

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 SALILLAS.



INFORME DE PRUEBA DE CARGA

TRAMO XIV
20PI02

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-FRONTIERA FRANCESA.

TRAMO: MADRID-LLEIDA

BASE DE SALILLAS

AV 018/00

**INFORME DE RESULTADOS
PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02**

Página 1



UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN

**INFORME DE RESULTADOS
PRUEBA DE CARGA
DE LA ESTRUCTURA 20PI02**

IFIS/04.03/028



UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN

**PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA
DE LA ESTRUCTURA 20PI02**

IFIS/04.03/028

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETO DEL DOCUMENTO.	5
3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.	6
4. INSPECCIÓN PRELIMINAR, CUMPLIMENTACIÓN DE LA FICHA DE SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA.....	7
4.1. INSPECCIÓN PRELIMINAR Y CUMPLIMENTACIÓN DE LA FICHA DE SEGUIMIENTO.....	7
4.2. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA.....	¡ERROR!
MARCADOR NO DEFINIDO.	
5. PLAN DE PRUEBA.....	10
5.1. ACCIONES REPRODUCIDAS.....	10
5.1.1. Pruebas estáticas.	11
5.1.2. Pruebas dinámicas.	12
5.2. EQUIPOS DE MEDIDA.....	14
5.2.1. Parámetros de control.....	14

5.2.2.	<i>Sensores.....</i>	14
5.2.3.	<i>Puntos de medida.....</i>	16
5.2.4.	<i>Unidad de adquisición.....</i>	17
5.2.5.	<i>Equipos auxiliares.....</i>	23
5.3.	PREVISION DE RESULTADOS.....	24
6.	PRUEBA DE CARGA.....	26
6.1.	DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO.....	26
6.2.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	28
7.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	30
7.1.	PRUEBAS ESTÁTICAS.....	30
7.2.	PRUEBAS DINÁMICAS.....	34
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38

ANEJOS :

- I. DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL GIF**
- II. PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA**
- III. ESQUEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y TREN DE CARGA**
- IV. REGISTRO DE MEDIDAS**
- V. REPORTAJE FOTOGRÁFICO**
- VI. ACTA DE PRUEBA DE CARGA**
- VII. FICHA DE SEGUIMIENTO**
- VIII. PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA**

1. INTRODUCCIÓN.

A instancias del GIF, el presente documento, "Informe de Resultados", recoge toda la información obtenida en la prueba de carga referente a la estructura: 20PI02 de la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa, Tramo: Madrid-Lleida, Base de Salillas, de acuerdo con las especificaciones del Contrato AV 018/00 suscrito con dicho Organismo, cuyo alcance es la realización de las preceptivas pruebas de carga en los puentes y estructuras a recibir por el GIF, previamente a su puesta en servicio.

La redacción del presente Proyecto atiende a las especificaciones de la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril", y se ha realizado siguiendo las directrices recogidas en la publicación del M.O.P.U., *"Pruebas de Carga en Puentes de Ferrocarril"* (1987), así como las indicadas en el Plan de Actuación de dichas pruebas, redactado por el GIF, e incluido en el Pliego de Bases, con objeto de desarrollar las especificaciones del Contrato.

2. OBJETO DEL DOCUMENTO.

El objeto del presente Informe es explicar las actividades realizadas en la obra de referencia, exponer los resultados obtenidos en la Prueba de Carga y, a partir de un análisis de los mismos, emitir las conclusiones y recomendaciones oportunas.

En cuanto a las actividades desarrolladas en la estructura que nos ocupa, podemos agruparlas en las siguientes fases:

- Inspección preliminar: Realizada el día 20 de junio de 2002
- Análisis del Proyecto de la estructura y realización del Proyecto de Prueba de Carga.
- Realización de la Prueba de Carga: 26 de junio de 2002.
- Análisis de resultados y realización del Informe Final.

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.

La estructura objeto de la prueba, 20PI02, pertenece a la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa, Tramo: Madrid-Lleida, Base de Salillas.

Dicha estructura es un pórtico de hormigón armado de planta esviada con las siguientes características:

Luz Libre (m)	Anchura (m)	Espesor de Dintel (m)	Espesor de Hastiales (m)
17.90	16.60	0.70	0.70

Sobre la losa superior se encuentra la capa de balasto (sin recubrimiento de tierras), las vías de f.f.c.c. y, en los extremos, las barandillas laterales de protección.

Por último, se adjunta a continuación el plano de situación de la obra.



CROQUIS DE SITUACIÓN DE LA ESTRUCTURA 20PI02

ACCESOS:

Se accede directamente desde la N-II por el desvío de la N-125, y una vez llegado a la estructura 90VI01R1 por un camino de tierra que sale a mano izquierda de dicha estructura.

4. INSPECCIÓN PRELIMINAR, CUMPLIMENTACIÓN DE LA FICHA DE SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA.

4.1. INSPECCIÓN PRELIMINAR Y CUMPLIMENTACIÓN DE LA FICHA DE SEGUIMIENTO.

La inspección previa a la ejecución de la Prueba de Carga fue realizada por los ingenieros de OFITECO Sres. Andrés López, Félix Méndez e Ignacio Granell. Dicha inspección se efectuó en fecha 20 de junio de 2002, siguiéndose las directrices del Plan de Actuación mencionado en el Apartado 1 del presente Informe, así como las publicaciones del M.O.P.U. *“Recomendaciones para el proyecto y ejecución de pruebas de carga en puentes de ferrocarril”* (1987), e *“Inspecciones Principales de Puentes de Carretera”* (1988), comprobándose en la misma la coincidencia geométrica de la obra con la especificada en la documentación de Proyecto facilitada, salvo en los siguientes aspectos:

- La medida real del intereje de vía es de 4.75 m mientras que la de proyecto es de 4.50 m.

Asimismo, se comprobó que la estructura no presentaba daños, defectos ni aspectos anómalos de carácter estructural de importancia. Tan sólo hay que comentar la existencia de fisuras en los muros frontales de los hastiales, las cuales aparecen perfectamente detalladas en la ficha de inspección de la estructura.

Dicha inspección se completó durante el proceso de instrumentación, realizado con anterioridad a la prueba, sin observarse ningún otro tipo de daño en la estructura.

Con los datos recogidos en esta inspección se procedió a la cumplimentación de la ficha de seguimiento de la estructura para el Sistema de Gestión de Mantenimiento que está implementando el GIF, utilizando para ello el formato informático de ficha facilitado por dicho Organismo.

En los *Anejos nº VII y V* de este documento se adjuntan respectivamente, copia de la mencionada ficha de seguimiento y, la documentación fotográfica correspondiente a la inspección realizada.

5. PLAN DE PRUEBA.

La documentación del Proyecto, facilitada por el GIF, consta de los siguientes documentos:

- Planos.
- Proyecto de la Estructura (Anejo de Cálculo).

A partir de dicha documentación, se realizó una evaluación del estado estructural de la obra, con resultados favorables en base a los siguientes conceptos:

- Las acciones a considerar son acordes con las especificaciones de la ***“Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril”*** (Instrucción Española y Normas U.I.C).

- Las características de los materiales y los coeficientes de cálculo adoptados, para mayoración de cargas y minoración de resistencias, son acordes con lo especificado en la Instrucción de hormigón estructural EHE-99.
- El proceso de cálculo de esfuerzos y dimensionado de elementos respeta las prescripciones de la normativa vigente.
- El dimensionamiento que figura en los planos respeta los niveles de seguridad establecidos.

6. PLAN DE PRUEBA.

Debido a que el Proyecto de la estructura no incluye el Plan de Prueba de la misma, fue necesaria la elaboración posterior de un Proyecto de Prueba de Carga, con objeto de evaluar las tensiones y deformaciones de la estructura bajo las solicitaciones de un tren de cargas constituido por una (1) locomotora.

Dicho Proyecto de Prueba de Carga fue realizado por OFITECO, exponiéndose en los apartados siguientes un resumen del mismo.

6.1. ACCIONES REPRODUCIDAS.

La materialización de la sobrecarga en el Proyecto de Prueba se realizó de acuerdo con la solicitud cursada a través del GIF, mediante la prestación de una (1) locomotora, cuyas características y dimensiones se detallan en los croquis adjuntos a este Apartado.

Con estos medios, las acciones a reproducir son las propias de la utilización de la estructura, y consisten, dada la naturaleza de la misma, en una (1) hipótesis de sobrecarga de tipo estático, así como las correspondientes hipótesis de sobrecarga dotadas del impacto dinámico que le proporcionan tanto la velocidad como el frenado.

Así pues, el desarrollo de la Prueba de Carga se programó del siguiente modo.

6.1.1. Pruebas estáticas.

Se realizará un total de una (1) prueba estática, colocando la correspondiente sobrecarga, o tren de prueba, en la posición más desfavorable, manteniéndose hasta la estabilización de las deformaciones y tensiones producidas durante un tiempo no inferior a 10 minutos. Por su parte, la descarga de la estructura se controlará hasta obtener una recuperación no inferior al 80% de la deformación bajo carga, en un intervalo de tiempo no superior al de mantenimiento de la carga de prueba. En el caso de que la recuperación obtenida fuera inferior al 80%, se procedería a realizar un segundo ciclo de carga.

