

**CONTRATO DE CONSULTORÍA Y ASISTENCIA
PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE CARGA
PARA LA RECEPCIÓN DE PUENTES DE LA
LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA.
TRAMO: MADRID - LLEIDA.
BASE DE MADRID - SUR.**



INFORME DE PRUEBA DE CARGA

**SUBTRAMO I
04PI01**

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
1.1.	Introducción	4
1.2.	Antecedentes	4
2.	OBJETO DEL DOCUMENTO	5
3.	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	7
4.	INSPECCIÓN PRELIMINAR	10
5.	ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA	13
5.1.	Definición completa de elementos	15
5.2.	Acciones consideradas	15
5.3.	Modelización empleada	15
5.4.	Materiales y coeficientes de cálculo	16
5.5.	Evaluación de la solución estructural	17
6.	PLAN DE PRUEBAS	18
6.1.	Acciones reproducidas	19
6.2.	Puntos de medida	21
6.3.	Equipos utilizados	23
6.4.	Resultados previstos	37
7.	PRUEBA DE CARGA	42
7.1.	Descripción	43
7.2.	Resultados obtenidos	45
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	52
8.1.	Prueba estática	53
8.2.	Pruebas dinámicas	57
9.	CONCLUSIONES	60
10.	ANEJOS	
10.1.	Anejo nº 1: Documentación facilitada por el GIF	
10.2.	Anejo nº 2: Proyecto de prueba de carga	

- 10.3. Anejo nº 3: Esquema de instrumentación y tren de cargas
- 10.4. Anejo nº 4: Registro de medidas
- 10.5. Anejo nº 5: Reportaje fotográfico
- 10.6. Anejo nº 6: Acta de la prueba de carga
- 10.7. Anejo nº 7: Ficha de seguimiento
- 10.8. Anejo nº 8: Planimetría y nivelación de la estructura

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la “*IAP: Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril*”, de 1975, se ha realizado la correspondiente prueba de carga estática y dinámica de la **Estructura 04PI01** de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur. De esta forma se verifica si los parámetros de comportamiento son correctos y ajustados a los previstos según el modelo teórico de cálculo empleado en el Proyecto de la estructura.

1.2. ANTECEDENTES

La elaboración del presente documento se inscribe dentro del marco del contrato de “Consultoría y Asistencia Técnica para la Realización de Pruebas de Carga para la recepción de puentes de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Madrid – Lleida. Base de Madrid Sur” (Exp: AV 019/00, Clave: 2/CPr/M-L/M) suscrito el 30 de Mayo de 2001 por Ingeniería de Instrumentación y Control, S.A. (IIC) con el Ente Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF).

Con anterioridad a la realización de los ensayos de prueba de carga IIC ha llevado a cabo las siguientes actividades:

- ❑ Inspección visual de la estructura, habiendo quedado la información referente a esta inspección y a las inspecciones previa y posterior al ensayo en la correspondiente Ficha de Seguimiento.
- ❑ Redacción del “Proyecto de Prueba de Carga. Estructura **04PI01**. L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur” (Ref: PPC.0602.04PI01.MS.GIF, Junio de 2002)

2. OBJETO DEL DOCUMENTO

2. OBJETO DEL DOCUMENTO

En el presente informe se recogen todos los trabajos efectuados para la inspección y prueba de carga que, por indicación del GIF, fueron realizados en la Estructura **04PI01** de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, por IIC.

La inspección preliminar se realizó el día 12 de Abril de 2002. Con anterioridad a la Prueba de Carga, que se llevó a cabo el día 4 de Septiembre de 2002, y con posterioridad a ésta, se realizaron las correspondientes inspecciones para verificar el estado de la estructura.

Las observaciones efectuadas en la inspección visual previa se incluyen en el apartado 4 y en la Ficha de Seguimiento, que se adjunta en el apartado de Anejos, se presentan las conclusiones referentes a todas las inspecciones efectuadas. En los apartados 6, 7 y 8 se describen los trabajos ejecutados para la realización del ensayo, y se analizan, desde el punto de vista técnico, los resultados de las mediciones recogidas.

Por último, se incluye un apartado de conclusiones, donde se define el estado de la obra con respecto a su comportamiento estructural para su entrada en servicio.

Toda la información complementaria, como el Proyecto de Prueba de Carga (Ref: PPC.0602.04PI01.MS.GIF, Junio de 2002), realizado por IIC con anterioridad a la realización de la misma, los archivos gráficos de registros obtenidos durante el ensayo, el reportaje fotográfico, etc, se presenta en los anejos correspondientes.

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La localización geográfica de la estructura 04PI01, situada en el P.K 42+952 de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, puede apreciarse en el Croquis de Situación que se adjunta al final de este apartado.

A continuación se describen las principales características de la estructura, de acuerdo con la documentación facilitada a IIC y con la Inspección Previa realizada el día 12 de Abril de 2002.

La estructura 04PI01 define el paso de la citada línea de ferrocarril sobre un camino. Dicha estructura es un marco unicelular de 8,00 m de longitud entre caras interiores de hastiales y de 21,40 m de ancho. La altura del marco es de 7,00 m y el gálibo vertical sobre el camino es de 5,85 m. La estructura presenta una junta longitudinal a lo largo del dintel y los hastiales, haciendo que quede ésta dividida en dos semimarcos de anchura 10,7 m.

Tanto el dintel como los hastiales presentan un canto constante de 0,80 m y están ejecutados en hormigón armado ($f_{ck}=25 \text{ N/mm}^2$).

La cimentación de la estructura se resuelve mediante una losa continua con un canto de 1,00 m, y ejecutada en hormigón armado ($f_{ck}=25 \text{ N/mm}^2$).

La estructura está preparada para el paso de una doble vía de Alta Velocidad (ancho internacional 1,435 m), con separación entre ejes de 4,30 m.

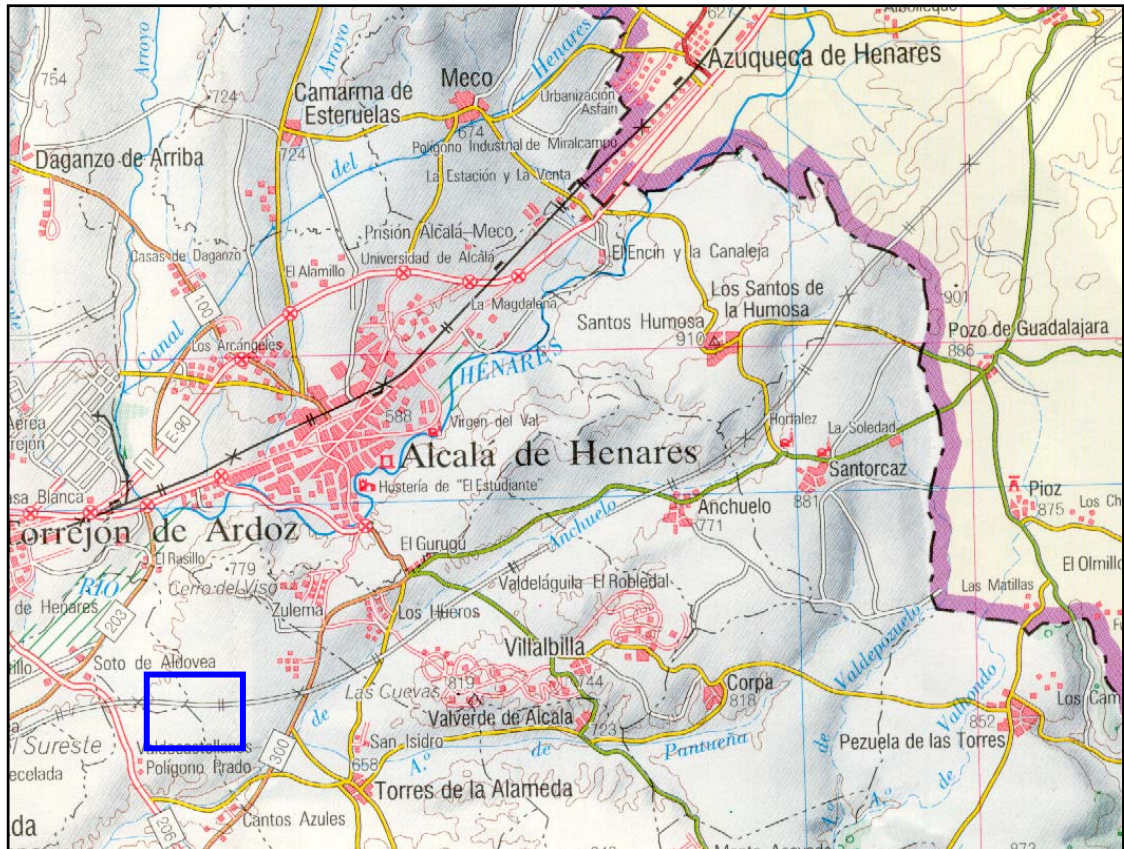
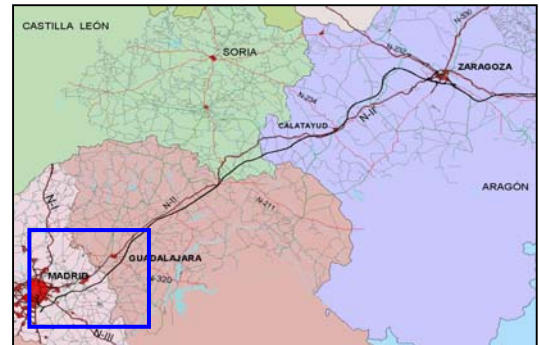
Se presenta a continuación, a modo de resumen, una tabla con las principales características de la estructura.

Estructura	Tipo de Estructura	Nº de células	Luz (m)	Longitud (m)	Tipo de Cimentación
04PI01	Marco	1	8,00	21,40	Losa

ESTRUCTURA 04PI01.

**L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa,
Tramo Madrid – Zaragoza. Base de Madrid Sur**

CROQUIS DE SITUACIÓN



4. INSPECCIÓN PRELIMINAR

4. INSPECCIÓN PRELIMINAR

Previo a la realización del proyecto de Prueba de Carga, se llevó a cabo una inspección preliminar de la estructura 04PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, el día 12 de Abril de 2002.

En la fecha de la inspección se encontraban ejecutadas la obra de fábrica y la superestructura en su totalidad, a excepción de la última capa de balasto (ver Anejo nº2: Proyecto de Prueba de Carga. Fotografía nº 3). En la fecha de la prueba de carga se había completado la ejecución de la superestructura.

Se midieron las dimensiones principales de la estructura (ancho de la losa, distancia entre hastiales, gálibo horizontal, canto del dintel, etc), comprobando que las magnitudes eran coincidentes con las indicadas en los Planos del Proyecto de la misma. Así mismo, se ha confirmado que estos valores geométricos eran los empleados en la definición del modelo de cálculo, de tal forma que no existen anomalías que afecten a la capacidad resistente desde el punto de vista dimensional.

Durante la inspección visual se examinaron en detalle los paramentos de estribos, aletas y dintel de la estructura, tomándose nota de todos aquellos desperfectos que pudieran tener alguna relevancia desde el punto de vista estructural, de durabilidad, funcional o estética.

En general, señalamos que no se han detectado defectos o patologías que afecten a los niveles de seguridad de capacidad resistente de la obra.

Realizada la inspección en estribos y aletas, se apreció algún ligero desconchón y algunas fisuras verticales en paramentos, que no presentan importancia desde el punto de vista estructural, aunque sí es conveniente señalarlos desde el punto de vista de la estética y la durabilidad a largo plazo respectivamente. Estos puntos singulares pueden ser zonas potenciales de actuación de agentes climáticos, químicos, etc, donde se generen patologías que conduzcan a lo largo del tiempo hacia defectos más profundos como desprendimientos de recubrimientos, afloramientos de armaduras, etc.

En el dintel se observó la presencia de algunas fisuras longitudinales y transversales que no consideramos relevantes desde el punto de vista estructural, aunque si es conveniente señalar desde el punto de vista de la durabilidad de la obra de fábrica.

Tras la ejecución de los ensayos de prueba de carga se repitió la inspección desde el punto de vista estructural, comprobando que no se manifiesta ningún tipo de patología, por el nivel de sollicitación alcanzado, o evolución en los deterioros ya catalogados en la inspección previa.

En el Anejo nº 7 se incluye la **Ficha de seguimiento** en la que se recoge toda la información referente a la inspección previa, complementada con la inspección efectuada después de la realización del ensayo de prueba de carga.

5. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA
--

5. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA

Para la elaboración del Proyecto de Prueba de Carga de la estructura 04PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, se emplearon los siguientes documentos, facilitados por INECO:

- ❑ **Anejo de Cálculo del Proyecto** (Línea de Alta Velocidad Madrid – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Madrid – Zaragoza. Subtramo III. Plataforma. Anejo nº 6: Estructuras; 13. Paso Inferior 1)
 - Descripción y Definición:
 - ✓ Datos geométricos
 - ✓ Datos del terreno
 - ✓ Sobrecargas de uso
 - ✓ Datos de los materiales
 - ✓ Coeficientes de mayoración de acciones
 - ✓ Hipótesis de Cálculo
 - ✓ Combinación de Hipótesis
 - ✓ Armado del Marco
 - ✓ Comprobación a Cortante
 - ✓ Comprobación de tensiones sobre el terreno
 - Cálculos

- ❑ **Planos de la estructura** (Línea de Alta Velocidad Madrid – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Madrid – Zaragoza. Subtramo III. P.K. 304 + 450.00. Paso Inferior 1. Mayo 2001):
 - Planta y Alzado (2.9.12. Hoja 1 de 7)
 - Planta (2.9.12-A. Hoja 2 de 7)
 - Definición geométrica de Marco (2.9.12. Hoja 3 de 7)
 - Armadura del Marco (2.9.12. Hoja 4 de 7)
 - Aletas 1 y 2 – Definición geométrica (2.9.12. Hoja 5 de 7)
 - Aletas 3 y 4 – Definición geométrica (2.9.12. Hoja 6 de 7)
 - Aletas –Armadura (2.9.12. Hoja 7 de 7)

Del estudio y análisis de los anteriores documentos, se desprenden las conclusiones que se incluyen en los siguientes subapartados.

5.1. DEFINICIÓN COMPLETA DE ELEMENTOS

La información recibida del proyecto constructivo (Anejo de cálculo y planos) de los elementos que constituyen la estructura, es completa y suficiente, incluyendo los datos (geometría, características de los materiales, niveles de control, etc.) necesarios para la verificación del modelo de cálculo adoptado, acciones aplicadas y solicitudes o resultados obtenidos, quedando validado a través de su contraste con la discretización empleada para el cálculo de la previsión de resultados del ensayo.

5.2. ACCIONES CONSIDERADAS

El proceso de cálculo empleado se considera correcto en cuanto a la definición de acciones actuantes sobre el tablero de la estructura. Se aplican en distintas combinaciones de acciones:

- Peso propio + terreno + sobrecarga de uso
- Sobrecarga de uso: tren tipo B según se define en el apartado 4.2.1.1 de la *"Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril"* de 1.975

5.3. MODELIZACIÓN EMPLEADA

La modelización de la estructura se considera correcta. Se han calculado los esfuerzos en un marco bidimensional, discretizado mediante elementos barra según las dimensiones geométricas del mismo y sometido a las acciones de su peso propio, del terreno y de la sobrecarga de uso. A partir de estos esfuerzos el programa utilizado dimensiona las armaduras de las secciones a flexocompresión simple y comprueba la resistencia a cortante de las mismas, así como las tensiones máximas transmitidas al terreno.

5.4. MATERIALES Y COEFICIENTES DE CÁLCULO

Las Normas y/o Recomendaciones aplicadas para el cálculo son las siguientes:

☐ **Acciones:**

- “Instrucción Relativa a las Acciones a Considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril”, Orden Ministerial del 25 de Junio de 1975.

☐ **Materiales:**

- Hormigón armado:
 - ✓ EH-91 “Instrucción para el proyecto y obras de ejecución de obras de hormigón en masa o armado”.

El Control de Calidad especificado en la documentación de la estructura indica los siguientes coeficientes de seguridad:

➤ **Materiales:**

- ✓ Hormigón del marco: 1,50
- ✓ Acero de armado del marco: 1,15

➤ **Acciones:**

- ✓ **Peso propio:**
 - Efecto desfavorable 1,60
 - Efecto favorable 0,90
- ✓ **Acción de las tierras (Peso y empuje):**
 - Efecto desfavorable 1,60
 - Efecto favorable 0,90
- ✓ **Sobrecargas:**
 - Efecto desfavorable 1,60
 - Efecto favorable 0,00

5.5. EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL

La obtención de resultados a partir de la aplicación de acciones sobre la estructura discretizada se considera correcta.

IIC, S.A. desarrolló, para la elaboración del Proyecto de Prueba de Carga, un modelo utilizando el programa SAP90 (CSI, Inc., Berkeley). Es un programa de estructuras, basado en el método de los elementos finitos, desarrollado en FORTRAN. Todas las operaciones numéricas son desarrolladas con la precisión de 64 bits y permite llevar a cabo un análisis de comportamiento no solo estático, sino también dinámico.

En el Proyecto de Prueba de Carga se discretizó la estructura mediante elementos barra unidimensionales y se ha calculado el momento flector de cálculo en la sección central del dintel y en la de empotramiento dintel-hastial, habiéndose comprobado la validez del dimensionamiento estructural adoptado en el Proyecto

6. PLAN DE PRUEBAS

6. PLAN DE PRUEBAS

En una primera fase, personal técnico de IIC se encargó de la elaboración del “Proyecto de Prueba de Carga. Estructura 04PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur” (Ref: PPC.0602.04PI01.MS.GIF, Junio de 2002; ver Ánejo nº 2), en el que se calculan los valores de desplazamiento (flechas), deformaciones unitarias (tensiones) y vibraciones (frecuencias propias) previstos, una vez determinados los estados de carga y los puntos de medida definitivos.

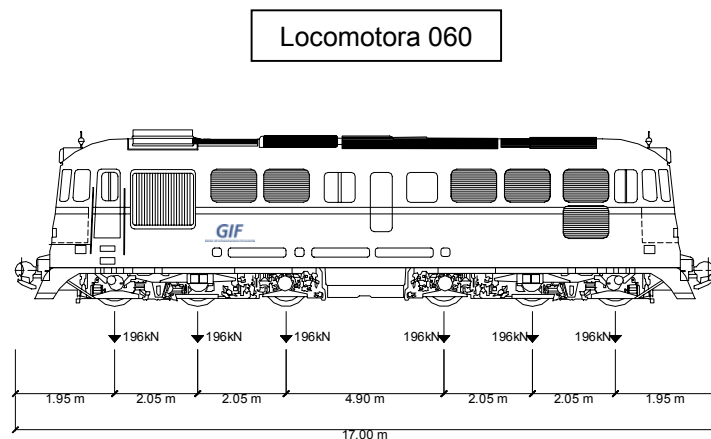
Para la realización de este Proyecto de Prueba de Carga se empleó un programa basado en el método de elementos finitos, discretizando la estructura mediante un modelo bidimensional compuesto por elementos barra unidimensionales (cálculo de deformaciones unitarias) y otro modelo tridimensional (cálculo de flechas y frecuencias de vibración). En los dos casos se ha modelizado únicamente la mitad de la estructura, al existir una junta longitudinal que independiza el comportamiento de los dos marcos que componen la estructura.

6.1. ACCIONES REPRODUCIDAS

De acuerdo con el Proyecto de prueba de carga, se ha realizado una prueba estática y pruebas dinámicas a diferentes velocidades.

Las sobrecargas utilizadas para materializar los estados de carga eran las siguientes:

- Locomotora serie 060, definida por dos bogies de tres ejes cada uno, con un peso total de 1180 kN



En el Anejo nº 3 se incluyen las fichas técnicas de la locomotora y tolva utilizadas durante la realización de las pruebas.

Para la realización de la prueba estática se emplearon dos locomotoras de la serie 060, una por vía. La distribución de cargas en esta prueba se corresponde con la Hipótesis I contemplada en el Proyecto de prueba de carga (aplicación de máximo momento flector positivo en la sección central de la estructura).

Las pruebas dinámicas se efectuaron con una locomotora 060 pasando sobre una de la vía I de la estructura, con pasos a distintas velocidades e incluyendo un ensayo dinámico con frenado. Para completar la realización de pruebas, se llevó a cabo una prueba cuasiestática por la otra vía.

Durante la realización de estas pruebas se adquirieron medidas en todos los puntos instrumentados.

6.2. PUNTOS DE MEDIDA

Durante la prueba de carga se llevó a cabo el control de valores de flecha (desplazamientos verticales), de deformaciones unitarias (tensiones) y de vibraciones (velocidades de movimiento).

Cada punto se identifica según el siguiente código:

$$\alpha\beta\chi$$

donde:

α : Carácter alfanumérico que define el tipo de sensor, pudiendo ser:

G – Galga extensométrica

M – Transductor de desplazamiento tipo ménsula

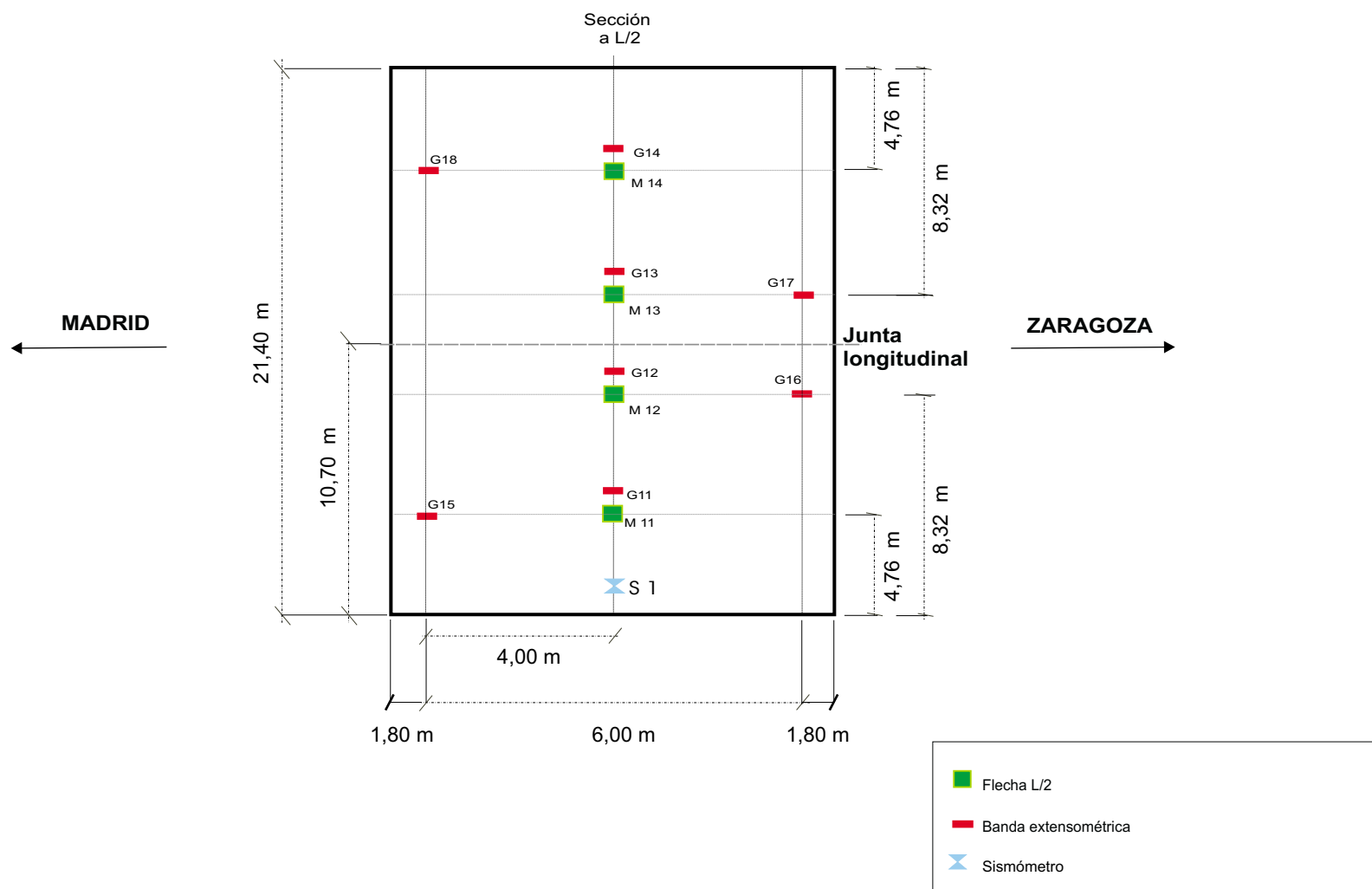
S – Sismómetro

β : Carácter numérico que define el número de vano donde se localiza el sensor.

χ : Carácter numérico que define la posición (Apoyo, L/2 ó L/4) donde se sitúa el sensor dentro de un vano dado.

En la página siguiente se incluye un croquis con la localización y nomenclatura de los puntos.

CROQUIS DE INSTRUMENTACIÓN



6.3. EQUIPOS UTILIZADOS

6.3.1. Desplazamientos verticales

Para la obtención de los desplazamientos verticales se hizo el control de flechas en los dos puntos de la sección central de cada uno de los dos marcos que componen la estructura:

Marco	Flecha en L/2
Vía 1	2
Vía 2	2

Para la medida de flechas en centro de vano se dispusieron transductores de desplazamiento tipo ménsula, basados en bandas extensométricas de 10 mm de longitud activa. Estos elementos, colocados sobre trípodes situados en el terreno bajo la estructura, fuera del campo de influencia de ésta, se unieron con el punto cuyo desplazamiento se deseaba medir mediante un hilo de acero.

En estos puntos se registraron medidas tanto en el ensayo estático como en los dinámicos.

6.3.2. Deformaciones unitarias

Se llevó a cabo el control de deformaciones unitarias o tensiones en dos puntos situados en la sección central y dos puntos próximos a la sección de empotramiento con el hastial (punto situado en la cara inferior de la losa, en las proximidades de la cartela del dintel), de cada uno de los marcos, resultando un total de ocho puntos de control de deformaciones unitarias:

Marco	Deformación unitaria en L/2	Deformación unitaria empotramiento losa-hastial
Vía 1	2	2
Vía 2	2	2

Las deformaciones unitarias se midieron mediante bandas extensométricas de 60 mm de longitud activa, que una vez pegadas sobre la superficie de hormigón de la cara inferior de la losa, previa preparación de la misma, se dejaron convenientemente protegidas.

En estos puntos se realizaron medidas tanto en el ensayo estático como en los dinámicos.

6.3.3. Vibraciones

Con la finalidad de determinar la frecuencia propia de vibración de la estructura se instaló un sismómetro en la sección central de la estructura, para la medida de velocidades de vibración durante las pruebas dinámicas.

6.3.4. Otras medidas

Durante la realización del ensayo, se procedió al registro de la humedad relativa y temperatura ambiente, para cada prueba y estado de carga, al principio y al final de cada estado.

6.3.5. Descripción del sistema de medida

El equipo para la realización del ensayo de prueba de carga permite la adquisición, tratamiento y presentación de hasta 36 sensores independientes de medida.

Los canales de adquisición de datos del equipo pueden utilizarse indistintamente para el control de deformaciones unitarias (tensiones), movimientos (flechas o descensos de aparatos de apoyo), velocidades de movimiento (vibraciones) y/o aceleraciones, ofreciendo una gran flexibilidad desde el punto de vista de los parámetros a medir.

En el equipo, la unidad de adquisición de datos funciona controlada por un procesador y una tarjeta de comunicaciones para la adquisición de los 36 canales de medida.

El equipo se compone de los siguientes elementos:

- ☐ Sensores
- ☐ Acondicionadores de señal
- ☐ Tarjeta de comunicaciones

- ❑ Ordenador
- ❑ Cables y conectores

A continuación se detalla cada uno de los elementos del sistema de medida.

6.3.5.1. Sensores

La medida de **deformaciones unitarias**, y por tanto de las tensiones, se realiza mediante bandas extensométricas de 10 mm, para puentes metálicos, y de 60 mm de longitud activa, para puentes de hormigón, que una vez pegadas, previa preparación de la superficie en que irán situadas, se dejan convenientemente protegidas frente a perturbaciones eléctricas y atmosféricas. La banda tiene 2500 $\mu\epsilon$ de rango y 1 $\mu\epsilon$ de sensibilidad. Los terminales de la galga se conectan adecuadamente a un conector que completa un puente de Wheaston, de tal forma que la medida se realiza a puente completo de 6 hilos.

Para la **medida de flechas**, tanto en sentido vertical como horizontal, se dispone de transductores de desplazamiento de tipo ménsula con varios rangos de medida (70 mm y 10 mm) y sensibilidad de 0,01 mm, basados en bandas extensométricas con 10 mm de longitud activa. El montaje de bandas se realiza a puente completo efectuando siempre todas las lecturas a 6 hilos para evitar errores de medida por derivas térmicas, grandes longitudes de cable, etc. Estos elementos, colocados normalmente sobre trípodes, se unen con el punto cuyo desplazamiento se desea medir mediante un hilo de acero.

La **medida de vibraciones** (velocidades de movimiento), se efectúa con un sismómetro L-4C de la casa MARK, cuyas características se relacionan a continuación:

- Tipo electromagnético
- Frecuencia propia: < 1,0 +0,05 Hz
- Rango de frecuencia con la excitación: < 0,05 Hz desde 0 a 0,09 pul/seg
- Resistencia de la bobina: 500 Ohm
- Aislamiento de la envolvente: 100 MOhm a 500 V.c.c.

Para la **medida de aceleraciones** se cuenta con acelerómetros capacitivos de la casa SEIKA del tipo B2 y ± 10 g de rango con ancho de banda de 0 a 200 Hz.

Se dispone de un **sensor de temperatura ambiente y humedad relativa** modelo WCH24T de la marca LEE-INTEGER LTD, cuyas características son las siguientes:

- Sensor de humedad: DST tipo GLS/RH
- Rango de humedad: 0-100% R.H.
- Sensor de temperatura: tipo PT-100
- Rango de temperatura: -50° C. a +150° C

Éste tiene como finalidad controlar la influencia de los agentes atmosféricos sobre los parámetros medidos.

Los acondicionadores que incluye el equipo pueden recibir, tanto para pruebas dinámicas como para pruebas estáticas, los siguientes tipos de sensores, entre los que se encuentran los descritos anteriormente:

- ☐ Acelerómetros piezocapacitivos
- ☐ Acelerómetros piezoresistivos
- ☐ Potenciómetros a 5 hilos
- ☐ Voltios
- ☐ Puentes de bandas completos en corriente continua y alterna
- ☐ Sensores de temperatura tipo PT-100

6.3.5.2. Acondicionadores de señal

El sistema consiste en un diseño modular que acondiciona diversos tipos de sensores de "alta velocidad" generando una señal eléctrica normalizada de ± 5 V de salida.

El conjunto está formado por tres módulos con una fuente de alimentación integrada, cada uno está formado por un chasis de 19" con capacidad para contener hasta 12 acondicionadores. Cada acondicionador sirve, de forma completamente independiente, para un único sensor permitiendo los ajustes de ganancia, margen de frecuencias y cero de salida. Éstos pueden recibir la señal de los tipos de sensores indicados en el anterior subapartado.

Esta modalidad permite definir equipos que se adapten a las necesidades concretas de cada sistema a controlar, seleccionando los sensores y acondicionadores más adecuados para el mismo. Específicamente, para el caso de las pruebas de carga, en función del tipo de sensores que se emplean, el principal acondicionador es el de bandas en puente completo a baja frecuencia.

Cada una de las tarjetas acondicionadoras presenta las siguientes **características**:

- ❑ Alimentación al sensor: Genera una tensión de +1V y otra simétrica de -1V para alimentar el puente. Se dispone de 2 hilos para alimentar y otros 2 hilos para confirmar la tensión que le llega al puente y de esta forma compensar las pérdidas por longitud de cable. Se pueden alcanzar distancias de hasta 200 m entre sensores y acondicionadores.
- ❑ Amplificador: Está formado por un amplificador de instrumentación de alta precisión (16 bits) y un amplificador S/H para la compensación automática de la deriva de los componentes de la electrónica. Dependiendo del tipo de prueba a realizar, dinámica o estática, la amplificación se llevará a cabo en corriente continua o alterna de "baja frecuencia" ($< 1 \text{ KHz}$), evitando de esta forma los errores típicos de deriva que se observan en las pruebas de tipo estático, debidos a variaciones térmicas en las electrónicas para corrientes continuas en las que las amplificaciones son muy elevadas.
- ❑ Corrector del cero y de la ganancia: Incorpora un equipo de SAMPLE & HOLD que al indicarle el autocero genera la tensión adecuada para que la salida sea de 0 V. También tiene un ajuste fino de la ganancia para que al introducir un desequilibrio (dependiendo del valor seleccionado) se genere una tensión de salida de 2 V, permitiendo efectuar de forma semiautomática los procesos de calibración de los equipos.
- ❑ Filtros: Son filtros del tipo Bessel de cuarto orden seleccionable. La máxima frecuencia a medir debe ser 3 veces menor que el valor del filtro elegido, para que las distorsiones en las medidas sean mínimas.

- ❑ Etapas de salida: Su única misión es dar suficiente potencia para enviar la señal al equipo de adquisición, así como una protección contra cortocircuitos en la red.

- ❑ Fuente de alimentación: Genera, a partir de la alimentación del bus, las tensiones necesarias para el manejo de la electrónica de las tarjetas, optimizando el consumo.

En el frontal de cada tarjeta acondicionadora se dispone de:

- Selector de filtro (5, 15, 30, 100 y 330 Hz)
- Selector de ganancia (5, 10, 100, 1000, 2500 y 10.000)
- Pulsador ajuste del cero de salida
- Ajuste de ganancia para calibración
- Salida auxiliar para verificación mediante osciloscopio

Una misma tarjeta acondicionadora se puede utilizar indistintamente, bien para la medida de desplazamientos, bien para la medida de deformaciones. De esta forma no se limita a un determinado número de canales la medida de flechas o de tensiones.

6.3.5.3. Tarjeta de comunicaciones

El sistema de adquisición de datos está comandado por un procesador con una tarjeta de adquisición de datos que recoge las lecturas de los 36 canales de medida. El equipo utilizado dispone de una tarjeta de comunicaciones de NATIONAL INSTRUMENTS, que alcanza una velocidad de adquisición de datos de hasta 333.000 muestras/segundo. El resto de las características son las siguientes:

- Sesenta y cuatro canales de entradas analógicas
- Dos puertas de I/O digitales libres para permitir el empleo de sistemas de trigger externos
- Dos canales de transferencia DMA
- Ganancia programable: 0.5, 1, 2, 4, 8, 10, 100, 500
- Convertidor A/D: 12 bits
- Sistema modular fácilmente ampliable

Por otra parte, el hardware especificado puede ser utilizado desde plataformas software convencionales (DOS, WINDOWS) mediante programas de desarrollo tipo SCADA, facilitando la interfase con el usuario.

Teniendo en cuenta que las frecuencias máximas encontradas en estructuras de puente no superan los 20 Hz parece conveniente muestrear a no menos de 5 veces la frecuencia, es decir, 100 Hz por canal; puesto que el número de canales totales es de 36, ello supone una velocidad mínima de muestreo de 3600 Hz, muy por debajo de las posibilidades de las soluciones que se emplean. Es posible la realización de muestreos a velocidades de 32.000 muestras/segundo.

6.3.5.4. Ordenador

Es el elemento que realiza el registro, almacenamiento, tratamiento y la presentación de los datos, así como el control de la adquisición, llevada a cabo por la tarjeta de NATIONAL INSTRUMENTS, instalada en uno de sus slots libres.

El registro se lleva a cabo en el disco duro y la presentación por pantalla.

Las características del ordenador empleado en el sistema de registro son las siguientes:

- Procesador PENTIUM a 133 MHz
- Memoria RAM: 16 MB
- Unidad de disco flexible 3 ½ alta densidad
- CD ROM interno
- 260 Mb en disco duro
- Monitor color, tarjeta gráfica, teclado y ratón
- 5 Slots libres

El sistema cuenta además con una unidad de **sistema de alimentación ininterrumpida** (S.A.I.) para prevención de fallos en el suministro eléctrico, con autonomía para 30 minutos. Su objetivo es permitir el correcto cierre de la aplicación software e impedir la pérdida de información de un ensayo ante un eventual corte de energía.

6.3.5.5. Cables y conectores

Todos los conectores, aéreos o de chasis, que se emplean en el equipo (cableado, acondicionadores y fuente de alimentación) cumplen especificaciones militares, asegurando de esta forma su fiabilidad.

El cableado es de diseño muy versátil. Entre los sensores y los acondicionadores se disponen cables sencillos de 6x0,5 mm² apantallados.

6.3.6. Software de aplicación

A fin de que el sistema realice las funciones de adquisición, registro y presentación de datos, el programa utiliza el entorno LabWindows de National Instruments. Este está especialmente diseñado para el trabajo con sistemas de adquisición de datos y control de sensores de instrumentación.

Se ha programado una aplicación específica dentro de LabWindows para el control y seguimiento de la instrumentación que se instala en los ensayos de prueba de carga.

En éste se ha definido un menú general que comprende:

"Configurar", "Calibrar", "Pruebas", "Gráficos", "Notas" y "Salir"

Dentro de la ventana del menú de **"Configurar"** se puede acceder a:

- **"Asignación de canales"**: En una hoja de 64 líneas se pueden definir con gran flexibilidad y de forma interactiva, la nomenclatura para localización en el croquis del punto que se mide, el canal del sistema al que se conecta, la ganancia software que se aplica (independiente de la ganancia hardware), tipo de sensor en función de la ficha que le define, cable conectado y el valor teórico esperado de medida que se prevé alcanzar.

Tanto las configuraciones generales de puntos, sensores y canales, como la serie de valores teóricos esperados, son cargables desde ficheros que pueden prepararse con antelación en gabinete.

Las asignaciones de cable llevan implícitas los correspondientes factores de corrección de las lecturas por la longitud del mismo.

Teniendo en cuenta que existen 36 canales físicos de medida (acondicionadores de señal) simultáneos y 64 líneas de asignación, se pueden definir varias configuraciones de instrumentación, de forma que los puntos a medir pueden ser activados o desactivados. El objetivo de tal operación es facilitar y acelerar, en la medida de lo posible, los cambios de instrumentación caso de ser necesarios en estructuras con gran número de puntos de medida.

En cualquier caso, el hecho de que se puedan activar los 64 canales de medida simultánea, permite que el equipo sea fácilmente ampliable a ese número de puntos de control.

- ❑ **"Valores esperados"**: para una asignación de canales determinada, en la que se han definido los puntos a controlar en una estructura, se asigna que valores teóricos se pueden medir. Los ficheros de valores esperados se graban, de tal forma que posteriormente son cargables desde las pantallas de la ejecución de la prueba. Aunque esta labor se puede realizar directamente en la pantalla de "Asignación de Canales", su objeto es poder configurar distintos ficheros de valores en función de los diferentes ensayos, estáticos o dinámicos, a realizar. Los ficheros preparados en gabinete, ahorran tiempo de trabajo en campo.
- ❑ **"Factores de cable"**: Para una asignación de canales determinados, a cada punto de control sobre la estructura se le define una longitud de cable conectada hasta el sistema de medida. En este apartado, se asignan factores de corrección por pérdidas eléctricas debido a la longitud de cable.
- ❑ **"Fichas de sensores"**: Son las fichas que definen de forma genérica los diferentes tipos de sensores que se emplearán en la realización de los ensayos de prueba de carga. En cada una de ellas se configuran los rangos de medida del sensor, las unidades ingenieriles de medida, el factor de galga y unas variables de corrección de pendientes lineales.
- ❑ **"Parámetros generales"**: Se definen aquellos parámetros que son comunes a cualquiera de los procesos que se desarrollan en el programa. En concreto, se especifican:

porcentajes admitidos respecto a valores teóricos esperados, porcentajes admitidos para aceptar la estabilidad de incremento de magnitudes medidas, porcentajes admitidos para aceptar la recuperación de flechas o tensiones y valores máximos ó mínimos para definir las escalas gráficas de las representaciones, tanto de las curvas que se generen en tiempo real como las que pertenezcan al archivo histórico.

- "Croquis de instrumentación": permite cargar un fichero gráfico, de forma que desde las pantallas de ejecución se puedan visualizar esquemáticamente los puntos donde se localizan los sensores, así como su designación.

La tecla **"Calibrar"** permite acceder a las pantallas desde las cuales se efectuará:

- "Calibración de canales": Permite tomar lecturas de los valores superiores, inferiores e iniciales que es posible registrar, obteniéndose de forma automática la relación entre unidades eléctricas y unidades de ingeniería. El proceso se puede realizar de forma automática o manual, por grupos de sensores o por sensores individuales. Este sistema de calibración permite que los factores de conversión se calculen directamente en campo o que se introduzcan manualmente mediante un fichero preparado al efecto. Cuando los coeficientes se calculan en campo, quedan integradas todas las pérdidas o ganancias del sistema eléctrico por cualquier factor externo ambiental o eléctrico, o interno de tipo electrónico.
- "Chequear canales": Se visualizan gráficamente las escalas eléctricas de medida de los 64 canales existentes. Su misión es determinar mediante una simulación de muestreo, la existencia de algún ruido o inestabilidad eléctrica en cualquiera de los canales que se emplearán durante la realización de los ensayos.

La tecla **"Pruebas"** permite iniciar el ensayo de prueba de carga. En una primera pantalla general se define el tipo de prueba (estática, dinámica), el nombre del fichero que se graba (código EST para pruebas estáticas o código DIN para pruebas dinámicas, junto con dos cifras numéricas), el subdirectorío donde se almacenarán los datos, algún comentario de texto para describir el ensayo y la velocidad de muestreo.

Con respecto a la velocidad de muestreo, señalamos que las pruebas estáticas se pueden realizar a 1,5 ó 10 muestras/seg y las pruebas dinámicas desde 100 a 32.000 muestras/seg, en función del número de canales activados y la duración prevista de ensayo.

Desde la pantalla general se indicará, igualmente, el nombre del fichero que contiene los datos de valores teóricos esperados a emplear, con la finalidad de que las comparaciones se realicen entre los valores adecuados de sobrecargas y velocidad.

