054
26	-0.0004	-0.6896	0.8333	0.0054
27	0.0002	0.4388	0.8333	0.0054
28	-0.0001	-0.1881	0.8333	0.0054
29	-0.0001	-0.1881	0.8333	0.0054
30	-0.0005	-0.9403	0.8333	0.0054
31	-0.0002	-0.2575	1.0000	0.0049
32	0.0000	0.0858	1.0000	0.0049
33	0.0002	0.4292	1.0000	0.0049
34	-0.0006	-1.1159	1.0000	0.0049
35	-0.0006	-1.1159	1.0000	0.0049
36	-0.0010	-1.8026	1.0000	0.0049
37	0.0004	0.7725	1.0000	0.0049

Observ.	Residuo	Test Baarda	Nº redund.	Mín. E. det
38	0.0004	0.7725	1.0000	0.0049
39	0.0002	0.4292	1.0000	0.0049
40	0.0006	1.1159	1.0000	0.0049
41	0.0004	0.7725	1.0000	0.0049
42	0.0004	0.7725	1.0000	0.0049
43	0.0002	0.3709	0.8571	0.0053
44	0.0004	0.7417	0.8571	0.0053
45	0.0004	0.7417	0.8571	0.0053
46	-0.0004	-0.7417	0.8571	0.0053
47	-0.0002	-0.3709	0.8571	0.0053
48	0.0000	0.0000	0.8571	0.0053
49	-0.0004	-0.7417	0.8571	0.0053
50	0.0000	0.0858	1.0000	0.0049
51	-0.0008	-1.2876	1.0000	0.0049
52	-0.0004	-0.6009	1.0000	0.0049
53	-0.0002	-0.2575	1.0000	0.0049
54	-0.0002	-0.2575	1.0000	0.0049
55	0.0002	0.4292	1.0000	0.0049

Observación de distancias

Observ.	Residuo	Test Baarda	Nº redund.	Mín. E. det
1	0.0004	0.4950	1.0000	0.0069
2	0.0005	0.5943	1.0000	0.0069
3	-0.0001	-0.1734	1.0000	0.0069
4	0.0004	0.5347	1.0000	0.0069
5	0.0012	1.5428	1.0000	0.0069
6	0.0007	0.8082	1.0000	0.0069
7	-0.0005	-0.7746	0.8333	0.0071
8	-0.0008	-1.1936	0.8333	0.0071
9	0.0002	0.2997	0.8333	0.0071
10	-0.0002	-0.2842	0.8333	0.0073
11	-0.0004	-0.5608	0.8333	0.0073
12	-0.0002	-0.2689	0.8333	0.0073
13	-0.0021	-2.8752	0.8333	0.0075
14	-0.0021	-2.8752	0.8333	0.0075
15	-0.0017	-2.3342	0.8333	0.0075
16	0.0004	0.5561	0.8333	0.0075
17	-0.0001	-0.1956	0.8333	0.0075
18	-0.0002	-0.2551	0.8333	0.0075
19	0.0002	0.3254	0.8333	0.0075
20	0.0000	0.0550	0.8333	0.0075
21	-0.0004	-0.4858	0.8333	0.0075
22	0.0023	3.0759	0.8333	0.0075
23	0.0017	2.2644	0.8333	0.0075
24	0.0020	2.7445	0.8333	0.0075
25	0.0008	1.1139	0.8333	0.0073