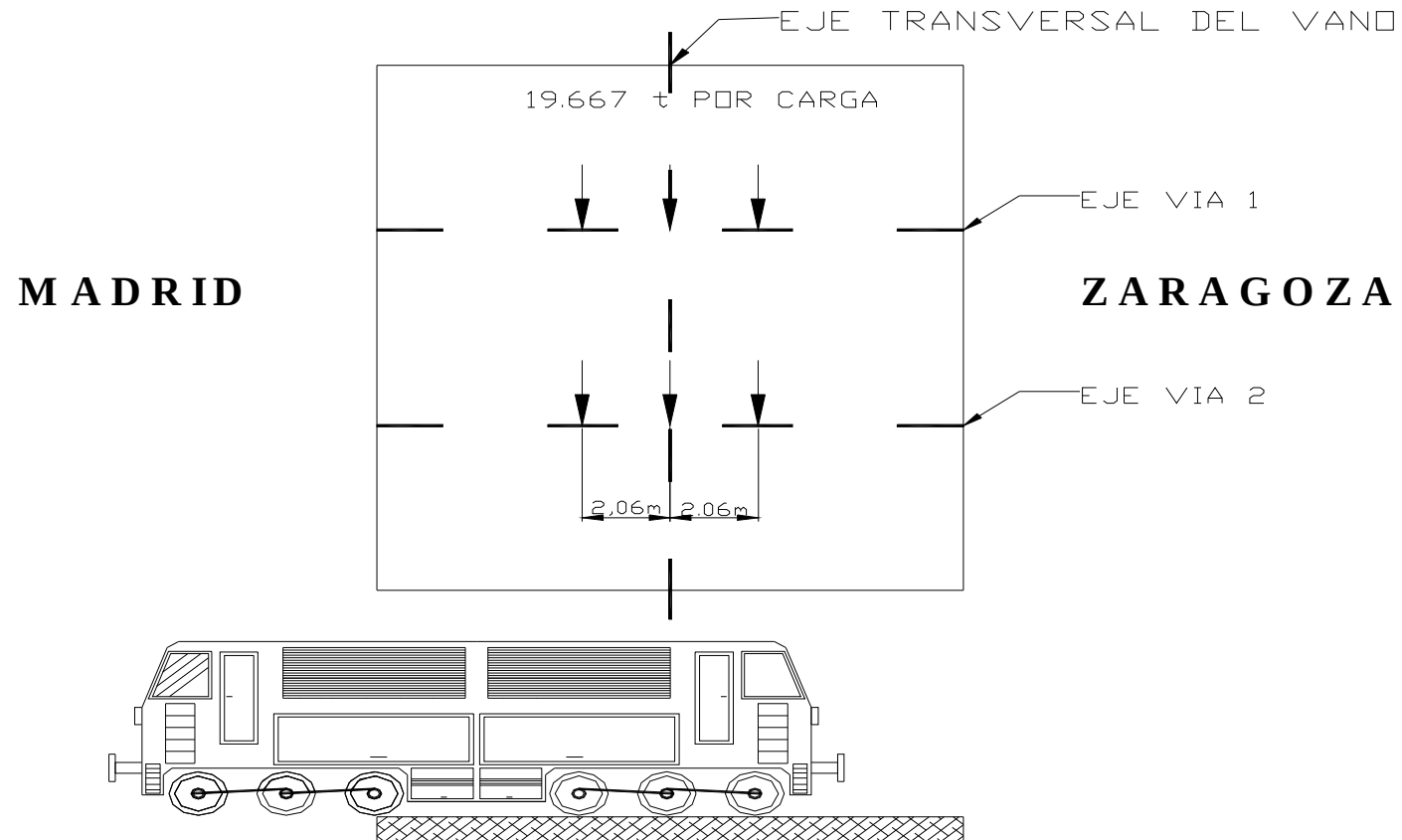
Dicha prueba estática se realizará sobre el único vano de la estructura, con una sobrecarga materializada por los siguientes elementos:

Hipótesis	Vano	Vía	Sobrecarga
E-1	V-1	1	1 Locomotora
		2	1 Locomotora

Adjunto a este Apartado se encuentran los croquis de posicionamiento de cargas para cada prueba estática.

PRUEBA DE CARGA SOBRE LA ESTRUCTURA 20PI02

DISPOSICIÓN DE LAS CARGAS DURANTE LA PRUEBA



6.1.2. Pruebas dinámicas.

A continuación de la correspondiente prueba estática, se realizarán cinco (5) pruebas de carácter dinámico, cargando una (1) sola de las vías, con el mismo tren de cargas que el utilizado en la prueba estática en dicha vía. Dichas pruebas dinámicas serán las siguientes:

- **Prueba D-1:** Prueba cuasi-estática ($V = 5 \text{ Km/h}$).
- **Prueba D-2:** Prueba a baja velocidad ($V = 30 \text{ Km/h}$).
- **Prueba D-3:** Prueba a velocidad media ($V = 60 \text{ Km/h}$).
- **Prueba D-4:** Prueba a máxima velocidad ($V = 80 \text{ Km/h}$).
- **Prueba D-5:** Prueba de frenado a máxima velocidad ($V = 80 \text{ Km/h}$).

Nota: Se ha preferido no cargar las dos vías por la imposibilidad de mantener parejos los dos trenes de carga, tanto en velocidad como en frenado.

- **Frecuencia propia de vibración.**

Para la estimación de la frecuencia propia de vibración de la estructura ante acciones dinámicas, es suficiente la utilización de las fórmulas que

teóricamente acotan el intervalo en el que debe estar comprendida la frecuencia de vibración del tablero, las cuales están suficientemente sancionadas con la práctica, dichas fórmulas son:

$$f(Hz) = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{48 * E * I / L^3}{P / g}}$$

Siendo: E = Módulo de elasticidad en kg/cm²
I = Inercia sección transversal en cm⁴
P = Peso total del tablero en Kg.
g = 9.8 x 100 cm/seg.²
L = Luz de cálculo en cm

$$f(Hz) = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{E * I}{m L^4}}$$

Siendo: E = Módulo de elasticidad en N/m²
I = Inercia sección transversal en m⁴
L = Luz de cálculo en m
m = Masa del tablero por metro, en kg/m

Experimentalmente ambas fórmulas, por lo general, aunque definen un intervalo teórico, se pueden considerar más como estimaciones del valor de frecuencia considerado como límite inferior, ya que no tienen en cuenta muchos aspectos que rigidizan la estructura confiriéndole una frecuencia mayor.

6.2. EQUIPOS DE MEDIDA.

6.2.1. Parámetros de control.

Las medidas realizadas durante el ensayo de prueba de carga fueron de tres (3) tipos:

- Descensos verticales (flechas).
- Deformaciones unitarias (tensiones en el hormigón).
- Frecuencia de vibración (velocidad) en el centro del vano.

6.2.2. Sensores.

Para la obtención de dichas medidas se utilizaron los siguientes equipos o sensores.

- Para el control de flechas verticales en el centro del vano se utilizaron flexímetros equipados con un sensor lineal potenciométrico de desplazamiento y salida 4:20 mA, utilizando como elemento de transmisión de flechas un hilo de acero inoxidable de 2 mm de diámetro fijado a la cara inferior del tablero. El rango de medida es de 50 mm con una precisión del 0.1%
- La medición de las deformaciones unitarias se realizó mediante bandas extensométricas directamente adheridas al hormigón, en la fibra inferior del dintel y según la dirección longitudinal del mismo.

- El control de vibraciones se realizó mediante un (1) geófono vertical situado en la sección media del tablero.
- Por último, como medidas auxiliares, se realizó un control continuo de los parámetros meteorológicos más significativos: Temperatura, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, humedad relativa y pluviometría.

Adjunto a este apartado se encuentran las fichas técnicas de los distintos sensores utilizados durante la prueba.

Flexímetros equipados con sensores de desplazamiento lineal potenciométricos de salida 4:20 mA, dotados con muelle y punta palpadora de comparador.



Características técnicas:

- Medidor resistivo de flechas. Sensor potenciométrico de desplazamientos lineales SPDL.
 - Potenciómetros lineales de precisión.
 - Elemento resistivo: pista plástica.
 - Resistencia nominal: 5 KOhm +/- 5%
 - Rango: 25, 50 y 100 mm.
 - Linealidad: 0.1%
 - Resolución: 0.01 mm.
 - Temperatura de trabajo: de -25 a 85 °C.
 - Coeficiente térmico: +/- 400 ppm/°C.
 - Grado de protección: IP-65.
 - Versión palpador con muelle interno.
 - Salida: 4:20 mA.
- Alineamiento transmisor de flechas por hilo de acero INOX de 2 mm de diámetro, tensado por un sistema de peso, muelle y tensor.
- Spik de anclaje superior y cuerpo muerto inferior con sistema de sujeción del sensor (carro deslizante).
 - Fácil instalación y variación de emplazamientos.
 - Posibilidad de lectura con los tradicionales relojes comparadores.
- Para el control de flechas en los apoyos (neoprenos), se utilizarán los mismos sensores potenciométricos anteriormente descritos, pero ahora montados sobre unos soportes especiales (OMEGAS).

Unidades disponibles: Actualmente, OFITECO dispone en su inmovilizado de:

- 40 Uds completas de flexímetros.
- 40 Uds de soportes OMEGA.
- 40 Uds de sensores potenciométricos de 50 mm de rango.
- 10 Uds de sensores potenciométricos de 25 mm de rango.
- 5 Uds de sensores potenciométricos de 100 mm de rango.

Bandas extensométricas de alta precisión (HBM strain gauges).

**Características técnicas:**

- Para hormigón: Bandas HBM 50/120 (50 mm de Base de Medida).
- Para estructuras metálicas: Bandas HBM tipo 10/120 , Unidireccionales o en roseta de dos o tres direcciones (10 mm de Base de Medida).
- Tipo Foil con base de poliéster.
- Resistencia nominal: 120 Ohm +/- 0.3%
- Factor extensométrico: 2.08 +/- 1%
- Factor térmico: 95 ppm/K.
- Coeficiente de dilatación lineal: 11 ppm/K.
- Rango térmico: de -46 °C a 95°C.
- Rango de deformación: 2 % de la Base de Medida.

La instalación y protección se realizará según la siguiente secuencia de operaciones:

- Lijado y bruñido de la superficie.
- Base de protección con barnices epoxídicos.
- Pegado de la banda con pegamentos especiales.
- Primera capa de protección con barnices epoxídicos.
- Segunda protección con silicona dieléctrica SG-250.
- Recubrimiento y apantallamiento con capa de aluminio A-BM-75.
- Protección final con elementos estanqueizantes a base de siliconas de poliuretano.
- Cableadoa TRES HILOS, para compensar las líneas de medida, y según la configuración de PUENTE COMPLETO, con los elementos patrones necesarios para completar el puente.