Al pulsar la tecla "Continuar" dentro de la anterior pantalla, se presentarán distintas configuraciones de los paneles dependiendo del tipo de prueba.

En la PANTALLA DE PRUEBAS ESTATICAS se presentarán simultáneamente y en cada instante los siguientes datos de los 64 canales de medida, agrupados en hojas de 32:

- Identificación del punto de medida
- Lectura en unidades de ingeniería
- Porcentaje alcanzado sobre el valor teórico esperado durante la fase de carga, o porcentaje de recuperación en la fase de descarga
- Porcentaje de la pendiente para estabilización de lecturas en la fase de carga o descarga

En caso de que las lecturas adquiridas alcancen los valores de fondo de escala de los sensores correspondientes, la celdilla recogería el valor medido con caracteres en color rojo.

Cuando los porcentajes sobre el valor teórico esperado sean superiores al límite establecido en la configuración de parámetros generales, la celdilla correspondiente presentará el valor del porcentaje sobre fondo de color rojo. Al mismo tiempo, se activaría una alarma de aviso en la esquina superior izquierda de la pantalla, con objeto de que si durante la adquisición se trabaja dentro de cualquier otra pantalla, podamos advertir si la magnitud de cualquier valor medido es superior a lo esperado en la prueba.

De la misma forma, si los porcentajes de estabilización o recuperación son inferiores a los límites establecidos en las pantallas de configuración de parámetros generales, las celdillas presentarían los valores de los mismos sobre fondo de color verde.

En la zona inferior de la pantalla se han definido una serie de teclas:

- ❑ "Comenzar": Inicia la adquisición de datos y el contador de fases de carga.

- ❑ **"Finalizar":** Detiene la adquisición de datos.

- ❑ **"Fase de carga":** Al pulsar esta tecla se inicia una fase de carga, incrementando su contador en una unidad. Inicialmente el fondo de la celdilla es amarillo hasta que se cierra la fase, pasando a color verde. La prueba no se puede detener hasta que todas las fases estén cerradas.

- ❑ **"Fase de descarga":** Al pulsar esta tecla se inicia una fase de descarga, incrementando su contador en una unidad. Con el mismo criterio que para las fases de carga, el fondo de la celdilla será amarillo o verde.

- ❑ **"Notas":** Permite grabar un comentario corto de 30 caracteres, aproximadamente.

- ❑ **"Flechas" o "Bandas":** Permite visualizar las gráficas en tiempo real de los valores que se adquieren hasta en 24 canales simultáneamente, seleccionados libremente y modificables a voluntad. En la pantalla gráfica se podrá visualizar la actualización de las curvas, así como los valores numéricos que se están registrando en cada instante.

- ❑ **"Gráficas":** Permite visualizar gráficamente los valores adquiridos por cada canal al final del ensayo. Esta visualización tiene las características del Gráfico para histórico que se detallará más adelante.

- ❑ **"Grabar":** Cuando se finaliza la prueba esta puede ser traducida o no en el momento en que se detiene. La traducción no se efectúa por defecto, ya que se pretende ahorrar el máximo tiempo posible en los procedimientos de ejecución, considerando que esta labor debe ser realizada en gabinete. Pero si por alguna circunstancia se requiere la traducción para cargar gráficas en la utilidad de histórico, deberemos pulsar la tecla "Grabar". De esta forma se graban ficheros individualizados por canal adquirido.

- ❑ **"Croquis":** Permitirá visualizar el esquema gráfico de puntos de medida.

- ❑ **"Imprimir":** Efectuará un volcado de pantalla a impresora.

- ❑ **"Máximo":** Es una tecla que se activa una vez detenida la prueba de carga y presenta los máximos por canal de las lecturas realizadas, cuando el ensayo ha sido traducido.
- ❑ **"Mínimo":** Es una tecla que se activa una vez detenida la prueba de carga y presenta los mínimos por canal de las lecturas realizadas, cuando el ensayo ha sido traducido.

Respecto a la PANTALLA DE PRUEBAS DINAMICAS, inicialmente, se mostrará una pantalla de espera donde existirán, además, unas teclas para "Comenzar" o "Detener" manualmente la adquisición de datos.

Al igual que para las pruebas estáticas, se podrá ver la evolución de los valores registrados, en unidades ingenieriles, durante la realización de la prueba. Además, dado el corto tiempo de duración de estas pruebas, justo en el momento en que finalice la toma de datos del ensayo dinámico, se podrá presentar una pantalla, previa traducción, donde se recogerán, a modo de resumen:

- Identificación de los puntos de medida
- Lecturas máximas medidas en unidades de ingeniería
- Porcentajes alcanzados sobre valores teóricos esperados
- Porcentajes de recuperación alcanzados

Los criterios de colores de caracteres y de fondo de las celdillas son idénticos a los establecidos en los ensayos estáticos.

De la misma forma, en la zona inferior de la pantalla se han definido una serie de teclas similares a las recogidas en el panel de ensayos estáticos. A diferencia del anterior, se han suprimido, lógicamente, los pulsadores de fase de carga y descarga, añadiendo una tecla de "Espectro" de frecuencias. Esta última permitirá obtener la frecuencia propia de vibración de la estructura mediante el análisis de las "colas" de las flechas medidas, o del registro del sismómetro o de los acelerómetros.

Por tanto, incluso después de que se detenga cada ensayo dinámico, el programa permitirá visualizar los gráficos de las lecturas adquiridas en cada canal, así como las frecuencias propias de vibración de la estructura. Las funciones de "Notas", "Imprimir", "Mínimos", etc. se mantienen sin modificaciones.

Volviendo al menú general, la tecla de **"Gráficos"**, al igual que en cualquier otro programa similar en que se gestionan ficheros de históricos, permitirá visualizar los valores de las pruebas efectuadas. Es conveniente indicar que por prueba efectuada se ha de entender prueba traducida y grabada en el disco duro del ordenador; es decir, existirá la posibilidad de visualizar los valores y gráficos de pruebas realizadas con anterioridad en estructuras distintas, pudiendo establecer criterios comparativos, etc.

Para la visualización de los gráficos se han incorporado dos herramientas de gran utilidad para efectuar los análisis de resultados; por un lado, podemos visualizar ampliadas regiones de las curvas (zoom), y por otro lado, conocer los valores coordenados de un punto concreto mediante una función de "raster".

Por último, se ha incluido una ventana de **"Notas"** a través de la cual se accede a los comentarios de texto grabados durante la realización de los ensayos, siendo posible introducir algún otro sin necesidad de que estemos en la modalidad de ejecución.

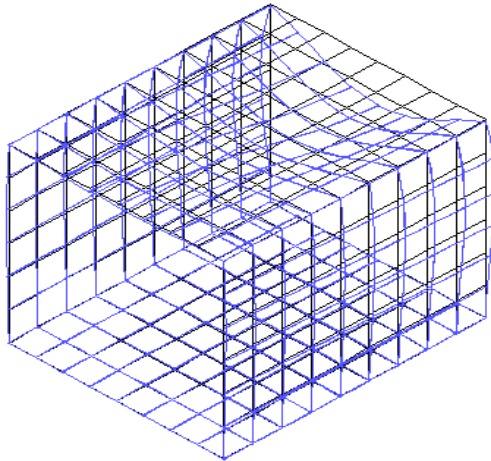
6.4. RESULTADOS PREVISTOS

Los resultados previstos en los ensayos estáticos y dinámicos se han extraído de los cálculos realizados en el "Proyecto de Prueba de Carga Estructura 04PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur" (Ref: PPC.0602.04PI01.MS.GIF, Junio de 2002).

6.4.1. Flechas y deformaciones bajo carga estática.

Los valores de flechas y deformaciones unitarias esperados, para la hipótesis de carga recogida en el Proyecto de Prueba de Carga, son los presentados en la siguiente tabla (valores negativos de flecha indican descenso y valores positivos de deformación unitaria indican tracción):

Ensayo estático nº 1 – Momento flector positivo en sección central del dintel (Hipótesis de cálculo I)		
Punto de medida	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
M11	-0,14	--
M12	-0,19	--
M13	-0,19	--
M14	-0,14	--
G11	--	8
G12	--	11
G13	--	11
G14	--	8
G15	--	-1
G16	--	-2
G17	--	-2
G18	--	-1

Estado: Deformada estática para hipótesis de cálculo I	
Cargas: Composición en Vías 1 y 2	

6.4.2. Esfuerzos máximos de sollicitación

Del cálculo del tablero sometido al estado de carga estática definido para la prueba, se obtiene que las zonas más solicitadas a momento flector positivo son las de la sección central, y las más solicitadas a momento flector negativo son las de los empotramientos losa – hastial. Considerando solamente los **momentos** producidos por las **sobrecargas de uso**, se obtiene (los esfuerzos se expresan por metro de ancho del dintel del marco):

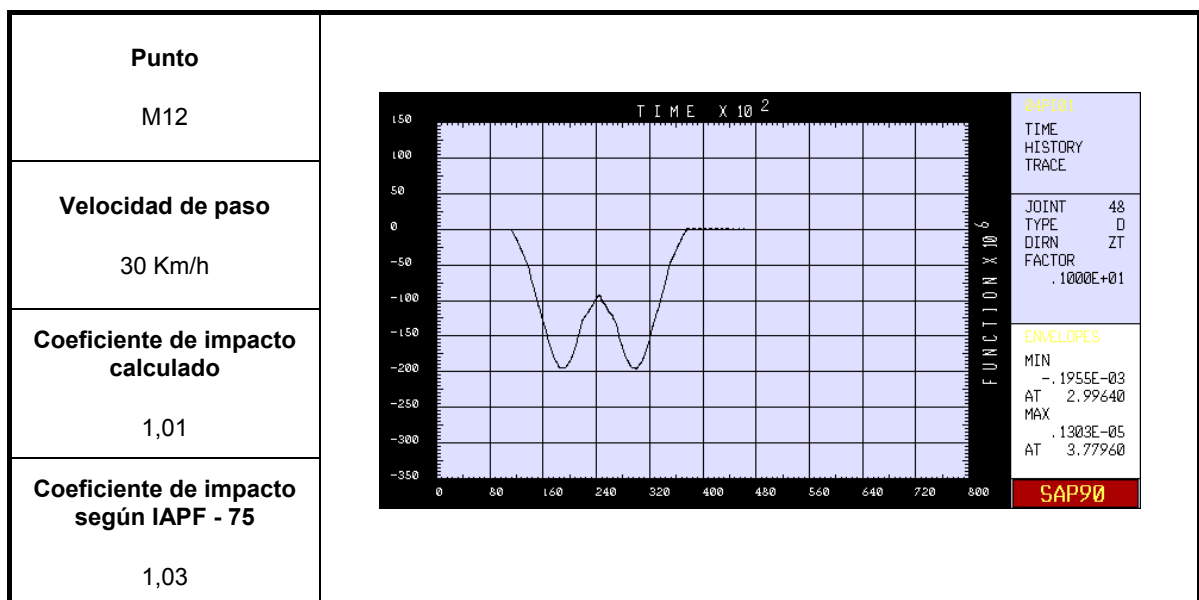
	Momento de sobrecarga en Proyecto (kN m)	Momento de sobrecarga en Prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
Sección central	90,3	42,8	47,4
Sección de empotramiento en hastial	-79,1	-37,5	47,4

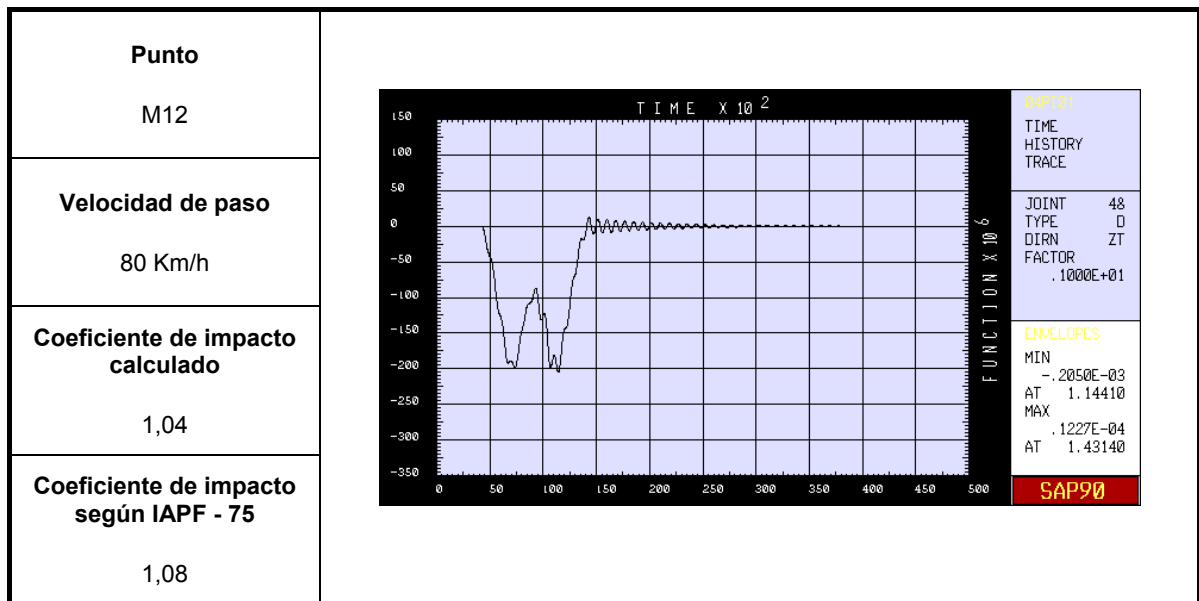
Si se consideran, además, los momentos flectores producidos por las cargas permanentes, se obtendrán (los esfuerzos se expresan por metro de ancho del dintel del marco):

	Mom. CP en Proyecto (kN m)	Mom. SC en Proyecto (kN m)	Mom. Total en Proyecto (kN m)	Mom. SC en Prueba (kN m)	Mom. Total en prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
Sección central	529,1	90,3	619,4	42,8	571,9	92,3
Sección de empotramiento en hastial	-463,2	-79,1	-542,3	-37,5	-500,7	92,3

6.4.3. Coefficientes de impacto

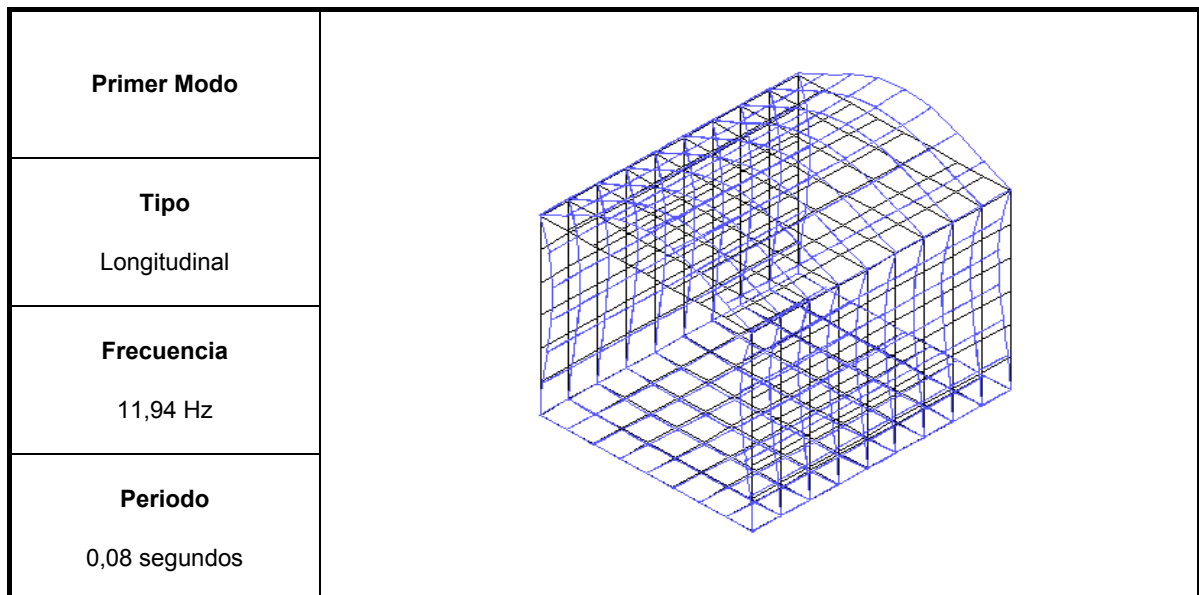
Se calcularon los **coeficientes de impacto** de la estructura, a partir de las flechas del punto M12 para el paso de la circulación a velocidad media (30 Km/h) y a velocidad máxima (80 Km/h), considerando un coeficiente de amortiguación del 2 %, así como el valor teórico de este coeficiente de amplificación según la “*Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril*” de 1975.

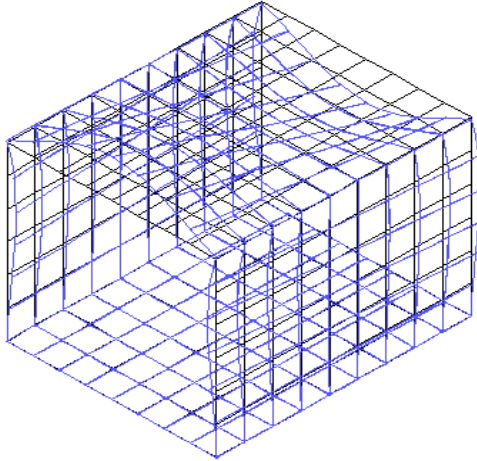


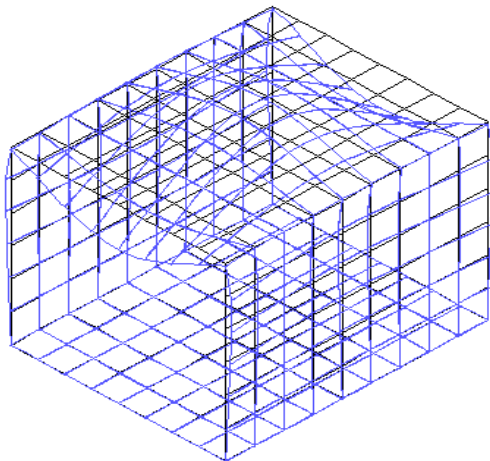


6.4.4. Frecuencias

Por otra parte, se efectuó un cálculo de las **frecuencias** de los tres primeros modos de vibración libre de la estructura. Los valores obtenidos fueron los siguientes:



Segundo Modo	
Tipo Transversal	
Frecuencia 15,46 Hz	
Periodo 0,06 segundos	

Tercer Modo	
Tipo Transversal	
Frecuencia 25,83 Hz	
Periodo 0,04 segundos	

7. PRUEBA DE CARGA

7. PRUEBA DE CARGA

7.1. DESCRIPCIÓN

La prueba de carga de la Estructura 04PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, se llevó a cabo el día 4 de Septiembre de 2002.

Como sobrecarga se utilizaron las composiciones descritas anteriormente en el apartado 6.1 “*Acciones reproducidas*”.

Durante la realización de los ensayos de carga, las condiciones atmosféricas de temperatura y humedad relativa ambiente variaron entre:

Instante (fecha y hora)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Inicio ensayo (04/09/02 01:35)	20,8	42,6
Fin ensayo (04/09/02 02:09)	20,3	43,7

Las medidas durante el ensayo estático se realizaron de acuerdo con las siguientes fases:

- I. Toma de valores iniciales de las medidas.
- II. Situación de la primera locomotora 060, con la posición indicada en el Croquis de Carga incluido en el anejo 3 de este documento.
- III. Estabilización de las medidas. Se realizaron medidas continuas hasta comprobar que se había alcanzado la estabilización de las lecturas.
- IV. Situación de la segunda locomotora 060, repitiendo las fases II y III.
- V. Estabilización de las medidas. Cuando se encontraron posicionadas las composiciones previstas, se realizaron medidas continuas hasta comprobar que se alcanza la estabilización de las lecturas. El tiempo de mantenimiento de las cargas no fue inferior a 10 minutos.
- VI. Descarga de la estructura, haciendo circular las composiciones hasta salir completamente del dintel.
- VII. Medidas de recuperación. Se realizaron medidas continuas con el puente descargado hasta alcanzar la estabilización de las lecturas, y una recuperación mínima del 85 % en un intervalo de tiempo no superior al de mantenimiento de la carga dentro del dintel en la fase V.

Se realizó una prueba estática, mediante la cual se materializó la hipótesis de cálculo contemplada en el Proyecto de Prueba de Carga:

		Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Duración
EST00	Inicio prueba	01:51	20,4	43,7	18 minutos
	Fin prueba	02:09	20,3	43,7	

Los ensayos dinámicos se desarrollaron en el siguiente orden:

- **Prueba cuasiestática:** Paso de la composición circulando sobre la estructura a una velocidad en torno a 5 Km/h.
- **Prueba a velocidad media:** Paso de la composición circulando sobre la estructura circulando a velocidad media (en torno a 30 Km/h).
- **Prueba a velocidad máxima:** Paso de la composición circulando sobre la estructura a la máxima velocidad constante que sea posible alcanzar teniendo en cuenta las exigencias de seguridad de la obra. (en torno a 80 Km/h)
- **Prueba de frenado:** Paso de la composición circulando sobre la estructura a máxima velocidad, efectuando el frenado en la sección central de la estructura, teniendo en cuenta las exigencias de seguridad de la obra.

Se efectuaron las siguientes pruebas dinámicas:

Ensayo	Hora de inicio	Vía	Tipo	Velocidad real (Km/h)
DINÁMICA 01	01:38	1	Cuasiestática	6,1
DINÁMICA 00	01:35	2	Cuasiestática	7,8
DINÁMICA 02	01:41	1	V. media	28,6
DINÁMICA 03	01:44	1	V. máxima	59,2
DINÁMICA 04	01:48	1	V. máx.+ Frenado	-

7.2. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentan los **máximos valores** de flecha y deformación unitaria obtenidos durante la realización de los ensayos de la prueba de carga en la Estructura 04PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, (valores negativos de flecha indican descenso y valores positivos de deformación unitaria indican tracción).

	Ensayo	Flecha (mm)	Deformación L/2 ($\mu\epsilon$)	Deformación hastial ($\mu\epsilon$)
Marco vía 1	Estático	-0,19	7	-2
	Dinámicos sin frenada	-0,19	7	-2
	Dinámico con frenada	-0,19	7	-2
Marco vía 2	Estático	-0,17	10	-2
	Dinámicos sin frenada	-0,17	10	-2
	Dinámico con frenada	-0,04 (*)	1 (*)	-2 (*)

(*) La prueba dinámica con frenada se realizó únicamente por vía 1

De esta forma, los porcentajes alcanzados durante los ensayos, respecto a las sollicitaciones máximas previstas en el cálculo teórico para la Prueba de Carga y valores de cálculo recogidos en el Proyecto de la estructura, son los siguientes (unidades en KN m / m):

	Momentos de Proyecto			Momentos teóricos en prueba		Momentos reales alcanzados		% Prueba	% Proyecto
	CP	SC	Total	SC	Total	SC	Total		
Marco vía 1	529,1	90,3	619,4	42,8	571,9	37,5	566,6	99,1%	91,5%
Marco vía 2	529,1	90,3	619,4	42,8	571,9	38,2	567,3	99,2%	91,6%

Se señala el correcto funcionamiento de todos los sensores durante la realización de la prueba de carga, a excepción de las bandas extensométricas G12 y G18, en las que no se registraron medidas en ninguna de las pruebas.

A continuación se recogen varias tablas en detalle con los resultados de las mediciones efectuadas en cada uno de los ensayos realizados sobre la estructura (los valores de movimiento con signo negativo indican descenso y los valores positivos de deformación unitaria indican tracción).

ENSAYO
ESTÁTICA 00

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	% obtenido	Medida descarga	Recuperación	% recuperación
M11	00	Flecha a L/2	mm	-0,14	-0,13	92,9	0,00	-0,13	100,0
M12	01	Flecha a L/2	mm	-0,19	-0,19	100,0	0,00	-0,19	100,0
M13	02	Flecha a L/2	mm	-0,19	-0,17	89,5	0,00	-0,17	100,0
M14	03	Flecha a L/2	mm	-0,14	-0,13	92,9	0,01	-0,14	107,7
G11	04	Deformación a L/2	με	8	7	87,5	0	7	100,0
G13	06	Deformación a L/2	με	11	10	90,9	0	10	100,0
G14	07	Deformación a L/2	με	8	7	87,5	0	7	100,0
G15	08	Def. en Empotramiento	με	-1	-1	100,0	0	-1	100,0
G16	09	Def. en Empotramiento	με	-2	-2	100,0	0	-2	100,0
G17	10	Def. en Empotramiento	με	-2	-2	100,0	0	-2	100,0

ENSAYO	VÍA	TIPO	VELOCIDAD
DINÁMICA 01	1	Cuasiestática	6,1 Km/h

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
M11	00	Flecha a L/2	mm		-0,14	0,00	
M12	01	Flecha a L/2	mm		-0,19	0,01	
M13	02	Flecha a L/2	mm		-0,03	0,00	
M14	03	Flecha a L/2	mm		-0,02	0,01	
G11	04	Deformación a L/2	με		7	0	
G13	06	Deformación a L/2	με		1	0	
G14	07	Deformación a L/2	με		1	0	
G15	08	Def. en Empotramiento	με		-1	0	
G16	09	Def. en Empotramiento	με		-2	0	
G17	10	Def. en Empotramiento	με		-1	0	

ENSAYO	VÍA	TIPO	VELOCIDAD
DINÁMICA 00	2	Cuasiestática	7,8 Km/h

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
M11	00	Flecha a L/2	mm		0,02	-0,01	
M12	01	Flecha a L/2	mm		-0,05	0,00	
M13	02	Flecha a L/2	mm		-0,17	0,00	
M14	03	Flecha a L/2	mm		-0,13	-0,01	
G11	04	Deformación a L/2	µε		0	0	
G13	06	Deformación a L/2	µε		10	0	
G14	07	Deformación a L/2	µε		8	0	
G15	08	Def. en Empotramiento	µε		0	0	
G16	09	Def. en Empotramiento	µε		-1	0	
G17	10	Def. en Empotramiento	µε		-2	0	

ENSAYO	VÍA	TIPO	VELOCIDAD
DINÁMICA 02	1	Velocidad media	28,6 Km/h

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
M11	00	Flecha a L/2	mm	-0,14	-0,13	0,00	0,93
M12	01	Flecha a L/2	mm	-0,19	-0,18	0,00	0,95
M13	02	Flecha a L/2	mm	-0,03	-0,03	0,00	-
M14	03	Flecha a L/2	mm	-0,02	0,02	0,00	-
G11	04	Deformación a L/2	με	7	7	0	1,00
G13	06	Deformación a L/2	με	1	1	0	-
G14	07	Deformación a L/2	με	1	0	0	-
G15	08	Def. en Empotramiento	με	-1	-1	0	
G16	09	Def. en Empotramiento	με	-2	-2	0	
G17	10	Def. en Empotramiento	με	-1	-2	0	

ENSAYO	VÍA	TIPO	VELOCIDAD
DINÁMICA 03	1	Velocidad máxima	59,2 Km/h

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
M11	00	Flecha a L/2	mm	-0,14	-0,13	0,00	0,93
M12	01	Flecha a L/2	mm	-0,19	-0,19	0,00	1,00
M13	02	Flecha a L/2	mm	-0,03	-0,04	-0,01	-
M14	03	Flecha a L/2	mm	-0,02	-0,02	0,00	-
G11	04	Deformación a L/2	με	7	7	0	1,00
G13	06	Deformación a L/2	με	1	1	0	-
G14	07	Deformación a L/2	με	1	1	0	-
G15	08	Def. en Empotramiento	με	-1	-1	0	
G16	09	Def. en Empotramiento	με	-2	-2	0	
G17	10	Def. en Empotramiento	με	-1	-2	0	

ENSAYO	VÍA	TIPO	VELOCIDAD
DINÁMICA 04	1	Velocidad máxima+ frenado	-

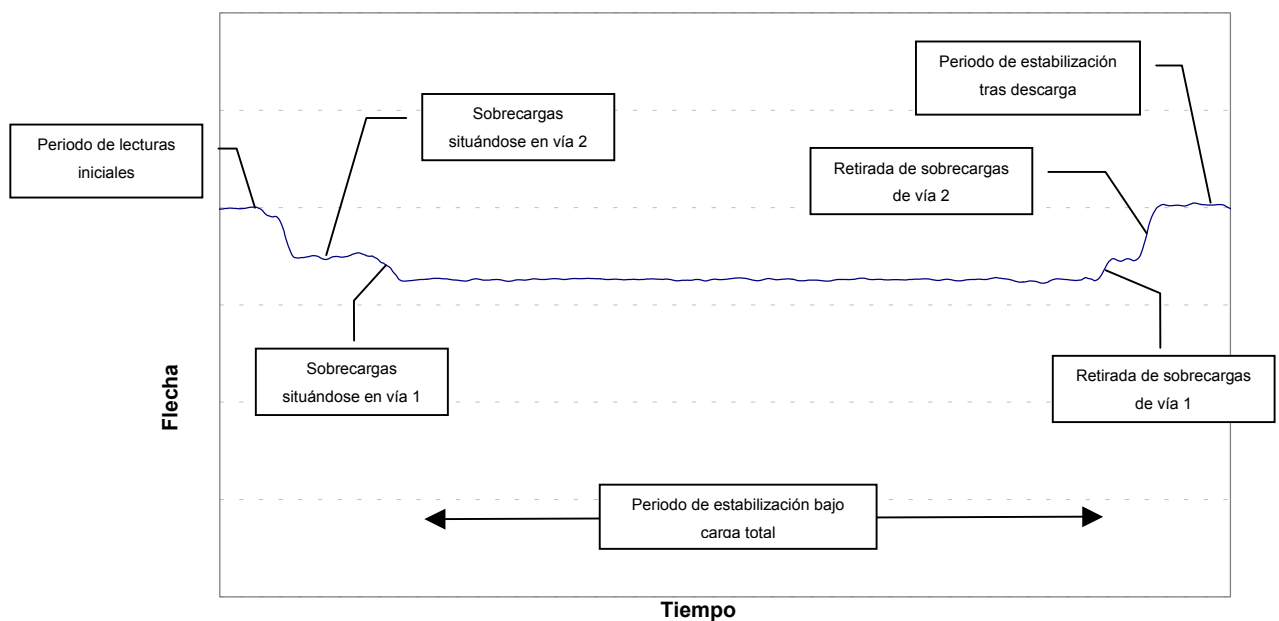
Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
M11	00	Flecha a L/2	mm	-0,14	-0,13	0,00	0,93
M12	01	Flecha a L/2	mm	-0,19	-0,19	-0,03	1,00
M13	02	Flecha a L/2	mm	-0,03	-0,04	-0,01	-
M14	03	Flecha a L/2	mm	-0,02	-0,02	0,00	-
G11	04	Deformación a L/2	με	7	7	0	1,00
G13	06	Deformación a L/2	με	1	1	0	-
G14	07	Deformación a L/2	με	1	1	0	-
G15	08	Def. en Empotramiento	με	-1	-1	0	
G16	09	Def. en Empotramiento	με	-2	-2	0	
G17	10	Def. en Empotramiento	με	-1	-2	0	

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1. PRUEBA ESTÁTICA

La prueba estática realizada en la Estructura 04PI01 de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, se desarrolló según las siguientes fases, indicadas sobre la curva tipo registrada para este ensayo:



Como se puede apreciar en esta curva tipo, correspondiente al punto M12, los dos marcos que componen la estructura no son totalmente independientes (se registra descenso del marco 1 al cargar la vía 2), si bien la influencia sobre un marco de las sobrecargas aplicadas al otro no son muy elevadas (del orden de 0,07 mm en flechas, y a 5 $\mu\epsilon$, en deformaciones).

Durante la prueba estática se han medido unos valores de flecha y deformación unitaria cuyos porcentajes respecto a las magnitudes previstas en el Cálculo Teórico para la Prueba de Carga están comprendidos entre:

FLECHAS

	% obtenidos	% Medio
Marco vía 1	92,9 - 100,0	96,4
Marco vía 2	89,5 - 92,9	91,2

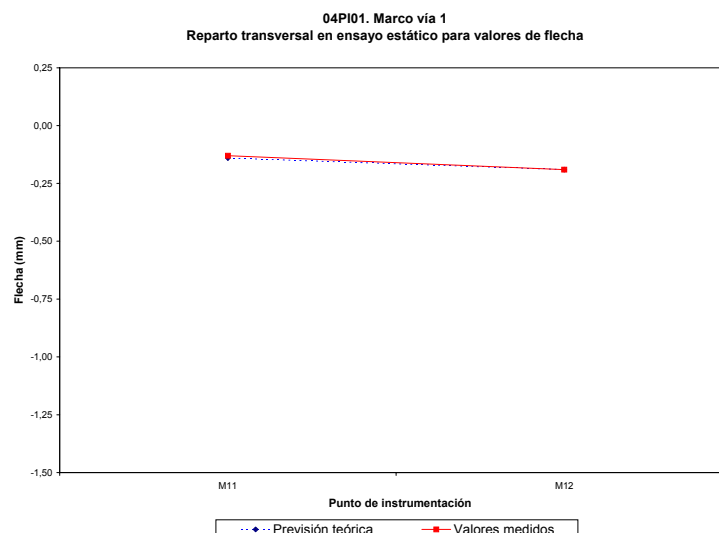
DEFORMACIONES UNITARIAS

	Posición	% obtenidos	% Medio
Marco vía 1	Centro de vano	87,5	87,5
	Emp. Losa-hastial	100,0 - 100,0	100,0
Marco vía 2	Centro de vano	87,5 - 90,9	89,2
	Emp. Losa-hastial	100,0	100,0

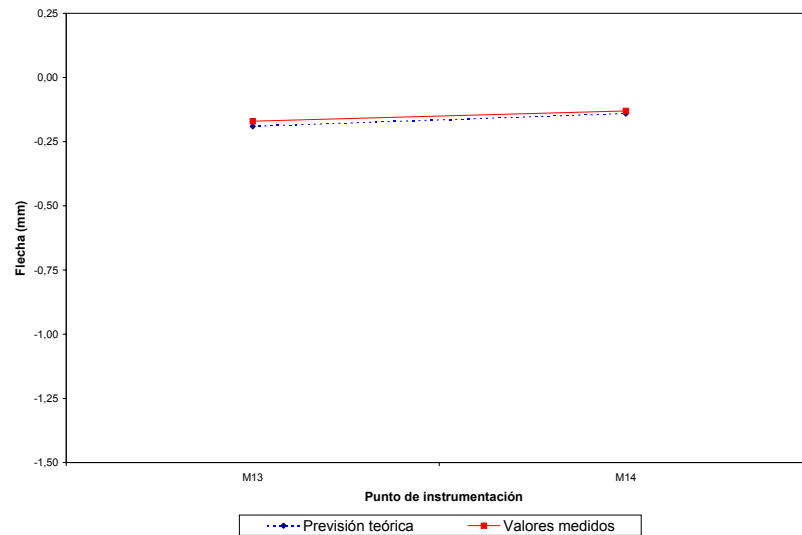
El valor del % medio, tanto para flechas como para deformaciones unitarias, se ha calculado ponderando el porcentaje obtenido en cada punto en función de la medida registrada en ese mismo punto. De esta forma, el valor del porcentaje medio puede interpretarse directamente como una aproximación a la relación entre la rigidez longitudinal teórica y la real.

En cuanto a las diferencias que se aprecian entre los porcentajes alcanzados en flecha y los obtenidos en deformación, debe señalarse que la medida de flecha integra una serie de características del hormigón, tales como microfisuras, heterogeneidades del hormigón, etc., que la medida puntual de una banda no llega a homogeneizar. Además, dada la magnitud de los valores medidos, pequeñas variaciones, del orden de la precisión del sistema de medida, pueden dar lugar a variaciones significativas en los porcentajes calculados.

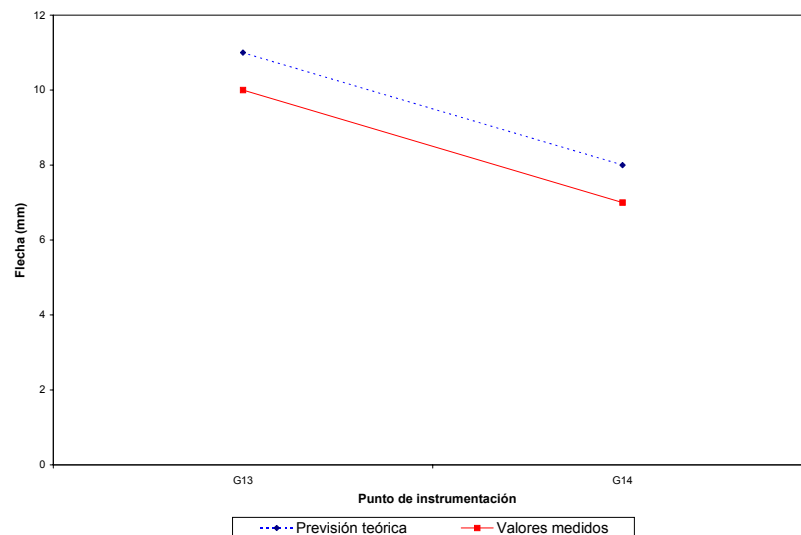
La diferencia entre el comportamiento teórico previsto en el Proyecto de Prueba de Carga y el medido durante la realización del ensayo se aprecia en los gráficos que se presentan en las siguientes páginas:



04PI01. Marco vía 2
Reparto transversal en ensayo estático para valores de flecha



04PI01. Marco vía 2
Reparto transversal en ensayo estático para valores de deformación unitaria



Los **porcentajes de recuperación** alcanzados en flechas y deformaciones del tablero han sido correctos, ya que los valores remanentes no recuperados han sido inferiores al 15 % en todos los puntos instrumentados. Las recuperaciones de flechas y deformaciones medidas en centro de vano se resumen en las siguientes tablas:

PORCENTAJES DE RECUPERACIÓN EN FLECHAS

	% obtenidos	% Medio
Marco vía 1	100,0 - 100,0	100,0
Marco vía 2	100,0 - 107,7	103,8

PORCENTAJES DE RECUPERACIÓN EN DEFORMACIONES

	Posición	% obtenidos	% Medio
Marco vía 1	Centro de vano	100,0	100,0
	Emp. Losa-hastial	100,0 - 100,0	100,0
Marco vía 2	Centro de vano	100,0 - 100,0	100,0
	Emp. Losa-hastial	100,0	100,0

La relación **flecha / luz** que se obtiene para el máximo movimiento registrado en la sección a L/2 durante la prueba estática fue:

	Luz de cálculo (m)	Máxima flecha (mm)	Relación Flecha / Luz
Marco vía 1	8,8	-0,19	1/46.316
Marco vía 2	8,8	-0,17	1/51.765

Estas relaciones son muy inferiores a las admisibles para este tipo de estructuras que pueden llegar a ser de hasta 1/800.

8.2. PRUEBAS DINÁMICAS

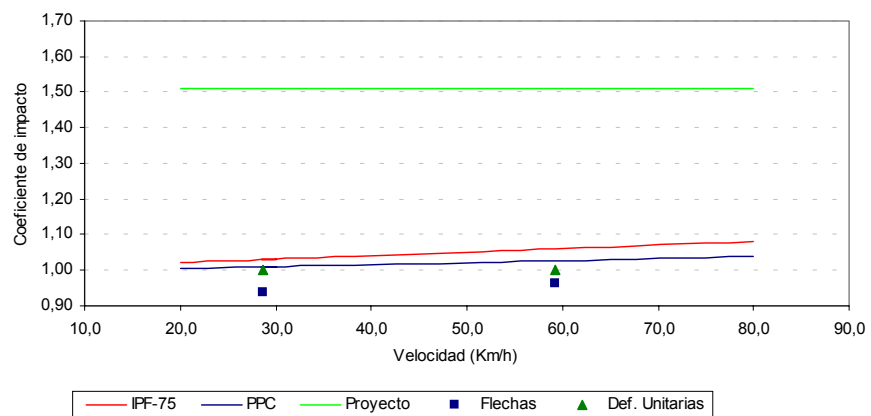
Del estudio de las pruebas dinámicas efectuadas a diferentes velocidades (ensayo cuasiestático, ensayo a velocidad media, ensayo a velocidad máxima y ensayo a velocidad máxima con frenada) se obtienen los siguientes valores experimentales del coeficiente de impacto en los puntos instrumentados en el marco 1, sobre el que se han realizado las pruebas dinámicas:

Coefficientes de impacto

Prueba	Velocidad (Km/h)	IPF-75 (*)	PPC (*)	Pry (**)	Flechas		Def. unitarias	
					Coef. Impacto	Coef. Eje	Coef. Impacto	Coef. eje
Velocidad media (DIN 02)	28,6	1,03	1,01	1,51	0,93 - 0,95	0,94	1,00	1,00
Velocidad máxima (DIN 03)	59,2	1,06	1,03		0,93 - 1,00	0,97	1,00	1,00
V. máxima + frenado (DIN 04)	-	-	-		0,93 - 1,00	0,97	1,00	1,00

(*) La columna PPC presenta el cálculo dinámico incluido en el Proyecto de Prueba de Carga. Tanto en la columna IPF-75 como en la PPC los valores incluidos se han calculado aplicando las velocidades reales durante los ensayos.

(**) La columna "Pry" presenta el valor del coeficiente de impacto adoptado en proyecto.

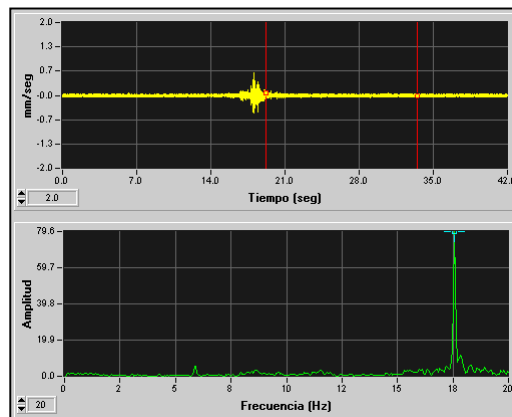


El factor de amplificación dinámica experimenta variación (sobreevaluación o infravaloración) en función de la distancia a los bordes del tablero y la rigidez transversal. Dependiendo de la tipología de la estructura y características de la carga de excitación dinámica aplicada, los efectos señalados se pueden evitar estudiando los factores de amplificación en el eje longitudinal o analizando los valores medios resultantes. Consideramos como cifras representativas del

coeficiente de impacto el valor medio calculado a partir de las medidas registradas en los dos puntos de medida situados centro de vano.