Observ.	Residuo	Test Baarda	Nº redund.	Mín. E. det
26	-0.0002	-0.2842	0.8333	0.0073
27	0.0002	0.2842	0.8333	0.0073
28	0.0002	0.2768	0.8333	0.0071
29	0.0007	0.9854	0.8333	0.0071
30	0.0003	0.4063	0.8333	0.0071
31	-0.0005	-0.6477	1.0000	0.0069
32	-0.0005	-0.6410	1.0000	0.0069
33	-0.0005	-0.6742	1.0000	0.0069
34	0.0004	0.5545	1.0000	0.0069
35	0.0005	0.5612	1.0000	0.0069
36	0.0005	0.5678	1.0000	0.0069
37	0.0005	0.6171	1.0000	0.0069
38	0.0005	0.6098	1.0000	0.0069
39	0.0003	0.3410	1.0000	0.0069
40	-0.0005	-0.6037	1.0000	0.0069
41	-0.0006	-0.7486	1.0000	0.0069
42	-0.0004	-0.5016	1.0000	0.0069
43	-0.0020	-2.7263	0.8571	0.0073
44	-0.0018	-2.4849	0.8571	0.0073
45	-0.0014	-1.9434	0.8571	0.0073
46	0.0012	1.5661	0.8571	0.0073
47	0.0016	2.1466	0.8571	0.0073
48	0.0014	1.8661	0.8571	0.0073
49	0.0012	1.5758	0.8571	0.0073
50	-0.0003	-0.3856	1.0000	0.0069
51	-0.0004	-0.4581	1.0000	0.0069
52	-0.0004	-0.4726	1.0000	0.0069
53	-0.0005	-0.6617	1.0000	0.0069
54	-0.0007	-0.8942	1.0000	0.0069
55	-0.0003	-0.3639	1.0000	0.0069

Desplazamientos de coordenadas ajustadas

Punto	dx	dy
1	0.0002	-0.0003
2	-0.0001	-0.0007
3	0.0002	-0.0002
4	0.0000	-0.0007
5	-0.0001	-0.0007
6	-0.0001	-0.0007

Elipses de error

Punto	S. mayor	S. menor	Azimut
1	0.0012	0.0011	11.3608
2	0.0011	0.0001	4.5281
3	0.0011	0.0007	1.4492
4	0.0012	0.0006	8.9940
5	0.0012	0.0010	16.2908
6	0.0012	0.0010	5.3569

Coordenadas ajustadas

Punto	X	Y
100	999.9999	1999.9993
101	1000.0002	2072.0125
1	1014.2975	1992.7466
2	1000.6023	1991.5446
3	1001.2786	2015.8637
4	993.4779	2045.8567
5	982.0633	2068.5559
6	994.0820	2070.1623

6.2. Nivelación

Fecha: 09/03/2011 Hora: 08:30 Temperatura: 10°

Tablero

	<i>Lecturas</i>		<i>Distancias</i>		<i>Cotas</i>
	<i>Atras</i>	<i>Adelante</i>	<i>Espalda</i>	<i>Frente</i>	
b1r	1.5129		3.4290		100.0000
b2		1.5434		16.9258	99.9695
p1		1.8060		10.0710	99.7069
p1r	1.4606		10.4154		
p2		1.8058		9.8818	99.3617
p2r	1.4327		10.4202		
b3		1.4543		9.7408	99.3402
p3		1.7470		8.7440	99.0474
p3r	1.3225		8.7704		
b4		1.6146		20.8649	98.7553
1		1.7576		15.8246	98.6123
p3ctr		1.3225		8.7698	99.0475
1r	1.6201		12.9200		98.6123
2		1.6481		18.0000	98.5843
2r	1.3747		11.1800		
3		1.7630		11.1500	98.1960
3r	1.2484		15.8400		
4		1.7836		15.6300	97.6608
4r	1.1879		12.2000		
5		1.6210		12.0200	97.2277
6		1.6036		16.5200	97.2451
5		1.6212		12.0200	97.2275
4		1.1879		12.1900	97.6608
4r	1.7926		15.7900		
3		1.2576		15.6600	98.1958
3r	1.6380		10.6500		
1		1.2215		11.7100	98.6123
2		1.2495		15.9900	98.5843
p3r	1.7793		9.24		
b3		1.4866		9.24	99.3402
p2		1.4650		9.92	99.3617
p2r	1.8934		11.18		
p1		1.5482		9.12	99.7069
p1r	1.8117		10.97		
b2		1.5493		16.03	99.9694
b1		1.5186		3.23	100.0001
			143.01	289.24	432.26

Cotas:

Punto	Cotas
b1	100.0000
b2	99.9695
b3	99.3402
b4	98.7553
1	98.6123
2	98.5843
3	98.1960
4	97.6608
5	97.2277
6	97.2451

ANEJO 9: FICHA DE CAUCE



Cliente: A.D.I.F.

Nº O.T.:

Refª.: I/OC-10002/CE-1

En esta estructura no se ha realizado la ficha de cauce.