Unidades disponibles: OFITECO dispondrá siempre del siguiente stock mínimo:

- 200 Uds de bandas HBM 50/120 para hormigón.
- 100 Uds de bandas HBM 10/120 unidireccionales para acero.
- 50 Uds de rosetas HBM 3*10/120 para acero.

Geófonos verticales.



Características técnicas:

- Transductor de velocidad L-4C 1.0 Hz.
- Amortiguamiento: 0.6 - 0.7.
- Linealidad: < 1% del rango total.
- Sistema de nivelación: incorporado.
- Temperatura de trabajo: de -29 a 60 °C.

Unidades disponibles: Actualmente, OFITECO dispone en su inventario de:

- 6 Uds de Transductor de velocidad L-4C 1.0 Hz..

Estación meteorológica completa.



Características técnicas:

- Montada sobre trípode
- Controla los siguientes parámetros climatológicos:
 - Temperatura interna y externa, mediante termorresistores del tipo Pt-100, con rango entre -20°C y 80°C , y precisión de 0.1°C .
 - Humedad ambiental interna y externa, mediante higrómetros de rango entre 0% y 99% de humedad relativa del aire.
 - Pluviometría, mediante pluviómetro de balancín.
 - Dirección y velocidad del viento, mediante veleta de alta precisión y anemómetro de cazoleta con rango de 0-120 Km/h de velocidad del viento.
- La estación esta gobernada por una unidad de control dotada de display LCD, transmitiendo los datos vía radio, y visualizando todos los parámetros climatológicos. Por otro lado, dicha unidad se comunica, vía serie, con la UAD que registra la evolución de aquellos en ficheros compatibles con el MS-EXCEL.

Unidades disponibles: Actualmente, OFITECO dispone en su inmovilizado de:

- 1 Ud de Estación completa.

Basada en un ordenador industrial.



Características técnicas:

- Ordenador PC2000 Pentium III a 800 MHz, RAM 128Mb, 20 Gb HD, controladora ATI XPERT con 8 Mb, CD ROM 52x, IOMEGA interno 100 Mb, disquetera 3 1/2 (1.4 Mb), monitor color de 17", puertos serie y paralelo, teclado y ratón.
- Dos (2) tarjetas conversoras de 16 bits, de 32 canales analógicos y 100.000 muestras/seg cada una de ellas (en el Bus del ordenador central):
 - 32 canales de adquisición cada una de ellas (total 64 canales disponibles).
 - Acondicionamiento de las señales a ± 10 VDC.
 - Amplificación seleccionable por software (1, 10, 100, y 1000).
 - Filtros de señal.
- Conjunto de tarjetas de acondicionamiento (64), instaladas en una caja externa al ordenador central, indistintamente de flexímetros, bandas como geófonos). Equilibrio y ajuste de señal se realiza de forma automática.
- Alimentación general del sistema a 220V 50 Hz, mediante un grupo eléctrico y una fuente de alimentación ininterrumpida con salida estabilizada y autonomía de 1 hora.
- Excitación de sensores a B.T. (24 VDC) estabilizados.
- Masas interconectadas a tierra mediante pica externa.
- Libre de influencia de las líneas de medida sobre las señales de los distintos sensores.
 - Lectura de flexímetros en 4-20 mA, sin utilizar ningún tipo de amplificación.
 - Lectura de bandas extensométricas a tres hilos en forma parte de un puente completo extensométrico, amplificando por 10, 100 ó 1000. Sistema automático equilibrio y de ajuste de cero.

- Lectura de geófonos entre +/- 10 V, utilizando normalmente ampliaciones de 1 y 10 para su registro.
- El programa de adquisición, " **PCESTRUCTURAS** ", desarrollado íntegramente por OFITECO en entorno Windows, se ocupa de realizar las funciones de adquisición y análisis, permitiendo la realización simultánea de ambas funciones.

Unidades disponibles: Actualmente, OFITECO dispone en su inmovilizado de:

- 1 Ud de UAD-PC 16 bits completa.

Prestaciones Generales del Sistema:

- Capacidad simultánea de 64 canales.
- Velocidad de muestreo hasta 100.000 muestras/segundo.
- Tiempo máximo de muestreo (sólo para las dinámicas), hasta 5 minutos a velocidad máxima de adquisición.
- Deriva máxima, en un intervalo de quince minutos, inferior a la resolución del sistema.
- Resolución global del sistema:
 - 0.01 mm para flechas
 - 1xE-06 para deformaciones



El programa de adquisición, "**PCESTRUCTURAS**", desarrollado íntegramente por OFITECO en entorno Windows, se ocupa de realizar las funciones de adquisición y análisis, permitiendo la realización simultánea de ambas funciones con las siguientes prestaciones:

ADQUISICION:

Programación software de todos los parámetros de configuración de las pruebas, tanto estáticas como dinámicas, teniendo como variables los siguientes parámetros:

- Parámetros de identificación.
- Número de canales y tipo.
- Filtros software.
- Constantes de los sensores.
- Valores teóricos esperados en la prueba.
- Canales asociados entre sí (para cálculo de valores netos en flechas en secciones que no sean apoyos)
- Factores de amplificación.
- Velocidad de muestreo (hasta 10.000 muestras/segundo).
- Duración (sólo para las dinámicas, hasta 5 minutos a velocidad máxima de adquisición).
- Estabilización y ajuste automático de medidas iniciales, visualizándose los valores absolutos y rangos disponibles de los canales configurados.
- Adquisición de datos según la configuración adoptada:
 - En las pruebas estáticas se visualizan, en tiempo real y directamente en mm o en deformaciones unitarias, según se trate de flechas o de bandas extensométricas, la totalidad de los canales configurados, así como los valores teóricos estimados de los mismos y el porcentaje que frente a estos últimos representan, así como los porcentajes de recuperación durante el proceso de descarga. En las flechas de secciones que no sean apoyos podrán visualizarse también directamente los valores netos correspondientes. Por último, en cualquier momento durante la prueba podrá visualizarse la representación gráfica de los canales que se seleccionen.
 - En las pruebas dinámicas se permite escoger varios canales de los existentes para su visualización gráfica en tiempo real, así como el control automático de disparo de la unidad, mediante un algoritmo de nivel con un preevento establecido.
- Almacenamiento en tiempo real (DMA) en soporte magnético de los datos. Generación de ficheros compatibles con los programas de gráficos y análisis.
- Enlace directo con los programas auxiliares de gráficos y análisis.

ANALISIS Y GRAFICOS:

Los datos almacenados se pueden tratar de forma inmediata para obtener:

- Listado de datos en monitor o impresora.
- Generación de salidas gráficas en monitor, impresora o plotter. Gráficos temporales independientes y multicanales.
- Zoom de ventanas gráficas seleccionadas y chequeo de gráficos mediante cursor.

- Cálculo de porcentajes alcanzados en las pruebas y valores de recuperación.
- Coeficientes de impacto dinámico.
- Análisis FFT en tiempo real, modos y frecuencias de vibración.
- Decremento logarítmico y amortiguamiento.

Así pues, en cualquier momento de la prueba, el sistema de adquisición permitirá conocer los valores de las magnitudes obtenidas en cualquiera de los sensores de control, con el fin de poder establecer la comparación directa y rápida de los resultados de cada ensayo, así como dictaminar sobre la necesidad de adoptar medidas precautorias especiales.

Basada en un ordenador industrial.



Características técnicas:

- PC industrial, AT, 80486 a 12 MHz, 80487 (16 MHz), 120 Mb HD y 1024 Kb RAM., disquetera 3 1/2 , monitor color EGA-VGA (Q-EGA), puertos serie y paralelo, teclado y raton.
- Tarjeta conversora base, alojada también en el Bus del ordenador central, de 12 bits, consistente en un multiplexor de 16 canales analógicos hasta 100.000 muestras/seg.
- Conjunto de 3 tarjetas amplificadoras-acondicionadoras de 16 canales, con ganancia de amplificación seleccionable por hardware (0.5, 1, 2, 100, 200,500 y 1000).
- Equilibrio y ajuste de señal de bandas extensométricas manual, mediante potenciómetros de precisión.
- Capacidad simultánea de 32 canales.
- Velocidad de muestreo hasta 5.000 muestras/segundo.
- Tiempo máximo de muestreo (sólo para las dinámicas), hasta 1 minuto a velocidad máxima de adquisición.
- Deriva máxima, en un intervalo de quince minutos, inferior a la resolución del sistema.
- Resolución global del sistema:
 - 0.01 mm para flechas
 - 1xE-06 para deformaciones

Este equipo es también perfectamente compatible con el programa de adquisición, "SYSDAT" y los de **GRAFICOS Y ANALISIS**.

Unidades disponibles: Actualmente, OFITECO dispone en su inmovilizado de:

- 1 Ud de UAD-PC 12 bits completa.

Versión reducida y simplificada del Sistema secundario UAD-PC-12), válida para ensayos de prueba de carga, tanto estáticos como dinámicos, en los que el número de canales de control es reducido (máximo 16 canales en total).

**Características Técnicas:**

- Basada en una tecnología similar a la de la UAD-PC-12, constituida por una caja de dimensiones reducidas que alberga una tarjeta multiplexora de acondicionamiento y amplificación de 16 canales (tarjeta convertora base de 12 bits, multiplexor de 16 canales analógicos hasta 100.000 muestras/seg), así como las correspondientes de equilibrio y ajuste de señal para dichos canales.
- Resto de características de este sistema, tales como alimentación, interconexión de masas a tierra, acondicionadores de señal, etc..., idénticas a las de la UAD-PC-12.
- Así mismo, el programa de adquisición y análisis es también el mismo que el de dicha Unidad, el "SYSDAT", permitiendo disponer también con este sistema simplificado de las mismas prestaciones software que con la UAD-PC-12.