Los valores obtenidos son correctos y habituales en éste tipo de estructuras, si bien debe indicarse que el hecho de que se estén registrando valores inferiores a la unidad puede deberse a que, dada la magnitud de los valores medidos, variaciones en las medidas del orden de la precisión del sistema de medida dan lugar a importantes variaciones en los coeficientes calculados.

Del registro obtenido en la prueba de frenado mediante sismómetro situado en la sección central del marco, que se presenta a continuación, se determina la frecuencia propia de vibración de la estructura. El análisis de la señal mediante **Transformada Rápida de Fourier (FFT)** indica un valor de 17,56 Hz para la frecuencia principal para la estructura. Este valor es superior a la frecuencia de vibración longitudinal estimada teóricamente (11,94Hz).



El hecho de que se obtenga una frecuencia de vibración real superior a la esperada es indicativo de que la rigidez de la estructura es superior a la considerada en el modelo de cálculo.

Indicamos que el valor de amplitud que aparece en los gráficos de los espectros de frecuencia no tiene un significado físico o ingenieril, ya que corresponde solamente a los coeficientes de peso de los términos del desarrollo en serie de Fourier.

Posteriormente, como resultado del análisis del espectro de frecuencia por el **método del ancho eficaz de banda**, se estiman los siguientes valores de decremento logarítmico y amortiguación:

Decremento logarítmico	Amortiguación (%)
0,01	0,18

A la vista de los resultados, debe indicarse que se ha realimentado el modelo de cálculo dinámico con el valor de la amortiguación medida (0,2%) en lugar de con el valor teórico considerado inicialmente en el cálculo (2,0%), sin que se hayan registrado variaciones significativas en los resultados obtenidos, por lo que no se considera necesario incluir el recálculo en el análisis incluido en las páginas anteriores.

El valor de la amortiguación se puede considerar normal (se pueden considerar normales los valores inferiores al 2,0%). En los registros no se observa ningún comportamiento que pueda considerarse anormal desde el punto de vista de los fenómenos de amplificación dinámica.

9. CONCLUSIONES

9. CONCLUSIONES

De todo lo expuesto en el presente Informe de la Prueba de Carga realizada en la Estructura 04PI01 de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, destacamos lo siguiente:

- Se comprobó que las dimensiones principales de la estructura eran coincidentes con lo indicado en los planos de la estructura, así como que estos valores geométricos eran los empleados en la definición de los modelos de cálculo. No existen anomalías que afecten a la capacidad resistente desde el punto de vista dimensional.
- Durante la inspección no se ha observado ninguna patología que afecte a los niveles de seguridad resistentes de la estructura.
- Los valores de flecha y deformación unitaria alcanzados han sido, en general, inferiores a los valores teóricos calculados. Las magnitudes medidas se consideran correctas y habituales en este tipo de estructuras.
- Los valores remanentes de flechas y deformaciones han sido inferiores al 15 %, pudiendo afirmarse en consecuencia que el comportamiento de la estructura ha sido esencialmente elástico.
- Los coeficientes de impacto sin frenado obtenidos de la relación entre los valores de flecha alcanzados en la prueba cuasiestática y ensayos dinámicos a mayor velocidad, han sido acordes con los obtenidos realizando el estudio en deformaciones y con los valores previstos, según la IAPF-75 y el análisis dinámico incluido en el Proyecto de Prueba de Carga. El valor medido ha sido 0,94 – 1,00 para la prueba a velocidad media, y 0,97 - 1,00 para la prueba a máxima velocidad. Estos valores del factor de amplificación dinámica se consideran correctos y habituales en este tipo de estructuras.
- Los coeficientes de impacto con frenado obtenidos de la relación entre los valores de flecha alcanzados en la prueba cuasiestáticas y ensayos dinámicos a mayor velocidad han sido acordes con los obtenidos realizando el estudio en deformaciones. Los valores medidos han sido de 0,97 – 1,00. Este valor del factor de amplificación dinámica con frenado, próximo a la unidad, se considera correcto y habitual en este tipo de estructuras.

- Se ha obtenido la frecuencia propia de vibración del marco, siendo ésta de 17,6 Hz. Esta frecuencia es superior a la estimada teóricamente, lo cual indica una rigidez real de la estructura superior a la del modelo teórico.

A la vista de todo lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que la Prueba de Carga realizada sobre la Estructura **04PI01** de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, ha proporcionado resultados satisfactorios, quedando constancia de su capacidad resistente, cumpliendo con los niveles de seguridad exigidos.

Asimismo, la estructura se considera apta para cumplir sus objetivos desde el punto de vista funcional.

El presente documento consta de **SESENTA Y DOS (62)** páginas numeradas y **OCHO (8)** Anejos sin paginar.

Madrid, Diciembre de 2002

Vº Bº Oficina Técnica



Fdo.: Andrés Vicente Zapata
Ingeniero técnico de Obras Públicas



Fdo: Pablo Fernández Bea
Ingeniero de Caminos

Vº Bº Área de Construcción y Civil



Fdo: Carlos Moreno Blanes
Ingeniero de Caminos

10. ANEJOS

10.1. ANEJO N° 1: DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL GIF

10.1 ANEJO Nº1: DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL GIF

La documentación, facilitada a IIC por el GIF, que ha sido utilizada para la elaboración de Proyecto y el Informe de Prueba de Carga de la Estructura 04PI01 es la que se ha detallado en el apartado nº 5 del presente documento.

10.2. ANEJO Nº 2: PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

CLIENTE: **GESTOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS (GIF)**

OBRA: **L.A.V. MADRID – BARCELONA – FRONTERA – FRANCESA**
TRAMO MADRID – ZARAGOZA. BASE MADRID - SUR

PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

ESTRUCTURA 04PI01
L.A.V. MADRID – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA
TRAMO MADRID – ZARAGOZA. BASE MADRID SUR

JUNIO 2002

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	4
3. ACTUACIONES PREVIAS A LA PRUEBA DE CARGA	6
3.1. Análisis de la documentación de la estructura	7
3.2. Inspección previa.....	10
4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOBRECARGA DE PRUEBA.....	12
5. MEDIDAS A REALIZAR	15
5.1. Control de Flechas	16
5.2. Control de Deformaciones Unitarias	16
5.3. Control de Vibraciones	17
5.4. Otros controles	17
6. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO	18
6.1. Prueba Estática	19
6.2. Pruebas Dinámicas	20
7. PREVISIÓN DE RESULTADOS.....	21
7.1. Cálculo de flechas y deformaciones.....	23
7.2. Coeficientes de impacto	24
7.3. Cálculo de frecuencias	25
8. ANEJOS	
8.1. Anejo Nº1: Cálculos Justificativos	
8.2. Anejo nº2: Análisis del Proyecto de la Estructura	
8.3. Anejo nº 3: Croquis y Planos	
8.4. Anejo nº 4: Reportaje fotográfico de la inspección previa	

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la “*Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril*” de 1.975, se deben realizar las correspondientes pruebas de carga estáticas y dinámicas en los puentes de ferrocarril que se proyectan y construyen, previamente a la puesta en servicio de los mismos. De esta forma se verifica si los parámetros de comportamiento son correctos y ajustados a los previstos según el modelo teórico de cálculo empleado en el Proyecto de la estructura.

A instancia del GESTOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS (GIF), INGENIERÍA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL (IIC, S.A), redacta el presente documento, cuyo objeto es la descripción y definición de los trabajos y procedimientos para la prueba de carga definitiva previa a la puesta en servicio de la **Estructura 04PI01** de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base Madrid Sur.

La elaboración del presente documento se inscribe dentro del marco del contrato de “Consultoría y Asistencia Técnica para la Realización de Pruebas de Carga para la recepción de puentes de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Madrid – Lleida. Base de Madrid Sur” suscrito por IIC, S.A. con el GIF.

2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

A continuación se describen las principales características de la estructura 04PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base Madrid Sur, de acuerdo con la documentación facilitada a IIC y con la Inspección Previa realizada el día 12 de Abril de 2002.

La estructura 04PI01 define el paso de la citada línea de ferrocarril sobre un camino. Dicha estructura es un marco unicelular de 8,00 m de longitud entre caras interiores de hastiales y de 21,40 m de ancho. La altura del marco es de 7,00 m y el gálibo vertical sobre el camino es de 5,85 m. La estructura presenta una junta longitudinal a lo largo del dintel y los hastiales, haciendo que quede ésta dividida en dos semimarcos de anchura 10,7 m.

Tanto el dintel como los hastiales presentan un canto constante de 0,80 m y están ejecutados en hormigón armado ($f_{ck}=25 \text{ N/mm}^2$).

La cimentación de la estructura se resuelve mediante una losa continua con un canto de 1,00 m, y ejecutada en hormigón armado ($f_{ck}=25 \text{ N/mm}^2$).

La estructura está preparada para el paso de una doble vía de Alta Velocidad (ancho internacional 1,435 m), con separación entre ejes de 4,30 m.

Se presenta a continuación, a modo de resumen, una tabla con las principales características de la estructura.

Estructura	Tipo de Estructura	Nº de células	Luz (m)	Longitud (m)	Tipo de Cimentación
04PI01	Marco	1	8,00	21,40	Losa

En el Anejo Nº 3 se incluyen los planos de la estructura.

3. ACTUACIONES PREVIAS A LA PRUEBA DE CARGA

3. ACTUACIONES PREVIAS A LA PRUEBA DE CARGA

3.1. ANÁLISIS DE LA DOCUMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Para la elaboración del presente Proyecto de Prueba de Carga de la estructura 04PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base Madrid Sur, se han empleado los siguientes documentos:

- Anejo de Cálculo del Proyecto, formado por:
 - Descripción y Definición:
 - ✓ Datos geométricos
 - ✓ Datos del terreno
 - ✓ Sobrecargas de uso
 - ✓ Datos de los materiales
 - ✓ Coeficientes de mayoración de acciones
 - ✓ Hipótesis de Cálculo
 - ✓ Combinación de Hipótesis
 - ✓ Armado del Marco
 - ✓ Comprobación a Cortante
 - ✓ Comprobación de tensiones sobre el terreno
 - Cálculos
- Planos de la estructura:
 - Planta y Alzado
 - Planta
 - Definición geométrica de Marco
 - Armadura del Marco
 - Aletas 1 y 2 – Definición geométrica
 - Aletas 3 y 4 – Definición geométrica
 - Aletas - Armadura

Del estudio y análisis de los anteriores documentos, se desprenden las siguientes conclusiones:

- ❑ En el proceso de cálculo se aplican, en distintas combinaciones, las siguientes acciones:
 - Peso propio + terreno + sobrecarga de uso
 - Sobrecarga de uso: tren tipo B según se define en el apartado 4.2.1.1 de la *“Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril”* de 1.975.
- ❑ La modelización de la estructura se considera correcta. Se han calculado los esfuerzos en un marco bidimensional, discretizado mediante elementos barra según las dimensiones geométricas del mismo y sometido a las acciones de su peso propio, del terreno y de la sobrecarga de uso. A partir de estos esfuerzos el programa utilizado dimensiona las armaduras de las secciones a flexocompresión simple y comprueba la resistencia a cortante de las mismas, así como las tensiones máximas transmitidas al terreno.
- ❑ La obtención de resultados a partir de la aplicación de acciones sobre la estructura discretizada se considera correcta. IIC, S.A. ha desarrollado un modelo utilizando el programa SAP90, donde se ha discretizado el marco mediante elementos barra unidimensionales y se ha calculado el momento flector de cálculo en la sección central del dintel y en la de empotramiento dintel-hastial, habiéndose comprobado la validez del dimensionamiento estructural adoptado en el Proyecto (ver **Anejo nº 2: Análisis del Proyecto de la Estructura**).
- ❑ Las Normas y/o Recomendaciones aplicadas para el cálculo son las siguientes:
 - Acciones:
 - ✓ “Instrucción Relativa a las Acciones a Considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril”, Orden Ministerial del 25 de Junio de 1975.

-
- Materiales:
 - ✓ Hormigón armado:
 - EH-91 “Instrucción para el proyecto y obras de ejecución de obras de hormigón en masa o armado”.

 - El Control de Calidad especificado en la documentación de la estructura indica los siguientes coeficientes de seguridad:
 - Materiales:
 - ✓ Hormigón del marco: 1,50
 - ✓ Acero de armado del marco: 1,15
 - Acciones:
 - ✓ Peso propio:
 - Efecto desfavorable 1,60
 - Efecto favorable 0,90
 - ✓ Acción de las tierras (Peso y empuje):
 - Efecto desfavorable 1,60
 - Efecto favorable 0,90
 - ✓ Sobrecargas:
 - Efecto desfavorable 1,60
 - Efecto favorable 0,00

3.2. INSPECCIÓN PREVIA

Previo a la realización de este proyecto, se llevó a cabo una inspección preliminar de la estructura 04PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base Madrid Sur, el día 12 de Abril de 2002.

En la fecha de la inspección se encontraban ejecutadas la obra de fábrica y la superestructura en su totalidad, a excepción de la última capa de balasto (ver fotografía nº 3).

Se midieron las dimensiones principales de la estructura (ancho de la losa, distancia entre hastiales, gálibo horizontal, canto del dintel, etc), comprobando que las magnitudes eran coincidentes con las indicadas en los Planos del Proyecto de la misma. Así mismo, se ha confirmado que estos valores geométricos eran los empleados en la definición del modelo de cálculo, de tal forma que no existen anomalías que afecten a la capacidad resistente desde el punto de vista dimensional.

Durante la inspección visual se examinaron en detalle los paramentos de estribos, aletas y dintel de la estructura, tomándose nota de todos aquellos desperfectos que pudieran tener alguna relevancia desde el punto de vista estructural, de durabilidad, funcional o estética.

En general, y a falta de la confirmación experimental que se efectúe mediante la instrumentación prevista en el ensayo de prueba de carga de recepción de la estructura, y de la inspección definitiva que se realizará a continuación, señalamos que no se han detectado defectos o patologías que afecten a los niveles de seguridad de capacidad resistente de la obra.

Realizada la inspección en estribos y aletas, se apreció algún ligero desconchón y algunas fisuras verticales en paramentos, que no presentan importancia desde el punto de vista estructural, aunque sí es conveniente señalarlos desde el punto de vista de la estética y la durabilidad a largo plazo respectivamente. Estos puntos singulares pueden ser zonas potenciales de actuación de agentes climáticos, químicos, etc, donde se generen patologías que conduzcan a lo largo del tiempo hacia defectos más profundos como desprendimientos de recubrimientos, afloramientos de armaduras, etc.

En el dintel se observó la presencia de algunas fisuras longitudinales y transversales que no consideramos relevantes desde el punto de vista estructural, aunque si es conveniente señalar desde el punto de vista de la durabilidad de la obra de fábrica.

No se debe olvidar que para poder desestimar la importancia de la fisuración desde el punto de vista estructural, en general será necesario auscultar alguna fisura durante el desarrollo de los ensayos de prueba de carga, al objeto de determinar su comportamiento (valor máximo de la apertura, porcentaje de recuperación, etc) cuando la estructura se vea sometida a sucesivas fases de carga y descarga.

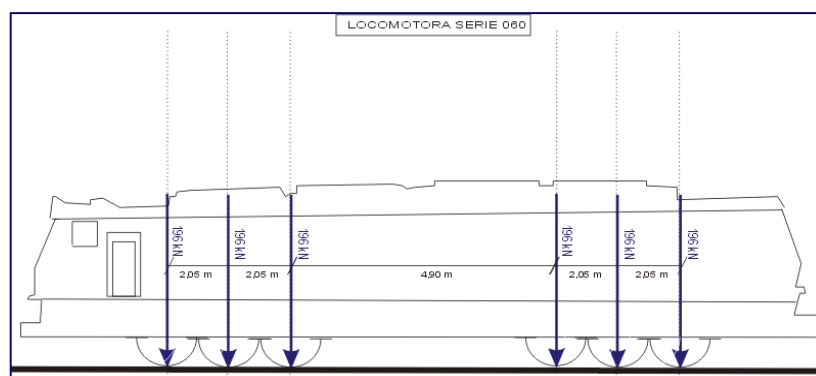
Desde el punto de vista de la accesibilidad a la estructura no se apreció que hubiese alguna dificultad especial de acceso. Del mismo modo, la instrumentación de la estructura, de acuerdo a las indicaciones que se realizarán en este documento, no presenta inconvenientes destacables. Si bien, indicamos que para el acceso a los puntos de control, en condiciones de seguridad para los técnicos de instrumentación, donde se prevé instalar sensores de medida, será necesario emplear un camión – grúa dotado de cesta empujada, con un alcance de 5 a 10 metros. Igualmente, será preciso que en el momento de la instrumentación y durante el ensayo de prueba de carga sobre la estructura, se habilite un acceso en la valla de protección que existe a lo largo de la traza.

Tras la ejecución de los ensayos de prueba de carga deberá repetirse la inspección desde el punto de vista estructural, comprobando si se manifiesta algún tipo de patología, no apreciada en esta inspección previa u ocasionada por el nivel de sollicitación alcanzado, o evolución en los deterioros ya catalogados.

4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOBRECARGA DE PRUEBA
--

4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOBRECARGA DE PRUEBA

Para la ejecución del ensayo será necesario que se proporcionen, para la reproducción del estado de sollicitación previsto en el presente Proyecto de Prueba de Carga, **DOS (2) locomotoras de la serie 060** (dos bogies de tres ejes; peso total 1180 kN).



En el Anejo nº 3 se ha incluido un croquis en el que se definen las características geométricas y la distribución de pesos de las locomotoras, así como un esquema referente al posicionamiento de las mismas sobre la estructura durante la realización de la prueba.

La distribución de cargas se realizará de tal forma que se produzcan momentos flectores positivos y negativos que permitan alcanzar los porcentajes de sollicitación requeridos respecto a momentos de sobrecarga de cálculo en Proyecto, según la *“Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril”* de 1975 y los criterios que marcan las *“Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera”* de 1998. Para el estado de carga definido se ha calculado el momento flector positivo en la sección central del dintel, y el momento negativo en la sección de empotramiento de los hastiales, comparándolos con los obtenidos como resultado de aplicar las sobrecargas de uso indicadas en la memoria del anejo de cálculo del proyecto de la estructura.

Con las disposiciones de carga recogidas en el Anejo nº 3 se ha realizado el cálculo de la estructura (ver Anejo nº 1), obteniendo a partir del mismo los valores esperados para las medidas que se realizarán durante el ensayo.

Del cálculo de la estructura sometida al estado de carga definido para la prueba, se obtiene que la zona más sollicitada a momento flector positivo se encuentra en la sección central del dintel y que la zona más sollicitada a momento flector negativo se encuentra en la sección de empotramiento de hastiales. Considerando solamente los momentos de sollicitación producidos por

las sobrecargas de uso, se obtiene (los esfuerzos se expresan por metro de ancho del dintel del marco):

	Momento de sobrecarga en Proyecto (kN m)	Momento de sobrecarga en Prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
Sección central	90,3	42,8	47,4
Sección de empotramiento en hastial	-79,1	-37,5	47,4

Si se consideran, además, los momentos flectores producidos por las cargas permanentes, se obtendrán (los esfuerzos se expresan por metro de ancho del dintel del marco):

	Mom. CP en Proyecto (kN m)	Mom. SC en Proyecto (kN m)	Mom. Total en Proyecto (kN m)	Mom. SC en Prueba (kN m)	Mom. Total en prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
Sección central	529,1	90,3	619,4	42,8	571,9	92,3
Sección de empotramiento en hastial	-463,2	-79,1	-542,3	-37,5	-500,7	92,3

5. MEDIDAS A REALIZAR

5. MEDIDAS A REALIZAR

Los puntos de la estructura que se instrumentarán durante la prueba, y en los que se efectuarán medidas, quedan reflejados en el croquis que se incluye en el Anejo nº 3 del presente documento.

5.1. CONTROL DE FLECHAS

Se tiene previsto el control de desplazamientos en los siguientes puntos:

Flecha en sección central
4 puntos

Para la medida de flechas se dispondrán transductores de desplazamiento tipo ménsula, basados en bandas extensométricas de 10 mm de longitud activa. Estos elementos, colocados normalmente sobre trípodes situados en el terreno bajo la estructura, se unen con el punto cuyo desplazamiento se desea medir mediante un hilo de acero.

Mediante estos dispositivos se realizan mediciones tanto durante la prueba estática como en las dinámicas.

5.2. CONTROL DE DEFORMACIONES UNITARIAS

Se tiene previsto el control de deformaciones unitarias o tensiones en los siguientes puntos del marco:

Deformación unitaria en sección central	Deformación unitaria en sección de empotramiento dintel - hastial
4 puntos	4 puntos

Las deformaciones unitarias se medirán mediante bandas extensométricas de 60 mm de longitud activa, que una vez pegadas sobre la superficie de hormigón de la cara inferior del tablero, previa preparación de la misma, se dejarán convenientemente protegidas.

Mediante estos dispositivos se realizan mediciones tanto durante la prueba estática como en las dinámicas.

5.3. CONTROL DE VIBRACIONES

Con la finalidad de determinar la frecuencia propia de vibración de la estructura se instalará un acelerómetro en la sección central del marco, para la medida de aceleraciones de vibración durante las pruebas dinámicas con frenado.

5.4. OTROS CONTROLES

Durante la realización de los ensayos de prueba de carga sobre la estructura, y de acuerdo a lo indicado en el Apartado 5.2 del presente documento, se llevará a cabo el control de alguna de las fisuras transversales localizadas en el dintel, con el fin de analizar su comportamiento (valor máximo de apertura, porcentaje de recuperación, etc.), mediante bandas extensométricas de 60 mm de longitud activa.

A su vez, para cada prueba y estado de carga, se procederá al registro de la humedad relativa y temperatura ambiente, al principio y al final de cada estado.

6. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO

6. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO

6.1. PRUEBA ESTÁTICA

Las medidas se realizarán de acuerdo con las siguientes fases:

- I. Toma de valores iniciales de las medidas.
- II. Situación de la primera locomotora, con la posición indicada en el Croquis de Carga incluido en el Anejo nº 3 de este documento.
- III. Estabilización de las medidas. Se realizarán medidas continuas hasta comprobar que se ha alcanzado la estabilización de las lecturas.
- IV. Situación de la segunda locomotora, repitiendo las fases II y III.
- V. Estabilización de las medidas. Cuando se encuentren posicionadas las locomotoras previstas, se realizarán medidas continuas hasta comprobar que se alcanza la estabilización de las lecturas. El tiempo de mantenimiento de las cargas no será inferior a 10 minutos.
- VI. Descarga de la estructura, haciendo circular las locomotoras hasta salir completamente del dintel.
- VII. Medidas de recuperación. Se realizarán medidas continuas con el puente descargado hasta alcanzar la estabilización de las lecturas, y una recuperación mínima del 85 % en un intervalo de tiempo no superior al de mantenimiento de la carga dentro del vano en la fase V.

En la estructura 04PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base Madrid Sur, se realizará **UNA (1)** única prueba estática correspondiente a la materialización de la hipótesis de cálculo contemplada en el presente Proyecto de Prueba de Carga.

6.2. PRUEBAS DINÁMICAS

Se realizarán CUATRO (4) tipos de pruebas dinámicas sobre la estructura. Consistirán en los siguientes ensayos:

- ❑ Ensayo dinámico nº 1: Paso de una locomotora circulando sobre la estructura a una velocidad constante menor o igual a 5 Km/h (*ensayo cuasiestático*).
- ❑ Ensayo dinámico nº 2: Paso de una locomotora sobre la estructura circulando a una velocidad media constante de aproximadamente 35 Km/h (*ensayo a velocidad media*).
- ❑ Ensayo dinámico nº 3: Paso de una locomotora sobre la estructura circulando a la máxima velocidad constante (≥ 80 Km/h) que sea posible alcanzar, teniendo en cuenta las exigencias de seguridad de la obra (*ensayo a máxima velocidad*).
- ❑ Ensayo dinámico nº 4: Paso de una locomotora sobre la estructura circulando a la máxima velocidad constante que sea posible alcanzar, teniendo en cuenta las exigencias de seguridad de la obra, efectuando el frenado en la sección central de la estructura (*ensayo de frenado*).

7. PREVISIÓN DE RESULTADOS

7. PREVISIÓN DE RESULTADOS

En el Anejo nº 1 se incluyen los cálculos justificativos realizados para evaluar las flechas, deformaciones unitarias y frecuencias propias de vibración previstas durante la realización de la prueba de carga. Para el cálculo del marco se ha empleado un programa de estructuras basado en el método de los elementos finitos.

En el proceso de cálculo existen tres fases operativas: la introducción de datos (inputs) al programa, la resolución mediante un sistema de ecuaciones y la salida (outputs) y análisis de resultados.

La operación de cálculo comienza con la discretización geométrica de la estructura. Ello lleva consigo la definición de cada uno de los elementos estructurales en cuanto a dimensiones y características mecánicas. Al mismo tiempo, se requiere la localización de cada punto o nodo de la estructura discretizada en el espacio, eligiendo para ello unos ejes de coordenadas locales para cada uno de los elementos finitos definidos, con la finalidad de conocer las direcciones y sentidos de actuación de los esfuerzos sobre cada uno de ellos.

Una vez introducida en el programa la geometría de la estructura, se definen las cargas actuantes y condiciones de contorno, de modo que mediante la resolución de un sistema de ecuaciones de la forma de $\text{Carga} = \text{Rigidez} \times \text{Desplazamiento}$, se obtienen los movimientos en cada uno de los nodos discretizados de la estructura, y por retrosustitución se calculan los esfuerzos actuantes en los elementos definidos.

Estas operaciones son realizadas de forma automática por el programa de cálculo de estructuras por elementos finitos SAP90 (CSI, Inc., Berkeley). Es un programa desarrollado en FORTRAN y diseñado para ser usado en entorno operativo MS-DOS. Todas las operaciones numéricas son desarrolladas con la precisión de 64 bits y permite llevar a cabo un análisis de comportamiento no solo estático, sino también dinámico.

En nuestro caso, para la obtención de flechas, tensiones y periodos de vibración, se ha optado por discretizar la estructura (dintel, hastiales y losa inferior) mediante elementos placa bidimensionales. Para la evaluación de los momentos de sollicitación alcanzados en el estado de carga se ha empleado una discretización del marco mediante elementos barra unidimensionales. En los cálculos se ha empleado un módulo instantáneo de deformación de 32.075 N/mm^2 para hastiales, losa inferior y dintel. El módulo de deformación se ha calculado de acuerdo a la información del Anejo de Cálculo del Proyecto de la estructura y a las consideraciones referidas en

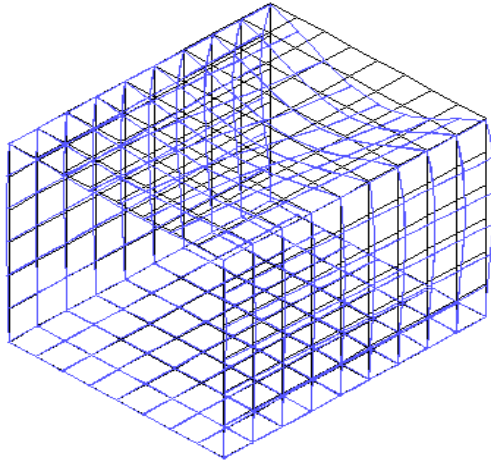
el Artículo 39.6 de la EHE–98 “Instrucción de Hormigón Estructural”. En los modelos se han considerado secciones resistentes no fisuradas.

En la salida impresa del cálculo mecanizado figuran las características geométricas y elásticas de la estructura discretizada, así como las acciones actuantes sobre los distintos nodos. El cálculo realizado presenta una primera parte de carácter estático para la obtención de los valores previstos en el estado de sollicitación a reproducir, y una segunda parte dinámica para la obtención de los coeficientes de impacto y las frecuencias propias de vibración de la estructura.

7.1. CÁLCULO DE FLECHAS Y DEFORMACIONES

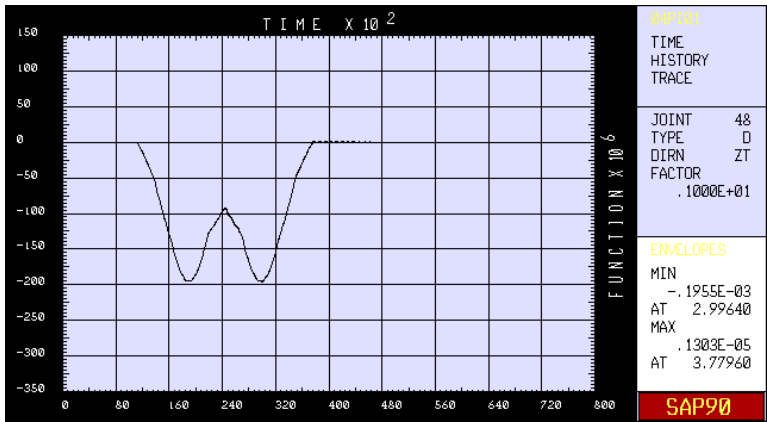
Los valores de flechas y deformaciones unitarias esperados para los puntos de medida establecidos en el Croquis de Instrumentación (ver Anejo nº 3), son los recogidos en la siguiente tabla (flechas negativas indican descenso y deformaciones unitarias positivas indican tracción):

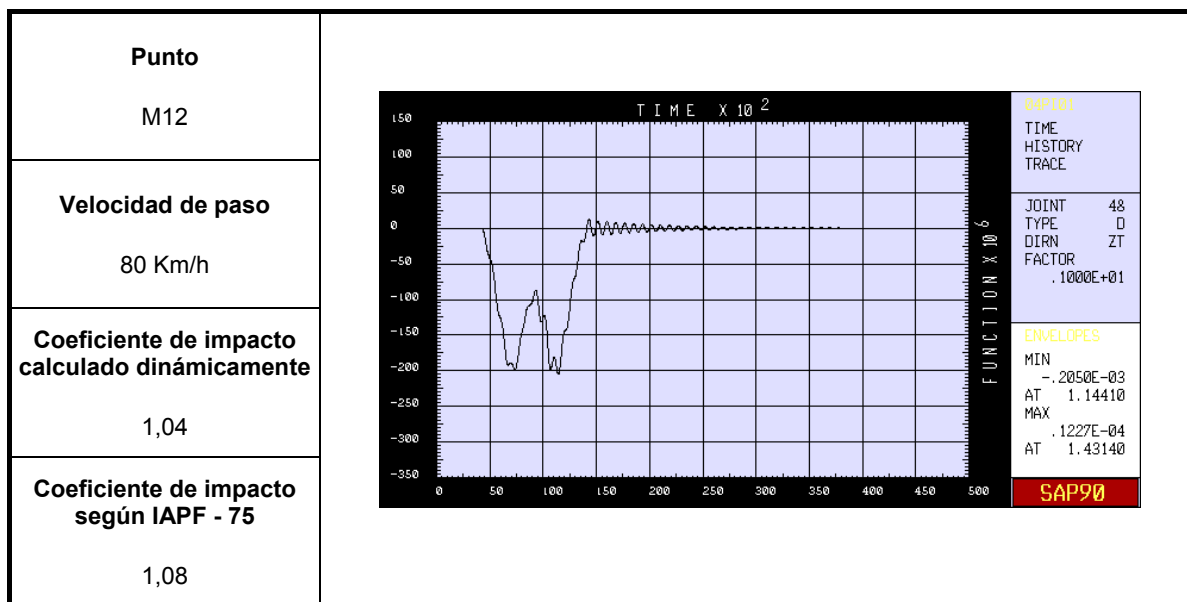
Ensayo estático nº 1 – Momento flector positivo en sección central del dintel		
(Hipótesis de cálculo I)		
Punto de medida	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
M11	-0,14	--
M12	-0,19	--
M13	-0,19	--
M14	-0,14	--
G11	--	8
G12	--	11
G13	--	11
G14	--	8
G15	--	-1
G16	--	-2
G17	--	-2
G18	--	-1

Hipótesis de Cálculo I	
Locomotora en Vía 1	

7.2. COEFICIENTES DE IMPACTO

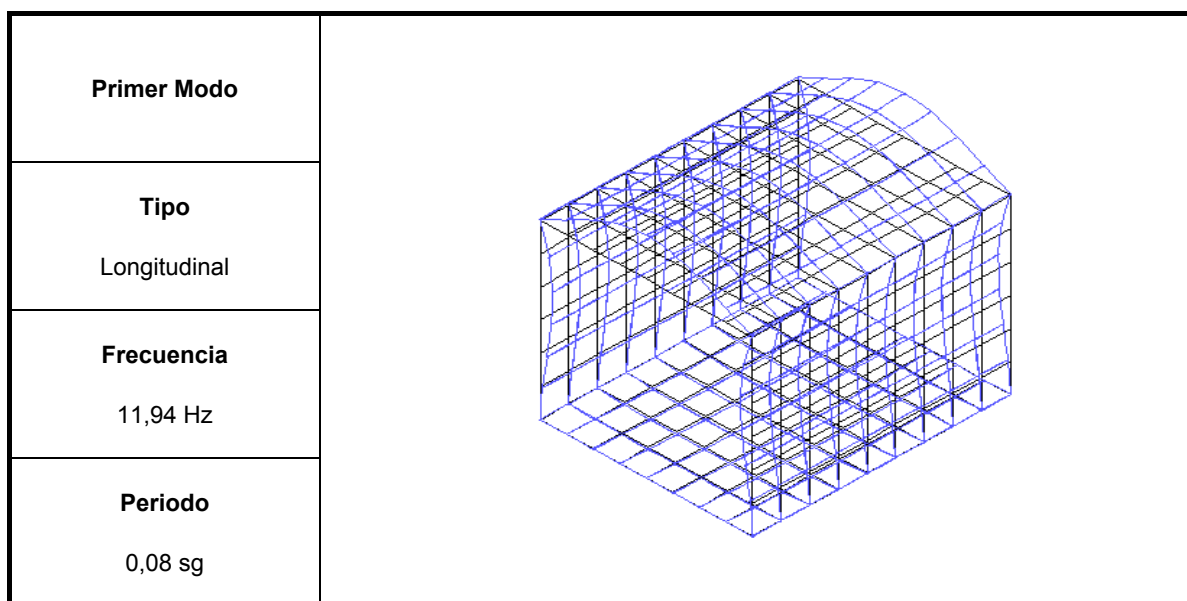
A continuación se incluyen los valores de los coeficientes de impacto de la estructura, calculados a partir de las flechas del punto M12 para el paso de la circulación a velocidad media (30 Km/h) y a velocidad máxima (80 Km/h), considerando un coeficiente de amortiguación del 2 %. A su vez, el valor teórico obtenido del cálculo anterior se compara con el calculado según la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril” de 1975.

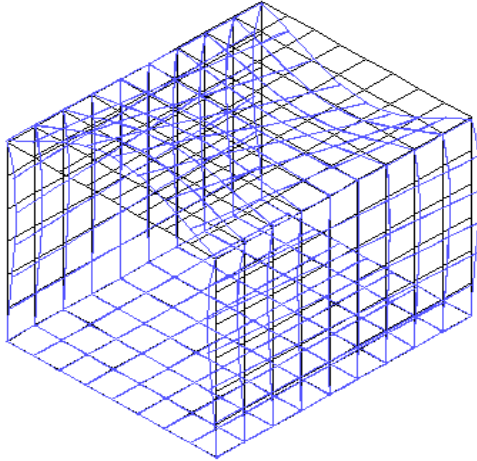
Punto	
M12	
Velocidad de paso	
30 Km/h	
Coeficiente de impacto calculado dinámicamente	1,01
Coeficiente de impacto según IAPF - 75	
	1,03

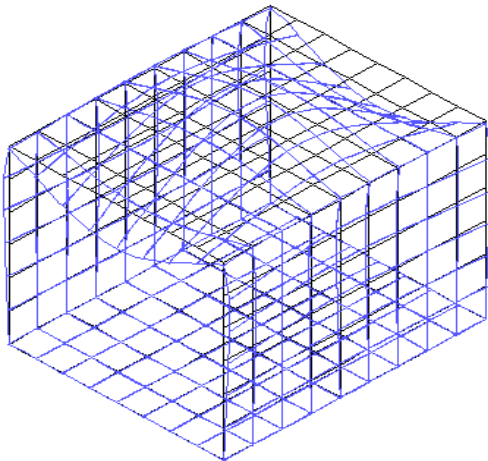


7.3. CÁLCULO DE FRECUENCIAS

El cálculo de las frecuencias de los tres primeros modos de vibración libre de la estructura, presenta los siguientes valores previstos:



Segundo Modo	
Tipo Transversal	
Frecuencia 15,46 Hz	
Periodo 0,06 sg	

Tercer Modo	
Tipo Transversal	
Frecuencia 25,83 Hz	
Periodo 0,04 sg	

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Obra: L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa

Tramo Madrid – Zaragoza. Base Madrid Sur

Cliente: Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF)

Fecha: Junio 2002

El presente documento consta de **VEINTISIETE (27)** páginas numeradas y de **CUATRO (4)** Anejos sin paginar.

Madrid, Junio de 2002

Por la Oficina Técnica de IIC, S.A.