Prestaciones Generales del Sistema:

- Capacidad simultánea de 16 canales.
- Velocidad de muestreo hasta 5.000 muestras/segundo.
- Tiempo máximo de muestreo (sólo para las dinámicas), hasta 1 minuto a velocidad máxima de adquisición.
- Deriva máxima, en un intervalo de quince minutos, inferior a la resolución del sistema.
- Resolución global del sistema:
 - 0.01 mm para flechas
 - 1xE-06 para deformaciones

NOTA: Esta Unidad dispone de un módulo externo de ampliación para 16 canales adicionales, con lo que se mejora sensiblemente la versatilidad de dicho equipo.

Unidades disponibles: Actualmente, OFITECO dispone en su inmovilizado de:

- 1 Ud de UAD-MINI completa.

Este sistema es de aplicación exclusiva a pruebas estáticas.

**Características Técnicas:**

- ORDENADOR HEWLETT PACKARD (HP), modelo 9816 S, serie 200, equipado con monitor HP-900 Mod. 216, de 1.5 Mb RAM y unidad de disco HP 9133 de 20 Mb e impresora HP 2225A.
- UNIDAD AUTOMATICA DE ADQUISICION DE DATOS (UAD), HP-3852-S, equipada con las siguientes tarjetas:
 - Una (1) fuente de alimentación (HP-3852-PS).
 - Un (1) voltímetro de 5 1/2 dígitos (HP-3852-X).
 - Un (1) FET Multiplexer (HP-44709-A) de veinte (20) canales analógicos para entradas en tensión y 4:20 mA .
 - Dos (2) FET Multiplexer (HP-44719-A) de diez (10) canales cada una, para lectura de bandas extensométricas de 120 Ohm.
- Caja de interconexión: SWITCH-BOX.
- Fuente de alimentación, con alimentaciones de 24 y 5 VDC independientes y estabilizadas.

El programa de adquisición, "**DATA-PC**", desarrollado íntegramente por OFITECO, se ocupa de realizar las funciones de adquisición y análisis.

Prestaciones Generales del Sistema:

- Capacidad simultánea de 30 canales.
- Velocidad de muestreo hasta 2 muestras/segundo.
- Deriva máxima, en un intervalo de quince minutos, inferior a la resolución del sistema.
- Resolución global del sistema:
 - 0.1 mm para flechas
 - 2xE-06 para deformaciones

Unidades disponibles: Actualmente, OFITECO dispone en su inmovilizado de:

- 1 Ud de SISTEMA ESTATICO: HP-3852-A completo.

El programa de adquisición, "**DATA-PC**", desarrollado íntegramente por OFITECO, se ocupa de realizar las funciones de adquisición y análisis con las siguientes prestaciones:

ADQUISICION:

Programación software de todos los parámetros de configuración de las pruebas (sólo estáticas), teniendo como variables los siguientes parámetros:

- Parámetros de identificación.
- Número de canales y tipo.
- Filtros software.
- Constantes de los sensores.
- Velocidad de muestreo.
- Estabilización y ajuste de medidas iniciales, visualizándose los valores absolutos y rangos disponibles de los canales configurados.
- Adquisición de datos según la configuración adoptada, visualizándose, en tiempo real, la totalidad de los canales configurados, así como los valores teóricos estimados de los mismos y el porcentaje que frente a estos últimos representan.
- Almacenamiento en soporte magnético de los datos. Generación de ficheros compatibles con los programas de gráficos y análisis.
- Enlace directo con los programas auxiliares de gráficos y análisis.

Enlazando con los programas de **ANALISIS Y GRAFICOS**, los datos almacenados se pueden tratar de forma inmediata para obtener:

- Listado de datos en monitor o impresora.
- Generación de salidas gráficas en monitor, impresora o plotter.
- Cálculo de porcentajes alcanzados en las pruebas y valores de recuperación.
- Finalmente, como prestaciones generales de este sistema de adquisición, podemos enumerar las siguientes:
- La configuración actual permite muestrear hasta 40 canales: 20 para flechas y 20 para deformaciones.
- En cualquier momento de la prueba, el sistema de adquisición permitirá conocer los valores de las magnitudes obtenidas en cualquiera de los sensores de control, con el fin de poder establecer la comparación directa y rápida de los resultados de cada ensayo, así como dictaminar sobre la necesidad de adoptar medidas precautorias especiales.

EQUIPO ESTATICO Y DINAMICO para medición de flechas sin conexión física con el terreno bajo el tablero, consistente en un SISTEMA OPTICO DE ÚLTIMA GENERACIÓN BASADO EN LASER DOPPLER, el OFV-3001 de POLYTEC (Distribuido en España por Álava Ingenieros, S.A.).

**Características Técnicas:**

- Cabezal láser con enfoque motorizado marca POLYTEC , modelo OFV-303. Con certificado de calibración.
- Control remoto de enfoque para OFV-303, marca POLYTEC, modelo OFV-310.
- Kit de apunte y posicionamiento, compuesto por mira telescópica de precisión y plataforma de ajuste fino de movimiento del sensor, para su acople entre trípode y sensor. Incluye filtro óptico para mejor visualización del punto del haz, en largas distancias. Recomendable para distancias de trabajo de más de 50 mts.

- Trípode de precisión robusto, modelo OFV-52, con posibilidad de ajuste mecánico de movimiento de azimut y rotación.
- Controlador modular marca POLYTEC, modelo OFV-3001.
- Tarjeta decodificadora de velocidad marca POLYTEC, modelo OVD-01.
- Tarjeta decodificadora de desplazamiento marca POLYTEC, modelo OVD-20 (8 rangos).
- Unidad de alimentación separada, para su conexión a red 220 VAC.
- Maleta de transporte para todo el conjunto.

Unidades disponibles:

- El Sistema Optico basado en Laser Doppler ofertado estará listo para su utilización en un plazo no superior a un (1) mes contado a partir de la firma del contrato (en la actualidad ya se ha realizado la compra de dicho equipo).
- Los ensayos de calibración de dicho sistema, así como las pruebas en campo que se realicen, serán comunicadas con la antelación suficiente a la Dirección del Contrato para que pueda supervisarlas si lo considera oportuno.



Relación de medios y materiales auxiliares, comunes y validos para cualquiera de los cuatro sistemas automáticos de adquisición que OFITECO dispone para la realización de ensayos de prueba de carga:

- Mangueras de conexión multicanal (16 canales) entre el Sistema de Adquisición y cajas de conexión intermedias: 8 unidades, 4 de 25 m de longitud y 4 de 50 m.
- Cajas de conexión multicanal (16 canales) intermedias: 8 unidades.
- Mangueras de conexión de sensores, mono y multicanales, y empalmables entre sí:
 - 5 Uds monocal de 2.5 m.
 - 5 Uds monocal de 5 m.
 - 5 Uds monocal de 10 m.
 - 30 Uds monocal de 25 m.
 - 15 Uds monocal de 50 m.
 - 6 Uds multicanal (5 canales) de 25 m.
 - 10 Uds multicanal (5 canales) de 50 m.
 - 6 Uds multicanal (5 canales) de 100 m.
- Equipos auxiliares de verificación y comprobación de las señales de los sensores: polímetros de precisión, medidores de aislamiento, osciloscopio, etc.
- Tablón normalizado RILEM para pruebas dinámicas.
- Furgoneta Mercedes-Benz MB-400 carrozada interiormente.
- Emisora de comunicación por radio, y Circuito cerrado de TV, que permiten mantener una perfecta comunicación entre zona de adquisición y la de aplicación de cargas.
- Teléfono móvil.
- Repuestos básicos: disco duro, tarjeta conversora, sensores, cajas de conexión, mangueras, fuentes de alimentación y tarjetas de adquisición, etc.
- Grupo eléctrico de 2000 W: 2 unidades.
- Fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) de 2000 W y 1 hora de autonomía.
- Focos halógenos y materiales auxiliares para iluminación exterior en pruebas nocturnas (hasta una potencia de 1500 W).
- Escalera de dos cuerpos extensibles hasta 5.5 m.
- Cámara fotográfica digital.
- Cintas métricas de diferentes longitudes.
- Distanciómetro digital de rango mínimo de 10 metros.

OFITECO dispone en su inmovilizado de diversos equipos y materiales de control topográfico, que serán puestos a disposición del Contrato para la realización de la planimetría y nivelación de las estructuras que requiera el Director del mismo. Entre dichos equipos podemos destacar los siguientes:

- Estación total GEODIMETER-422.
- Estación total TOPCON GTS-3B-20.
- Estación GEODOLITE.
- Nivel Digital TOPCON DL-101C.
- Prismas simple basculante con estuche.
- Jalones extensible con nivel y funda.
- Puntas de jalón.
- Extensiones de jalón.
- Cinta metálica de 30 m.
- Cinta metálica de 50 m.
- Distanciómetro portátil.
- Mira INVAR. De 2 m de código de barras, con puntal regulable.
- Mira de fibra extensible de 3 m de código de barras.
- Mira de fibra extensible de 3 m de lectura directa.
- Apoyo 3k.
- Trípodes de madera gigantes.
- Miras milimétricas.

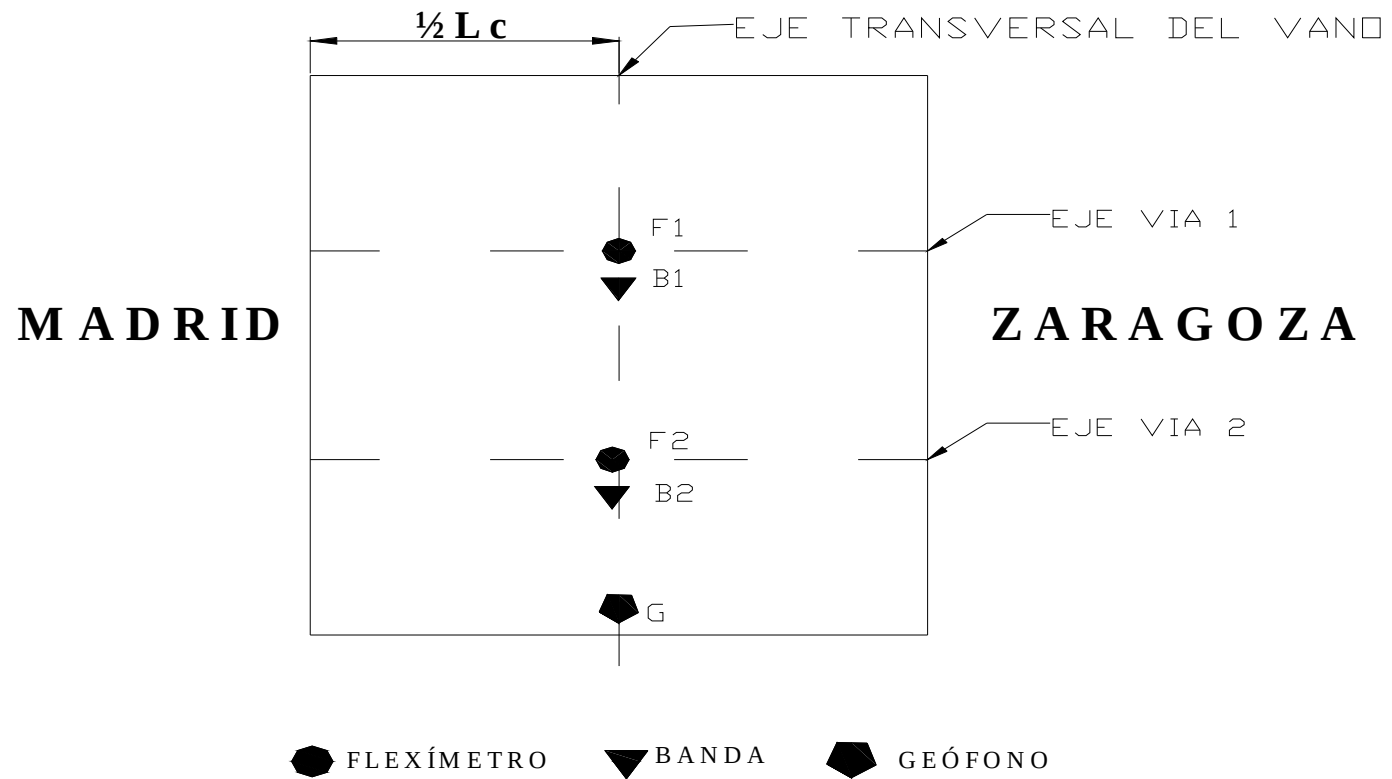
6.2.3. Puntos de medida.

La disposición de los puntos de medida puede observarse en el croquis adjunto a este apartado, resultando unos totales de:

Vano	Flexímetros			Bandas		Geófono
	Apovos	$\frac{1}{4} Lc$	$\frac{1}{2} Lc$	$\frac{1}{4} Lc$	$\frac{1}{2} Lc$	
1	0	0	2	0	2	1
Totales	2			2		1

PRUEBA DE CARGA SOBRE LA ESTRUCTURA 20PI02

DISPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA



6.2.4. Unidad de adquisición.

La unidad de adquisición empleada en el ensayo de prueba de carga, está basada en un ordenador industrial de las siguientes características:

- Ordenador PC2000 Pentium III a 800 MHz.
- Memoria RAM 128Mb.
- Disco duro de 20 Gb.
- Controladora ATI XPERT con 8 Mb.
- CD ROM 52x.
- IOMEGA interno 100 Mb.
- Disquetera 3 1/2 (1.4 Mb).
- Monitor color de 17".
- Puertos serie y paralelo.
- Teclado y ratón.



En el Bus del ordenador central se alojan dos (2) tarjetas conversoras de 16 bits, de 32 canales analógicos y 100.000 muestras/seg cada una de ellas, que

se encarga de comandar 64 tarjetas acondicionadoras donde se recogen las señales de los distintos sensores a la frecuencia deseada.

Las características fundamentales de las tarjetas conversoras son:

- 32 canales de adquisición cada una de ellas (total 64 canales disponibles).
- Acondicionamiento de las señales a ± 10 VDC.
- Amplificación seleccionable por software (1, 10, 100, y 1000).
- Filtros de señal.

Por su parte las tarjetas acondicionadoras (64) permiten la conexión y adquisición indistinta de cualquier tipo de sensor, tanto flexímetros y bandas extensométricas como geófonos.

El conjunto de tarjetas de acondicionamiento (64 en total) se encuentran repartidas en dos (2) cajas externas al ordenador central, disponiéndose de treinta y dos (32) canales en cada una de ellas, que a su vez reciben las acometidas, mediante mangueras multiconductoras, de los distintos sensores instalados, centralizados previamente en cajas de conexión intermedias. El equilibrio y ajuste de señal de los distintos canales se realiza de forma automática.

La alimentación general del Sistema se realiza a 220V 50 Hz, mediante un grupo eléctrico y una fuente de alimentación ininterrumpida con salida estabilizada y autonomía de 1 hora. La excitación de los sensores se realiza a B.T. (24 VDC) con fuentes de alimentación estabilizadas y perfectamente

apantalladas. El sistema tiene todas las masas interconectadas a tierra, materializándose dicha conexión con una pica externa.

El sistema de adquisición, así como el de transmisión de datos, están concebidos para evitar la influencia de las líneas de medida sobre las señales de los distintos sensores.

Así pues, las señales que nos proporcionan los flexímetros resistivos se convierten en señales 4-20 mA en los puntos de medida y luego, son llevadas a las tarjetas acondicionadoras donde se convierten en tensión, sin utilizar ningún tipo de amplificación.

Por otro lado, cada una de las bandas extensométricas forma parte de un circuito extensométrico diseñado especialmente por OFITECO, con compensación absoluta de las líneas de medida, alimentado a 24 VDC y corriente constante de 5-10 mA, midiéndose las deformaciones producidas como desequilibrios o variaciones de la tensión de salida del mismo en tarjetas amplificadoras, amplificando por 10, 100 ó 1000 la señal recibida. Todos los circuitos llevan un sistema automático de ajuste inicial de cero. La lectura de las bandas se realiza a tres hilos.

Por ultimo, los geófonos para control de vibraciones proporcionan señales entre +/- 10 V que se llevan directamente a las tarjetas mencionadas, utilizando normalmente amplificaciones de 1 y 10 para su registro.

El programa de adquisición, "PCESTRUCTURAS", desarrollado íntegramente por OFITECO en entorno Windows, se ocupa de realizar las

funciones de adquisición y análisis, permitiendo la realización simultánea de ambas funciones con las siguientes prestaciones:

ADQUISICIÓN:

Programación software de todos los parámetros de configuración de las pruebas, tanto estáticas como dinámicas, teniendo como variables los siguientes parámetros:

- Parámetros de identificación.
- Número de canales y tipo.
- Filtros software.
- Constantes de los sensores.
- Valores teóricos esperados en la prueba.
- Canales asociados entre sí (para cálculo de valores netos en flechas en secciones que no sean apoyos)
- Factores de amplificación.
- Velocidad de muestreo (hasta 100.000 muestras/segundo).
- Duración (sólo para las dinámicas, hasta 5 minutos a velocidad máxima de adquisición).
- Estabilización y ajuste automático de medidas iniciales, visualizándose los valores absolutos y rangos disponibles de los canales configurados.
- Adquisición de datos según la configuración adoptada:

- En las pruebas estáticas se visualizan, en tiempo real y directamente en mm o en deformaciones unitarias, según se trate de flechas o de bandas extensométricas, la totalidad de los canales configurados, los valores teóricos estimados de los mismos y el porcentaje que frente a estos últimos representan, así como los porcentajes de recuperación durante el proceso de descarga. En las flechas de secciones que no sean apoyos podrán visualizarse también directamente los valores netos correspondientes. Por último, en cualquier momento durante la prueba podrá visualizarse la representación gráfica de los canales que se seleccionen.
 - En las pruebas dinámicas se permite escoger varios canales de los existentes para su visualización gráfica en tiempo real, así como el control automático de disparo de la unidad, mediante un algoritmo de nivel con un preevento establecido.
- Almacenamiento en tiempo real (DMA) en soporte magnético de los datos. Generación de ficheros compatibles con los módulos de representación gráfica y análisis.
 - Enlace directo con los módulos de representación gráfica y análisis.

Enlazando con los módulos de **ANÁLISIS Y REPRESENTACIÓN GRÁFICA**, los datos almacenados se pueden tratar de forma inmediata para obtener:

- Listado de datos en monitor o impresora.
- Generación de salidas gráficas en monitor, impresora o plotter. Gráficos temporales independientes y multicanales.
- Zoom de ventanas gráficas seleccionadas y chequeo de gráficos mediante cursor.

- Cálculo de porcentajes alcanzados en las pruebas y valores de recuperación.
- Coeficientes de impacto dinámico.
- Análisis FFT en tiempo real, modos y frecuencias de vibración.
- Decremento logarítmico y amortiguamiento.

Así pues, en cualquier momento de la prueba, el sistema de adquisición permitirá conocer los valores de las magnitudes obtenidas en cualquiera de los sensores de control, con el fin de poder establecer la comparación directa y rápida de los resultados de cada ensayo, así como dictaminar sobre la necesidad de adoptar medidas precautorias especiales.

Finalmente, como prestaciones generales del sistema de adquisición, podemos enumerar las siguientes:

- Capacidad simultánea de 64 canales (posibilidad inmediata de 2 sistemas de 32 canales).
- Velocidad de muestreo hasta 100.000 muestras/segundo.
- Tiempo máximo de muestreo (sólo para las dinámicas), hasta 5 minutos a velocidad máxima de adquisición.
- Deriva máxima, en un intervalo de quince minutos, inferior a la resolución del sistema.
- Resolución global del sistema:
 - 0.01 mm para flechas.
 - 1×10^{-6} para deformaciones.