Fdo.: Andrés Vicente Zapata
Ingeniero Técnico de Obras Públicas



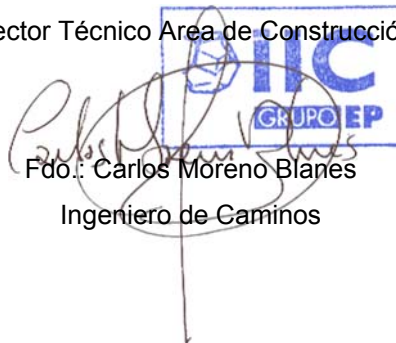
Fdo.: Juan Manuel García
Ingeniero de Caminos

Vº Bº Coordinador Técnico de Proyectos



Fdo.: Pablo Fernández Bea
Ingeniero de Caminos

Vº Bº Director Técnico Área de Construcción y Civil



Fdo.: Carlos Moreno Blanes
Ingeniero de Caminos

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Obra: L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa

Tramo Madrid – Zaragoza. Base Madrid Sur

Ciente: Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF)

Fecha: Junio 2002

8. ANEJOS

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Obra: L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa

Tramo Madrid – Zaragoza. Base Madrid Sur

Ciente: Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF)

Fecha: Junio 2002

8.1. ANEJO N°1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Obra: L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa

Tramo Madrid – Zaragoza. Base Madrid Sur

Ciente: Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF)

Fecha: Junio 2002

MODELO BIDIMENSIONAL PARA LA EVALUACIÓN DE PORCENTAJES DE SOLICITACIÓN

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 1
PROGRAM:SAP90/FILE:04PI01MS.SAP
04PI01. LAV MADRID-BARCELONA-F.FRANCESA. BASE MADRID SUR. UD: kN-m

S Y S T E M D A T A

EXECUTION CODE	- - - - -	0
NUMBER OF LOAD CONDITIONS	- - - - -	3
STEADY STATE LOAD FREQUENCY	- - - - -	.0000E+00
NUMBER OF EIGENVALUES	- - - - -	0
EIGEN CONVERGENCE TOLERANCE	- - - - -	.1000E-03
EIGEN CUTOFF TIME PERIOD	- - - - -	.0000E+00

G E N E R A T E D J O I N T C O O R D I N A T E S

JOINT	X	Y	Z
1	.000	.000	.000
2	1.100	.000	.000
3	2.200	.000	.000
4	3.300	.000	.000
5	4.400	.000	.000
6	5.500	.000	.000
7	6.600	.000	.000
8	7.700	.000	.000
9	8.800	.000	.000
10	8.800	1.250	.000
11	8.800	2.500	.000
12	8.800	3.750	.000
13	8.800	5.000	.000
14	8.800	6.250	.000
15	8.800	7.500	.000
16	7.700	7.500	.000
17	6.600	7.500	.000
18	5.500	7.500	.000
19	4.400	7.500	.000
20	3.300	7.500	.000
21	2.200	7.500	.000
22	1.100	7.500	.000
23	.000	7.500	.000
24	.000	6.250	.000
25	.000	5.000	.000
26	.000	3.750	.000
27	.000	2.500	.000
28	.000	1.250	.000

R E S T R A I N T D A T A

JOINT	RX	RY	RZ	RXX	RYY	RZZ
1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	1	1	1	0
3	0	0	1	1	1	0
4	0	0	1	1	1	0
5	0	0	1	1	1	0
6	0	0	1	1	1	0
7	0	0	1	1	1	0
8	0	0	1	1	1	0
9	1	1	1	1	1	1
10	0	0	1	1	1	0
11	0	0	1	1	1	0
12	0	0	1	1	1	0
13	0	0	1	1	1	0
14	0	0	1	1	1	0
15	0	0	1	1	1	0
16	0	0	1	1	1	0
17	0	0	1	1	1	0
18	0	0	1	1	1	0
19	0	0	1	1	1	0
20	0	0	1	1	1	0
21	0	0	1	1	1	0
22	0	0	1	1	1	0
23	0	0	1	1	1	0
24	0	0	1	1	1	0
25	0	0	1	1	1	0
26	0	0	1	1	1	0
27	0	0	1	1	1	0
28	0	0	1	1	1	0

F R A M E C O N T R O L D A T A

NUMBER OF MEMBER SECTION PROPERTIES 3
NUMBER OF SPAN LOADING PATTERNS 2

LOAD	GRAVITATIONAL MULTIPLIERS			TEMPERATURE	PRESTRESS
COND	X	Y	Z	MULTIPLIERS	MULTIPLIERS
1	.000	-1.000	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000	.000	.000
3	.000	.000	.000	.000	.000

S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

PROP	AREA	TORSIONAL	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR AREAS	
ID		INERTIA	I33	I22	A2	A3
1	.800E+00	.000000E+00	.43000E-01	.67000E-01	.000E+00	.000E+00
2	.100E+01	.000000E+00	.83000E-01	.83000E-01	.000E+00	.000E+00
3	.800E+00	.000000E+00	.43000E-01	.67000E-01	.000E+00	.000E+00

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

PROP ID	MODULUS OF ELASTICITY	SHEAR MODULUS	WEIGHT PER UNIT LEN	MASS PER UNIT LEN	THERMAL EXPANSION
1	.3208E+08	.1234E+08	.1025E+03	.0000E+00	.0000E+00
2	.3208E+08	.1234E+08	.2450E+02	.0000E+00	.0000E+00
3	.3208E+08	.1234E+08	.2450E+02	.0000E+00	.0000E+00

S P A N L O A D I N G D A T A

UNIFORM LOAD DATA

PATTERN ID	1-DIR	2-DIR	3-DIR	X-DIR	Y-DIR	Z-DIR
1	.0000	.0000	.0000	.0000	-17.5000	.0000
2	.0000	.0000	.0000	.0000	-8.3000	.0000

F R A M E E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	LOCAL-AXIS N1 N2		PROPERTY-ID END-I END-J		VAR	REL CODES	REF TEMP	ELEMENT LENGTH
1	1	2	1	0	2	2	0	000000	.00	1.10
2	2	3	1	0	2	2	0	000000	.00	1.10
3	3	4	1	0	2	2	0	000000	.00	1.10
4	4	5	1	0	2	2	0	000000	.00	1.10
5	5	6	1	0	2	2	0	000000	.00	1.10
6	6	7	1	0	2	2	0	000000	.00	1.10
7	7	8	1	0	2	2	0	000000	.00	1.10
8	8	9	1	0	2	2	0	000000	.00	1.10
9	9	10	1	0	3	3	0	000000	.00	1.25
10	10	11	1	0	3	3	0	000000	.00	1.25
11	11	12	1	0	3	3	0	000000	.00	1.25
12	12	13	1	0	3	3	0	000000	.00	1.25
13	13	14	1	0	3	3	0	000000	.00	1.25
14	14	15	1	0	3	3	0	000000	.00	1.25
15	15	16	1	0	1	1	0	000000	.00	1.10
16	16	17	1	0	1	1	0	000000	.00	1.10
17	17	18	1	0	1	1	0	000000	.00	1.10
18	18	19	1	0	1	1	0	000000	.00	1.10
19	19	20	1	0	1	1	0	000000	.00	1.10
20	20	21	1	0	1	1	0	000000	.00	1.10
21	21	22	1	0	1	1	0	000000	.00	1.10
22	22	23	1	0	1	1	0	000000	.00	1.10
23	23	24	1	0	3	3	0	000000	.00	1.25
24	24	25	1	0	3	3	0	000000	.00	1.25
25	25	26	1	0	3	3	0	000000	.00	1.25
26	26	27	1	0	3	3	0	000000	.00	1.25
27	27	28	1	0	3	3	0	000000	.00	1.25
28	1	28	1	0	3	3	0	000000	.00	1.25

B E A M S P A N L O A D I N G P A T T E R N S

ELT ID	LOAD 1	LOAD 2	LOAD 3
15	0	1	2
16	0	1	2
17	0	1	2
18	0	1	2
19	0	1	2
20	0	1	2
21	0	1	2
22	0	1	2

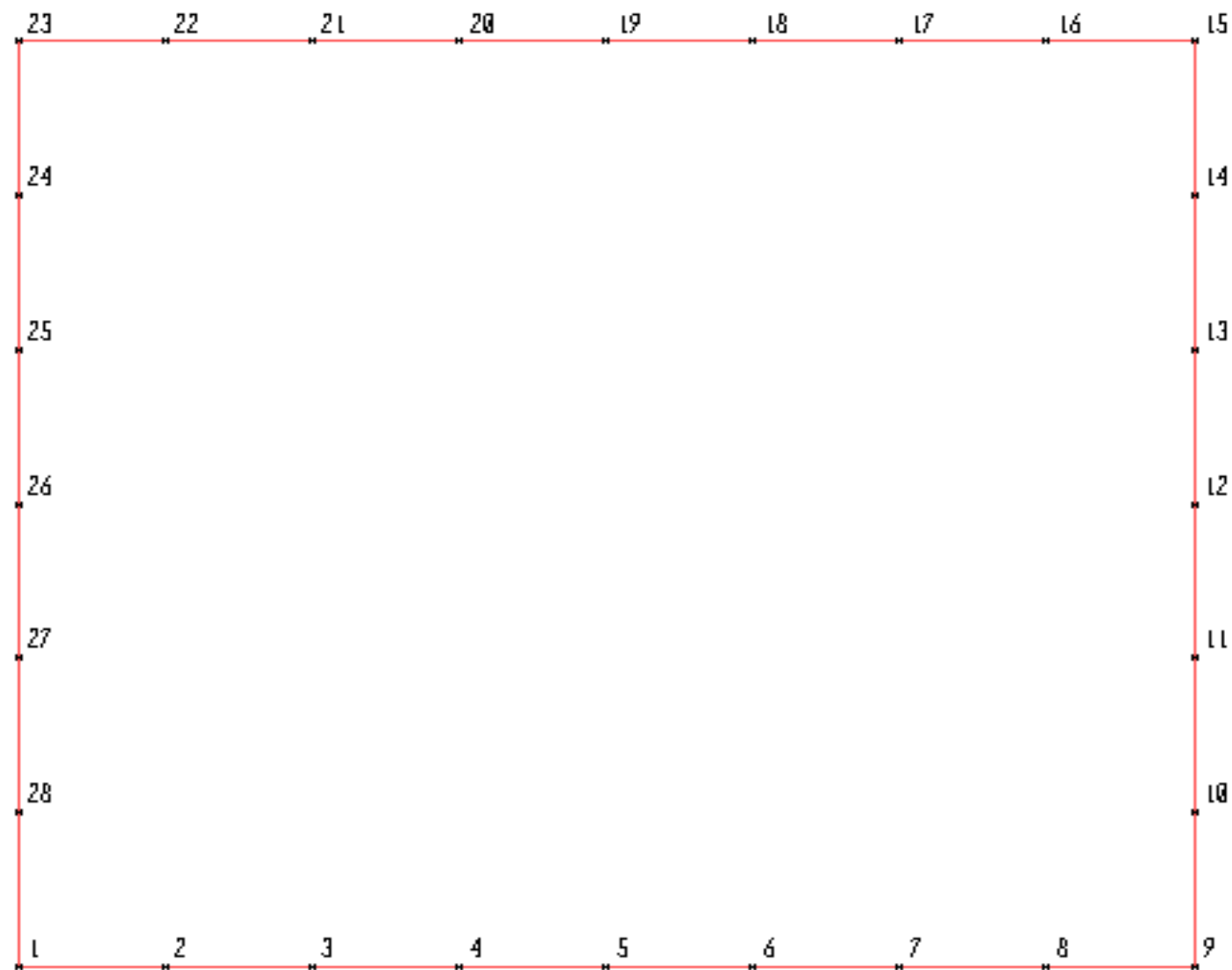
T O T A L W E I G H T S A N D M A S S E S

PROP	WEIGHT	MASS
1	902.1056	.0000
2	215.6000	.0000
3	367.5000	.0000
TOTAL	1485.2056	.0000

C S I / S A P 9 0 - - F I N I T E E L E M E N T A N A L Y S I S O F S T R U C T U R E S P A G E 1 1
PROGRAM:SAP90/FILE:04PI01MS.SAP
04PI01. LAV MADRID-BARCELONA-F.FRANCESA. BASE MADRID SUR. UD: kN-m

O U T P U T F I L E S C R E A T E D B Y P R O G R A M

INPUT DATA ECHO	04PI01MS.SAP
SOLUTION ERRORS AND WARNINGS	04PI01MS.ERR
EQUATION NUMBERING	04PI01MS.EQN
DISPLACEMENTS AND REACTIONS	04PI01MS.SOL
FRAME ELEMENT FORCES	04PI01MS.F3F



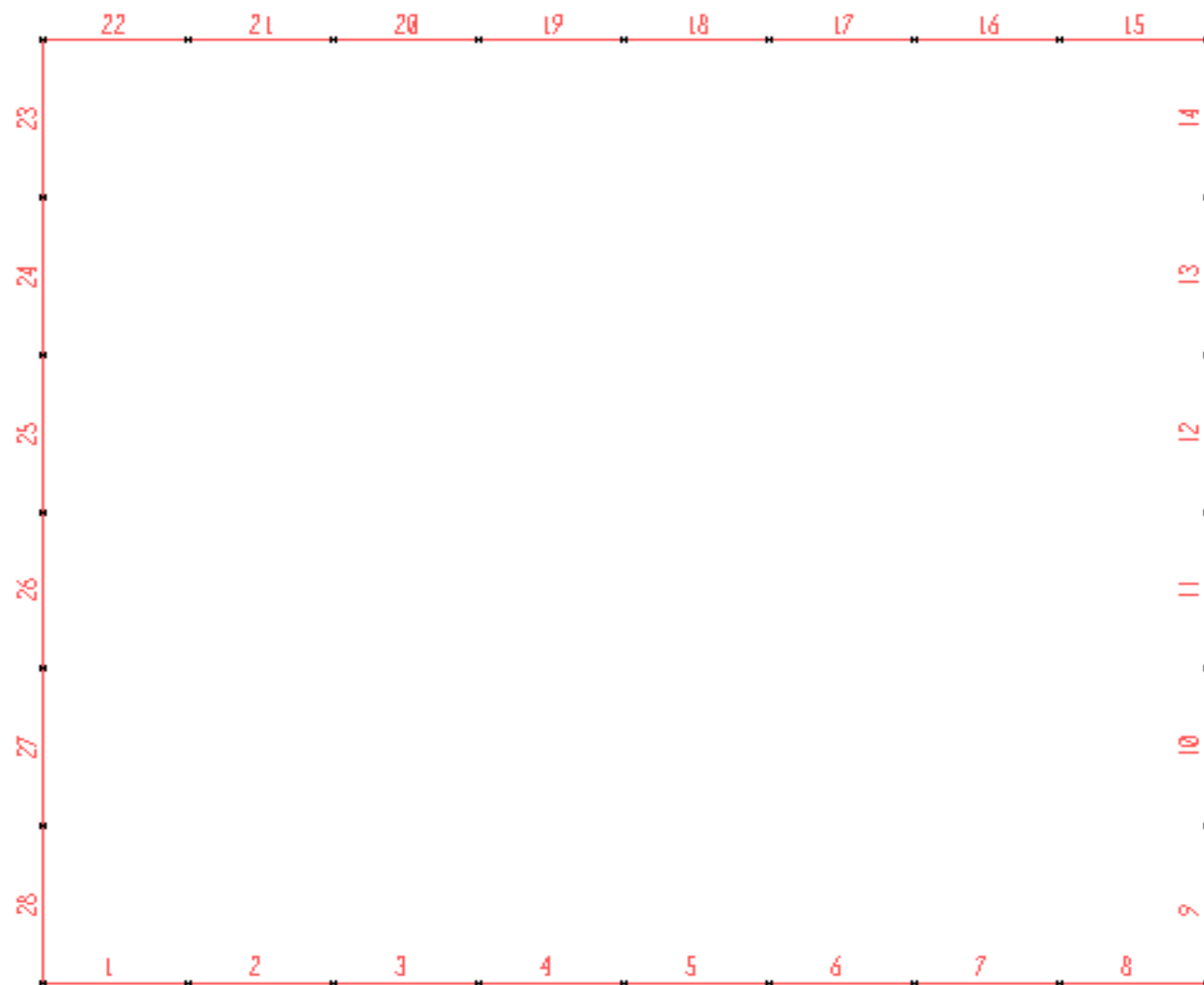
04PI01MS

UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS

JOINT IDS
ALL JOINTS
WIRE FRAME

SAP90



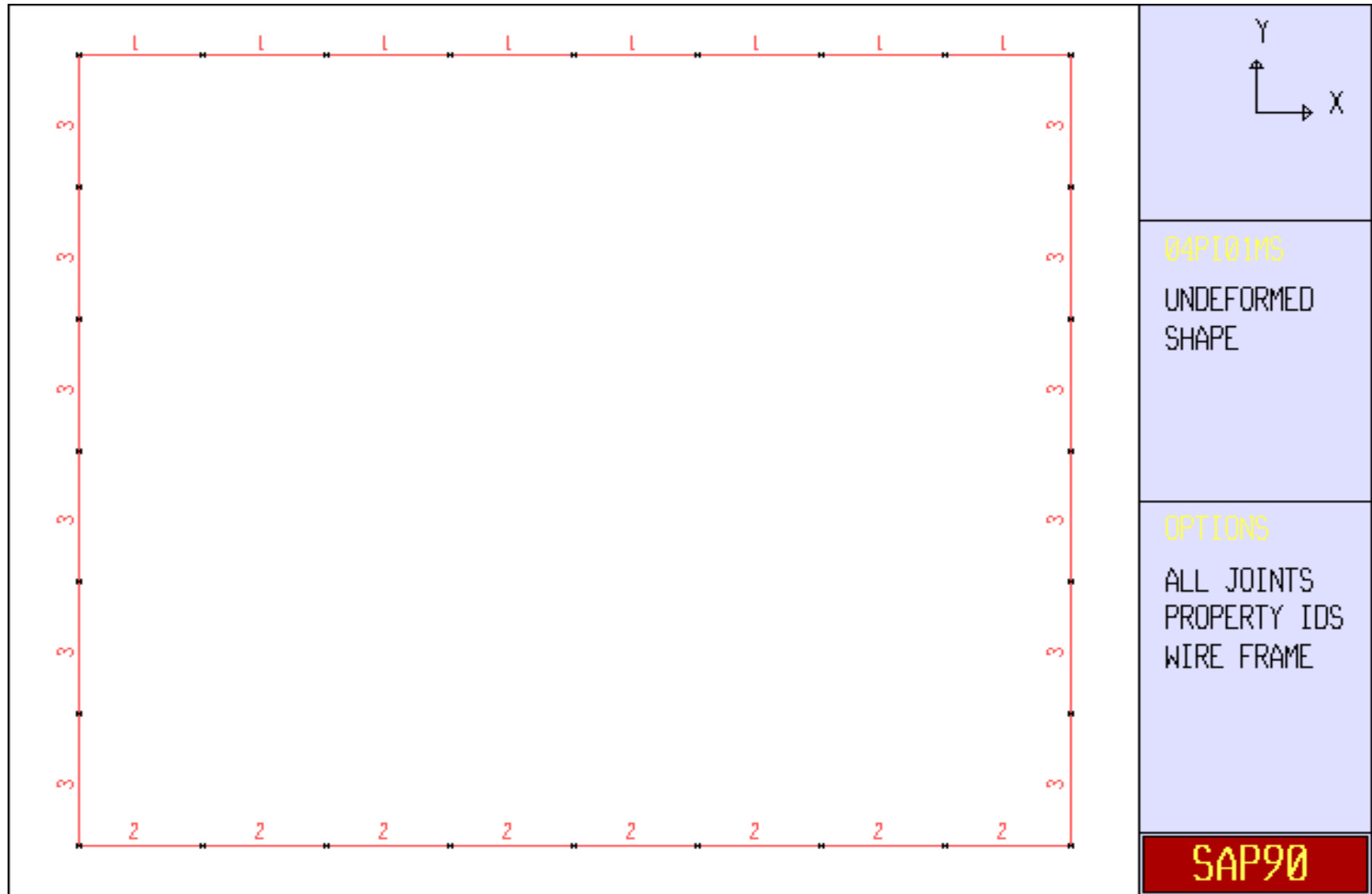
04PI01MS

UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS

ALL JOINTS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

SAP90



F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE		AXIAL	1-3 PLANE		AXIAL
			SHEAR	MOMENT	FORCE	SHEAR	MOMENT	TORQ
1 -----								
	1	.00			.00			
		.00	107.80	-158.11				
		1.10	80.85	-54.35				
		1.10			.00			
	2	.00			.00			
		1.10			.00			
	3	.00			.00			
		1.10			.00			
2 -----								
	1	.00			.00			
		.00	80.85	-54.35				
		1.10	53.90	19.76				
		1.10			.00			
	2	.00			.00			
		1.10			.00			
	3	.00			.00			
		1.10			.00			
3 -----								
	1	.00			.00			
		.00	53.90	19.76				
		1.10	26.95	64.23				
		1.10			.00			
	2	.00			.00			
		1.10			.00			
	3	.00			.00			
		1.10			.00			
4 -----								
	1	.00			.00			
		.00	26.95	64.23				
		1.10	.00	79.05				
		1.10			.00			
	2	.00			.00			
		1.10			.00			
	3	.00			.00			
		1.10			.00			
5 -----								
	1	.00			.00			

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD	DIST	1-2 PLANE		AXIAL	1-3 PLANE		AXIAL
ID COND	ENDI	SHEAR	MOMENT	FORCE	SHEAR	MOMENT	TORQ
	.00	.00	79.05				
	1.10	-26.95	64.23				
	1.10			.00			
2	.00			.00			
	1.10			.00			
3	.00			.00			
	1.10			.00			
6	-----						
1	.00			.00			
	.00	-26.95	64.23				
	1.10	-53.90	19.76				
	1.10			.00			
2	.00			.00			
	1.10			.00			
3	.00			.00			
	1.10			.00			
7	-----						
1	.00			.00			
	.00	-53.90	19.76				
	1.10	-80.85	-54.35				
	1.10			.00			
2	.00			.00			
	1.10			.00			
3	.00			.00			
	1.10			.00			
8	-----						
1	.00			.00			
	.00	-80.85	-54.35				
	1.10	-107.80	-158.11				
	1.10			.00			
2	.00			.00			
	1.10			.00			
3	.00			.00			
	1.10			.00			
9	-----						
1	.00			-634.80			
	.00	92.48	-230.42				
	1.25	92.48	-114.82				
	1.25			-604.18			

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT	LOAD	DIST	1-2 PLANE		AXIAL	1-3 PLANE		AXIAL
ID	COND	ENDI	SHEAR	MOMENT	FORCE	SHEAR	MOMENT	TORQ
10	2	.00			-77.00			
		.00	15.79	-39.34				
		1.25	15.79	-19.60				
		1.25			-77.00			
	3	.00			-36.52			
		.00	7.49	-18.66				
		1.25	7.49	-9.30				
		1.25			-36.52			
	1	.00			-604.18			
		.00	92.48	-114.82				
		1.25	92.48	.78				
		1.25			-573.55			
11	2	.00			-77.00			
		.00	15.79	-19.60				
		1.25	15.79	.13				
		1.25			-77.00			
	3	.00			-36.52			
		.00	7.49	-9.30				
		1.25	7.49	.06				
		1.25			-36.52			
	1	.00			-573.55			
		.00	92.48	.78				
		1.25	92.48	116.38				
		1.25			-542.93			
12	2	.00			-77.00			
		.00	15.79	.13				
		1.25	15.79	19.87				
		1.25			-77.00			
	3	.00			-36.52			
		.00	7.49	.06				
		1.25	7.49	9.42				
		1.25			-36.52			
	1	.00			-542.93			
		.00	92.48	116.38				
		1.25	92.48	231.98				
		1.25			-512.30			
	2	.00			-77.00			
		.00	15.79	19.87				

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD ID COND	DIST ENDI	1-2 PLANE		AXIAL FORCE	1-3 PLANE		AXIAL TORQ
		SHEAR	MOMENT		SHEAR	MOMENT	
	1.25	15.79	39.60				
	1.25			-77.00			
3	.00			-36.52			
	.00	7.49	9.42				
	1.25	7.49	18.78				
	1.25			-36.52			
13	-----						
1	.00			-512.30			
	.00	92.48	231.98				
	1.25	92.48	347.58				
	1.25			-481.68			
2	.00			-77.00			
	.00	15.79	39.60				
	1.25	15.79	59.34				
	1.25			-77.00			
3	.00			-36.52			
	.00	7.49	18.78				
	1.25	7.49	28.14				
	1.25			-36.52			
14	-----						
1	.00			-481.68			
	.00	92.48	347.58				
	1.25	92.48	463.17				
	1.25			-451.05			
2	.00			-77.00			
	.00	15.79	59.34				
	1.25	15.79	79.07				
	1.25			-77.00			
3	.00			-36.52			
	.00	7.49	28.14				
	1.25	7.49	37.50				
	1.25			-36.52			
15	-----						
1	.00			-92.48			
	.00	-451.05	463.17				
	1.10	-338.29	29.04				
	1.10			-92.48			
2	.00			-15.79			
	.00	-77.00	79.07				
	1.10	-57.75	4.96				
	1.10			-15.79			

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT	LOAD	DIST	1-2 PLANE		AXIAL	1-3 PLANE		AXIAL
ID	COND	ENDI	SHEAR	MOMENT	FORCE	SHEAR	MOMENT	TORQ
3		.00			-7.49			
		.00	-36.52	37.50				
		1.10	-27.39	2.35				
		1.10			-7.49			
16	-----							
1		.00			-92.48			
		.00	-338.29	29.04				
		1.10	-225.53	-281.06				
		1.10			-92.48			
2		.00			-15.79			
		.00	-57.75	4.96				
		1.10	-38.50	-47.98				
		1.10			-15.79			
3		.00			-7.49			
		.00	-27.39	2.35				
		1.10	-18.26	-22.76				
		1.10			-7.49			
17	-----							
1		.00			-92.48			
		.00	-225.53	-281.06				
		1.10	-112.76	-467.12				
		1.10			-92.48			
2		.00			-15.79			
		.00	-38.50	-47.98				
		1.10	-19.25	-79.74				
		1.10			-15.79			
3		.00			-7.49			
		.00	-18.26	-22.76				
		1.10	-9.13	-37.82				
		1.10			-7.49			
18	-----							
1		.00			-92.48			
		.00	-112.76	-467.12				
		1.10	.00	-529.14				
		1.10			-92.48			
2		.00			-15.79			
		.00	-19.25	-79.74				
		1.10	.00	-90.33				
		1.10			-15.79			
3		.00			-7.49			
		.00	-9.13	-37.82				

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT	LOAD	DIST	1-2 PLANE		AXIAL	1-3 PLANE		AXIAL
ID	COND	ENDI	SHEAR	MOMENT	FORCE	SHEAR	MOMENT	TORQ
		1.10	.00	-42.84				
		1.10			-7.49			
19								
	1	.00			-92.48			
		.00	.00	-529.14				
		1.10	112.76	-467.12				
		1.10			-92.48			
	2	.00			-15.79			
		.00	.00	-90.33				
		1.10	19.25	-79.74				
		1.10			-15.79			
	3	.00			-7.49			
		.00	.00	-42.84				
		1.10	9.13	-37.82				
		1.10			-7.49			
20								
	1	.00			-92.48			
		.00	112.76	-467.12				
		1.10	225.53	-281.06				
		1.10			-92.48			
	2	.00			-15.79			
		.00	19.25	-79.74				
		1.10	38.50	-47.98				
		1.10			-15.79			
	3	.00			-7.49			
		.00	9.13	-37.82				
		1.10	18.26	-22.76				
		1.10			-7.49			
21								
	1	.00			-92.48			
		.00	225.53	-281.06				
		1.10	338.29	29.04				
		1.10			-92.48			
	2	.00			-15.79			
		.00	38.50	-47.98				
		1.10	57.75	4.96				
		1.10			-15.79			
	3	.00			-7.49			
		.00	18.26	-22.76				
		1.10	27.39	2.35				
		1.10			-7.49			

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

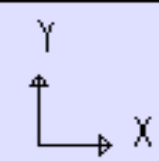
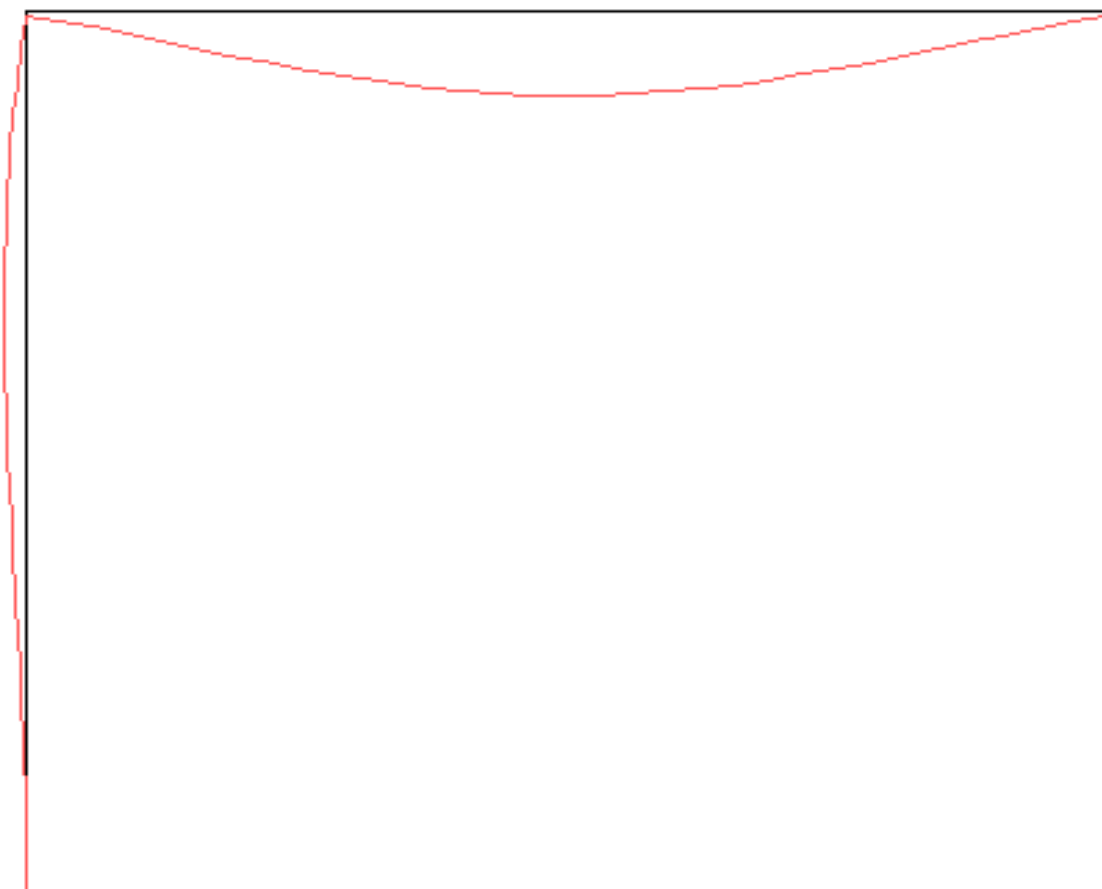
ELT	LOAD	DIST	1-2 PLANE		AXIAL	1-3 PLANE		AXIAL
ID	COND	ENDI	SHEAR	MOMENT	FORCE	SHEAR	MOMENT	TORQ
22								
	1	.00			-92.48			
		.00	338.29	29.04				
		1.10	451.05	463.17				
		1.10			-92.48			
	2	.00			-15.79			
		.00	57.75	4.96				
		1.10	77.00	79.07				
		1.10			-15.79			
	3	.00			-7.49			
		.00	27.39	2.35				
		1.10	36.52	37.50				
		1.10			-7.49			
23								
	1	.00			-451.05			
		.00	-92.48	463.17				
		1.25	-92.48	347.58				
		1.25			-481.68			
	2	.00			-77.00			
		.00	-15.79	79.07				
		1.25	-15.79	59.34				
		1.25			-77.00			
	3	.00			-36.52			
		.00	-7.49	37.50				
		1.25	-7.49	28.14				
		1.25			-36.52			
24								
	1	.00			-481.68			
		.00	-92.48	347.58				
		1.25	-92.48	231.98				
		1.25			-512.30			
	2	.00			-77.00			
		.00	-15.79	59.34				
		1.25	-15.79	39.60				
		1.25			-77.00			
	3	.00			-36.52			
		.00	-7.49	28.14				
		1.25	-7.49	18.78				
		1.25			-36.52			
25								
	1	.00			-512.30			

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD	DIST	1-2 PLANE		AXIAL	1-3 PLANE		AXIAL
ID COND	ENDI	SHEAR	MOMENT	FORCE	SHEAR	MOMENT	TORQ
	.00	-92.48	231.98				
	1.25	-92.48	116.38				
	1.25			-542.93			
2	.00			-77.00			
	.00	-15.79	39.60				
	1.25	-15.79	19.87				
	1.25			-77.00			
3	.00			-36.52			
	.00	-7.49	18.78				
	1.25	-7.49	9.42				
	1.25			-36.52			
26	-----						
1	.00			-542.93			
	.00	-92.48	116.38				
	1.25	-92.48	.78				
	1.25			-573.55			
2	.00			-77.00			
	.00	-15.79	19.87				
	1.25	-15.79	.13				
	1.25			-77.00			
3	.00			-36.52			
	.00	-7.49	9.42				
	1.25	-7.49	.06				
	1.25			-36.52			
27	-----						
1	.00			-573.55			
	.00	-92.48	.78				
	1.25	-92.48	-114.82				
	1.25			-604.18			
2	.00			-77.00			
	.00	-15.79	.13				
	1.25	-15.79	-19.60				
	1.25			-77.00			
3	.00			-36.52			
	.00	-7.49	.06				
	1.25	-7.49	-9.30				
	1.25			-36.52			
28	-----						
1	.00			-634.80			
	.00	-92.48	230.42				
	1.25	-92.48	114.82				
	1.25			-604.18			

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD ID COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
2	.00			-77.00			
	.00	-15.79	39.34				
	1.25	-15.79	19.60				
	1.25			-77.00			
3	.00			-36.52			
	.00	-7.49	18.66				
	1.25	-7.49	9.30				
	1.25			-36.52			



04PI01MS

DEFORMED
SHAPE

LOAD 1

MINIMA

X -.6914E-03

Y -.2712E-02

Z .0000E+00

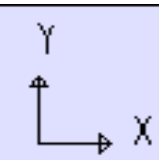
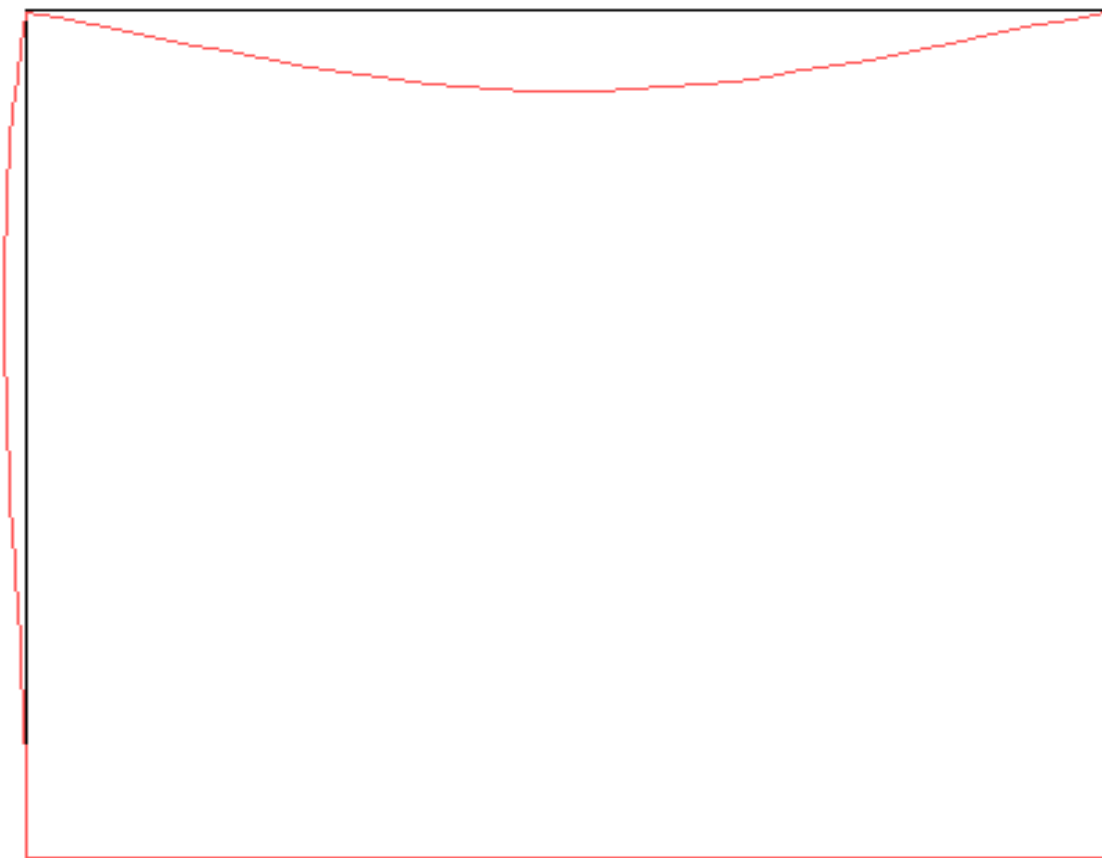
MAXIMA

X .6914E-03

Y .0000E+00

Z .0000E+00

SAP90



04PI01MS

DEFORMED
SHAPE

LOAD 2

MINIMA

X $-.1180E-03$

Y $-.4583E-03$

Z $.0000E+00$

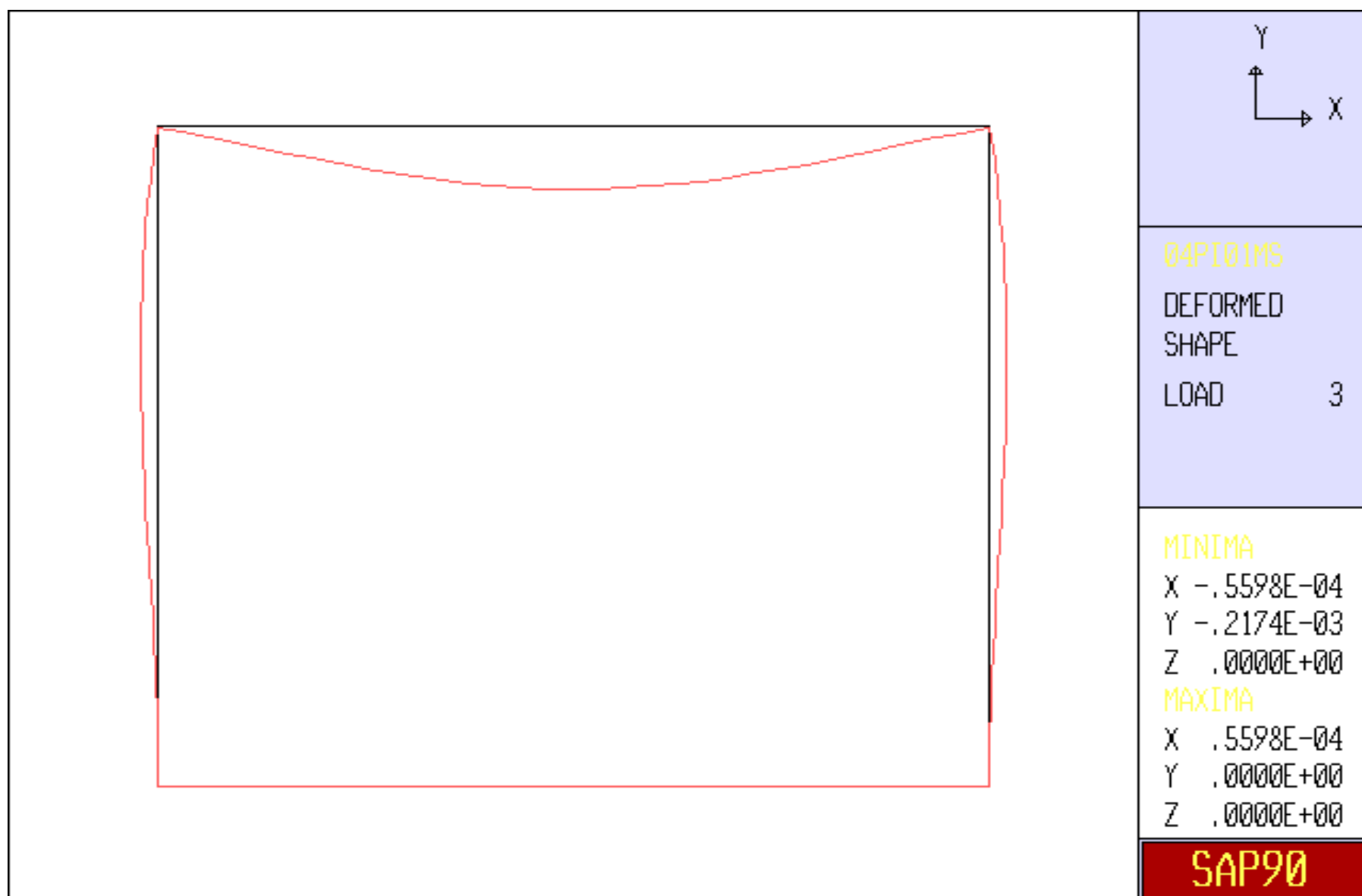
MAXIMA

X $.1180E-03$

Y $.0000E+00$

Z $.0000E+00$

SAP90



AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Obra: L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa

Tramo Madrid – Zaragoza. Base Madrid Sur

Ciente: Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF)

Fecha: Junio 2002

**MODELO TRIDIMENSIONAL PARA LA EVALUACIÓN DE FLECHAS, DEFORMACIONES
UNITARIAS Y FRECUENCIAS PROPIAS DE VIBRACIÓN**

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 1
PROGRAM:SAP90/FILE:04PI01.SAP
04PI01. LAV MADRID-BARCELONA-F.FRANCESA. BASE MADRID-SUR. UD: N-m

S Y S T E M D A T A

EXECUTION CODE	- - - - -	0
NUMBER OF LOAD CONDITIONS	- - - - -	1
STEADY STATE LOAD FREQUENCY	- - - - -	.0000E+00
NUMBER OF EIGENVALUES	- - - - -	5
EIGEN CONVERGENCE TOLERANCE	- - - - -	.1000E-03
EIGEN CUTOFF TIME PERIOD	- - - - -	.0000E+00

GENERATED JOINT COORDINATES

JOINT	X	Y	Z
1	.000	.000	.000
2	1.189	.000	.000
3	2.378	.000	.000
4	3.567	.000	.000
5	4.756	.000	.000
6	5.944	.000	.000
7	7.133	.000	.000
8	8.322	.000	.000
9	9.511	.000	.000
10	10.700	.000	.000
11	.000	1.100	.000
12	1.189	1.100	.000
13	2.378	1.100	.000
14	3.567	1.100	.000
15	4.756	1.100	.000
16	5.944	1.100	.000
17	7.133	1.100	.000
18	8.322	1.100	.000
19	9.511	1.100	.000
20	10.700	1.100	.000
21	.000	2.200	.000
22	1.189	2.200	.000
23	2.378	2.200	.000
24	3.567	2.200	.000
25	4.756	2.200	.000
26	5.944	2.200	.000
27	7.133	2.200	.000
28	8.322	2.200	.000
29	9.511	2.200	.000
30	10.700	2.200	.000
31	.000	3.300	.000
32	1.189	3.300	.000
33	2.378	3.300	.000
34	3.567	3.300	.000
35	4.756	3.300	.000
36	5.944	3.300	.000
37	7.133	3.300	.000
38	8.322	3.300	.000
39	9.511	3.300	.000
40	10.700	3.300	.000
41	.000	4.400	.000
42	1.189	4.400	.000
43	2.378	4.400	.000
44	3.567	4.400	.000
45	4.756	4.400	.000
46	5.944	4.400	.000
47	7.133	4.400	.000
48	8.322	4.400	.000
49	9.511	4.400	.000
50	10.700	4.400	.000
51	.000	5.500	.000
52	1.189	5.500	.000

GENERATED JOINT COORDINATES

JOINT	X	Y	Z
53	2.378	5.500	.000
54	3.567	5.500	.000
55	4.756	5.500	.000
56	5.944	5.500	.000
57	7.133	5.500	.000
58	8.322	5.500	.000
59	9.511	5.500	.000
60	10.700	5.500	.000
61	.000	6.600	.000
62	1.189	6.600	.000
63	2.378	6.600	.000
64	3.567	6.600	.000
65	4.756	6.600	.000
66	5.944	6.600	.000
67	7.133	6.600	.000
68	8.322	6.600	.000
69	9.511	6.600	.000
70	10.700	6.600	.000
71	.000	7.700	.000
72	1.189	7.700	.000
73	2.378	7.700	.000
74	3.567	7.700	.000
75	4.756	7.700	.000
76	5.944	7.700	.000
77	7.133	7.700	.000
78	8.322	7.700	.000
79	9.511	7.700	.000
80	10.700	7.700	.000
81	.000	8.800	.000
82	1.189	8.800	.000
83	2.378	8.800	.000
84	3.567	8.800	.000
85	4.756	8.800	.000
86	5.944	8.800	.000
87	7.133	8.800	.000
88	8.322	8.800	.000
89	9.511	8.800	.000
90	10.700	8.800	.000
172	.000	.000	-1.250
173	1.189	.000	-1.250
174	2.378	.000	-1.250
175	3.567	.000	-1.250
176	4.756	.000	-1.250
177	5.944	.000	-1.250
178	7.133	.000	-1.250
179	8.322	.000	-1.250
180	9.511	.000	-1.250
181	10.700	.000	-1.250
191	.000	.000	-2.500
192	1.189	.000	-2.500
193	2.378	.000	-2.500
194	3.567	.000	-2.500

G E N E R A T E D J O I N T C O O R D I N A T E S

JOINT	X	Y	Z
195	4.756	.000	-2.500
196	5.944	.000	-2.500
197	7.133	.000	-2.500
198	8.322	.000	-2.500
199	9.511	.000	-2.500
200	10.700	.000	-2.500
210	.000	.000	-3.750
211	1.189	.000	-3.750
212	2.378	.000	-3.750
213	3.567	.000	-3.750
214	4.756	.000	-3.750
215	5.944	.000	-3.750
216	7.133	.000	-3.750
217	8.322	.000	-3.750
218	9.511	.000	-3.750
219	10.700	.000	-3.750
229	.000	.000	-5.000
230	1.189	.000	-5.000
231	2.378	.000	-5.000
232	3.567	.000	-5.000
233	4.756	.000	-5.000
234	5.944	.000	-5.000
235	7.133	.000	-5.000
236	8.322	.000	-5.000
237	9.511	.000	-5.000
238	10.700	.000	-5.000
248	.000	.000	-6.250
249	1.189	.000	-6.250
250	2.378	.000	-6.250
251	3.567	.000	-6.250
252	4.756	.000	-6.250
253	5.944	.000	-6.250
254	7.133	.000	-6.250
255	8.322	.000	-6.250
256	9.511	.000	-6.250
257	10.700	.000	-6.250
267	.000	.000	-7.500
268	1.189	.000	-7.500
269	2.378	.000	-7.500
270	3.567	.000	-7.500
271	4.756	.000	-7.500
272	5.944	.000	-7.500
273	7.133	.000	-7.500
274	8.322	.000	-7.500
275	9.511	.000	-7.500
276	10.700	.000	-7.500
286	.000	8.800	-1.250
287	1.189	8.800	-1.250
288	2.378	8.800	-1.250
289	3.567	8.800	-1.250
290	4.756	8.800	-1.250
291	5.944	8.800	-1.250