6.2.5. Equipos auxiliares.

Además se contó con los siguientes medios y materiales auxiliares:

- Mangueras de conexión multicanal (16 canales) entre el Sistema de Adquisición y cajas de conexión intermedias.
- Cajas de conexión multicanal (15 canales) intermedias.
- Mangueras de conexión de sensores, mono y multicanales, empalmables entre sí.
- Equipos auxiliares de verificación y comprobación de las señales de los sensores: polímetros de precisión, medidores de aislamiento, osciloscopio, etc.
- Furgoneta Mercedes-Benz MB-400 carrozada interiormente.
- Emisoras portátiles de comunicación por radio, que permiten mantener una perfecta comunicación entre la zona de adquisición y la de aplicación de cargas.
- Teléfono móvil.
- Repuestos básicos: disco duro, sensores, cajas de conexión, mangueras, fuentes de alimentación, tarjetas de adquisición, etc.
- Grupos eléctricos de 2000 W.

- Fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) de 2000 W y 1 hora de autonomía.
- Focos halógenos y materiales auxiliares para iluminación exterior en pruebas nocturnas (hasta una potencia de 1500 W).
- Escalera de dos cuerpos, extensible hasta 5.5 m.
- Cámara fotográfica digital.
- Cintas métricas de diferentes longitudes.
- Distanciómetro digital de rango mínimo de 10 metros.

6.3. PREVISION DE RESULTADOS.

Los valores previstos, para la prueba estática, de las medidas a realizar, en cuanto a flechas y deformaciones unitarias se refiere, obtenidos de acuerdo con el tren de cargas del Proyecto de Prueba y con la localización de los sensores que se observa en el croquis correspondiente (ver apartado 5.2.3), son los siguientes:

HIPÓTESIS 01: Vano 1

Vano	Sección	Flecha (mm)	Deformación (μE)
V-1	$\frac{1}{2}$ Lc	-0.32	10

Por último, los porcentajes de esfuerzo que representa el tren de cargas de prueba, frente a las cargas de Proyecto son los siguientes:

- **Frente a sobrecargas:** 42%

Por otro lado, la frecuencia natural de vibración del tablero estará comprendida entre los siguientes valores:

Vano 1: Entre 4.43 Hz y 6.31 Hz

7. PRUEBA DE CARGA.

7.1. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO.

El ensayo de Prueba de Carga fue realizado por un equipo de personal especializado de OFITECO, bajo la dirección del Ingeniero D. Antonio Gutiérrez, el día 26 de junio de 2002. Durante la realización de la prueba estuvo presente:

D. Ramiro Martínez-Llop (G.I.F)

La instrumentación abarcó todos los puntos previstos, y la realización del ensayo se efectuó de acuerdo a lo estipulado en el Proyecto de prueba.

Las locomotoras fueron las previstas en el Proyecto de Prueba, cuyas características y dimensiones son las siguientes:

- Locomotora:

- Peso total de 120 T
- Dos (2) bogies de tres (3) ejes, transmitiendo cada eje 20 T
- Separación entre ejes intermedios de los dos (2) bogies: 7.03 m
- Separación entre ejes de un mismo bogie: 2.1 m

La secuencia de realización de las pruebas fue la siguiente:

Vano	Prueba	Fecha	Hora	Duración	Fichero
1	ESTÁTICA	26/06/2002	12:44.44	29 min.	20PI02ESTAT.dat
1	PRUEBA D-1	26/06/2002	13:17:16	43 seg.	20PI02DINAM5.dat
1	PRUEBA D-2	26/06/2002	13:21:50	30 seg.	20PI02DINAM30.dat
1	PRUEBA D-3	26/06/2002	13:25:57	30 seg.	20PI02DINAM60.dat
1	PRUEBA D-4	26/06/2002	13:29:14	30 seg.	20PI02DINAM80.dat
1	PRUEBA D-5	26/06/2002	13:33:00	30 seg.	20PI02FREN80.dat

Correspondiendo la nomenclatura utilizada a las siguientes pruebas:

- **Estática:** Prueba estática con 2 locomotoras.
- **Prueba D-1:** Prueba cuasi-estática ($V = 5 \text{ Km/h}$).
- **Prueba D-2:** Prueba a baja velocidad ($V = 30 \text{ Km/h}$).
- **Prueba D-3:** Prueba a velocidad media ($V = 60 \text{ Km/h}$).
- **Prueba D4:** Prueba a máxima velocidad ($V=80 \text{ Km/h}$)
- **Prueba D-5:** Prueba de frenado a máxima velocidad ($V = 80 \text{ Km/h}$).

Realizándose todas ellas según las especificaciones y condiciones expresadas en el Proyecto de Prueba de Carga.

Los datos climatológicos medios durante la realización de las pruebas fueron:

Prueba	Temperatura (°C)	Presión (mbar)	Humedad (%)	Viento (m/s)
ESTÁTICA	26.3	992	42	1.6
PRUEBA D-1	26.3	992	42	1.6
PRUEBA D-2	26.3	992	42	1.6
PRUEBA D-3	26.3	992	42	1.6
PRUEBA D-4	26.3	992	42	1.6
PRUEBA D-5	26.3	992	42	1.6

Por último, decir que no se produjeron incidentes importantes en la realización de la prueba de carga.

7.2. RESULTADOS OBTENIDOS.

A continuación se presentan los resúmenes tabulados de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en la estructura, estáticas y dinámicas.

Como complemento a este apartado, en el *Anejo nº IV*, se presentan los registros obtenidos durante los diferentes ensayos de que constaron las pruebas.

PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

FLECHAS PRUEBA ESTÁTICA

VANO1

Sensor	Vano	Posición	Valor Teórico (mm)	Valor en Carga Bruto (mm)	Valor en Carga Neto (mm)	Porcentaje Alcanzado %	Valor en Descarga Bruto (mm)	Valor en Descarga Neto (mm)	Recuperación Alcanzada %
F1	V1	1/2Lc	-0.32	-0.07	-0.07	21.88	0.00	0.00	100.00
F2	V1	1/2Lc	-0.32	-0.03	-0.03	9.38	0.00	0.00	100.00
Flecha máxima alcanzada (mm)			-0.07	Porcentaje medio alcanzado (%)		15.63	Recuperación media (%)		100.00

NOTA: Los porcentajes marcados con un "*" se corresponden con comportamientos anómalos que serán debidamente explicados en el desarrollo del informe

PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

BANDAS PRUEBA ESTÁTICA

VANO1

Sensor	Vano	Posición	Valor Teórico (uE)	Valor en Carga (uE)	Porcentaje Alcanzado %	Valor en Descarga (uE)	Recuperación Alcanzada %
B1	V1	1/2Lc	10.00	1.53	15.30	0.00	100.00
B2	V1	1/2Lc	10.00	1.58	15.80	0.00	100.00
Deformación máxima alcanzada (uE)		1.58	Porcentaje medio alcanzado (%)		15.55	Recuperación media (%)	100.00

NOTA: Los porcentajes marcados con un "*" se corresponden con comportamientos anómalos que serán debidamente explicados en el desarrollo del informe

PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

PRUEBAS DINÁMICAS

VANO 1

Sensor	Vano	Posición	DINAMICA 5Km	DINAMICA 30Km		DINAMICA 60Km		DINAMICA 80Km		FRENADO 80Km	
			Valor en Carga (mm)	Valor en Carga (mm)	Impacto Dinámico	Valor en Carga (mm)	Impacto Dinámico	Valor en Carga (mm)	Impacto Dinámico	Valor en Carga (mm)	Impacto Dinámico
F1	V1	1/2Lc	-0.01	-0.01	1.00	-0.02	2.00	-0.01	1.00	-0.01	1.00
F2	V1	1/2Lc	-0.01	-0.01	1.00	-0.01	1.00	-0.01	1.00	-0.01	1.00
				Impacto medio	1.00	Impacto medio	1.50	Impacto medio	1.00	Impacto medio	1.00

NOTA: Los impactos marcados con un "*" en cada prueba no se han tenido en cuenta para el cálculo del impacto medio correspondiente

PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

BANDAS PRUEBAS DINÁMICAS

VANO 1

Sensor	Vano	Posición	DINAMICA 5Km	DINAMICA 30Km		DINAMICA 60Km		DINAMICA 80Km		FRENADO 80Km	
			Valor en Carga (uE)	Valor en Carga (uE)	Impacto Dinámico	Valor en Carga (uE)	Impacto Dinámico	Valor en Carga (uE)	Impacto Dinámico	Valor en Carga (uE)	Impacto Dinámico
B1	V1	1/2Lc	1.29	1.23	0.95	1.23	0.95	1.29	1.00	0.88	0.68
B2	V1	1/2Lc	0.76	0.76	1.00	0.82	1.08	0.45	0.59	0.88	1.16
				Impacto medio	0.98	Impacto medio	1.02	Impacto medio	0.80	Impacto medio	0.92

NOTA: Los impactos marcados con un "*" en cada prueba no se han tenido en cuenta para el cálculo del impacto medio correspondiente

PRUEBAS DINÁMICAS

FRECUENCIAS PROPIAS DE VIBRACIÓN

La frecuencia natural de vibración del tablero obtenida es:

Vano 1: 1.4 Hz

8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

A la vista de los resultados obtenidos, expresados en las tablas precedentes, se considera oportuno realizar los siguientes comentarios:

- Antes de comenzar, hay que decir que el análisis del comportamiento de la estructura que se expone a continuación, ha sido realizado en base a considerar como resultados previstos, y por tanto como comportamiento teórico esperado, el obtenido mediante el cálculo del Proyecto de Prueba por el método de EMPARRILLADO, calculado con el programa SAP-2000, el cual permite realizar el análisis estático y dinámico de estructuras tridimensionales.
- En general, ninguno de los registros presenta anomalías dignas de tenerse en consideración, tales como ruido, falta de estabilización, derivas, etc. Tan sólo hay que comentar que los registros dinámicos, tanto en flechas como en bandas, presentan valores demasiado bajos como para poder obtener conclusiones fiables del análisis de los mismos.

Sobre los resultados obtenidos cabe realizar el siguiente análisis:

8.1. PRUEBAS ESTÁTICAS.

- Incidencias.

No se detectaron incidencias o anomalías en ninguno de los canales de control.

- Porcentajes alcanzados.

Los resultados obtenidos en la prueba estática alcanzan los siguientes valores de porcentaje frente a los previstos en el Proyecto de Prueba de Carga:

% ALCANZADO EN FLECHAS

Prueba	% Mínimo	% Máximo	% Medio
ESTÁTICA	9.38	21.88	15.63

% ALCANZADO EN DEFORMACIONES

Prueba	% Mínimo	% Máximo	% Medio
ESTÁTICA	15.30	15.80	15.55

Así pues, se obtienen los siguientes porcentajes medios, para flechas y deformaciones, frente a los valores previstos en el Proyecto de Prueba:

% ALCANZADO

Prueba	Flechas	Deformaciones
ESTÁTICA	15.63	15.55

A la vista de los menores porcentajes alcanzados en flechas y deformaciones frente a los teóricos esperados, cabe realizar los siguientes comentarios:

- En primer lugar, la estructura presenta una rigidez longitudinal sensiblemente superior a la supuesta en la elaboración del Proyecto de Prueba, es decir, los módulos de elasticidad reales, o más bien las características reales de deformación en la estructura (E, I) deben ser superiores a las utilizadas en el Proyecto, además, la constante de rigidez del muelle utilizado para modelizar el empotramiento elástico de los hastiales del pórtico debe ser sensiblemente superior a la utilizada en el Proyecto.

A pesar de todo, estos porcentajes, son perfectamente admisibles y, junto a las elevadas y prácticamente instantáneas recuperaciones obtenidas (tal como veremos en el apartado correspondiente), indican un comportamiento de la estructura correcto y esencialmente elástico durante la realización de la prueba.

- **Explicación de medidas anómalas y comportamientos extraños.**

Los valores obtenidos, tanto en flechas como en deformaciones, son perfectamente admisibles, y sus registros no presentan ningún tipo de anomalías dignas de tenerse en consideración, tales como ruido, falta de estabilización, derivas, etc.

Tan sólo hay que comentar, sin necesidad de entrar en más consideraciones, los bajos valores obtenidos, tanto en flechas como en deformaciones, en las pruebas dinámicas, que llegan incluso a impedir realizar un análisis fiable de los mismos, como es el caso de la dinámica a 60Km/h.

- **Valores máximos de flecha.**

Las flechas máximas medidas en las pruebas estáticas fueron:

Flecha máxima (mm)	Luz de cálculo (m)	Relación con la luz de cálculo
-0.07	17.90	255714

Dichos valores son perfectamente admisibles.

- **Recuperaciones.**

Las recuperaciones en el proceso de descarga se producen de forma casi instantánea, tal como puede observarse en los gráficos correspondientes, alcanzando porcentajes perfectamente admisibles frente a los exigidos en el Proyecto de Prueba de Carga.

Así pues, los porcentajes medios de recuperación son los siguientes:

% RECUPERACIÓN EN FLECHAS

Prueba	% Mínimo	% Máximo	% Medio
ESTÁTICA	100.00	100.00	100.00

% RECUPERACIÓN EN DEFORMACIONES

Prueba	% Mínimo	% Máximo	% Medio
ESTÁTICA	100.00	100.00	100.00

Por lo que tomando por válidos los valores medios obtenidos, resultan los siguientes porcentajes:

% RECUPERACIÓN

Prueba	Flechas	Deformaciones
ESTÁTICA	100.00	100.00

Estas recuperaciones permiten considerar el comportamiento de la estructura como esencialmente elástico.

8.2. PRUEBAS DINÁMICAS.

- Incidencias.

Las pruebas dinámicas se realizaron también sin detectar anomalías dignas de consideración, debiendo recordar tan sólo los bajos valores obtenidos en los mismos, ya comentados anteriormente.

- **Frecuencia propia de vibración.**

Del análisis de frecuencia realizado sobre la señal obtenida con los geófonos en las distintas pruebas dinámicas se obtiene como frecuencia del primer modo de vibración de la estructura los siguientes valores:

Prueba	Frecuencia Teórica (Hz)	Frecuencia medida (Hz)
VELOCIDAD	4.43 – 6.31	-

El análisis de la señal obtenida con los geófonos, indica que los resultados no son representativos de la realidad, debido a la localización que hubo de adoptarse para el sensor así como a la tipología de la estructura .

- **Coefficientes de impacto.**

Las flechas y deformaciones, en las pruebas dinámicas de cada vano, se midieron sobre los mismos canales instrumentados en la prueba estática.

Estas flechas medidas, en especial las flechas netas medidas en los respectivos vanos (descontado los descensos en los apoyos correspondientes) y estas deformaciones, se compararán con unos valores de referencia (dividiéndolas por dichos valores), para obtener así lo coeficientes de impacto dinámicos de la estructura frente a las acciones de velocidad y frenado.

Tal como ya se ha visto anteriormente, para el establecimiento de dichos valores de referencia se ha utilizado el método de determinación práctica de los mismos, consistente en realizar una prueba **CUASIESTÁTICA** (a velocidad = Cte. = 5 km/h)

con una (1) locomotora circulando por una de las vías. Una vez realizada esta prueba, los valores netos medidos se han usado como valores de referencia.

Antes de analizar los resultados obtenidos, y al igual que ocurría en el cálculo de estimación de la frecuencia propia de vibración de la estructura ante acciones dinámicas, podemos decir que en puentes de ferrocarril situados en líneas de alta velocidad, los valores de coeficientes de impacto obtenidos son próximos a la unidad.

Así pues, realizados los comentarios anteriores, el resultado de los coeficientes de impacto obtenidos en las pruebas dinámicas realizadas son los siguientes:

Prueba	Coefficiente de impacto
DINÁMICA 30 Km/h	1.00
DINÁMICA 60 Km/h	1.50
DINÁMICA 80 Km/h	1.00
FRENADO 60 Km/h	1.00

Estos valores son perfectamente admisibles para el tipo de prueba realizada, sobre todo si se tiene en cuenta el bajo rango de las medidas obtenidas.

Por último, antes de pasar al siguiente apartado y tal como puede observarse en las tablas dinámicas de resultados, diremos que para el cálculo de impactos, los datos que se han marcado con un “*”, no han sido considerados, ya que no son representativos de la realidad

- **Amortiguamiento de la estructura.**

Se calcula a través del llamado Decremento Logarítmico “D_l”, que tiene la siguiente expresión:

$$Dl = 2\pi\delta = \frac{1}{n} \ln\left(\frac{A_0}{A_n}\right)$$

Siendo: n = N° de ondas consideradas
 A₀= Amplitud de la onda inicial
 A_n= Amplitud de la onda final

En la actualidad, a falta también de una normativa específica al respecto se sigue la recomendación de una tabla en la que se define la envolvente inferior (valores límites inferiores o críticos) del valor del coeficiente de δ . La tabla indica valores críticos de δ en %:

Tipo de puente	Luz < 20 m	Luz > 20 m
Puentes de acero o mixtos	0.5 + 0.125 (20 – Lc)	0.5
Puentes de hormigón	2 + 0.1 (20 – Lc)	2

Siendo Lc la luz del vano en m.

El valor obtenido para el coeficiente δ es 2.1

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo con lo expuesto en los apartados precedentes, pueden extraerse las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Durante las pruebas no se detectaron ningún tipo de aspectos o fenómenos extraños que indicaran un comportamiento anómalo de la estructura, así como tampoco se presentaron problemas o acontecimientos que nos hagan dudar de la fiabilidad de los resultados obtenidos, por lo que se consideran estos perfectamente correctos además de admisibles.
- Los valores de flechas y deformaciones unitarias obtenidas son perfectamente admisibles, indicando un comportamiento correcto y esencialmente elástico de la estructura frente al previsto en el Proyecto de Prueba de Carga. Los porcentajes medios obtenidos en las pruebas estáticas son los siguientes:

Prueba	Flechas	Deformaciones
ESTÁTICA	15.63	15.55

INFORME DE RESULTADOS
PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

Página 39

- Los valores máximos de flecha obtenidos en las pruebas estáticas fueron los siguientes:

Flecha máxima (mm)	Luz de cálculo (m)	Relación con la luz de cálculo
-0.07	17.90	255714

- Las recuperaciones obtenidas han sido correctas y de forma casi instantánea, lo que permite considerar el comportamiento de la estructura como esencialmente elástico.
- Durante la realización de las pruebas no se detectó la aparición de fisuras ni cualquier otro tipo de daños en las zonas objeto del ensayo.

Por todo ello, se considera que el comportamiento de la obra en estudio, durante la realización de las pruebas de carga, ha sido correcto y esencialmente elástico, aunque con unas rigideces tanto a torsión como a flexión ligeramente superiores a las previstas.

El presente informe consta de 40 hojas correlativamente numeradas, así como de ocho Anejos sin numerar titulados:

- I. DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL GIF
- II. PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA
- III. ESQUEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y TREN DE CARGA
- IV. REGISTRO DE MEDIDAS
- V. REPORTAJE FOTOGRÁFICO
- VI. ACTA DE PRUEBA DE CARGA
- VII. FICHA DE SEGUIMIENTO

VIII. PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Madrid, Abril de 2003

EL JEFE DE LA SECCION DE ANALISIS EXPERIMENTAL DE
ESTRUCTURAS

Fdo. Antonio Gutiérrez Abella
Ingeniero de Minas

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-FRONTIERA FRANCESA,
TRAMO: MADRID-LLEIDA
BASE DE SALILLAS
AV 018/00

INFORME DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

ANEJOS

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-FRONTIERA FRANCESA,
TRAMO: MADRID-LLEIDA
BASE DE SALILLAS
AV 018/00

INFORME DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

I. DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL GIF

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 SALILLAS
AV 018/00

INFORME DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

**NOTA: La información que se adjunta en el presente anejo se ha extraído de los datos
contenidos en el CD facilitado por el GIF.**

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 SALILLAS
AV 018/00

INFORME DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

II. PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

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-FRONTIERA FRANCESA.
TRAMO: MADRID-LLEIDA.
BASE DE SALILLAS.