G E N E R A T E D J O I N T C O O R D I N A T E S

JOINT	X	Y	Z
292	7.133	8.800	-1.250
293	8.322	8.800	-1.250
294	9.511	8.800	-1.250
295	10.700	8.800	-1.250
305	.000	8.800	-2.500
306	1.189	8.800	-2.500
307	2.378	8.800	-2.500
308	3.567	8.800	-2.500
309	4.756	8.800	-2.500
310	5.944	8.800	-2.500
311	7.133	8.800	-2.500
312	8.322	8.800	-2.500
313	9.511	8.800	-2.500
314	10.700	8.800	-2.500
324	.000	8.800	-3.750
325	1.189	8.800	-3.750
326	2.378	8.800	-3.750
327	3.567	8.800	-3.750
328	4.756	8.800	-3.750
329	5.944	8.800	-3.750
330	7.133	8.800	-3.750
331	8.322	8.800	-3.750
332	9.511	8.800	-3.750
333	10.700	8.800	-3.750
343	.000	8.800	-5.000
344	1.189	8.800	-5.000
345	2.378	8.800	-5.000
346	3.567	8.800	-5.000
347	4.756	8.800	-5.000
348	5.944	8.800	-5.000
349	7.133	8.800	-5.000
350	8.322	8.800	-5.000
351	9.511	8.800	-5.000
352	10.700	8.800	-5.000
362	.000	8.800	-6.250
363	1.189	8.800	-6.250
364	2.378	8.800	-6.250
365	3.567	8.800	-6.250
366	4.756	8.800	-6.250
367	5.944	8.800	-6.250
368	7.133	8.800	-6.250
369	8.322	8.800	-6.250
370	9.511	8.800	-6.250
371	10.700	8.800	-6.250
381	.000	8.800	-7.500
382	1.189	8.800	-7.500
383	2.378	8.800	-7.500
384	3.567	8.800	-7.500
385	4.756	8.800	-7.500
386	5.944	8.800	-7.500
387	7.133	8.800	-7.500
388	8.322	8.800	-7.500

G E N E R A T E D J O I N T C O O R D I N A T E S

JOINT	X	Y	Z
389	9.511	8.800	-7.500
390	10.700	8.800	-7.500
400	.000	1.100	-7.500
401	1.189	1.100	-7.500
402	2.378	1.100	-7.500
403	3.567	1.100	-7.500
404	4.756	1.100	-7.500
405	5.944	1.100	-7.500
406	7.133	1.100	-7.500
407	8.322	1.100	-7.500
408	9.511	1.100	-7.500
409	10.700	1.100	-7.500
419	.000	2.200	-7.500
420	1.189	2.200	-7.500
421	2.378	2.200	-7.500
422	3.567	2.200	-7.500
423	4.756	2.200	-7.500
424	5.944	2.200	-7.500
425	7.133	2.200	-7.500
426	8.322	2.200	-7.500
427	9.511	2.200	-7.500
428	10.700	2.200	-7.500
438	.000	3.300	-7.500
439	1.189	3.300	-7.500
440	2.378	3.300	-7.500
441	3.567	3.300	-7.500
442	4.756	3.300	-7.500
443	5.944	3.300	-7.500
444	7.133	3.300	-7.500
445	8.322	3.300	-7.500
446	9.511	3.300	-7.500
447	10.700	3.300	-7.500
457	.000	4.400	-7.500
458	1.189	4.400	-7.500
459	2.378	4.400	-7.500
460	3.567	4.400	-7.500
461	4.756	4.400	-7.500
462	5.944	4.400	-7.500
463	7.133	4.400	-7.500
464	8.322	4.400	-7.500
465	9.511	4.400	-7.500
466	10.700	4.400	-7.500
476	.000	5.500	-7.500
477	1.189	5.500	-7.500
478	2.378	5.500	-7.500
479	3.567	5.500	-7.500
480	4.756	5.500	-7.500
481	5.944	5.500	-7.500
482	7.133	5.500	-7.500
483	8.322	5.500	-7.500
484	9.511	5.500	-7.500
485	10.700	5.500	-7.500

G E N E R A T E D J O I N T C O O R D I N A T E S

JOINT	X	Y	Z
495	.000	6.600	-7.500
496	1.189	6.600	-7.500
497	2.378	6.600	-7.500
498	3.567	6.600	-7.500
499	4.756	6.600	-7.500
500	5.944	6.600	-7.500
501	7.133	6.600	-7.500
502	8.322	6.600	-7.500
503	9.511	6.600	-7.500
504	10.700	6.600	-7.500
514	.000	7.700	-7.500
515	1.189	7.700	-7.500
516	2.378	7.700	-7.500
517	3.567	7.700	-7.500
518	4.756	7.700	-7.500
519	5.944	7.700	-7.500
520	7.133	7.700	-7.500
521	8.322	7.700	-7.500
522	9.511	7.700	-7.500
523	10.700	7.700	-7.500

R E S T R A I N T D A T A

JOINT	RX	RY	RZ	RXX	RYY	RZZ
1	1	1	0	0	0	0
10	1	1	0	0	0	0
81	1	1	0	0	0	0
90	1	1	0	0	0	0
267	1	1	1	0	0	0
268	1	1	1	0	0	0
269	1	1	1	0	0	0
270	1	1	1	0	0	0
271	1	1	1	0	0	0
272	1	1	1	0	0	0
273	1	1	1	0	0	0
274	1	1	1	0	0	0
275	1	1	1	0	0	0
276	1	1	1	0	0	0
381	1	1	1	0	0	0
382	1	1	1	0	0	0
383	1	1	1	0	0	0
384	1	1	1	0	0	0
385	1	1	1	0	0	0
386	1	1	1	0	0	0
387	1	1	1	0	0	0
388	1	1	1	0	0	0
389	1	1	1	0	0	0
390	1	1	1	0	0	0
400	1	1	1	0	0	0
409	1	1	1	0	0	0
419	1	1	1	0	0	0
428	1	1	1	0	0	0
438	1	1	1	0	0	0
447	1	1	1	0	0	0
457	1	1	1	0	0	0
466	1	1	1	0	0	0
476	1	1	1	0	0	0
485	1	1	1	0	0	0
495	1	1	1	0	0	0
504	1	1	1	0	0	0
514	1	1	1	0	0	0
523	1	1	1	0	0	0

S H E L L C O N T R O L D A T A

NUMBER OF ELEMENT MATERIAL TYPES 2
TYPE OF OUTPUT RESULTANTS

LOAD	GRAVITATIONAL MULTIPLIERS			TEMPERATURE	PRESSURE
COND	X	Y	Z	MULTIPLIERS	MULTIPLIERS
1	.000	.000	.000	.000	.000

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

MAT ID	MODULUS OF ELASTICITY	POISSONS RATIO	WEIGHT PER UNIT VOL	MASS PER UNIT VOL	THERMAL EXPANSION
1	.3208E+11	.2000E+00	.2453E+05	.2500E+04	.0000E+00
2	.3208E+11	.2000E+00	.1025E+06	.1045E+05	.0000E+00

S H E L L E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT I	JOINT J	JOINT K	JOINT L	ELT TYPE	MAT ID	MEMBRANE THICKNESS	BENDING THICKNESS	REF TEMP	LOC AXIS
1	1	2	11	12	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
2	2	3	12	13	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
3	3	4	13	14	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
4	4	5	14	15	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
5	5	6	15	16	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
6	6	7	16	17	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
7	7	8	17	18	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
8	8	9	18	19	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
9	9	10	19	20	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
10	11	12	21	22	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
11	12	13	22	23	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
12	13	14	23	24	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
13	14	15	24	25	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
14	15	16	25	26	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
15	16	17	26	27	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
16	17	18	27	28	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
17	18	19	28	29	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
18	19	20	29	30	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
19	21	22	31	32	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
20	22	23	32	33	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
21	23	24	33	34	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
22	24	25	34	35	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
23	25	26	35	36	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
24	26	27	36	37	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
25	27	28	37	38	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
26	28	29	38	39	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
27	29	30	39	40	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
28	31	32	41	42	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
29	32	33	42	43	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
30	33	34	43	44	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
31	34	35	44	45	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
32	35	36	45	46	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
33	36	37	46	47	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
34	37	38	47	48	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
35	38	39	48	49	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
36	39	40	49	50	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
37	41	42	51	52	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
38	42	43	52	53	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
39	43	44	53	54	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
40	44	45	54	55	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
41	45	46	55	56	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
42	46	47	56	57	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
43	47	48	57	58	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
44	48	49	58	59	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
45	49	50	59	60	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
46	51	52	61	62	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
47	52	53	62	63	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
48	53	54	63	64	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
49	54	55	64	65	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
50	55	56	65	66	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
51	56	57	66	67	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2

S H E L L E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT I	JOINT J	JOINT K	JOINT L	ELT TYPE	MAT ID	MEMBRANE THICKNESS	BENDING THICKNESS	REF TEMP	LOC AXIS
52	57	58	67	68	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
53	58	59	68	69	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
54	59	60	69	70	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
55	61	62	71	72	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
56	62	63	72	73	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
57	63	64	73	74	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
58	64	65	74	75	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
59	65	66	75	76	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
60	66	67	76	77	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
61	67	68	77	78	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
62	68	69	78	79	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
63	69	70	79	80	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
64	71	72	81	82	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
65	72	73	82	83	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
66	73	74	83	84	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
67	74	75	84	85	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
68	75	76	85	86	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
69	76	77	86	87	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
70	77	78	87	88	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
71	78	79	88	89	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
72	79	80	89	90	0	2	.8000E+00	.8000E+00	.00	2
145	1	2	172	173	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
146	2	3	173	174	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
147	3	4	174	175	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
148	4	5	175	176	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
149	5	6	176	177	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
150	6	7	177	178	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
151	7	8	178	179	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
152	8	9	179	180	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
153	9	10	180	181	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
163	172	173	191	192	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
164	173	174	192	193	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
165	174	175	193	194	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
166	175	176	194	195	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
167	176	177	195	196	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
168	177	178	196	197	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
169	178	179	197	198	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
170	179	180	198	199	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
171	180	181	199	200	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
172	191	192	210	211	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
173	192	193	211	212	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
174	193	194	212	213	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
175	194	195	213	214	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
176	195	196	214	215	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
177	196	197	215	216	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
178	197	198	216	217	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
179	198	199	217	218	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
180	199	200	218	219	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
181	210	211	229	230	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
182	211	212	230	231	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
183	212	213	231	232	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1

S H E L L E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT I	JOINT J	JOINT K	JOINT L	ELT TYPE	MAT ID	MEMBRANE THICKNESS	BENDING THICKNESS	REF TEMP	LOC AXIS
184	213	214	232	233	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
185	214	215	233	234	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
186	215	216	234	235	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
187	216	217	235	236	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
188	217	218	236	237	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
189	218	219	237	238	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
190	229	230	248	249	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
191	230	231	249	250	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
192	231	232	250	251	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
193	232	233	251	252	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
194	233	234	252	253	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
195	234	235	253	254	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
196	235	236	254	255	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
197	236	237	255	256	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
198	237	238	256	257	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
199	248	249	267	268	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
200	249	250	268	269	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
201	250	251	269	270	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
202	251	252	270	271	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
203	252	253	271	272	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
204	253	254	272	273	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
205	254	255	273	274	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
206	255	256	274	275	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
207	256	257	275	276	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
253	81	82	286	287	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
254	82	83	287	288	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
255	83	84	288	289	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
256	84	85	289	290	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
257	85	86	290	291	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
258	86	87	291	292	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
259	87	88	292	293	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
260	88	89	293	294	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
261	89	90	294	295	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
271	286	287	305	306	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
272	287	288	306	307	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
273	288	289	307	308	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
274	289	290	308	309	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
275	290	291	309	310	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
276	291	292	310	311	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
277	292	293	311	312	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
278	293	294	312	313	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
279	294	295	313	314	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
280	305	306	324	325	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
281	306	307	325	326	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
282	307	308	326	327	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
283	308	309	327	328	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
284	309	310	328	329	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
285	310	311	329	330	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
286	311	312	330	331	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
287	312	313	331	332	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
288	313	314	332	333	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1

S H E L L E L E M E N T D A T A

ELT	JOINT	JOINT	JOINT	JOINT	ELT	MAT	MEMBRANE	BENDING	REF	LOC
ID	I	J	K	L	TYPE	ID	THICKNESS	THICKNESS	TEMP	AXIS
289	324	325	343	344	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
290	325	326	344	345	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
291	326	327	345	346	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
292	327	328	346	347	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
293	328	329	347	348	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
294	329	330	348	349	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
295	330	331	349	350	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
296	331	332	350	351	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
297	332	333	351	352	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
298	343	344	362	363	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
299	344	345	363	364	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
300	345	346	364	365	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
301	346	347	365	366	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
302	347	348	366	367	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
303	348	349	367	368	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
304	349	350	368	369	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
305	350	351	369	370	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
306	351	352	370	371	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
307	362	363	381	382	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
308	363	364	382	383	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
309	364	365	383	384	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
310	365	366	384	385	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
311	366	367	385	386	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
312	367	368	386	387	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
313	368	369	387	388	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
314	369	370	388	389	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
315	370	371	389	390	0	1	.8000E+00	.8000E+00	.00	1
361	267	268	400	401	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
362	268	269	401	402	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
363	269	270	402	403	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
364	270	271	403	404	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
365	271	272	404	405	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
366	272	273	405	406	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
367	273	274	406	407	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
368	274	275	407	408	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
369	275	276	408	409	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
379	400	401	419	420	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
380	401	402	420	421	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
381	402	403	421	422	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
382	403	404	422	423	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
383	404	405	423	424	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
384	405	406	424	425	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
385	406	407	425	426	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
386	407	408	426	427	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
387	408	409	427	428	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
388	419	420	438	439	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
389	420	421	439	440	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
390	421	422	440	441	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
391	422	423	441	442	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
392	423	424	442	443	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
393	424	425	443	444	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2

S H E L L E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT I	JOINT J	JOINT K	JOINT L	ELT TYPE	MAT ID	MEMBRANE THICKNESS	BENDING THICKNESS	REF TEMP	LOC AXIS
394	425	426	444	445	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
395	426	427	445	446	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
396	427	428	446	447	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
397	438	439	457	458	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
398	439	440	458	459	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
399	440	441	459	460	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
400	441	442	460	461	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
401	442	443	461	462	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
402	443	444	462	463	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
403	444	445	463	464	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
404	445	446	464	465	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
405	446	447	465	466	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
406	457	458	476	477	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
407	458	459	477	478	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
408	459	460	478	479	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
409	460	461	479	480	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
410	461	462	480	481	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
411	462	463	481	482	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
412	463	464	482	483	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
413	464	465	483	484	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
414	465	466	484	485	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
415	476	477	495	496	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
416	477	478	496	497	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
417	478	479	497	498	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
418	479	480	498	499	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
419	480	481	499	500	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
420	481	482	500	501	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
421	482	483	501	502	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
422	483	484	502	503	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
423	484	485	503	504	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
424	495	496	514	515	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
425	496	497	515	516	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
426	497	498	516	517	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
427	498	499	517	518	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
428	499	500	518	519	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
429	500	501	519	520	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
430	501	502	520	521	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
431	502	503	521	522	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
432	503	504	522	523	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
487	514	515	381	382	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
488	515	516	382	383	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
489	516	517	383	384	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
490	517	518	384	385	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
491	518	519	385	386	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
492	519	520	386	387	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
493	520	521	387	388	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
494	521	522	388	389	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2
495	522	523	389	390	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	2

T O T A L W E I G H T S A N D M A S S E S

PROP	WEIGHT	MASS
1	5458284.0000	556400.0000
2	7722023.9360	787177.6000
TOTAL	13180307.9360	1343577.6000

PROGRAM:SAP90/FILE:04PI01.SAP

04PI01. LAV MADRID-BARCELONA-F.FRANCESA. BASE MADRID-SUR. UD: N-m

J O I N T L O A D S

JOINT	LOAD	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
4	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
5	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
6	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
7	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
8	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
10	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
14	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
15	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
16	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
17	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
18	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
19	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
20	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
24	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
25	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
26	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
27	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
28	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
29	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
30	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
34	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
35	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
36	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
37	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
38	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
39	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
40	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
44	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
45	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
46	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
47	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
48	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
49	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
50	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
54	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
55	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
56	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
57	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
58	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
59	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
60	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
64	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
65	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
66	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
67	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
68	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
69	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
70	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
74	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
75	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
76	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00

J O I N T L O A D S

JOINT	LOAD	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
77	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
78	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
79	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
80	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
84	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
85	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
86	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
87	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
88	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
89	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00
90	1	.000E+00	.000E+00	-.933E+04	.000E+00	.000E+00	.000E+00

T I M E H I S T O R Y D A T A

TRANSIENT LOADING

TOTAL NUMBER OF TIME INCREMENTS	=	3000
TIME INCREMENT FOR OUTPUT OF RESULTS	=	.002
TOTAL TIME SPAN FOR DYNAMIC ANALYSIS	=	5.100
NUMBER OF MODES USED IN ANALYSIS	=	5
NUMBER OF FUNCTIONS	=	1
DAMPING RATIO USED FOR ALL MODES	=	.020

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 20
PROGRAM:SAP90/FILE:04PI01.SAP
04PI01. LAV MADRID-BARCELONA-F.FRANCESA. BASE MADRID-SUR. UD: N-m

F U N C T I O N D A T A

FUNCTION NUMBER	=	1
TIME INCREMENT	=	.017
FUNCTION PRINTING FLAG	=	OFF

L O A D F U N C T I O N A S S I G N M E N T D A T A

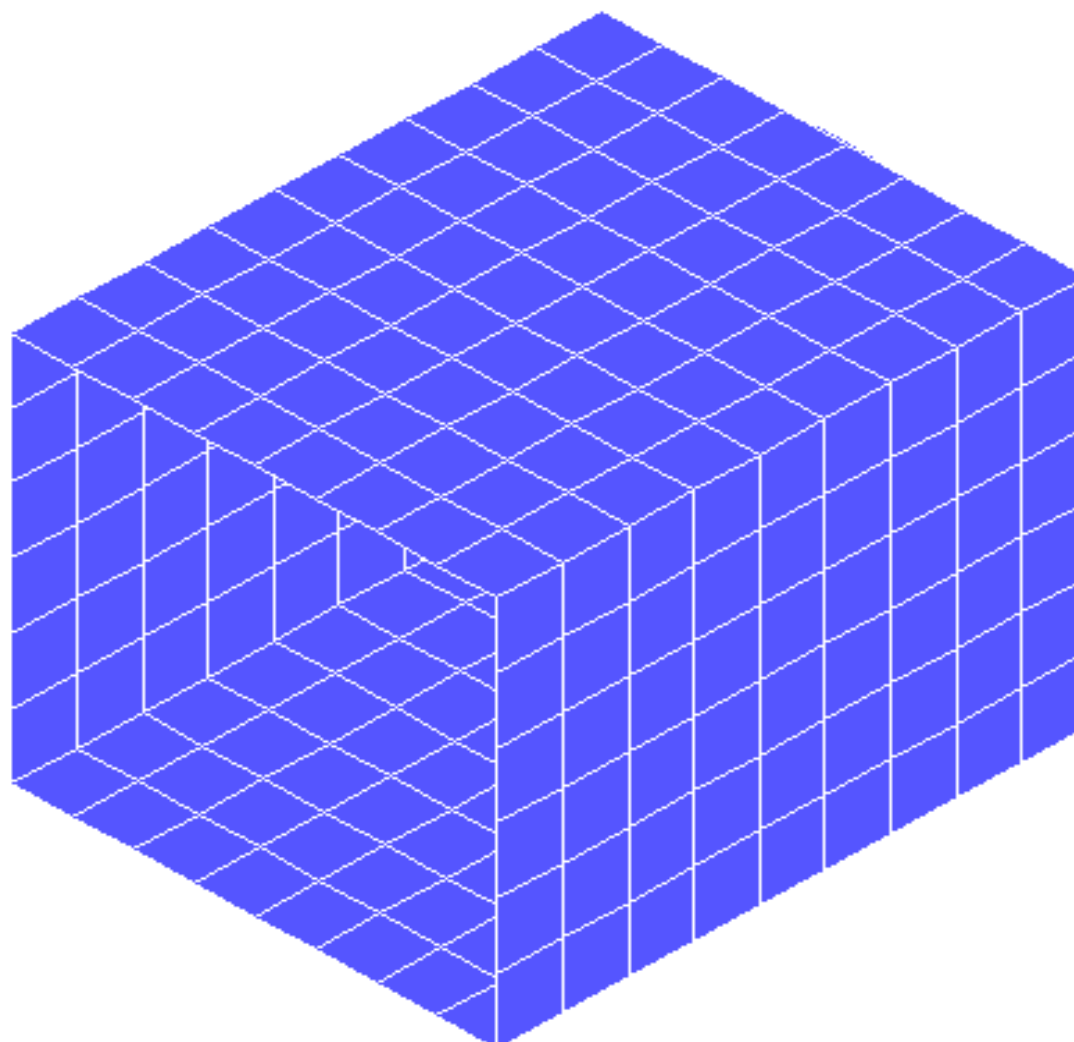
LOAD CONDITION	FUNCTION NUMBER	SCALE FACTOR	ARRIVAL TIME	ANGLE (deg)
1	1	1.000	.000	.000

J O I N T A N D E L E M E N T O U T P U T S E L E C T I O N

TYPE		FIRST ID	LAST ID	ID INC	CODE
1	(JOINT DISPL)	41	50	1	1
6	(SHELL ELEMT)	1	9	1	1
6	(SHELL ELEMT)	28	45	1	1
6	(SHELL ELEMT)	64	72	1	1

O U T P U T F I L E S C R E A T E D B Y P R O G R A M

INPUT DATA ECHO	04PI01.SAP
SOLUTION ERRORS AND WARNINGS	04PI01.ERR
EQUATION NUMBERING	04PI01.EQN
FREQUENCIES	04PI01.EIG
DISPLACEMENTS AND REACTIONS	04PI01.SOL
ELEMENT FORCES	04PI01.FEF
SHELL ELEMENT FORCES	04PI01.F4F



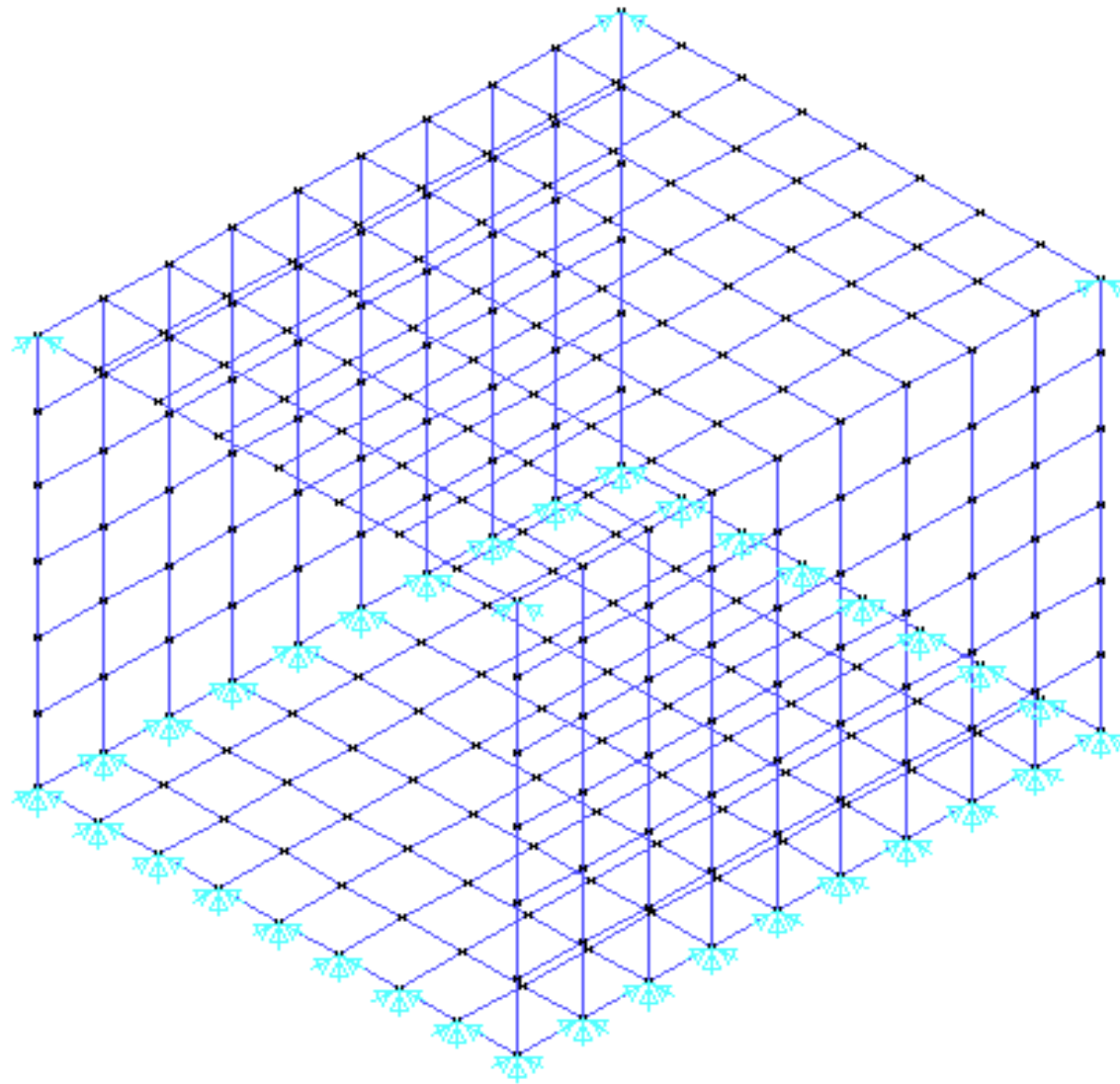
04PI01

UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS

HIDDEN LINES

SAP90



04PI01
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
ALL JOINTS
RESTRAINTS
WIRE FRAME

SAP90

Copyright (C) 1978-1991
EDWARD L. WILSON
All rights reserved

S H E L L E L E M E N T F O R C E S

MEMBRANE FORCES ARE IN FORCE PER UNIT LENGTH
BENDING MOMENTS ARE IN MOMENTS PER UNIT LENGTH

ELEMENT ID 1 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
1 1.4572E+04 4.9733E+03 3.6422E+03 1.5798E+04 3.7478E+03 18.60
2 1.3659E+04 4.0527E+02 3.4210E+02 1.3667E+04 3.9645E+02 1.48
11 -3.2459E+02 1.9940E+03 4.8692E+03 5.8400E+03 -4.1706E+03 51.70
12 -1.2382E+03 -2.5740E+03 1.5691E+03 -2.0075E+02 -3.6115E+03 33.47
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
1 -1.3280E+03 -4.3731E+03 -3.2280E+03 7.1848E+02 -6.4196E+03 -32.37
2 -7.9497E+02 -9.6164E+03 -3.6122E+03 4.9538E+02 -1.0907E+04 -19.66
11 2.7023E+02 -1.4168E+03 -4.0432E+03 3.5569E+03 -4.7035E+03 -39.11
12 -1.7240E+03 -6.9511E+02 -4.4274E+03 3.2476E+03 -5.6668E+03 -48.31

ELEMENT ID 2 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
2 6.0340E+03 -1.1197E+03 6.4374E+02 6.0915E+03 -1.1771E+03 5.10
3 5.9685E+03 -1.4474E+03 2.7616E+01 5.9686E+03 -1.4475E+03 .21
12 2.6020E+03 -1.8060E+03 6.1492E+02 2.6862E+03 -1.8902E+03 7.79
13 2.5365E+03 -2.1338E+03 -1.1840E+00 2.5365E+03 -2.1338E+03 -.01
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
2 -2.2028E+03 -9.8980E+03 -4.2624E+03 -3.0830E+02 -1.1793E+04 -23.96
3 -3.4070E+03 -1.4439E+04 -4.8096E+03 -1.6046E+03 -1.6241E+04 -20.54
12 -1.3048E+03 -6.1126E+02 -5.0878E+03 4.1416E+03 -6.0577E+03 -46.95
13 -2.1425E+03 -7.6131E+02 -5.6351E+03 4.2253E+03 -7.1291E+03 -48.49

ELEMENT ID 3 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
3 2.8694E+03 -2.0672E+03 -3.9601E+02 2.9010E+03 -2.0988E+03 -4.56
4 2.6002E+03 -3.4131E+03 -5.3365E+02 2.6472E+03 -3.4601E+03 -5.03
13 1.8969E+03 -2.2617E+03 -2.9792E+02 1.9182E+03 -2.2829E+03 -4.08
14 1.6278E+03 -3.6076E+03 -4.3555E+02 1.6638E+03 -3.6436E+03 -4.72
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
3 -4.0413E+03 -1.4566E+04 -5.1368E+03 -1.9497E+03 -1.6657E+04 -22.15
4 -2.6916E+03 -1.9331E+04 -5.3143E+03 -1.1392E+03 -2.0884E+04 -16.28
13 -1.9551E+03 -7.2383E+02 -6.0483E+03 4.7401E+03 -7.4191E+03 -47.91
14 1.1078E+03 1.9542E+02 -6.2258E+03 6.8941E+03 -5.5909E+03 -42.90

ELEMENT ID 4 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
4 -1.1321E+02 -3.9558E+03 -5.3493E+02 -4.0133E+01 -4.0289E+03 -7.78
5 -2.7746E+02 -4.7770E+03 -5.8940E+02 -2.0153E+02 -4.8529E+03 -7.34
14 1.0967E+03 -3.7138E+03 -6.6782E+02 1.1877E+03 -3.8048E+03 -7.76
15 9.3246E+02 -4.5350E+03 -7.2229E+02 1.0263E+03 -4.6288E+03 -7.40

S H E L L E L E M E N T F O R C E S

ELEMENT ID 4 -----
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
4 -3.4462E+03 -1.9482E+04 -5.2953E+03 -1.8554E+03 -2.1073E+04 -16.72
5 -4.1656E+03 -2.3822E+04 -4.9576E+03 -2.9860E+03 -2.5002E+04 -13.38
14 1.2975E+03 2.3336E+02 -6.1088E+03 6.8974E+03 -5.3665E+03 -42.51
15 1.3418E+03 2.1826E+02 -5.7711E+03 6.5784E+03 -5.0183E+03 -42.22

ELEMENT ID 5 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
5 -8.1723E+02 -4.8850E+03 -6.2095E+02 -7.2456E+02 -4.9776E+03 -8.49
6 -9.1803E+02 -5.3889E+03 -3.5807E+02 -8.8953E+02 -5.4174E+03 -4.55
15 2.3057E+02 -4.6754E+03 -7.5363E+02 3.4373E+02 -4.7886E+03 -8.54
16 1.2979E+02 -5.1794E+03 -4.9076E+02 1.7477E+02 -5.2244E+03 -5.24
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
5 -4.6430E+03 -2.3918E+04 -4.6894E+03 -3.5627E+03 -2.4998E+04 -12.97
6 -5.0076E+03 -2.7089E+04 -4.3150E+03 -4.1943E+03 -2.7902E+04 -10.67
15 1.4799E+03 2.4586E+02 -5.3591E+03 6.2574E+03 -4.5317E+03 -41.72
16 7.2612E+02 -2.8150E+02 -4.9848E+03 5.2325E+03 -4.7879E+03 -42.11

ELEMENT ID 6 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
6 -9.2436E+02 -5.3902E+03 -3.3513E+02 -8.9935E+02 -5.4152E+03 -4.27
7 -1.0474E+03 -6.0054E+03 -4.7429E+02 -1.0024E+03 -6.0504E+03 -5.42
16 -4.4263E+02 -5.2938E+03 -2.7401E+02 -4.2720E+02 -5.3093E+03 -3.22
17 -5.6567E+02 -5.9091E+03 -4.1317E+02 -5.3391E+02 -5.9408E+03 -4.40
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
6 -5.4004E+03 -2.7167E+04 -4.1002E+03 -4.6537E+03 -2.7914E+04 -10.32
7 -5.9494E+03 -2.9801E+04 -3.9048E+03 -5.3264E+03 -3.0424E+04 -9.06
16 8.2328E+02 -2.6207E+02 -4.6818E+03 4.9938E+03 -4.4326E+03 -41.69
17 -1.5443E+02 -9.5143E+02 -4.4865E+03 3.9512E+03 -5.0571E+03 -42.46

ELEMENT ID 7 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
7 -1.5178E+03 -6.0995E+03 -4.7686E+02 -1.4687E+03 -6.1486E+03 -5.88
8 -1.6653E+03 -6.8373E+03 5.1972E+02 -1.6136E+03 -6.8890E+03 5.68
17 -1.3376E+03 -6.0635E+03 -2.1872E+02 -1.3275E+03 -6.0736E+03 -2.64
18 -1.4852E+03 -6.8013E+03 7.7784E+02 -1.3737E+03 -6.9128E+03 8.16
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
7 -6.1360E+03 -2.9838E+04 -3.8916E+03 -5.5134E+03 -3.0461E+04 -9.09
8 -6.0876E+03 -3.2810E+04 -4.2466E+03 -5.4290E+03 -3.3469E+04 -8.82
17 -6.7022E+01 -9.3396E+02 -4.5137E+03 4.0340E+03 -5.0350E+03 -42.26
18 -1.6915E+03 -1.5045E+03 -4.8687E+03 3.2717E+03 -6.4676E+03 -45.55

ELEMENT ID 8 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
8 -6.9171E+03 -7.8877E+03 1.2717E+03 -6.0413E+03 -8.7635E+03 34.56
9 -8.5790E+03 -1.6197E+04 4.2550E+02 -8.5553E+03 -1.6221E+04 3.19
18 9.4656E+02 -6.3150E+03 1.5095E+03 1.2479E+03 -6.6163E+03 11.29
19 -7.1527E+02 -1.4624E+04 6.6335E+02 -6.8370E+02 -1.4656E+04 2.72

S H E L L E L E M E N T F O R C E S

ELEMENT ID 8 -----
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
8 -7.3393E+03 -3.3061E+04 -4.6004E+03 -6.5413E+03 -3.3859E+04 -9.84
9 -8.6250E+03 -3.6953E+04 -4.9552E+03 -7.7832E+03 -3.7795E+04 -9.64
18 -1.3986E+03 -1.4459E+03 -5.2513E+03 3.8291E+03 -6.6736E+03 -44.87
19 -2.7184E+03 -1.4516E+03 -5.6062E+03 3.5568E+03 -7.7268E+03 -48.22

ELEMENT ID 9 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
9 -2.2259E+04 -1.8933E+04 3.0374E+03 -1.7133E+04 -2.4059E+04 59.35
10 -1.6807E+04 8.3276E+03 -6.6074E+01 8.3278E+03 -1.6807E+04 -89.85
19 2.9809E+03 -1.3885E+04 -3.0656E+03 3.5208E+03 -1.4425E+04 -9.99
20 8.4329E+03 1.3375E+04 -6.1691E+03 1.7550E+04 4.2585E+03 -55.91
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
9 -1.0040E+04 -3.7236E+04 -5.2660E+03 -9.0561E+03 -3.8220E+04 -10.58
10 -1.0409E+03 -4.1765E+04 -6.7117E+03 3.6747E+01 -4.2843E+04 -9.12
19 -2.3637E+03 -1.3806E+03 -6.4210E+03 4.5677E+03 -8.3120E+03 -47.19
20 2.8299E+02 -5.1461E+02 -7.8668E+03 7.7611E+03 -7.9927E+03 -43.55

ELEMENT ID 28 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
31 2.6580E+02 -2.0016E+02 -2.7800E+02 3.9554E+02 -3.2990E+02 -25.02
32 1.7048E+02 -6.7677E+02 4.3252E+02 3.5227E+02 -8.5856E+02 22.80
41 -2.2711E+02 -2.9874E+02 -4.1379E+02 1.5242E+02 -6.7826E+02 -42.53
42 -3.2242E+02 -7.7534E+02 2.9672E+02 -1.7562E+02 -9.2214E+02 26.32
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
31 5.7828E+01 1.1400E+04 -1.2673E+03 1.1540E+04 -8.2049E+01 -83.70
32 -1.6382E+03 1.3326E+04 -1.4524E+03 1.3465E+04 -1.7779E+03 -84.51
41 2.1077E+01 1.3300E+04 -3.6386E+02 1.3310E+04 1.1114E+01 -88.43
42 -1.6302E+03 1.5392E+04 -5.4890E+02 1.5409E+04 -1.6479E+03 -88.16

ELEMENT ID 29 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
32 1.0540E+01 -7.0875E+02 1.8653E+02 5.6035E+01 -7.5424E+02 13.71
33 -1.7002E+02 -1.6115E+03 -2.3317E+02 -1.3324E+02 -1.6483E+03 -8.96
42 2.4230E+02 -6.6240E+02 2.9672E+02 3.3094E+02 -7.5103E+02 16.63
43 6.1747E+01 -1.5652E+03 -1.2297E+02 7.0989E+01 -1.5744E+03 -4.30
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
32 -1.6108E+03 1.3331E+04 -1.8050E+03 1.3546E+04 -1.8257E+03 -83.21
33 -1.4017E+02 1.6779E+04 -1.9609E+03 1.7003E+04 -3.6445E+02 -83.48
42 -1.6518E+03 1.5387E+04 -5.4890E+02 1.5405E+04 -1.6695E+03 -88.16
43 8.3610E+01 1.9097E+04 -7.0475E+02 1.9123E+04 5.7524E+01 -87.88

ELEMENT ID 30 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
33 4.2256E+02 -1.4930E+03 9.5031E+01 4.2727E+02 -1.4977E+03 2.83
34 1.4138E+02 -2.8990E+03 4.2076E+02 1.9853E+02 -2.9561E+03 7.74
43 3.0188E+02 -1.5172E+03 -1.2297E+02 3.1015E+02 -1.5255E+03 -3.85
44 2.0702E+01 -2.9231E+03 2.0276E+02 3.4602E+01 -2.9370E+03 3.92

S H E L L E L E M E N T F O R C E S

ELEMENT ID 30 -----
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
33 -1.4234E+02 1.6779E+04 -2.1728E+03 1.7053E+04 -4.1690E+02 -82.80
34 5.7874E+03 2.1623E+04 -2.2306E+03 2.1932E+04 5.4792E+03 -82.13
43 5.8218E+01 1.9092E+04 -7.0475E+02 1.9118E+04 3.2160E+01 -87.88
44 6.3295E+03 2.4304E+04 -7.6246E+02 2.4337E+04 6.2972E+03 -87.58

ELEMENT ID 31 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
34 7.9591E+02 -2.7681E+03 3.2515E+02 8.2533E+02 -2.7975E+03 5.17
35 4.6197E+02 -4.4378E+03 1.1104E+02 4.6448E+02 -4.4403E+03 1.30
44 7.2779E+02 -2.7817E+03 2.0276E+02 7.3947E+02 -2.7934E+03 3.30
45 3.9386E+02 -4.4514E+03 -1.1356E+01 3.9389E+02 -4.4514E+03 -.13
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
34 5.7861E+03 2.1623E+04 -2.2437E+03 2.1935E+04 5.4744E+03 -82.09
35 7.8884E+03 2.5692E+04 -2.2119E+03 2.5963E+04 7.6177E+03 -83.02
44 6.3060E+03 2.4300E+04 -7.6246E+02 2.4332E+04 6.2738E+03 -87.58
45 8.6677E+03 2.8807E+04 -7.3071E+02 2.8834E+04 8.6413E+03 -87.93

ELEMENT ID 32 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
35 9.7889E+02 -4.3344E+03 7.3227E+01 9.7990E+02 -4.3354E+03 .79
36 6.7662E+02 -5.8458E+03 2.6175E+02 6.8711E+02 -5.8562E+03 2.29
45 1.0359E+03 -4.3230E+03 -1.1357E+01 1.0359E+03 -4.3230E+03 -.12
46 7.3362E+02 -5.8344E+03 1.7716E+02 7.3840E+02 -5.8391E+03 1.54
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
35 7.8940E+03 2.5694E+04 -2.0982E+03 2.5938E+04 7.6500E+03 -83.37
36 7.7677E+03 2.8993E+04 -2.0314E+03 2.9186E+04 7.5750E+03 -84.58
45 8.6555E+03 2.8805E+04 -7.3071E+02 2.8831E+04 8.6290E+03 -87.93
46 8.6404E+03 3.2571E+04 -6.6397E+02 3.2589E+04 8.6220E+03 -88.41

ELEMENT ID 33 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
36 1.1086E+03 -5.7594E+03 3.7251E+02 1.1287E+03 -5.7795E+03 3.10
37 8.8976E+02 -6.8536E+03 5.9478E+01 8.9022E+02 -6.8540E+03 .44
46 1.3769E+03 -5.7057E+03 1.7716E+02 1.3814E+03 -5.7101E+03 1.43
47 1.1581E+03 -6.7999E+03 -1.3587E+02 1.1604E+03 -6.8022E+03 -.98
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
36 7.7794E+03 2.8996E+04 -1.9106E+03 2.9167E+04 7.6087E+03 -84.90
37 6.5027E+03 3.1760E+04 -1.8627E+03 3.1896E+04 6.3661E+03 -85.80
46 8.6397E+03 3.2571E+04 -6.6396E+02 3.2589E+04 8.6212E+03 -88.41
47 7.3712E+03 3.5765E+04 -6.1610E+02 3.5779E+04 7.3578E+03 -88.76

ELEMENT ID 34 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
37 1.4315E+03 -6.7452E+03 -3.0649E+02 1.4430E+03 -6.7567E+03 -2.14
38 1.4103E+03 -6.8509E+03 -7.3613E+01 1.4110E+03 -6.8516E+03 -.51
47 9.7743E+02 -6.8360E+03 -1.3588E+02 9.7979E+02 -6.8384E+03 -1.00
48 9.5629E+02 -6.9417E+03 9.6993E+01 9.5748E+02 -6.9429E+03 .70

S H E L L E L E M E N T F O R C E S

ELEMENT ID 34 -----
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
37 6.5191E+03 3.1763E+04 -1.8178E+03 3.1893E+04 6.3889E+03 -85.90
38 4.7356E+03 3.4339E+04 -1.8206E+03 3.4450E+04 4.6240E+03 -86.49
47 7.3767E+03 3.5767E+04 -6.1610E+02 3.5780E+04 7.3633E+03 -88.76
48 5.5390E+03 3.8701E+04 -6.1886E+02 3.8713E+04 5.5274E+03 -88.93

ELEMENT ID 35 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
38 5.0798E+02 -7.0314E+03 -1.7670E+02 5.1211E+02 -7.0355E+03 -1.34
39 6.4853E+02 -6.3286E+03 -6.4880E+02 7.0835E+02 -6.3884E+03 -5.27
48 8.6234E+02 -6.9605E+03 9.6989E+01 8.6354E+02 -6.9617E+03 .71
49 1.0029E+03 -6.2577E+03 -3.7510E+02 1.0222E+03 -6.2770E+03 -2.95
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
38 4.7764E+03 3.4347E+04 -1.9215E+03 3.4471E+04 4.6521E+03 -86.30
39 2.7499E+03 3.7145E+04 -2.0302E+03 3.7264E+04 2.6304E+03 -86.63
48 5.5472E+03 3.8703E+04 -6.1886E+02 3.8714E+04 5.5356E+03 -88.93
49 3.3003E+03 4.1808E+04 -7.2756E+02 4.1822E+04 3.2866E+03 -88.92

ELEMENT ID 36 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
39 6.0802E+02 -6.3367E+03 -6.6073E+02 6.7032E+02 -6.3990E+03 -5.39
40 6.1728E+02 -6.2904E+03 -7.8067E+01 6.1817E+02 -6.2913E+03 -.65
49 -8.0174E+01 -6.4743E+03 -3.7510E+02 -5.8244E+01 -6.4962E+03 -3.35
50 -7.0916E+01 -6.4280E+03 2.0755E+02 -6.4147E+01 -6.4348E+03 1.87
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
39 2.8048E+03 3.7156E+04 -2.4266E+03 3.7326E+04 2.6343E+03 -85.98
40 5.9679E+01 4.0787E+04 -2.7445E+03 4.0971E+04 -1.2444E+02 -86.16
49 3.3293E+03 4.1814E+04 -7.2756E+02 4.1828E+04 3.3156E+03 -88.92
50 5.6092E+01 4.5793E+04 -1.0455E+03 4.5817E+04 3.2205E+01 -88.69

ELEMENT ID 37 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
41 -2.2710E+02 -2.9874E+02 4.1380E+02 1.5243E+02 -6.7827E+02 42.53
42 -3.2242E+02 -7.7535E+02 -2.9672E+02 -1.7561E+02 -9.2215E+02 -26.32
51 2.6578E+02 -2.0015E+02 2.7800E+02 3.9553E+02 -3.2989E+02 25.02
52 1.7047E+02 -6.7675E+02 -4.3251E+02 3.5226E+02 -8.5854E+02 -22.80
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
41 2.1085E+01 1.3300E+04 3.6385E+02 1.3310E+04 1.1122E+01 88.43
42 -1.6302E+03 1.5392E+04 5.4890E+02 1.5409E+04 -1.6479E+03 88.16
51 5.7819E+01 1.1400E+04 1.2673E+03 1.1540E+04 -8.2057E+01 83.70
52 -1.6382E+03 1.3326E+04 1.4524E+03 1.3465E+04 -1.7778E+03 84.51

ELEMENT ID 38 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
42 2.4230E+02 -6.6239E+02 -2.9672E+02 3.3094E+02 -7.5103E+02 -16.63
43 6.1741E+01 -1.5652E+03 1.2298E+02 7.0984E+01 -1.5744E+03 4.30
52 1.0543E+01 -7.0876E+02 -1.8653E+02 5.6035E+01 -7.5425E+02 -13.71
53 -1.7001E+02 -1.6116E+03 2.3316E+02 -1.3324E+02 -1.6483E+03 8.96

S H E L L E L E M E N T F O R C E S

ELEMENT ID 38 -----
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
42 -1.6518E+03 1.5387E+04 5.4890E+02 1.5405E+04 -1.6695E+03 88.16
43 8.3619E+01 1.9097E+04 7.0474E+02 1.9124E+04 5.7534E+01 87.88
52 -1.6108E+03 1.3331E+04 1.8050E+03 1.3546E+04 -1.8257E+03 83.21
53 -1.4017E+02 1.6779E+04 1.9609E+03 1.7003E+04 -3.6446E+02 83.48

ELEMENT ID 39 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
43 3.0189E+02 -1.5172E+03 1.2298E+02 3.1016E+02 -1.5254E+03 3.85
44 2.0699E+01 -2.9231E+03 -2.0276E+02 3.4598E+01 -2.9370E+03 -3.92
53 4.2255E+02 -1.4930E+03 -9.5029E+01 4.2726E+02 -1.4977E+03 -2.83
54 1.4138E+02 -2.8990E+03 -4.2076E+02 1.9853E+02 -2.9561E+03 -7.74
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
43 5.8187E+01 1.9092E+04 7.0474E+02 1.9118E+04 3.2130E+01 87.88
44 6.3295E+03 2.4304E+04 7.6245E+02 2.4337E+04 6.2972E+03 87.58
53 -1.4231E+02 1.6779E+04 2.1728E+03 1.7053E+04 -4.1687E+02 82.80
54 5.7874E+03 2.1623E+04 2.2305E+03 2.1932E+04 5.4792E+03 82.13

ELEMENT ID 40 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
44 7.2780E+02 -2.7817E+03 -2.0276E+02 7.3947E+02 -2.7934E+03 -3.30
45 3.9385E+02 -4.4514E+03 1.1363E+01 3.9388E+02 -4.4514E+03 .13
54 7.9590E+02 -2.7681E+03 -3.2515E+02 8.2532E+02 -2.7975E+03 -5.17
55 4.6197E+02 -4.4378E+03 -1.1103E+02 4.6449E+02 -4.4403E+03 -1.30
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
44 6.3060E+03 2.4300E+04 7.6245E+02 2.4332E+04 6.2738E+03 87.58
45 8.6678E+03 2.8807E+04 7.3071E+02 2.8834E+04 8.6413E+03 87.93
54 5.7861E+03 2.1623E+04 2.2437E+03 2.1935E+04 5.4744E+03 82.09
55 7.8884E+03 2.5692E+04 2.2119E+03 2.5963E+04 7.6177E+03 83.02

ELEMENT ID 41 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
45 1.0359E+03 -4.3230E+03 1.1363E+01 1.0359E+03 -4.3230E+03 .12
46 7.3362E+02 -5.8344E+03 -1.7716E+02 7.3839E+02 -5.8391E+03 -1.54
55 9.7889E+02 -4.3344E+03 -7.3224E+01 9.7990E+02 -4.3354E+03 -.79
56 6.7662E+02 -5.8457E+03 -2.6174E+02 6.8711E+02 -5.8562E+03 -2.29
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
45 8.6555E+03 2.8805E+04 7.3071E+02 2.8831E+04 8.6291E+03 87.93
46 8.6404E+03 3.2571E+04 6.6396E+02 3.2589E+04 8.6220E+03 88.41
55 7.8940E+03 2.5694E+04 2.0982E+03 2.5938E+04 7.6500E+03 83.37
56 7.7677E+03 2.8994E+04 2.0314E+03 2.9186E+04 7.5750E+03 84.58

ELEMENT ID 42 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
46 1.3769E+03 -5.7057E+03 -1.7716E+02 1.3814E+03 -5.7101E+03 -1.43
47 1.1581E+03 -6.7999E+03 1.3588E+02 1.1604E+03 -6.8022E+03 .98
56 1.1086E+03 -5.7594E+03 -3.7251E+02 1.1287E+03 -5.7795E+03 -3.10
57 8.8977E+02 -6.8536E+03 -5.9477E+01 8.9023E+02 -6.8540E+03 -.44

S H E L L E L E M E N T F O R C E S

ELEMENT ID 42 -----
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
46 8.6397E+03 3.2571E+04 6.6396E+02 3.2589E+04 8.6213E+03 88.41
47 7.3712E+03 3.5765E+04 6.1609E+02 3.5779E+04 7.3578E+03 88.76
56 7.7794E+03 2.8996E+04 1.9106E+03 2.9167E+04 7.6087E+03 84.90
57 6.5027E+03 3.1760E+04 1.8627E+03 3.1896E+04 6.3661E+03 85.80

ELEMENT ID 43 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
47 9.7743E+02 -6.8360E+03 1.3588E+02 9.7979E+02 -6.8384E+03 1.00
48 9.5629E+02 -6.9417E+03 -9.6996E+01 9.5748E+02 -6.9429E+03 -.70
57 1.4315E+03 -6.7452E+03 3.0648E+02 1.4429E+03 -6.7567E+03 2.14
58 1.4103E+03 -6.8509E+03 7.3615E+01 1.4110E+03 -6.8516E+03 .51
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
47 7.3767E+03 3.5767E+04 6.1609E+02 3.5780E+04 7.3633E+03 88.76
48 5.5390E+03 3.8701E+04 6.1885E+02 3.8713E+04 5.5274E+03 88.93
57 6.5191E+03 3.1763E+04 1.8178E+03 3.1893E+04 6.3889E+03 85.90
58 4.7356E+03 3.4339E+04 1.8206E+03 3.4450E+04 4.6240E+03 86.49

ELEMENT ID 44 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
48 8.6233E+02 -6.9605E+03 -9.6996E+01 8.6353E+02 -6.9617E+03 -.71
49 1.0029E+03 -6.2577E+03 3.7510E+02 1.0222E+03 -6.2770E+03 2.95
58 5.0799E+02 -7.0314E+03 1.7670E+02 5.1213E+02 -7.0355E+03 1.34
59 6.4854E+02 -6.3286E+03 6.4879E+02 7.0835E+02 -6.3884E+03 5.27
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
48 5.5472E+03 3.8703E+04 6.1885E+02 3.8714E+04 5.5356E+03 88.93
49 3.3003E+03 4.1808E+04 7.2755E+02 4.1822E+04 3.2865E+03 88.92
58 4.7764E+03 3.4347E+04 1.9215E+03 3.4471E+04 4.6521E+03 86.30
59 2.7499E+03 3.7145E+04 2.0302E+03 3.7264E+04 2.6305E+03 86.63

ELEMENT ID 45 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
49 -8.0172E+01 -6.4743E+03 3.7510E+02 -5.8242E+01 -6.4963E+03 3.35
50 -7.0908E+01 -6.4280E+03 -2.0756E+02 -6.4138E+01 -6.4348E+03 -1.87
59 6.0801E+02 -6.3367E+03 6.6072E+02 6.7031E+02 -6.3990E+03 5.39
60 6.1727E+02 -6.2904E+03 7.8071E+01 6.1815E+02 -6.2912E+03 .65
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
49 3.3293E+03 4.1814E+04 7.2755E+02 4.1828E+04 3.3156E+03 88.92
50 5.6076E+01 4.5794E+04 1.0455E+03 4.5817E+04 3.2188E+01 88.69
59 2.8048E+03 3.7156E+04 2.4266E+03 3.7326E+04 2.6342E+03 85.98
60 5.9693E+01 4.0787E+04 2.7445E+03 4.0971E+04 -1.2443E+02 86.16

ELEMENT ID 64 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
71 -3.2471E+02 1.9940E+03 -4.8692E+03 5.8399E+03 -4.1707E+03 -51.70
72 -1.2383E+03 -2.5741E+03 -1.5691E+03 -2.0090E+02 -3.6115E+03 -33.47
81 1.4572E+04 4.9732E+03 -3.6422E+03 1.5798E+04 3.7477E+03 -18.60
82 1.3658E+04 4.0517E+02 -3.4214E+02 1.3667E+04 3.9634E+02 -1.48

S H E L L E L E M E N T F O R C E S

ELEMENT ID 64 -----
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
71 2.7024E+02 -1.4168E+03 4.0432E+03 3.5570E+03 -4.7035E+03 39.11
72 -1.7240E+03 -6.9506E+02 4.4274E+03 3.2477E+03 -5.6668E+03 48.31
81 -1.3280E+03 -4.3731E+03 3.2280E+03 7.1849E+02 -6.4196E+03 32.37
82 -7.9498E+02 -9.6164E+03 3.6122E+03 4.9539E+02 -1.0907E+04 19.66

ELEMENT ID 65 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
72 2.6020E+03 -1.8061E+03 -6.1493E+02 2.6862E+03 -1.8902E+03 -7.79
73 2.5365E+03 -2.1338E+03 1.1933E+00 2.5365E+03 -2.1338E+03 .01
82 6.0340E+03 -1.1197E+03 -6.4373E+02 6.0914E+03 -1.1771E+03 -5.10
83 5.9684E+03 -1.4474E+03 -2.7623E+01 5.9685E+03 -1.4475E+03 -.21
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
72 -1.3048E+03 -6.1121E+02 5.0878E+03 4.1416E+03 -6.0576E+03 46.95
73 -2.1425E+03 -7.6124E+02 5.6351E+03 4.2254E+03 -7.1291E+03 48.49
82 -2.2028E+03 -9.8980E+03 4.2624E+03 -3.0829E+02 -1.1793E+04 23.96
83 -3.4070E+03 -1.4439E+04 4.8096E+03 -1.6045E+03 -1.6241E+04 20.54

ELEMENT ID 66 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
73 1.8969E+03 -2.2617E+03 2.9792E+02 1.9182E+03 -2.2829E+03 4.08
74 1.6278E+03 -3.6076E+03 4.3556E+02 1.6637E+03 -3.6436E+03 4.72
83 2.8694E+03 -2.0672E+03 3.9601E+02 2.9010E+03 -2.0988E+03 4.56
84 2.6002E+03 -3.4131E+03 5.3365E+02 2.6472E+03 -3.4601E+03 5.03
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
73 -1.9551E+03 -7.2376E+02 6.0483E+03 4.7402E+03 -7.4190E+03 47.91
74 1.1079E+03 1.9552E+02 6.2258E+03 6.8942E+03 -5.5908E+03 42.90
83 -4.0412E+03 -1.4565E+04 5.1368E+03 -1.9497E+03 -1.6657E+04 22.15
84 -2.6916E+03 -1.9331E+04 5.3143E+03 -1.1391E+03 -2.0884E+04 16.28

ELEMENT ID 67 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
74 1.0967E+03 -3.7138E+03 6.6782E+02 1.1877E+03 -3.8048E+03 7.76
75 9.3246E+02 -4.5350E+03 7.2230E+02 1.0263E+03 -4.6288E+03 7.40
84 -1.1321E+02 -3.9558E+03 5.3493E+02 -4.0132E+01 -4.0289E+03 7.78
85 -2.7745E+02 -4.7770E+03 5.8941E+02 -2.0152E+02 -4.8529E+03 7.34
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
74 1.2975E+03 2.3346E+02 6.1088E+03 6.8974E+03 -5.3664E+03 42.51
75 1.3419E+03 2.1838E+02 5.7711E+03 6.5785E+03 -5.0182E+03 42.22
84 -3.4461E+03 -1.9482E+04 5.2953E+03 -1.8554E+03 -2.1073E+04 16.72
85 -4.1655E+03 -2.3822E+04 4.9576E+03 -2.9860E+03 -2.5002E+04 13.38

ELEMENT ID 68 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
75 2.3058E+02 -4.6754E+03 7.5364E+02 3.4374E+02 -4.7886E+03 8.54
76 1.2979E+02 -5.1794E+03 4.9076E+02 1.7477E+02 -5.2243E+03 5.24
85 -8.1723E+02 -4.8850E+03 6.2094E+02 -7.2455E+02 -4.9776E+03 8.49
86 -9.1801E+02 -5.3889E+03 3.5807E+02 -8.8952E+02 -5.4174E+03 4.55

S H E L L E L E M E N T F O R C E S

ELEMENT ID 68 -----
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
75 1.4799E+03 2.4599E+02 5.3591E+03 6.2575E+03 -4.5316E+03 41.72
76 7.2615E+02 -2.8136E+02 4.9848E+03 5.2326E+03 -4.7878E+03 42.11
85 -4.6430E+03 -2.3918E+04 4.6894E+03 -3.5627E+03 -2.4998E+04 12.97
86 -5.0076E+03 -2.7088E+04 4.3151E+03 -4.1943E+03 -2.7902E+04 10.67

ELEMENT ID 69 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
76 -4.4262E+02 -5.2938E+03 2.7401E+02 -4.2719E+02 -5.3093E+03 3.22
77 -5.6566E+02 -5.9091E+03 4.1317E+02 -5.3390E+02 -5.9408E+03 4.40
86 -9.2436E+02 -5.3902E+03 3.3513E+02 -8.9935E+02 -5.4152E+03 4.27
87 -1.0474E+03 -6.0054E+03 4.7429E+02 -1.0024E+03 -6.0504E+03 5.42
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
76 8.2332E+02 -2.6193E+02 4.6819E+03 4.9939E+03 -4.4325E+03 41.69
77 -1.5441E+02 -9.5129E+02 4.4865E+03 3.9513E+03 -5.0570E+03 42.46
86 -5.4004E+03 -2.7167E+04 4.1002E+03 -4.6537E+03 -2.7914E+04 10.32
87 -5.9493E+03 -2.9801E+04 3.9048E+03 -5.3263E+03 -3.0424E+04 9.07

ELEMENT ID 70 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
77 -1.3376E+03 -6.0634E+03 2.1873E+02 -1.3275E+03 -6.0736E+03 2.64
78 -1.4852E+03 -6.8013E+03 -7.7785E+02 -1.3737E+03 -6.9128E+03 -8.16
87 -1.5178E+03 -6.0995E+03 4.7685E+02 -1.4687E+03 -6.1486E+03 5.88
88 -1.6653E+03 -6.8373E+03 -5.1971E+02 -1.6136E+03 -6.8890E+03 -5.68
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
77 -6.6984E+01 -9.3381E+02 4.5137E+03 4.0341E+03 -5.0349E+03 42.26
78 -1.6914E+03 -1.5043E+03 4.8688E+03 3.2718E+03 -6.4675E+03 45.55
87 -6.1360E+03 -2.9838E+04 3.8916E+03 -5.5134E+03 -3.0460E+04 9.09
88 -6.0876E+03 -3.2810E+04 4.2466E+03 -5.4290E+03 -3.3469E+04 8.82

ELEMENT ID 71 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
78 9.4665E+02 -6.3149E+03 -1.5095E+03 1.2479E+03 -6.6162E+03 -11.29
79 -7.1522E+02 -1.4624E+04 -6.6333E+02 -6.8366E+02 -1.4656E+04 -2.72
88 -6.9171E+03 -7.8877E+03 -1.2716E+03 -6.0413E+03 -8.7635E+03 -34.56
89 -8.5789E+03 -1.6197E+04 -4.2548E+02 -8.5552E+03 -1.6221E+04 -3.19
JOINT M11 M22 M12 MMAX MMIN ANGLE
78 -1.3986E+03 -1.4457E+03 5.2513E+03 3.8292E+03 -6.6735E+03 44.87
79 -2.7184E+03 -1.4514E+03 5.6062E+03 3.5569E+03 -7.7267E+03 48.22
88 -7.3393E+03 -3.3060E+04 4.6004E+03 -6.5412E+03 -3.3858E+04 9.84
89 -8.6249E+03 -3.6953E+04 4.9552E+03 -7.7832E+03 -3.7795E+04 9.64

ELEMENT ID 72 -----
LOAD COND 1 -----
JOINT F11 F22 F12 FMAX FMIN ANGLE
79 2.9808E+03 -1.3885E+04 3.0656E+03 3.5207E+03 -1.4425E+04 9.99
80 8.4329E+03 1.3376E+04 6.1690E+03 1.7550E+04 4.2586E+03 55.92
89 -2.2259E+04 -1.8933E+04 -3.0374E+03 -1.7133E+04 -2.4059E+04 -59.35
90 -1.6807E+04 8.3273E+03 6.6022E+01 8.3274E+03 -1.6807E+04 89.85

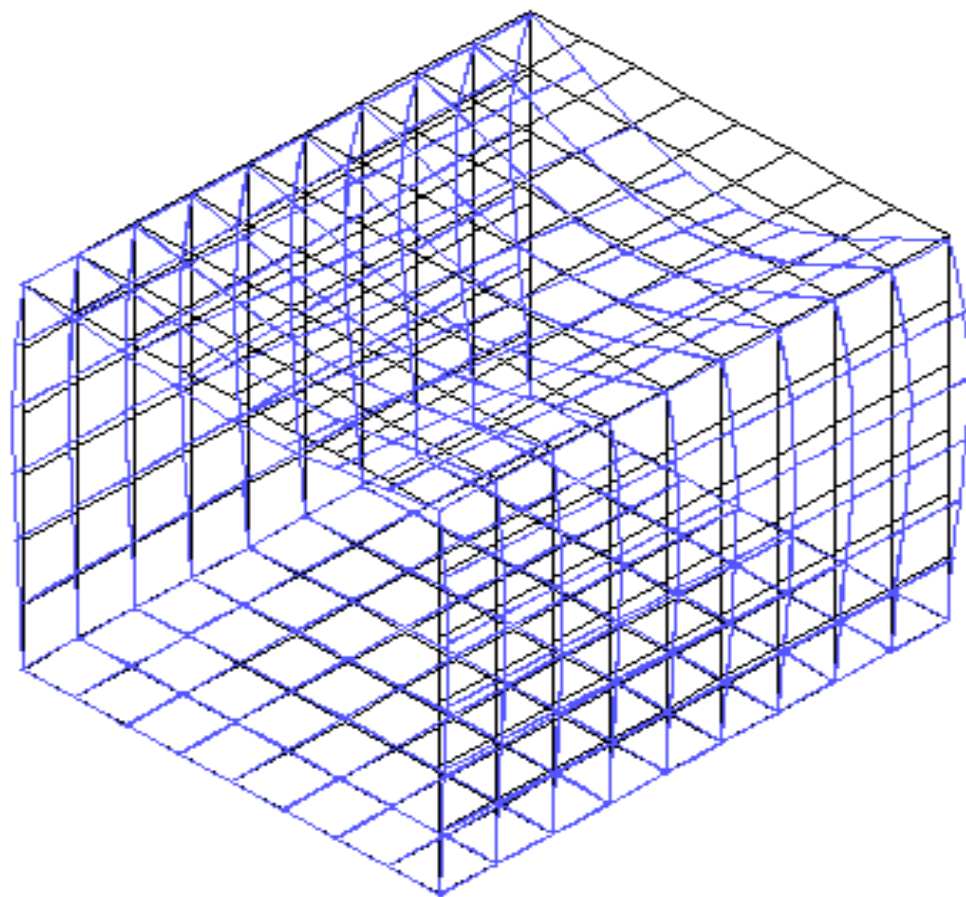
S H E L L E L E M E N T F O R C E S

ELEMENT ID	72	-----					
JOINT	M11	M22	M12	MMAX	MMIN	ANGLE	
79	-2.3636E+03	-1.3805E+03	6.4210E+03	4.5678E+03	-8.3119E+03	47.19	
80	2.8301E+02	-5.1440E+02	7.8668E+03	7.7612E+03	-7.9926E+03	43.55	
89	-1.0040E+04	-3.7236E+04	5.2660E+03	-9.0560E+03	-3.8220E+04	10.58	
90	-1.0409E+03	-4.1765E+04	6.7117E+03	3.6714E+01	-4.2843E+04	9.12	

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD CONDITION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
41	.5626E-06	.0000E+00	-.6211E-04	.0000E+00	.1088E-04	.0000E+00
42	.5548E-06	.0000E+00	-.7677E-04	.0000E+00	.1408E-04	.0000E+00
43	.5722E-06	.0000E+00	-.9578E-04	.0000E+00	.1775E-04	.0000E+00
44	.6003E-06	.0000E+00	-.1179E-03	.0000E+00	.1875E-04	.0000E+00
45	.6597E-06	.0000E+00	-.1392E-03	.0000E+00	.1686E-04	.0000E+00
46	.7478E-06	.0000E+00	-.1579E-03	.0000E+00	.1468E-04	.0000E+00
47	.8645E-06	.0000E+00	-.1746E-03	.0000E+00	.1366E-04	.0000E+00
48	.9731E-06	.0000E+00	-.1911E-03	.0000E+00	.1452E-04	.0000E+00
49	.1078E-05	.0000E+00	-.2100E-03	.0000E+00	.1767E-04	.0000E+00
50	.1134E-05	.0000E+00	-.2343E-03	.0000E+00	.2381E-04	.0000E+00



04PI01

DEFORMED
SHAPE

LOAD 1

MINIMA

X $- .1334E-05$

Y $- .6092E-04$

Z $- .2343E-03$

MAXIMA

X $.1325E-05$

Y $.6092E-04$

Z $.1193E-04$

SAP90

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 1
PROGRAM:SAP90/FILE:04PI01.EIG
04PI01. LAV MADRID-BARCELONA-F.FRANCESA. BASE MADRID-SUR. UD: N-m

E I G E N S Y S T E M P A R A M E T E R S

NUMBER OF EQUATIONS	=	1570
NUMBER OF MASSES	=	730
NUMBER OF VALUES TO BE EVALUATED	=	5
SIZE OF SUBSPACE	=	10

E I G E N V A L U E S A N D F R E Q U E N C I E S

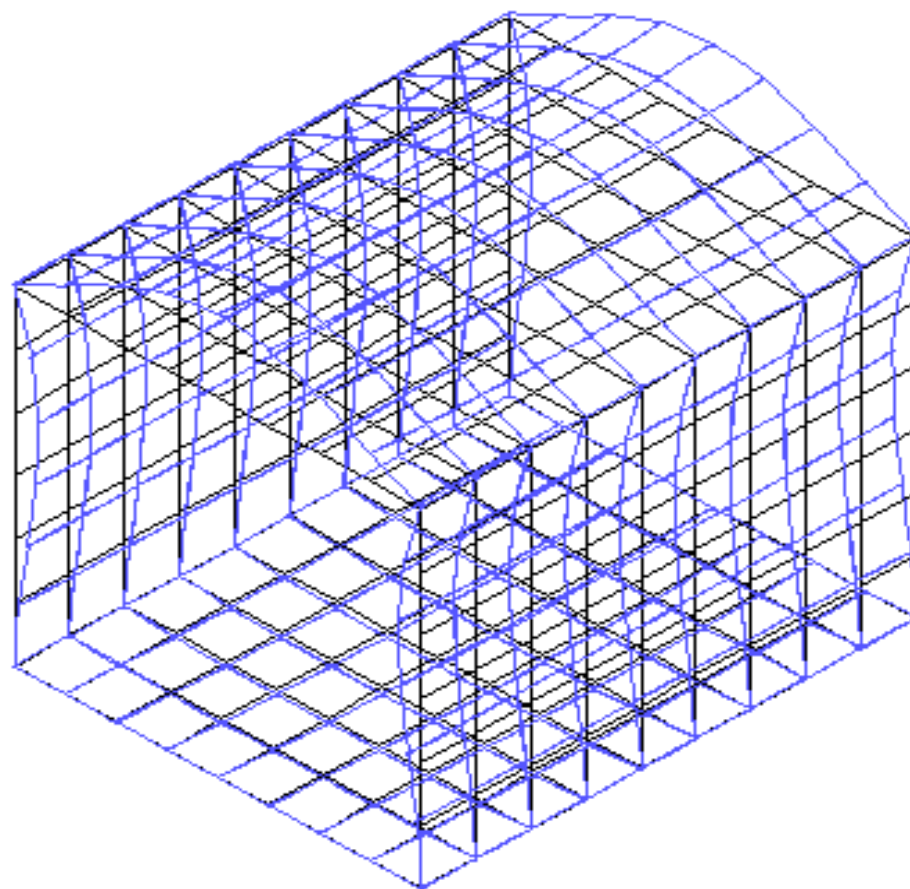
MODE NUMBER	EIGENVALUE (RAD/SEC)**2	CIRCULAR FREQ (RAD/SEC)	FREQUENCY (CYCLES/SEC)	PERIOD (SEC)
1	.563148E+04	.750432E+02	11.943495	.083728
2	.943874E+04	.971532E+02	15.462406	.064673
3	.263486E+05	.162322E+03	25.834421	.038708
4	.329839E+05	.181615E+03	28.904873	.034596
5	.430864E+05	.207573E+03	33.036202	.030270

B A S E F O R C E R E A C T I O N F A C T O R S

MODE	PERIOD	X	Y	Z	X	Y	Z
#	(sec)	DIRECTION	DIRECTION	DIRECTION	MOMENT	MOMENT	MOMENT
1	.084	.180E-01	-.138E-02	.764E+03	.336E+04	-.409E+04	-.581E-01
2	.065	.164E+02	-.337E-03	-.350E-02	-.569E-01	.247E+04	-.724E+02
3	.039	-.719E+00	.463E-02	.211E+02	.918E+02	-.112E+03	.298E+01
4	.035	.136E+01	.978E+03	.747E-01	.476E+03	-.121E+01	.523E+04
5	.030	.416E+01	.192E+03	-.296E-01	.904E+03	-.186E+01	.101E+04

P A R T I C I P A T I N G M A S S - (percent)

MODE	X-DIR	Y-DIR	Z-DIR	X-SUM	Y-SUM	Z-SUM
1	.000	.000	46.204	.000	.000	46.204
2	.021	.000	.000	.021	.000	46.204
3	.000	.000	.035	.021	.000	46.239
4	.000	76.543	.000	.022	76.543	46.239
5	.001	2.949	.000	.023	79.492	46.239



04PI01

MODE
SHAPE
MODE 1

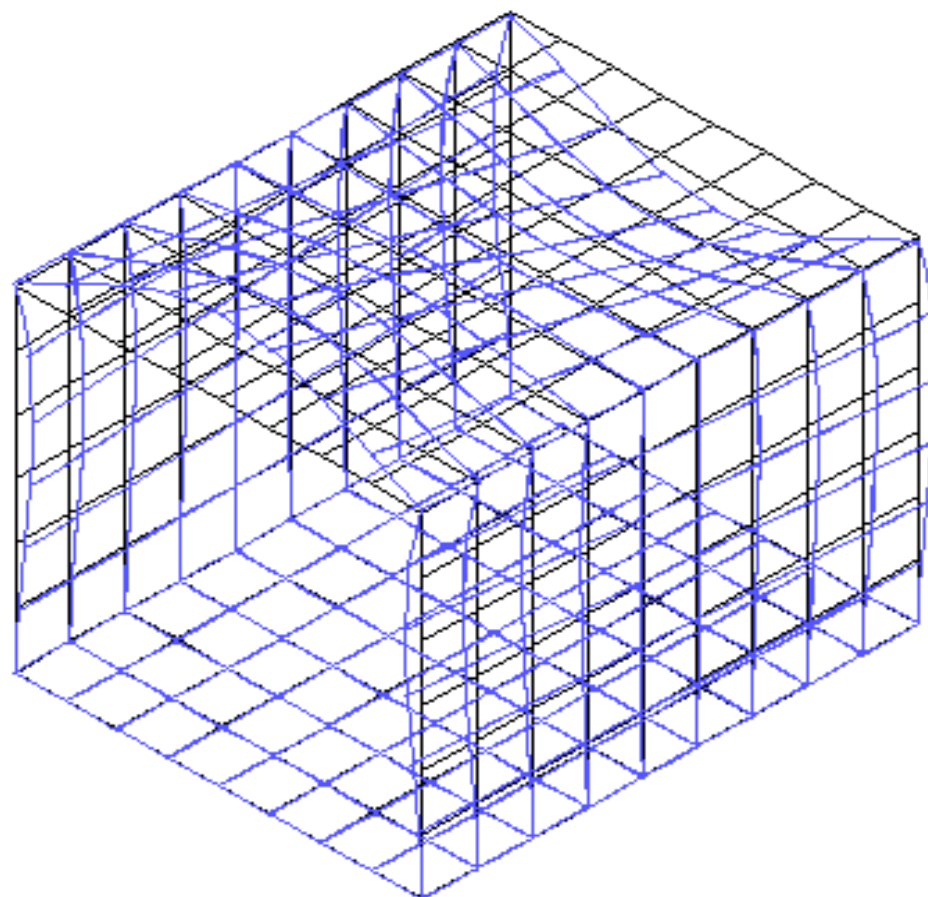
MINIMA

X $-.6876E-05$
Y $-.5142E-03$
Z $-.1603E-03$

MAXIMA

X $.6890E-05$
Y $.5142E-03$
Z $.1722E-02$

SAP90



04PI01

MODE

SHAPE

MODE 2

MINIMA

X $- .1453\text{E}-04$

Y $- .6167\text{E}-03$

Z $- .2684\text{E}-02$

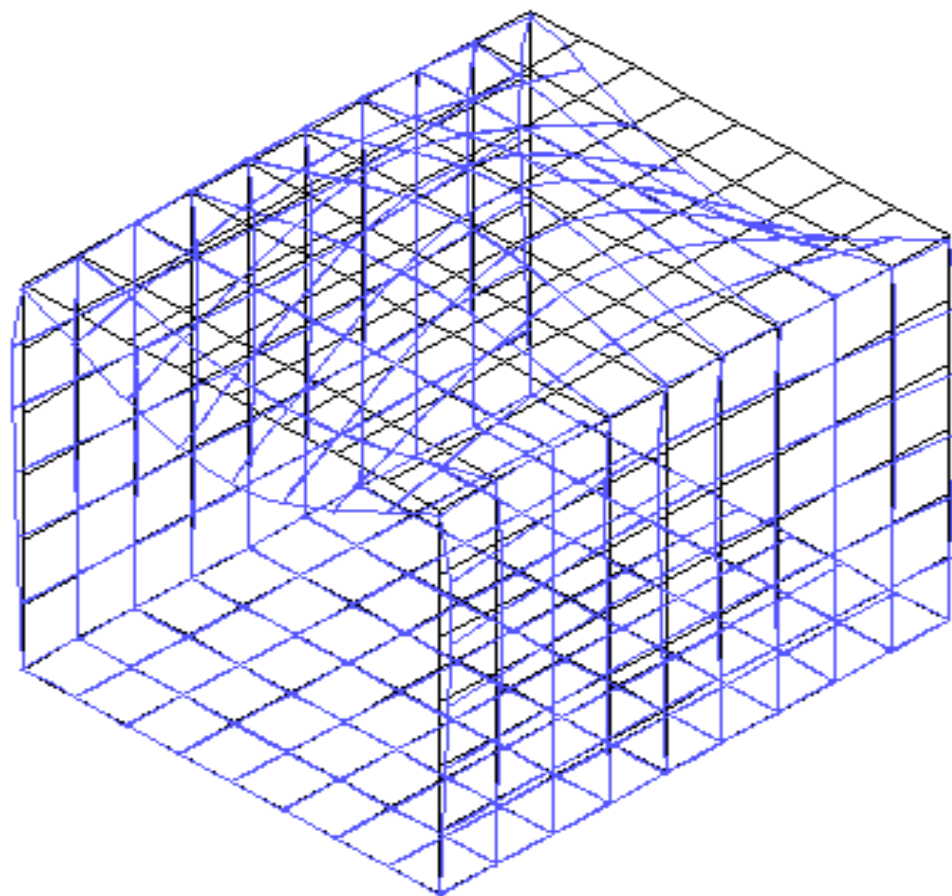
MAXIMA

X $.2954\text{E}-04$

Y $.6166\text{E}-03$

Z $.2684\text{E}-02$

SAP90



04PI01

MODE

SHAPE

MODE 3

MINIMA

X $-.3383E-04$

Y $-.3809E-03$

Z $-.2978E-02$

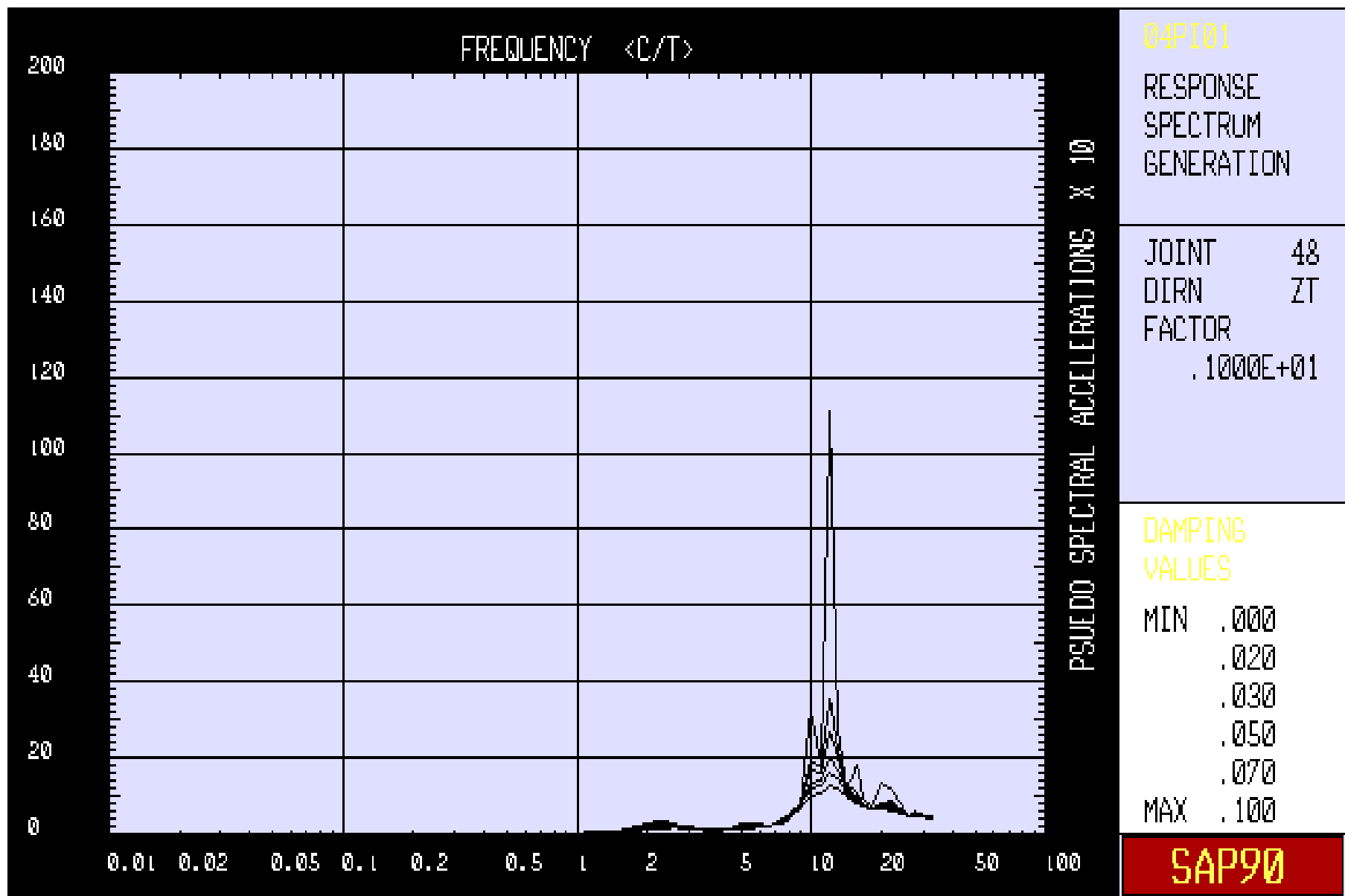
MAXIMA

X $.3313E-04$

Y $.3842E-03$

Z $.1933E-02$

SAP90



AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Obra: L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa

Tramo Madrid – Zaragoza. Base Madrid Sur

Ciente: Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF)

Fecha: Junio 2002

8.2. ANEJO Nº2: ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA

ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA

La documentación facilitada a Ingeniería de Instrumentación y Control (IIC, S.A.) incluye el Anejo de Cálculo del Proyecto y los planos de la estructura enumerados en apartado 3 del presente Proyecto.

Tomando como base la mencionada documentación se ha realizado una evaluación estructural de la estructura 04PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base Madrid Sur.

- **Datos Generales de la estructura**

04PI01		
Luz entre caras interiores de hastiales	8,00	m
Ancho del Dintel	21,40	m
Canto del dintel	0,80	m
Canto de losa inferior	1,00	m
Espesor de hastiales	0,80	m
Resistencia hormigón	25	N/mm ²

- **Cargas consideradas en proyecto**

Cargas permanentes	Peso Propio	24,25	kN / m ³
	Tierras	21,00	kN / m ³
	Traviesas	2 x 5,20	kN / m
	Carriles	2 x 0,60	kN / m
Sobrecargas	Sobrecarga Uniforme	24,70	kN / m ²

Para la obtención del valor de la sobrecarga uniforme en superficie se ha supuesto la acción de **dos trenes tipo B** (*“Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril”*, carga lineal de 120 kN / m) sobre los carriles exteriores de las vías, repartiendo la

carga a 45 ° hasta la cota del plano medio del dintel. Así mismo se ha considerado un coeficiente de impacto de 1,306.

- **Momentos Flectores Máximos**

Se ha comparado el momento flector de cálculo en la sección central del dintel y en la sección de empotramiento dintel-hastial, habiéndose comprobado que la capacidad resistente de la solución estructural adoptada es superior a los valores de cálculo, obtenidos a partir de las características geométricas de la estructura y mediante la aplicación de los valores de carga y coeficientes de mayoración recogidos en la Normativa vigente.

Los cálculos realizados por IIC, S.A. para realizar la comprobación indicada se han realizado mediante un modelo bidimensional, incluido en el Anejo nº 1: Cálculos Justificativos, en el que se calculan las solicitaciones debidas a las cargas permanentes (combinación L=1) y a las sobrecargas (combinación L=2).

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Obra: L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa

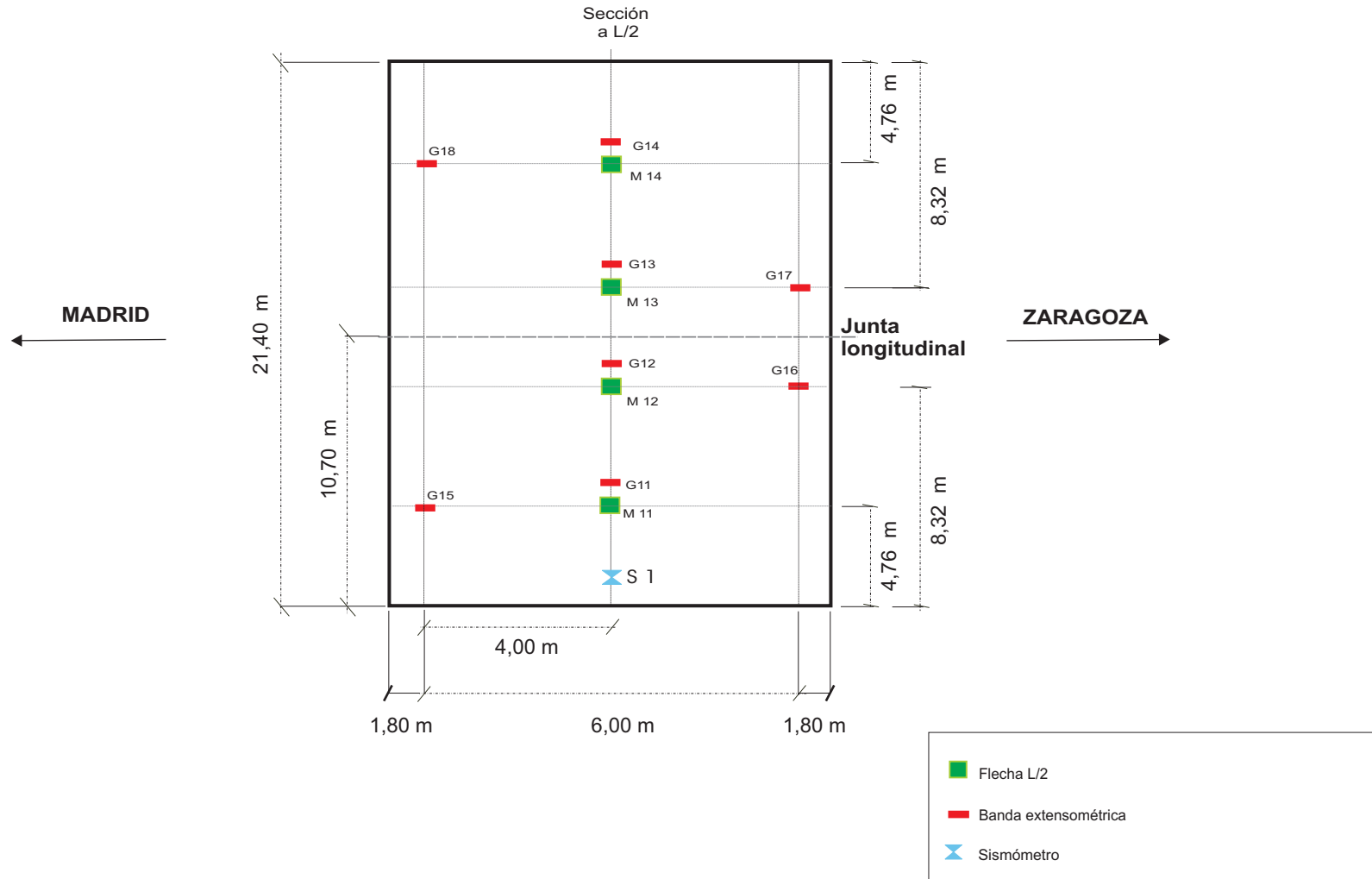
Tramo Madrid – Zaragoza. Base Madrid Sur

Ciente: Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF)

Fecha: Junio 2002

8.3. ANEJO N° 3: CROQUIS Y PLANOS

CROQUIS DE INSTRUMENTACIÓN



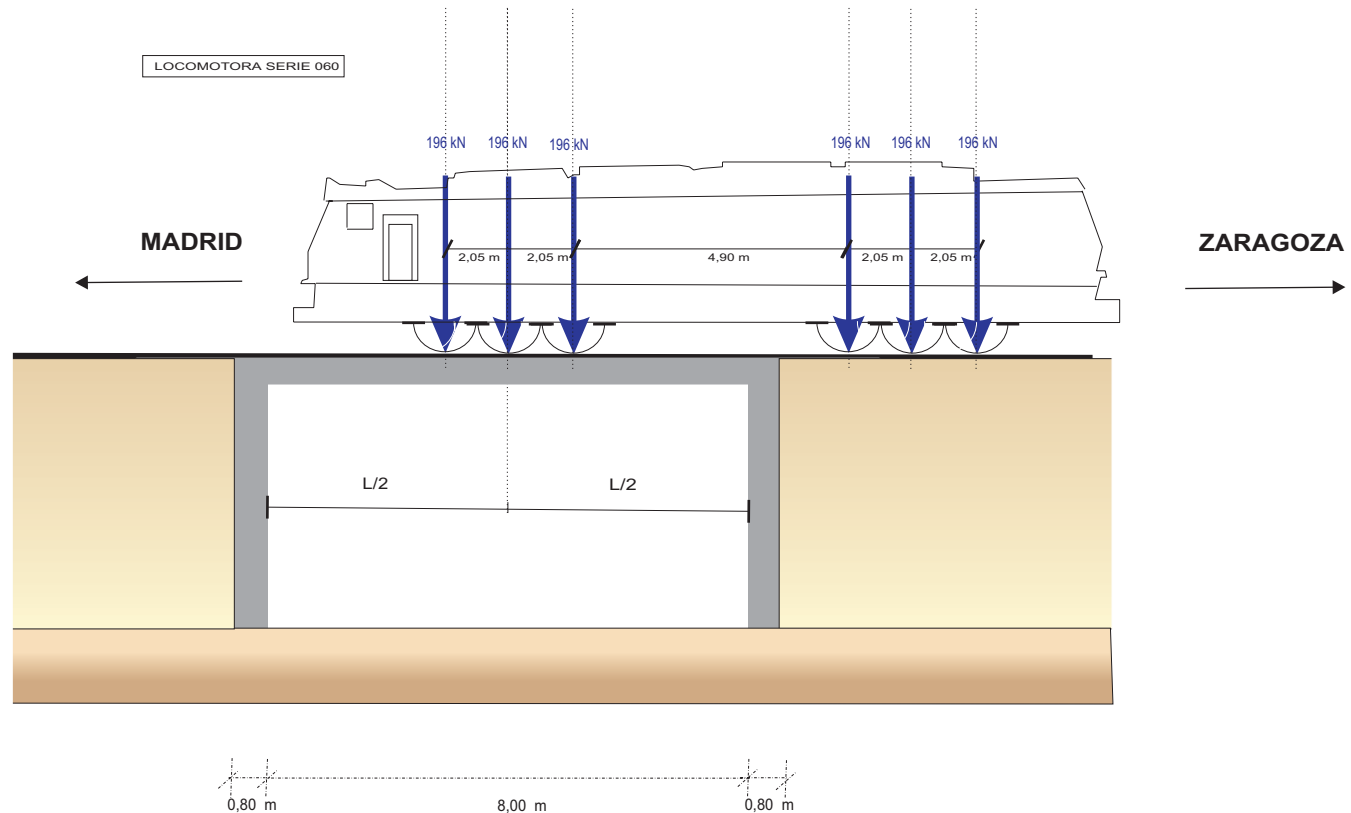
CROQUIS DE POSICIONAMIENTO

LOCOMOTORA SERIE 060



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Peso de la locomotora	1180 kN
Peso por eje	196 kN
Longitud entre topes	17.000 mm
Empate entre pivotes de bogies	9.000 mm
Distancia entre ejes extremos de bogie	4.100 mm



AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Obra: L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa

Tramo Madrid – Zaragoza. Base Madrid Sur

Cliente: Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF)

Fecha: Junio 2002

8.4. ANEJO Nº 4: REPORTAJE FOTOGRÁFICO DE LA INSPECCIÓN PREVIA



Foto 1: Alzado derecho



Foto 2: Alzado izquierdo



Foto 3: Vista superior desde entrada



Foto 4: Vista superior desde salida



Foto 5: Estribo de entrada



Foto 6: Estribo de salida



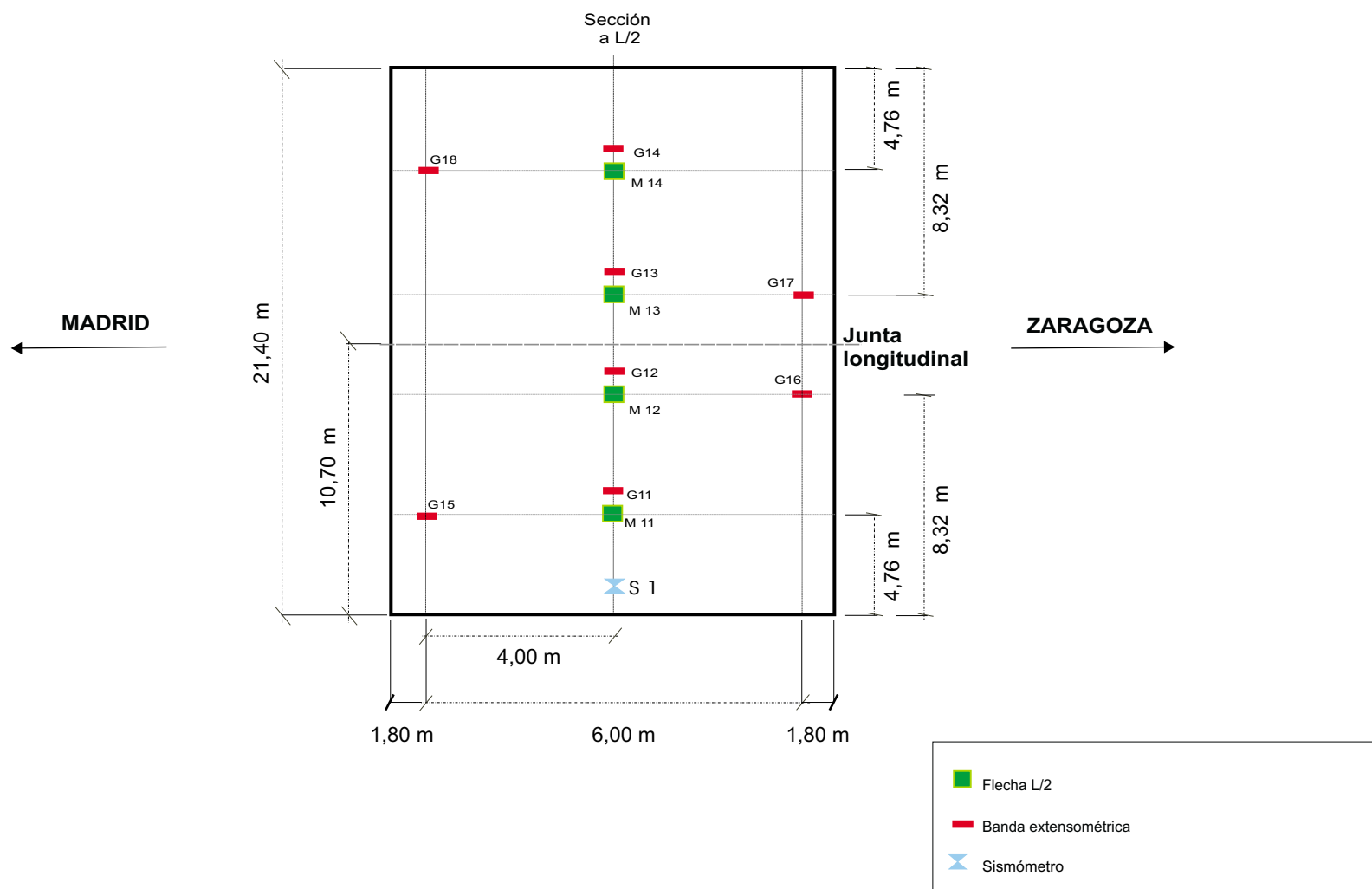
Foto 7: Vista inferior



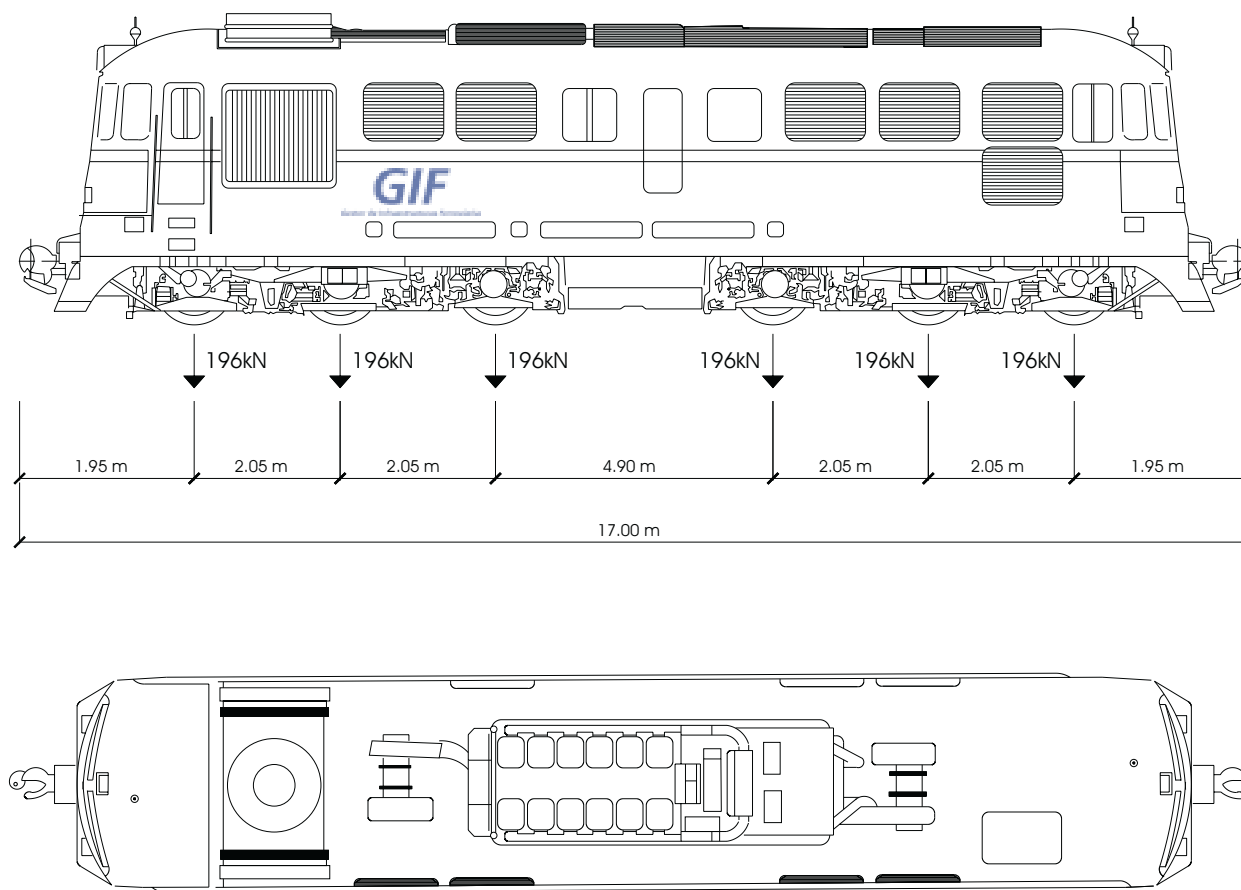
Foto 8: Detalle de junta longitudinal

10.3. ANEJO Nº 3: ESQUEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y TREN DE CARGAS

CROQUIS DE INSTRUMENTACIÓN



CROQUIS DE CARGAS. LOCOMOTORA 060



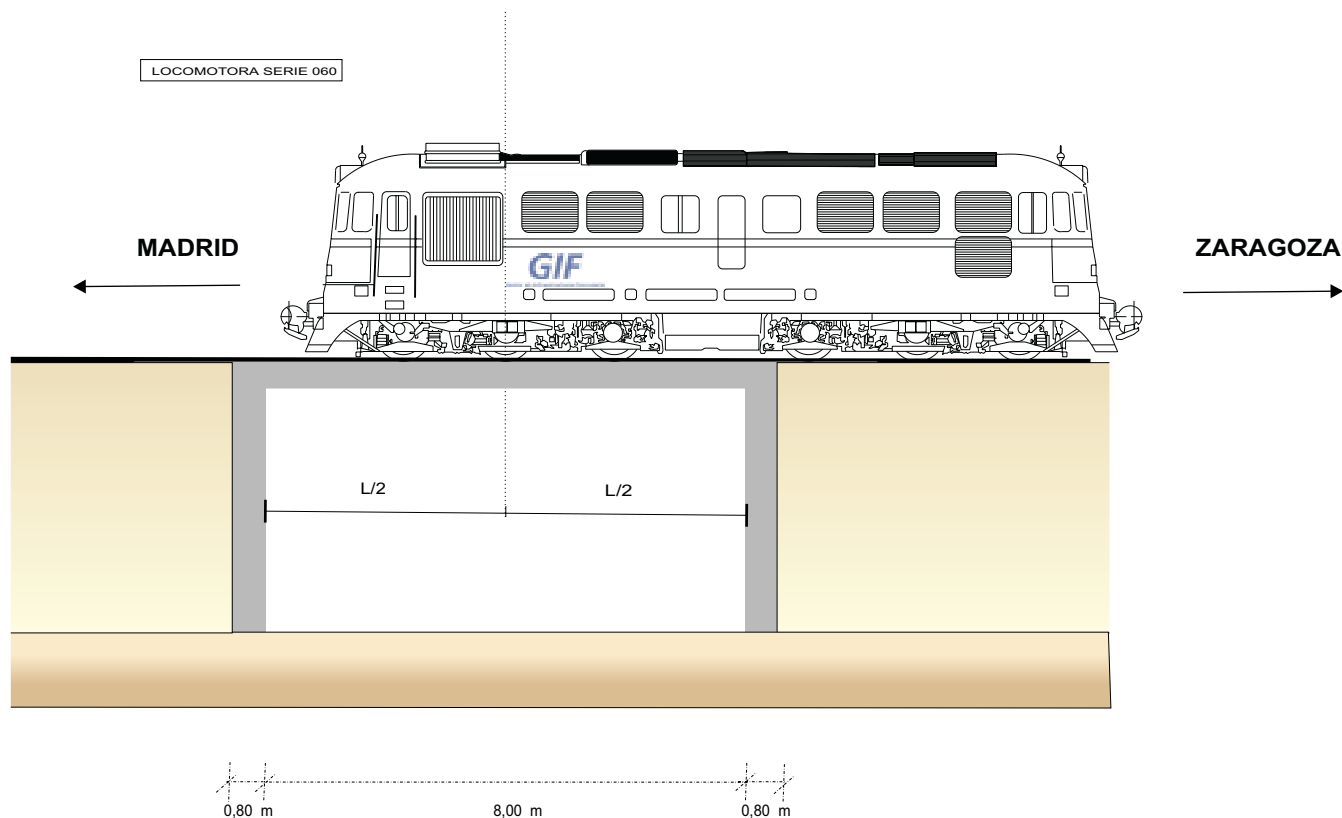
CROQUIS DE POSICIONAMIENTO

LOCOMOTORA SERIE 060



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Peso de la locomotora	1180 KN
Peso por eje	196 KN
Longitud entre topes	17.000 mm
Empate entre pivotes de bogies	9.000 mm
Distancia entre ejes extremos de bogie	4.100 mm



10.4. ANEJO N° 4: REGISTRO DE MEDIDAS

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : M11

Canal : 00

Unidades : mm



ESTATICA 00

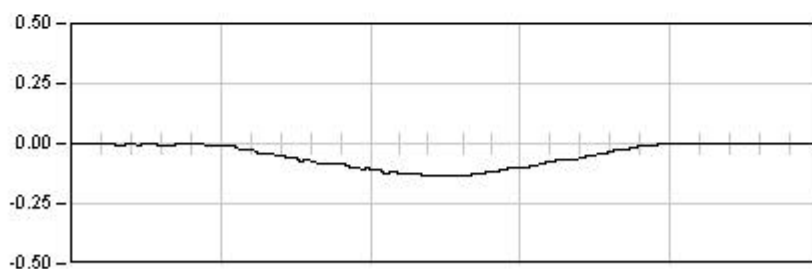
1096.0 Seg

Est: -0.13

Max: -0.14

Min: 0.01

Rem: 0.00



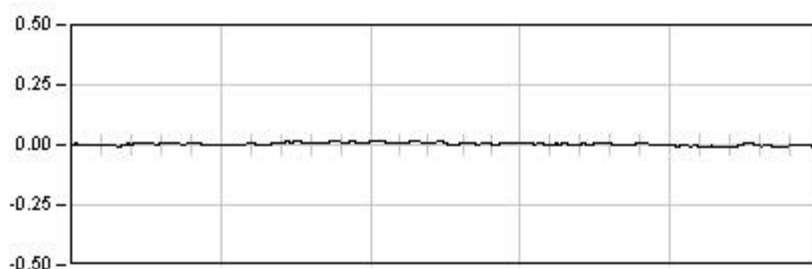
DINAMICA 01

18.0 Seg

Max: -0.14

Min: 0.01

Rem: 0.00



DINAMICA 00

16.0 Seg

Max: 0.02

Min: -0.01

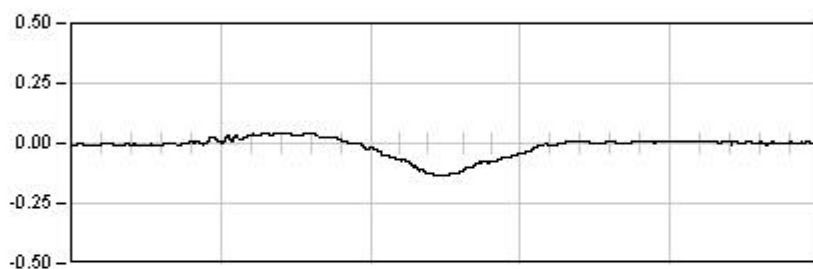
Rem: -0.01

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : M11

Canal : 00

Unidades : mm



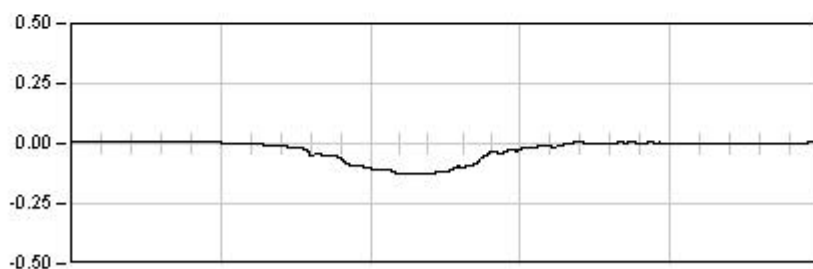
DINAMICA 02

12.0 Seg

Max: -0.13

Min: 0.04

Rem: -0.00



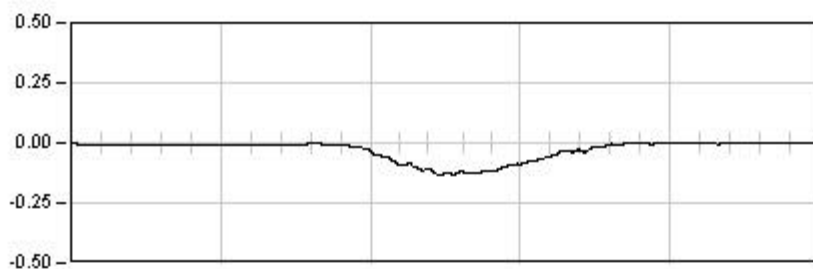
DINAMICA 03

6.0 Seg

Max: -0.13

Min: 0.03

Rem: 0.00



DINAMICA 04

6.0 Seg

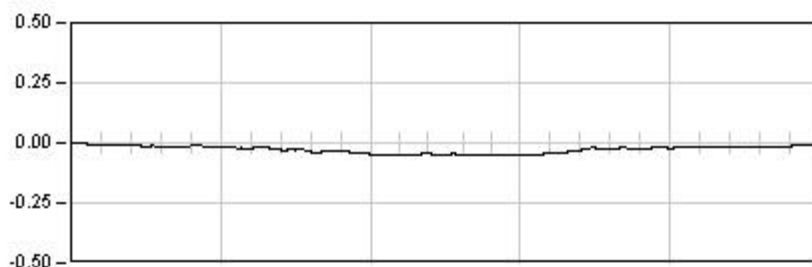
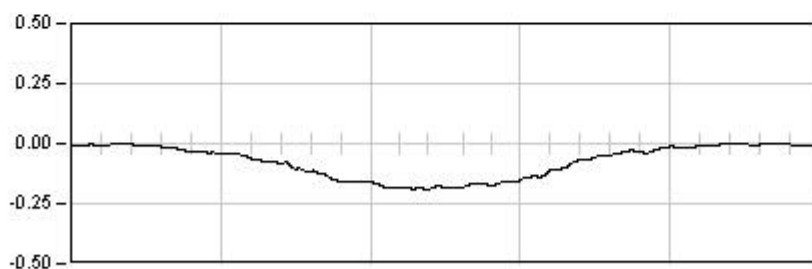
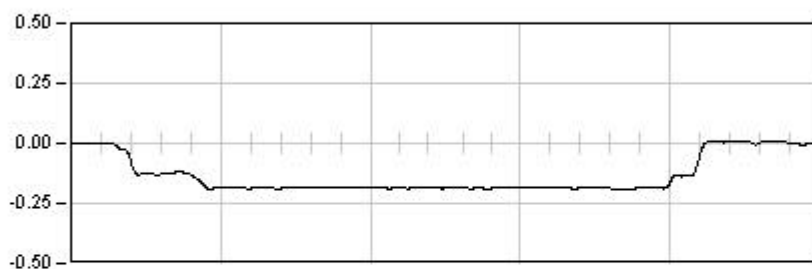
Max: -0.13

Min: 0.02

Rem: 0.00

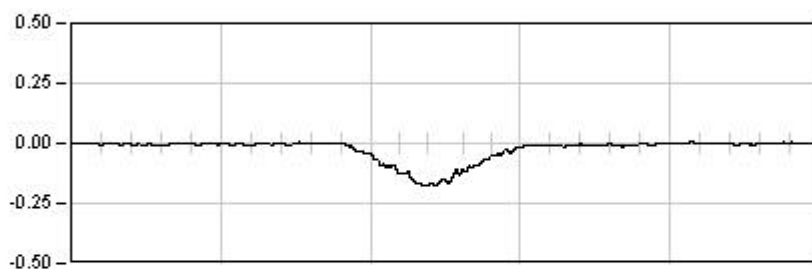
04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : M12 Canal : 01 Unidades : mm



04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : M12 Canal : 01 Unidades : mm



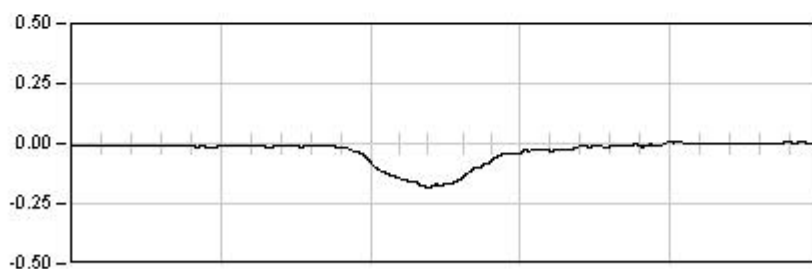
DINAMICA 02

12.0 Seg

Max: -0.18

Min: 0.02

Rem: 0.00



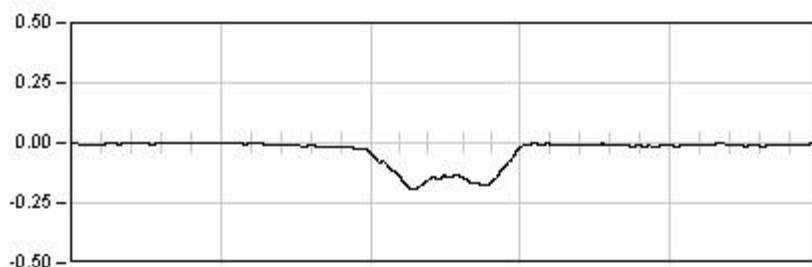
DINAMICA 03

6.0 Seg

Max: -0.19

Min: 0.01

Rem: -0.00



DINAMICA 04

6.0 Seg

Max: -0.19

Min: 0.01

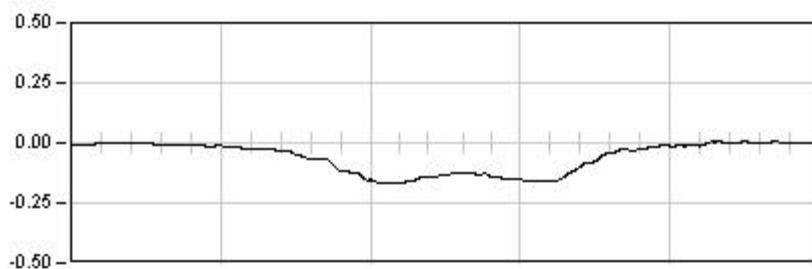
Rem: -0.03

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : M13

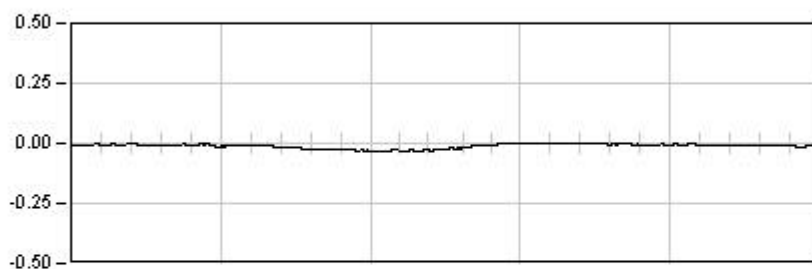
Canal : 02

Unidades : mm



04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : M13 Canal : 02 Unidades : mm



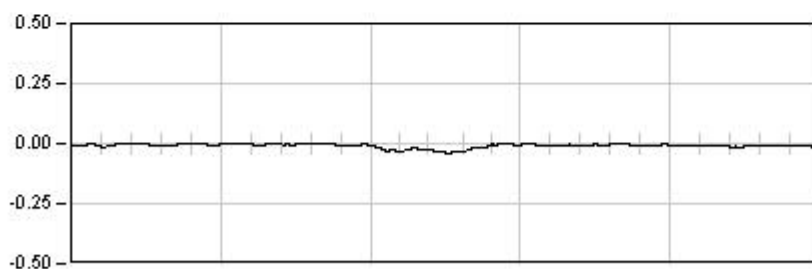
DYNAMICA 02

12.0 Seg

Max: -0.03

Min: 0.02

Rem: 0.00



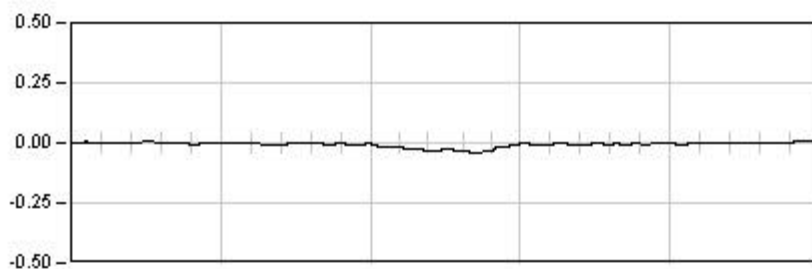
DYNAMICA 03

6.0 Seg

Max: -0.04

Min: 0.01

Rem: -0.01



DYNAMICA 04

6.0 Seg

Max: -0.04

Min: 0.02

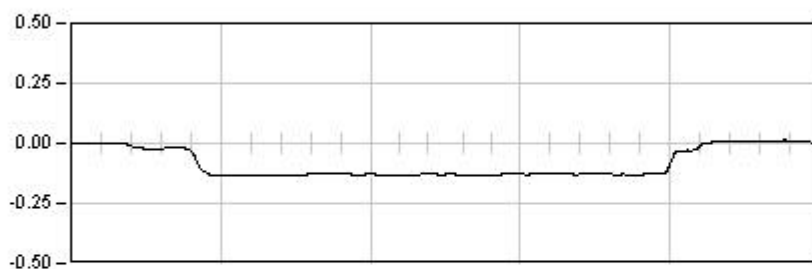
Rem: -0.01

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : M14

Canal : 03

Unidades : mm



ESTATICA 00

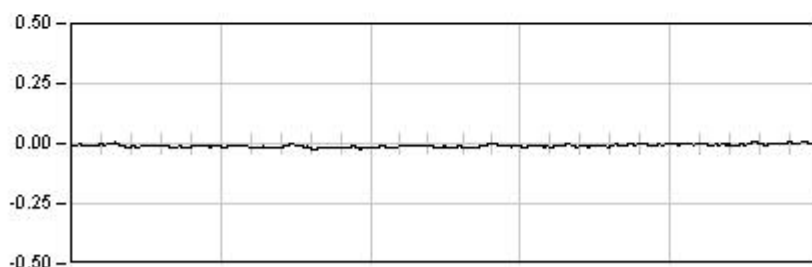
1096.0 Seg

Est: -0.13

Max: -0.14

Min: 0.01

Rem: 0.01



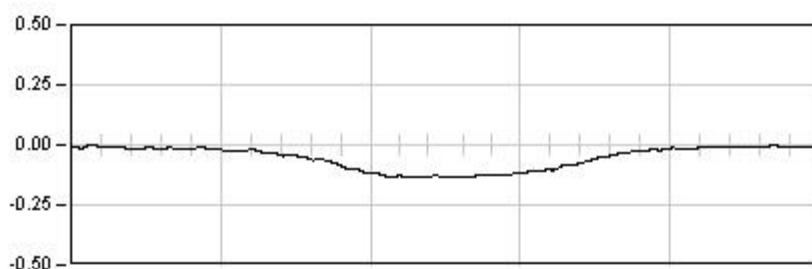
DINAMICA 01

18.0 Seg

Max: -0.02

Min: 0.02

Rem: 0.01



DINAMICA 00

16.0 Seg

Max: -0.13

Min: 0.01

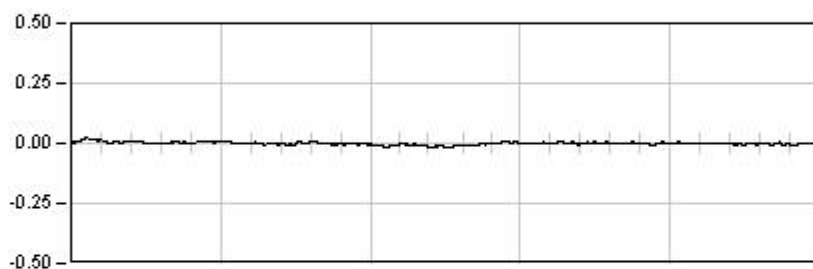
Rem: -0.01

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : M14

Canal : 03

Unidades : mm



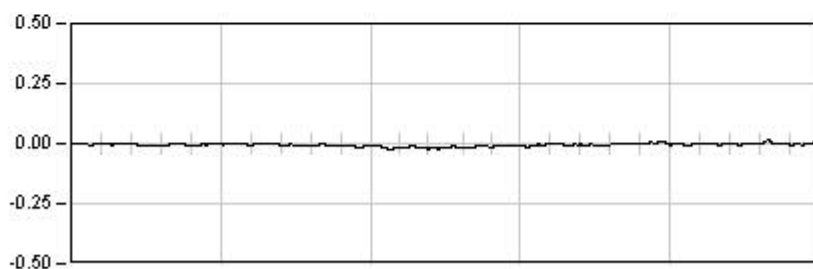
DINAMICA 02

12.0 Seg

Max: 0.02

Min: -0.02

Rem: 0.00



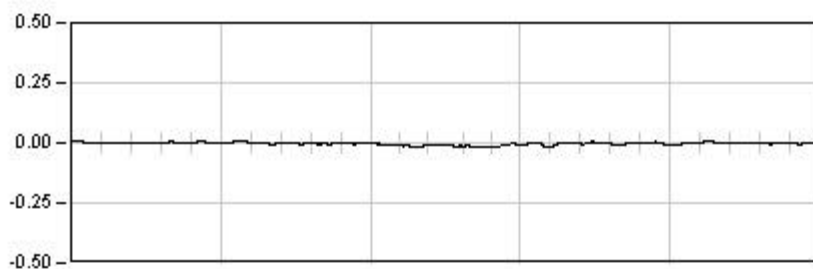
DINAMICA 03

6.0 Seg

Max: -0.02

Min: 0.02

Rem: -0.00



DINAMICA 04

6.0 Seg

Max: -0.02

Min: 0.02

Rem: 0.01

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : G11

Canal : 04

Unidades : μE



ESTATICA 00

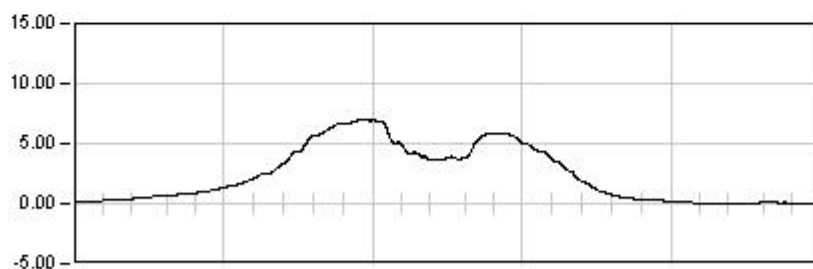
1096.0 Seg

Est: 7.04

Max: 7.08

Min: -0.26

Rem: -0.10



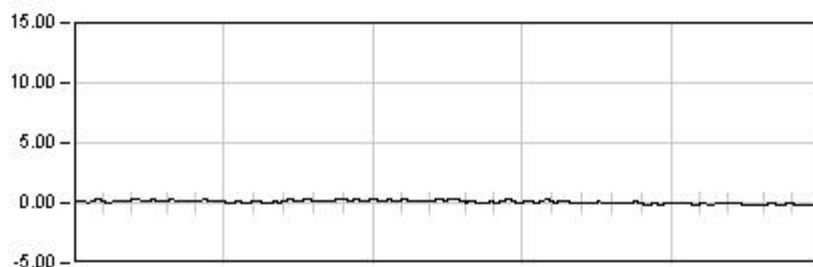
DINAMICA 01

18.0 Seg

Max: 7.05

Min: -0.23

Rem: -0.05



DINAMICA 00

16.0 Seg

Max: 0.40

Min: -0.33

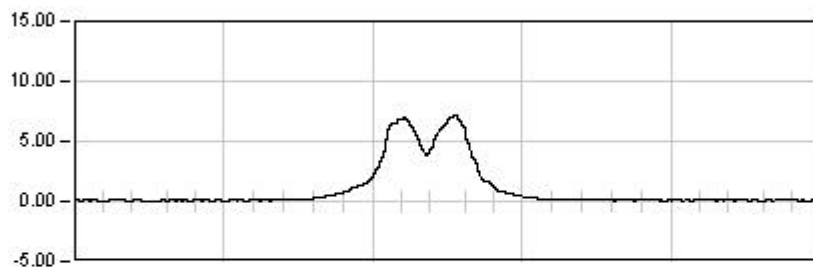
Rem: -0.07

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : G11

Canal : 04

Unidades : μE



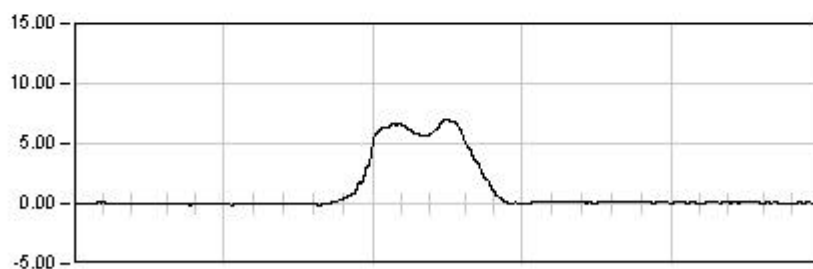
DINAMICA 02

12.0 Seg

Max: 7.14

Min: -0.19

Rem: 0.11



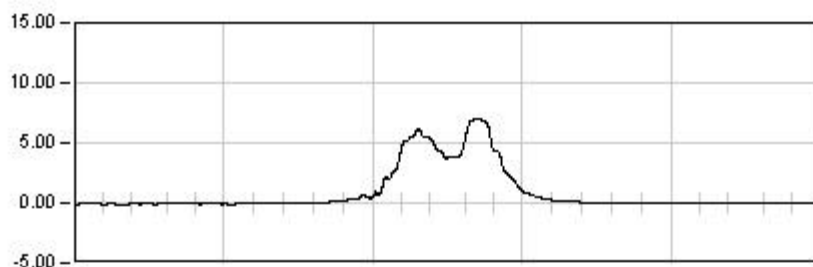
DINAMICA 03

6.0 Seg

Max: 6.96

Min: -0.37

Rem: -0.14



DINAMICA 04

6.0 Seg

Max: 7.05

Min: -1.07

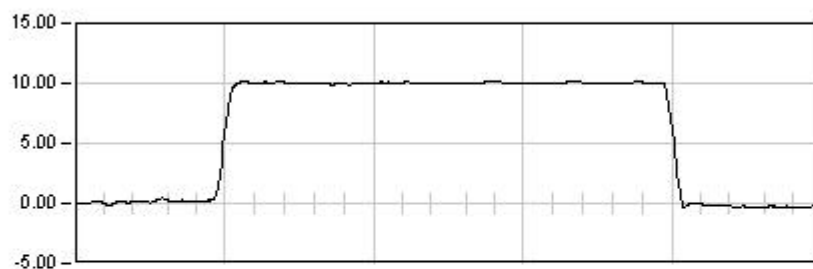
Rem: -0.10

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : G13

Canal : 06

Unidades : μE



ESTATICA 00

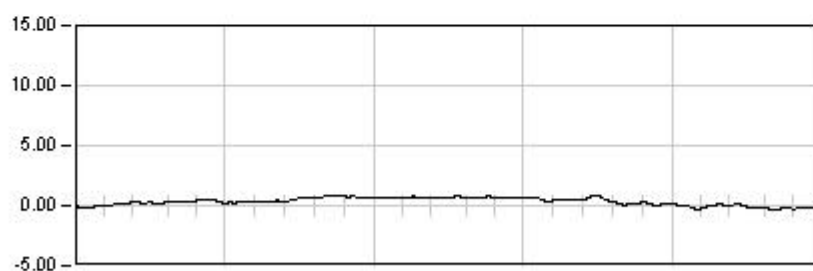
1096.0 Seg

Est: 10.05

Max: 10.17

Min: -0.32

Rem: -0.26



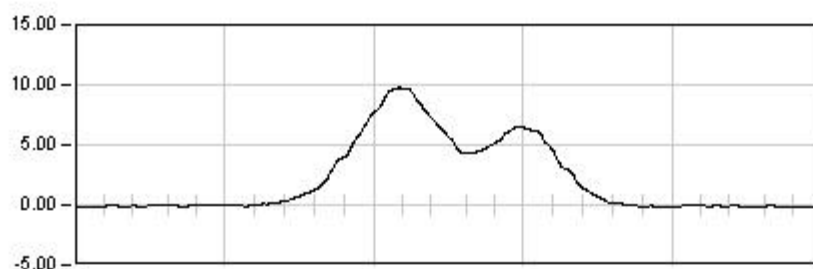
DINAMICA 01

18.0 Seg

Max: 0.91

Min: -0.43

Rem: -0.08



DINAMICA 00

16.0 Seg

Max: 9.79

Min: -0.22

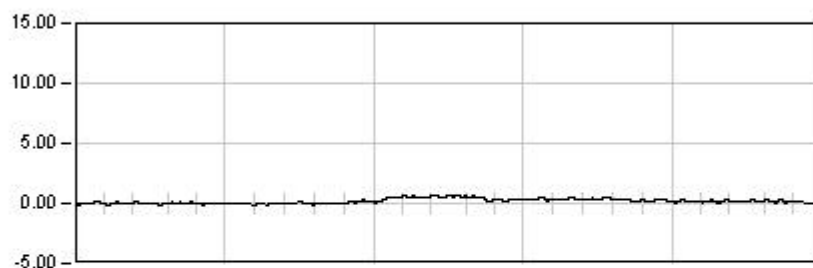
Rem: 0.10

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : G13

Canal : 06

Unidades : μE



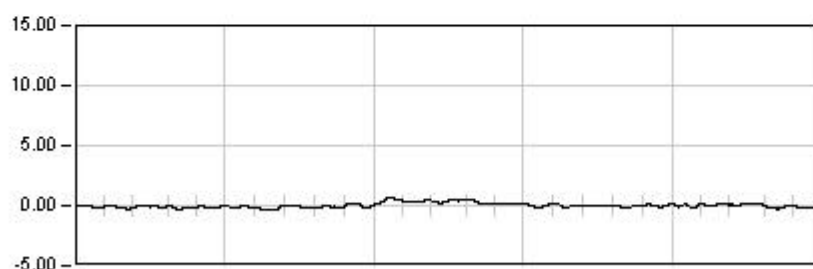
DINAMICA 02

12.0 Seg

Max: 0.74

Min: -0.29

Rem: -0.07



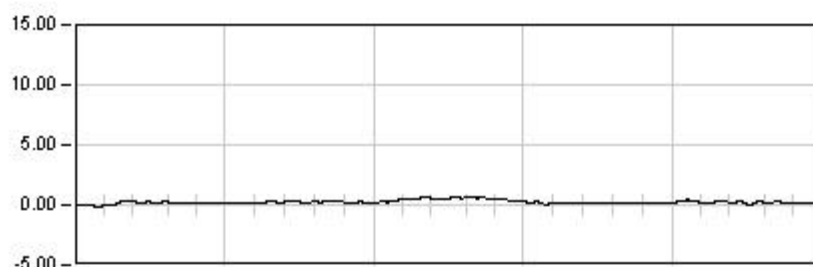
DINAMICA 03

6.0 Seg

Max: 0.68

Min: -0.43

Rem: 0.02



DINAMICA 04

6.0 Seg

Max: 0.74

Min: -0.45

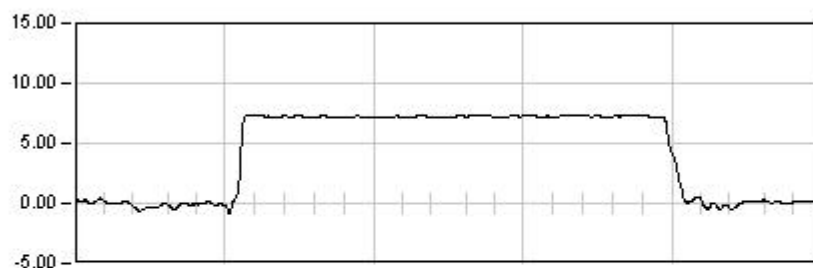
Rem: -0.06

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : G14

Canal : 07

Unidades : μE



ESTATICA 00

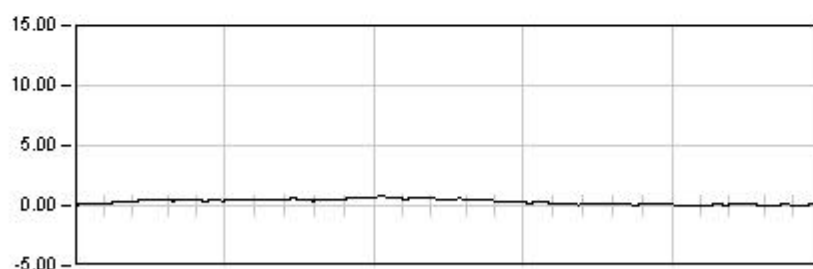
1096.0 Seg

Est: 7.21

Max: 7.35

Min: -0.80

Rem: 0.10



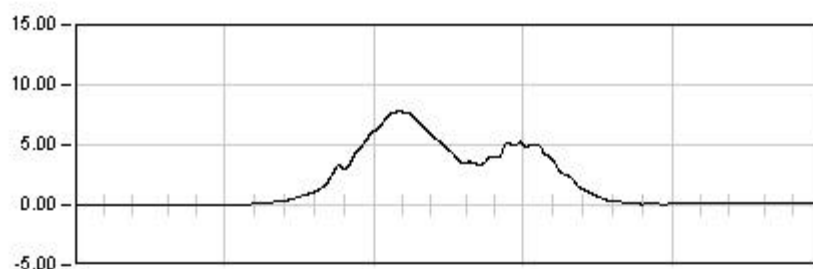
DINAMICA 01

18.0 Seg

Max: 0.81

Min: -0.13

Rem: 0.12



DINAMICA 00

16.0 Seg

Max: 7.82

Min: -0.13

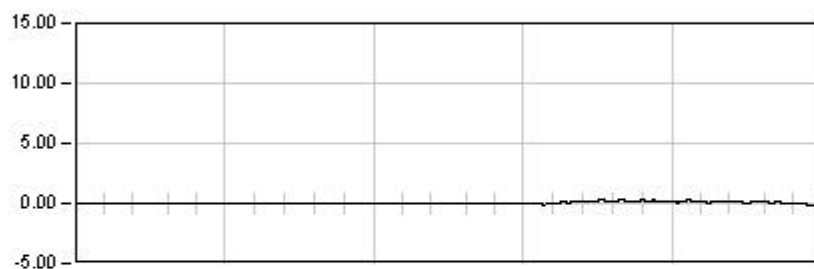
Rem: 1.21

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : G14

Canal : 07

Unidades : μE



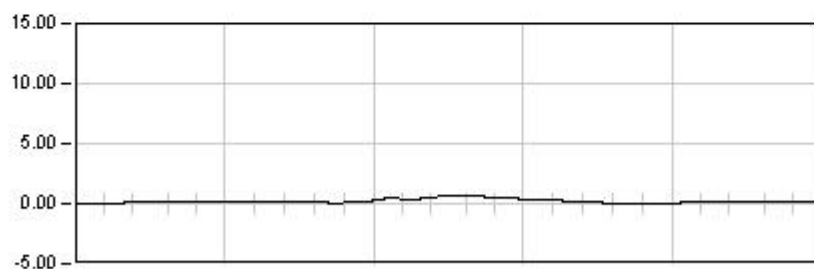
DINAMICA 02

12.0 Seg

Max: 0.37

Min: -0.12

Rem: 0.01



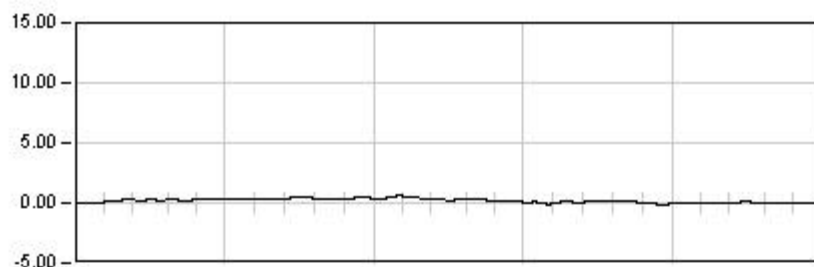
DINAMICA 03

6.0 Seg

Max: 0.70

Min: -0.10

Rem: 0.08



DINAMICA 04

6.0 Seg

Max: 0.60

Min: -0.11

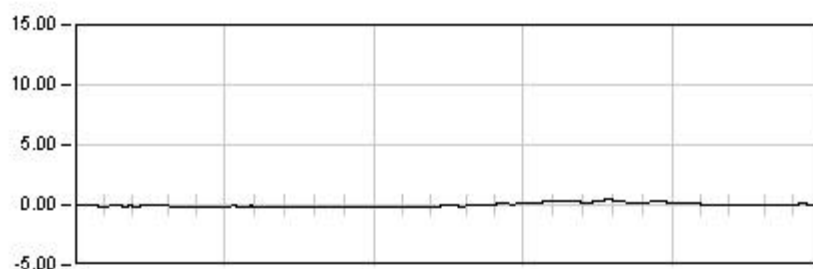
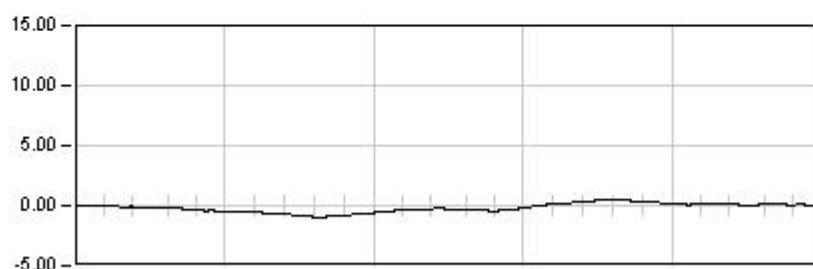
Rem: 0.09

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : G15

Canal : 08

Unidades : μE

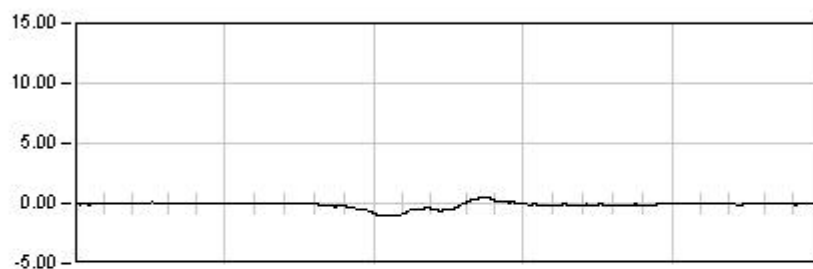


04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : G15

Canal : 08

Unidades : μE



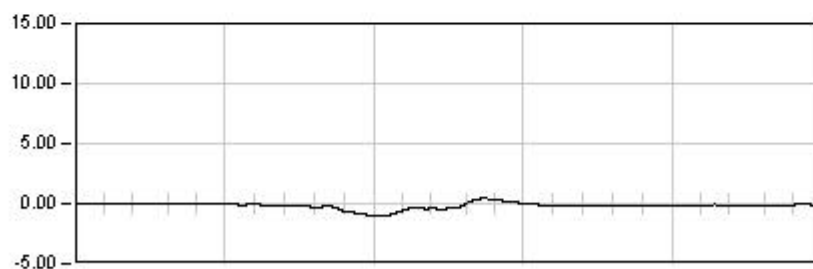
DINAMICA 02

12.0 Seg

Max: -1.01

Min: 0.49

Rem: -0.11



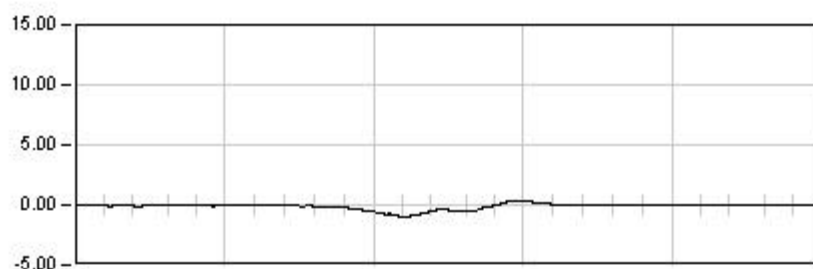
DINAMICA 03

6.0 Seg

Max: -1.00

Min: 0.43

Rem: 0.07



DINAMICA 04

6.0 Seg

Max: -0.99

Min: 0.36

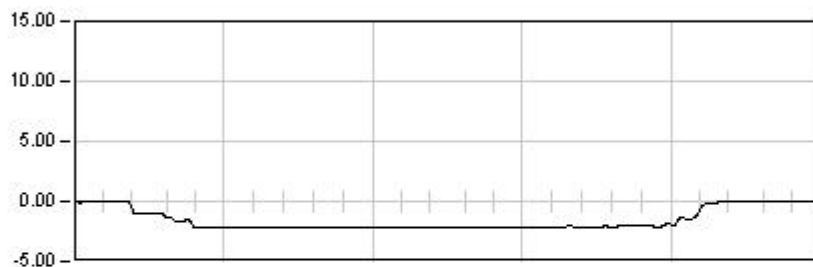
Rem: -0.04

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : G16

Canal : 09

Unidades : μE



ESTATICA 00

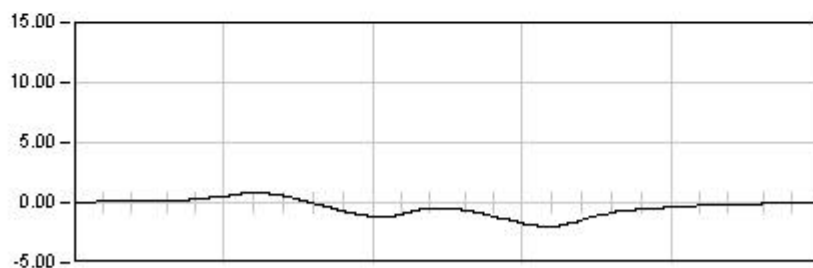
1096.0 Seg

Est: -2.11

Max: -2.22

Min: 0.08

Rem: 0.02



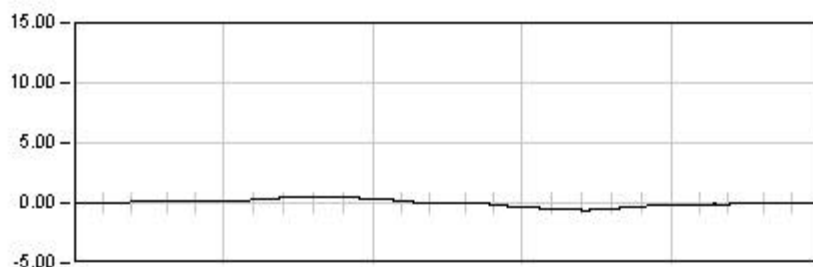
DINAMICA 01

18.0 Seg

Max: -1.95

Min: 0.83

Rem: -0.02



DINAMICA 00

16.0 Seg

Max: -0.60

Min: 0.55

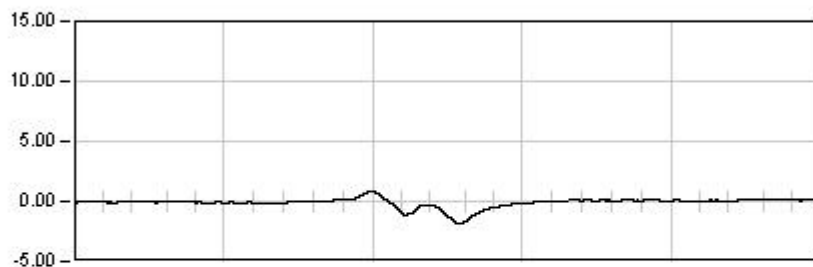
Rem: -0.02

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : G16

Canal : 09

Unidades : μE



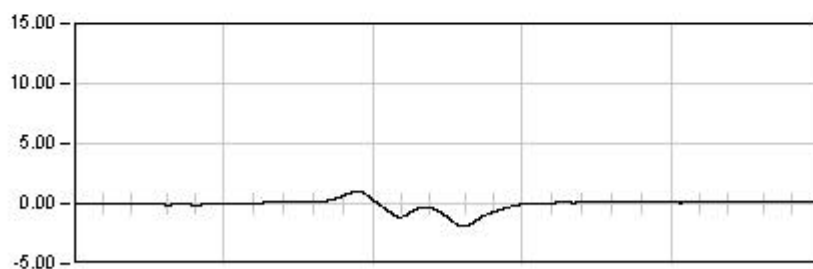
DINAMICA 02

12.0 Seg

Max: -1.80

Min: 0.83

Rem: 0.09



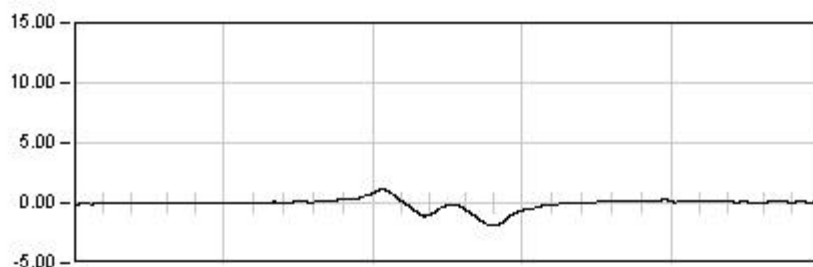
DINAMICA 03

6.0 Seg

Max: -1.90

Min: 1.05

Rem: 0.08



DINAMICA 04

6.0 Seg

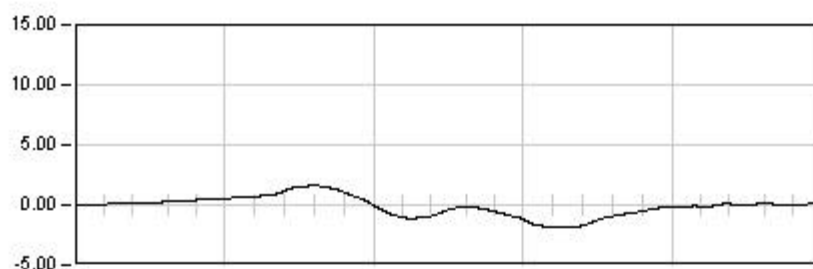
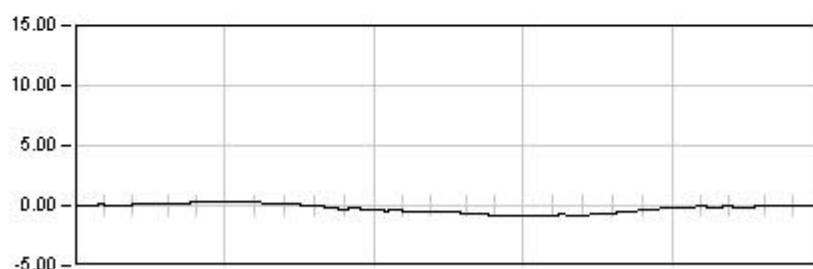
Max: -1.89

Min: 1.15

Rem: -0.12

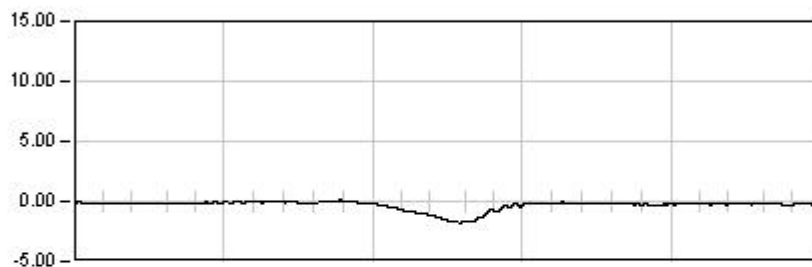
04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : G17 Canal : 10 Unidades : μE



04PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : G17 Canal : 10 Unidades : μE



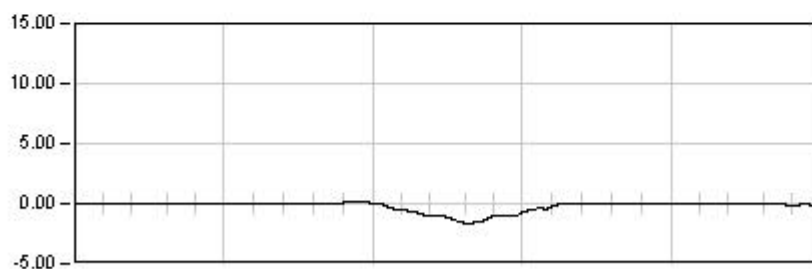
DINAMICA 02

12.0 Seg

Max: -1.77

Min: 0.10

Rem: -0.11



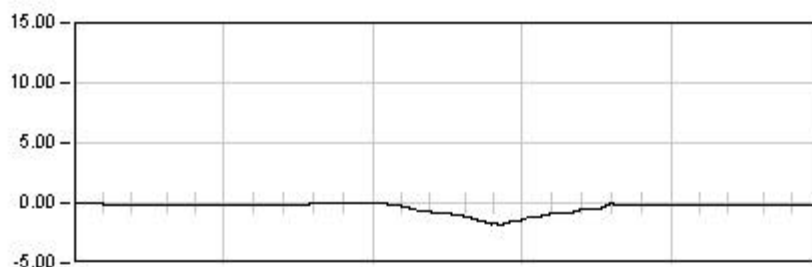
DINAMICA 03

6.0 Seg

Max: -1.72

Min: 0.16

Rem: -0.22



DINAMICA 04

6.0 Seg

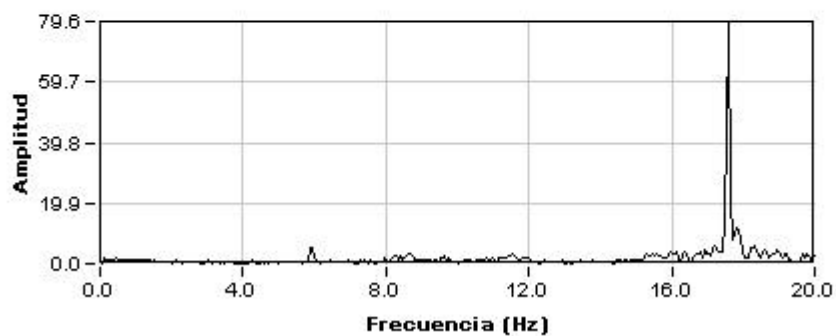
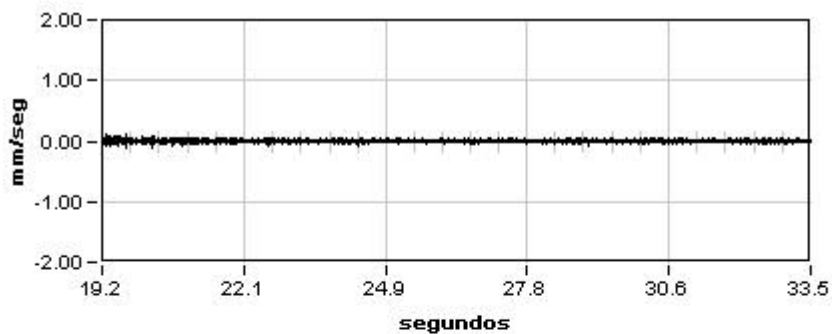
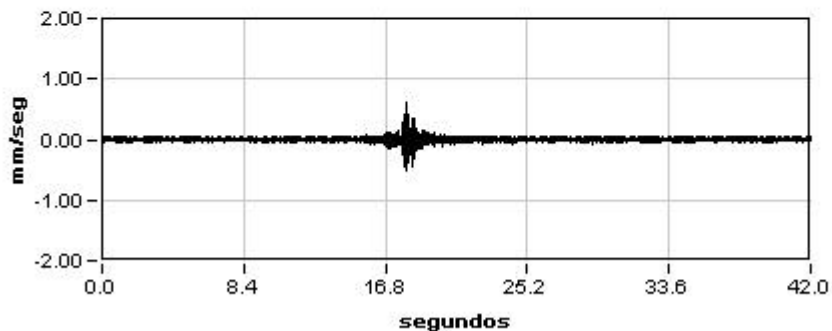
Max: -1.81

Min: 0.14

Rem: -0.26

04PI01. BASE DE MADRID SUR

Prueba: din03 Punto: S11 Canal: 23



10.5. ANEJO N° 5: REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Vista general de la estructura



Foto 2: Vista superior de la estructura



Foto 3: Vista general de estribo de entrada



Foto 4: Vista inferior de la estructura



Foto 5: Detalle de ménsula para medida de desplazamientos



Foto 6: Bandas extensométricas

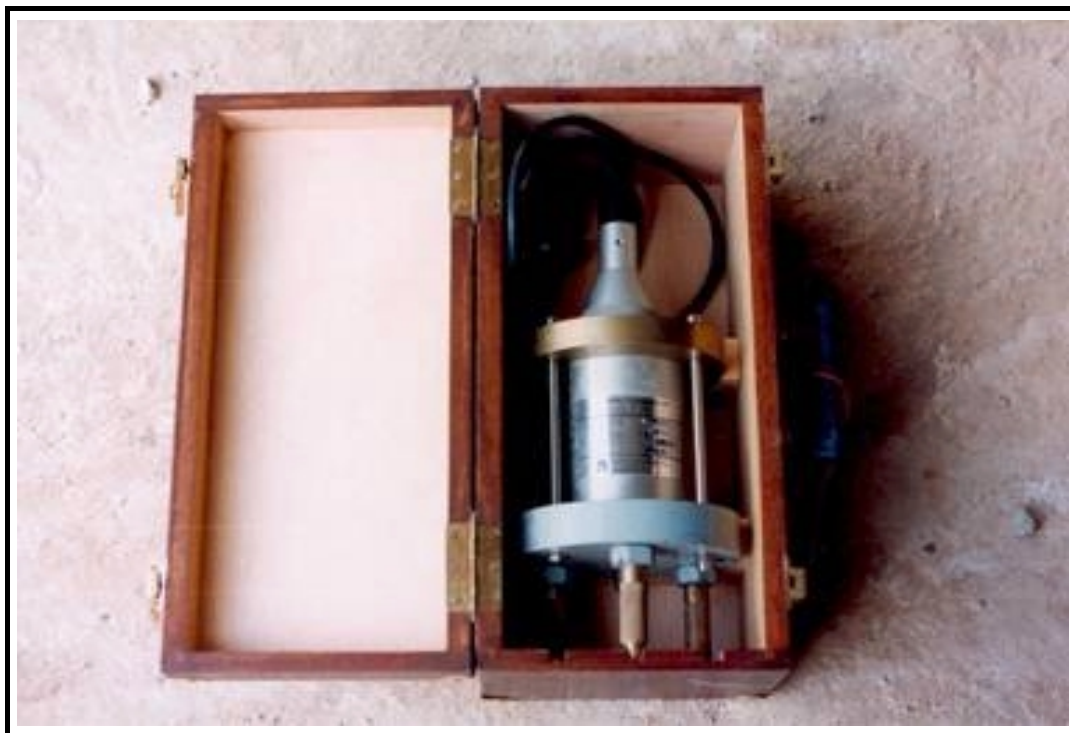


Foto 7: Sismómetro



Foto 8: Vista general de acondicionadores de señal y equipo de adquisición



Foto 9: Equipo para la realización de pruebas dinámicas

10.6. ANEJO N° 6: ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

FECHA PRUEBA: 4 de Septiembre de 2002

ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

IDENTIFICACIÓN ESTRUCTURA	
LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD	MADRID - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO	Tramo Madrid - Zaragoza, Base de Madrid Sur
P.K.	32+407
IDENTIFICACIÓN INVENTARIO	04PI01
NOMBRE	Paso inferior I
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA	Marco unicelular de 8,00 m de longitud entre caras interiores de hastiales y 21,40 m de ancho. La altura del marco es de 7,00 m y el gálibo vertical sobre el camino es de 5,85 m. La estructura presenta una junta longitudinal a lo largo del dintel y hastiales, haciendo que quede ésta dividida en dos semiarcos de anchura 10,7 m.

ASISTENTES	
	ORGANISMO EMPRESA
D. ANDRÉS VICENTE ZAPATA	IIC

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS		
Temperatura	Inicio: 20,8°C	
	Final: 20,3°C	
Humedad relativa	Inicio: 42,6%	
	Final: 43,7%	
INSTRUMENTACIÓN INSTALADA (según Informe de Prueba de Carga para la Recepción)		
CONTROL DE FLECHAS	TRANSDUCTORES DE DESPLAZAMIENTO	UNIDADES
GRADO TENSIONAL DE LAS VIGAS	GALGAS EXTENSOMÉTRICAS	8
REGISTRO DE VIBRACIONES	SISMÓMETROS	1

TRENES DE CARGA UTILIZADOS					
	VEHÍCULO	NÚMERO	TIPO	PESO UNITARIO (t)	PESO TOTAL (t)
C1: COMPOSICIÓN UTILIZADA EN VÍA 1 (CIRCULACIÓN MADRID - ZARAGOZA)	LOCOMOTORA	1	SERIE 060	19,6	117,6
C2: COMPOSICIÓN UTILIZADA EN VÍA 2 (CIRCULACIÓN MADRID - ZARAGOZA)	LOCOMOTORA	1	SERIE 060	19,6	117,6

SENTIDO CIRCULACIÓN PARA PRUEBAS DIÁMICAS MADRID-ZARAGOZA

PRUEBAS DE CARGA REALIZADAS							
	VELOCIDAD	COMPOSICIÓN UTILIZADA VÍA 1		COMPOSICIÓN UTILIZADA VÍA 2			
		HORA COMIENZO	HORA FINAL	HORA COMIENZO	HORA FINAL		
Prueba estática EST00		C1	1:51	2:09	C2	1:51	2:09
Prueba cuasi-estática DIN00	7,8 km/h	C1			C2	1:35	1:37
Prueba cuasi-estática DIN01	6,1 km/h	C1	1:38	1:40	C2		
Prueba a velocidad media DIN02	28,6 km/h	C1	1:41	1:42	C2		
Prueba a máxima velocidad DIN03	59,2 km/h	C1	1:44	1:45	C2		
Prueba de frenado a máxima velocidad DIN04		C1	1:48	1:49	C2		

RESULTADOS BÁSICOS ALCANZADOS EN LA ESTRUCTURA	
Resultados prueba	Acordes con los teóricos previstos en el Proyecto de Prueba de Carga
Recuperaciones	Superiores al 85 % en todos los casos
Anomalías detectadas en la inspección visual previa	En elementos estructurales solamente existen algunos defectos con incidencia en la estética.
Anomalías detectadas durante el proceso de carga y al final del mismo	Ninguna
Otros datos de interés	Ninguno
Comportamiento resistente de la estructura	Correcto durante la realización de las pruebas de carga
Observaciones	Ninguna


GRUPO IIC

D. ANDRÉS VICENTE ZAPATA
por IIC

10.7. ANEJO N° 7: FICHA DE SEGUIMIENTO

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

IDENTIFICACIÓN

ID (Identificador de la estructura)	04PI01	
P.K. INICIAL (sentido Madrid-Barcelona)	304+445	
P.K. FINAL (sentido Madrid-Barcelona)	304+455	
TIPO	Pontón (3 m <= luz <= 10 m)	▼
SUBTRAMO	MADRID-GAJANEJOS: III	▼
FECHA DE LA INSPECCIÓN	12/04/02	
OBSERVACIONES		

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

04PI01
12/04/02

DATOS GENERALES

NOMBRE	PASO INFERIOR 1. P.K. 304+450	
TIPOLOGÍA GENERAL	MARCO	▼
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
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura) 04PI01
FECHA DE LA INSPECCIÓN 12/04/02

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

LONGITUD TOTAL (m)	9,60	
Nº DE VANOS	1	
LONGITUD MEDIA DEL VANO (m)	9,60	
LUZ DE CADA VANO (m)	8,00	
ALTURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	6,00	
ANCHURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	21,40	
ALTURA MÁXIMA DE PILAS (m)		
ANCHURA MÁXIMA DE PILAS (m)		
ESPESOR MÁXIMO DE PILAS (m)		
GÁLIBO INFERIOR (m)	5,85	
ANCHURA MÁXIMA DE TRAMOS (m)	21,40	
CANTO MÁXIMO DE TRAMOS EN CENTRO DE VANOS (m)	0,80	
Nº DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN EL TRAMO	1	
SEPARACIÓN ENTRE ELEMENTOS PRINCIPALES (m)		
CANTO DE ELEMENTOS PRINCIPALES	CONSTANTE	▼
CANTO MÁXIMO DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN CENTRO DE VANOS (m)	0,80	
GÁLIBO IZQUIERDO (m)	7,40	
GÁLIBO DERECHO (m)	7,40	
ENTREVÍA (m)		
TRAZADO DE VÍA EN PLANTA (m)	CURVA	+m (curva a la derecha) ▼
PERALTE DE VÍA DE ENTRADA (m)		
PERALTE DE VÍA DE CENTRO (m)		
PERALTE DE VÍA DE SALIDA (m)		
OBSERVACIONES		

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

04PI01
12/04/02

MATERIALES

MATERIAL CONSTITUYENTE

HORMIGÓN EN MASA O ARMADO



TRAMOS

TIPOLOGÍA DE TRAMOS

MARCO



TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL DE TRAMOS

ESTRUCTURA CONTINUA



MATERIAL EN TRAMOS

HORMIGÓN ARMADO O EN MASA



IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURA DE TRAMOS

SI



ELEMENTOS DE DRENAJE EN TRAMOS

NO EXISTEN



ESTRIBOS

TIPOLOGÍA DE ESTRIBOS

MURO FRONTAL Y ALETAS



MATERIAL BASE EN ESTRIBOS

HORMIGÓN ARMADO O EN MASA



PROTECCIÓN EN PIE DE ESTRIBOS

NO EXISTE



TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN ESTRIBOS

CIMENTACIÓN DIRECTA



MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE ESTRIBOS

HORMIGÓN ARMADO O EN MASA



PILAS

TIPOLOGÍA DE PILAS



SECCIÓN DE PILAS



TAJAMARES



MATERIAL BASE EN PILAS



TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN PILAS



MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE PILAS



APARATOS Y JUNTAS DE DILATACIÓN

APARATOS DE APOYO



JUNTAS DE DILATACIÓN



TIPOLOGÍA DE JUNTAS DE DILATACIÓN



APARATOS DE DILATACIÓN DE CARRILES



VARIOS

PASEOS DE SERVICIO

NO EXISTEN



OBSERVACIONES

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

04PI01
12/04/02

ESTADO ACTUAL ESTRIBOS

Punzonado bajo apoyos		▼
Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas	0: No existen defectos	▼
Golpes y roturas	1: Defectos con incidencia en la estética	▼
Fisuras y grietas	2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼
Coqueras y nidos de grava		▼
Meteorización y degradación		▼
Desprendimientos		▼
Carbonatación y desagregación		▼
Armaduras vistas someras		▼
Corrosión y disgregación		▼
Humedades y filtraciones		▼
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias		▼
Desagüe de mechinales		▼
Abombamientos		▼
Desplomes o basculamientos		▼
Asentamientos		▼
Descalces		▼
Socavaciones		▼
Depósitos en coronación		▼
Daños en coronación		▼
Daños en espaldón		▼
Balasto encastrado		▼
Daños en protección de pie de estribos		▼
Daños en cimentaciones vistas		▼
Vegetación aflorando		▼
Vegetación adosada		▼

OBSERVACIONES ESTRIBOS

ESTADO GENERAL ESTRIBOS

1: Defectos con incidencia en la estética



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

04PI01

12/04/02

ESTADO ACTUAL ALETAS O MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO

Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas	0: No existen defectos	▼
Golpes y roturas	2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼
Fisuras y grietas	2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼
Coqueras y nidos de grava		▼
Meteorización y degradación		▼
Desprendimientos		▼
Carbonatación y desagregación		▼
Armaduras vistas someras		▼
Corrosión y disgregación		▼
Humedades y filtraciones		▼
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias		▼
Desagüe de mechinales		▼
Abombamientos		▼
Desplomes o basculamientos		▼
Asentamientos		▼
Descalces		▼
Socavaciones		▼
Depósitos en coronación		▼
Daños en coronación		▼
Daños en protección de pie de estribos		▼
Daños en cimentaciones vistas		▼
Vegetación aflorando		▼
Vegetación adosada		▼
OBSERVACIONES ESTRIBOS		
ESTADO GENERAL ALETAS	2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

04PI01

12/04/02

ESTADO ACTUAL PILAS

Punzonado bajo apoyos	▼
Daños en unión frente y laterales	▼
Juntas degradadas	▼
Golpes y roturas	▼
Fisuras y grietas	▼
Coqueras y nidos de grava	▼
Meteorización y degradación	▼
Desprendimientos	▼
Carbonatación y desagregación	▼
Armaduras vistas someras	▼
Corrosión y disgregación	▼
Humedades y filtraciones	▼
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	▼
Abombamientos	▼
Desplomes o basculamientos	▼
Asentamientos	▼
Descalces	▼
Socavaciones	▼
Depósitos en coronación	▼
Daños en coronación	▼
Daños en cimentaciones vistas	▼
Vegetación aflorando	▼
Vegetación adosada	▼

OBSERVACIONES PILAS

ESTADO GENERAL PILAS



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

04PI01
12/04/02

ESTADO ACTUAL APARATOS DE APOYO

Envejecimiento		▼
Corrosión		▼
Suciedad y aterramiento		▼
Bloqueo o encastramiento		▼
Desplazamiento o deslizamiento		▼
Aplastamiento		▼
Reglaje incorrecto		▼
Desnivelaciones		▼
Falta de contacto		▼
Cunas de apoyo deterioradas		▼
Vegetación adosada		▼

OBSERVACIONES APARATOS DE APOYO

ESTADO GENERAL APARATOS DE APOYO



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

04PI01
12/04/02

<u>ESTADO ACTUAL ESTRUCTURA DE TRAMOS</u>	
Pintura envejecida y desprendida	▼
Oxidación superficial	▼
Corrosiones locales activas	▼
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	2: Defectos con riesgo de evolución patológica ▼
Fisuras y grietas transversales losas	3: Defectos inicio evolución patológica ▼
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	▼
Fisuras y grietas inclinadas alma vigas	▼
Fisuras y grietas longitudinales alma vigas	▼
Fisuras y grietas longitudinales ala inferior	▼
Fisuras y grietas transversales ala inferior	▼
Fisuras y daños en testeros	▼
Golpes y roturas	▼
Coqueras y nidos de grava	▼
Meteorización y degradación	▼
Desprendimientos	▼
Carbonatación y desagregación	▼
Armaduras vistas someras	▼
Corrosión y disgregación	▼
Humedades y filtraciones	▼
Desagües obturados	▼
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	▼
Abombamientos	▼
Asentamientos y desnivelaciones	▼
Juntas longitudinales degradadas	0: No existen ▼
Juntas transversales degradadas	▼
Vegetación aflorando	▼
Vegetación adosada	▼
OBSERVACIONES ESTRUCTURA DE TRAMOS	
ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS	2: Defectos con riesgo de evolución patológica ▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

04PI01
12/04/02

ESTADO ACTUAL RESTO DE ELEMENTOS

Impermeabilización	0: No existen ▼
Drenaje longitudinal	▼
Drenaje transversal	▼
Muretes guardabalasto	▼
Juntas de dilatación	▼
Juntas de longitudinales	▼
Conducciones y canaletas	0: No existen ▼
Anclajes de postes	▼
Barandillas	0: No existen ▼

OBSERVACIONES RESTO DE ELEMENTOS

ESTADO GENERAL RESTO DE ELEMENTOS

0: No existen ▼



Gestor de
Infraestructuras
Ferroviarias



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)

04PI01

FECHA DE LA INSPECCIÓN

12/04/02

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	
2: Defectos con riesgo de evolución patológica	
0: No existen	

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)

04PI01

FECHA DE LA INSPECCIÓN

12/04/02

IDENTIFICACIÓN ARCHIVOS FOTOGRÁFICOS

NOMBRE ARCHIVO

FOTOGRAFÍA Nº 1	ALZADO DERECHO	▼	04PI0101
FOTOGRAFÍA Nº 2	ALZADO IZQUIERDO	▼	04PI0102
FOTOGRAFÍA Nº 3	VISTA SUPERIOR DESDE ENTRADA	▼	04PI0103
FOTOGRAFÍA Nº 4	VISTA SUPERIOR DESDE SALIDA	▼	04PI0104
FOTOGRAFÍA Nº 5	ESTRIBO DE ENTRADA	▼	04PI0105
FOTOGRAFÍA Nº 6	ESTRIBO DE SALIDA	▼	04PI0106
FOTOGRAFÍA Nº 7	VISTA INFERIOR	▼	04PI0107
FOTOGRAFÍA Nº 8	A DEFINIR 8	▼	04PI0108
FOTOGRAFÍA Nº 9		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 10		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 11		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 12		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 13		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 14		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 15		▼	

OBSERVACIONES

FOTOGRAFÍA Nº 8: DETALLE DE JUNTA
LONGITUDINAL

10.8. ANEJO Nº 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

ANEJO Nº 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

La Estructura 04PI01 de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, no ha sido objeto de control topográfico dentro de los trabajos realizados por IIC en el marco del contrato de “Consultoría y Asistencia Técnica para la Realización de Pruebas de Carga para la recepción de puentes de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Madrid – Lleida. Base de Madrid Sur”, suscrito con el GIF el 30 de Mayo de 2001.