**PROYECTO DE PRUEBA DE
CARGA ESTRUCTURA
20PI02**

TRAMO XIV

**PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA DE LA
ESTRUCTURA 20PI02**

Página 1



UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN

**PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA
DE LA ESTRUCTURA 20PI02**

PRSI/06.02/011

**PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA DE LA
ESTRUCTURA 20PI02**

Página 2



UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN

**PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA
DE LA ESTRUCTURA 20PI02**

PRSI/06.02/011

INDICE

1. MEMORIA.....	3
1.1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.2. DATOS SOBRE LA ESTRUCTURA.....	4
1.3. JUSTIFICACION DE LA CARGA DE LA PRUEBA.....	5
1.4. MEDIDAS A REALIZAR.....	5
1.4.1. Flechas.....	6
1.4.2. Deformaciones unitarias.....	6
1.4.3. Otras medidas.....	6
1.5. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACION DEL ENSAYO.....	8
1.5.1. Pruebas estáticas.....	8
1.5.2. Pruebas dinámicas.....	10
1.6. PREVISIÓN DE RESULTADOS.....	11
1.7. CONCLUSIÓN.....	13

ANEJOS :

I. DOCUMENTACION FACILITADA

II. CALCULOS DE LA PRUEBA DE CARGA

III. FIGURAS

1. MEMORIA.

1.1. INTRODUCCIÓN.

A instancias del GIF, se redacta el presente documento, "Proyecto de Prueba de Carga", referente a la estructura: 20PI02 de la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa, Tramo: Madrid-Lleida, Base de Salillas, de acuerdo con las especificaciones del Contrato AV 018/00 suscrito con dicho Organismo, cuyo alcance es la realización de las preceptivas pruebas de carga en los puentes y estructuras a recibir por el GIF, previamente a su puesta en servicio.

La redacción del presente Informe, así como el desarrollo de las actividades incluidas en el mismo, atiende a las especificaciones de la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril", y se ha realizado siguiendo las directrices recogidas en la publicación del M.O.P.U., "*Pruebas de Carga en Puentes de Ferrocarril*" (1987), así como las indicadas en el Plan de Actuación de dichas pruebas, redactado por el GIF, e incluido en el Pliego de Bases, con objeto de desarrollar las especificaciones del Contrato.

1.2. DATOS SOBRE LA ESTRUCTURA.

La estructura objeto de la prueba, 20PI02, pertenece a la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa, Tramo: Madrid-Lleida, Base de Salillas.

Dicha estructura es un pórtico bicelular de hormigón armado que permite el paso de la vía Zaragoza de alta velocidad sobre un camino y la línea Madrid-Zaragoza de ancho nacional, efectuándose el cruce con un esviaje de aproximadamente 120°.

Las características fundamentales de la estructura son:

Luz Libre (m)	Anchura (m)	Espesores de Dintel y solera (m)	Espesor de Hastiales (m)
6.50-9.50	16.60	0.70-0.90	0.70-0.50-0.70

Sobre la losa superior se encuentra la capa de balasto (como coronación del recubrimiento de tierras), las vías de f.f.c.c. y, en los extremos, las barandillas laterales de protección sobre las correspondientes impostas de borde.

Como Anejo N° I a este documento se acompaña copia de la documentación facilitada referente a la estructura objeto de estudio.

1.3. JUSTIFICACION DE LA CARGA DE LA PRUEBA.

Para la realización de la prueba de carga se ha solicitado a través del G.I.F., la prestación de un total de dos (2) locomotoras, distribuidas en las dos (2) vías de la línea del AVE según configuraciones idénticas para ambas vías, es decir, una (1) locomotora en cada vía. Las características y dimensiones de los elementos de carga son las siguientes:

- Locomotora:

- Peso total de 118 T
- Dos (2) bogies de tres (3) ejes, transmitiendo cada eje 19.667 T
- Separación entre ejes intermedios de los dos (2) bogies: 7.21 m
- Separación entre ejes de un mismo bogie: 2.06 m

En el Anejo nº III se adjuntan esquemas del tren de cargas.

1.4. MEDIDAS A REALIZAR.

Se exponen a continuación las medidas que se realizarán durante el ensayo de Prueba de Carga.

1.4.1. Flechas.

Se realizarán medidas de flechas en dos (2) puntos de la estructura, dispuestos en la sección transversal media.

Para el control de flechas verticales en todos los puntos de control se utilizarán flexímetros equipados con un sensor lineal potenciométrico de desplazamiento y salida 4:20 mA, utilizando como elemento de transmisión de flechas un hilo de acero inoxidable de 2 mm de diámetro fijado a la cara inferior del dintel. El rango de medida será de 50 mm con una precisión del 0.1%.

1.4.2. Deformaciones unitarias.

Se medirán deformaciones unitarias en dos (2) puntos de la estructura, dispuestos en la sección transversal media.

La medición de las deformaciones unitarias se realizará mediante bandas extensométricas directamente adheridas al hormigón, en la fibra inferior del dintel y según la dirección principal de flexión del mismo, tanto en pruebas estáticas como dinámicas.

1.4.3. Otras medidas.

Durante las pruebas dinámicas, se realizará un registro continuo de vibraciones mediante un (1) geófono vertical situado en la sección media

del tablero, con objeto de determinar en dichas pruebas la frecuencia propia de oscilación de la estructura.

Por otro lado, se realizará un control continuo de los parámetros meteorológicos más significativos: Temperatura, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, humedad relativa y pluviometría.

1.5. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACION DEL ENSAYO.

1.5.1. Pruebas estáticas.

Se realizará una (1) prueba estática sobre el único vano de la estructura, colocando el correspondiente tren de cargas en la posición que produce el máximo momento flector, es decir, cargando las dos (2) vías con una sobrecarga materializada por los siguientes elementos:

Hipótesis	Vano	Vía	Sobrecarga
E-1	V-1	1	1 Locomotora
		2	1 Locomotora

En el Anejo nº III se adjunta la mencionada posición de las sobrecargas.

El ensayo de prueba de carga estática se realizará atendiendo a los siguientes escalones:

- Escalón 0: Verificación de conexión y funcionamiento de todos los instrumentos de medida, equilibrado y puesta a cero.
- Escalón 1: Determinación de las lecturas origen estabilizadas de todos los sensores, sin carga en la estructura.

- Escalón 2: Situación o posicionamiento de la carga de prueba, realizándose medidas continuas en intervalos de tiempo entre 5-15 seg.
- Escalón 3: Estabilización de las medidas con la carga de prueba situada, realizándose la medida continua de todos los equipos en intervalos de tiempo entre 5-15 seg hasta su total estabilización, durante un tiempo no inferior a 10 minutos.
- Escalón 4: Descarga de la estructura retirando los vehículos que constituyen el tren de carga. Se realizarán lecturas de forma continua, cada 5-15 seg, de todos los sensores.
- Escalón 5: Estabilización final de las medidas, con la estructura totalmente descargada, realizándose la medida continua de todos los sensores, cada 5-15 seg, hasta alcanzar una recuperación no inferior al 80%, en un intervalo de tiempo no superior al de mantenimiento de la carga de prueba.

En los escalones de estabilización de carga (Escalón 3) y estabilización de descarga (Escalón 5), aparte de los tiempos indicados, y simultáneamente, se siguieron los siguientes criterios de estabilización:

- En 5 minutos no habrá variaciones superiores a 0,02 mm.
- En el último minuto no habrá cambios superiores a la precisión de medida (0,01 mm).

- Se esperará a obtener recuperaciones finales superiores al 80 % y sirviendo los criterios anteriores.
- En el caso de que las recuperaciones finales fueran inferiores al 80%, se procedería a un segundo ciclo de carga.

1.5.2. Pruebas dinámicas.

A continuación de la prueba estática, se realizarán cinco (5) pruebas de carácter dinámico, realizándose cargando una (1) sola de las vías, con el mismo tren de cargas que el utilizado en la prueba estática en dicha vía. Dichas pruebas dinámicas serán las siguientes:

- **Prueba D-1:** Prueba cuasi-estática ($V = 5 \text{ Km/h}$).
- **Prueba D-2:** Prueba a baja velocidad ($V = 30 \text{ Km/h}$).
- **Prueba D-3:** Prueba a velocidad media ($V = 60 \text{ Km/h}$).
- **Prueba D-4:** Prueba a máxima velocidad ($V = 90 \text{ Km/h}$).
- **Prueba D-5:** Prueba de frenado a máxima velocidad ($V = 90 \text{ Km/h}$).

Nota: Se prefiere no cargar las dos vías por la imposibilidad de mantener parejos los dos trenes de carga, tanto en velocidad como en frenada.

1.6. PREVISIÓN DE RESULTADOS.

En el Anejo nº II se adjunta la evaluación de flechas y deformaciones que previsiblemente son de esperar durante la prueba de la estructura, en los puntos de control considerados.

Asimismo se adjuntan también los cálculos correspondientes a la estimación de la frecuencia fundamental de vibración de la estructura, dando como resultado unos límites a dicha estimación.

A continuación se expone el resumen de dichos valores calculados:

PRUEBA ESTÁTICA

- HIPÓTESIS 01 : Vano 1

Vano	Sección	Flecha (mm)	Deformación (μE)
V-1	½ Lc	-0.32	10

PRUEBAS DINÁMICAS

- FRECUENCIAS

La frecuencia natural de vibración del tablero estará comprendida en los siguientes valores:

Vano 1: Entre 4.43 Hz y 6.31 Hz

1.7. CONCLUSIÓN.

El presente documento consta de 13 hojas correlativamente numeradas, así como de tres Anejos sin numerar titulados:

I: DOCUMENTACION FACILITADA

II: CALCULOS DE LA PRUEBA DE CARGA

III: FIGURAS

Madrid, Junio de 2002

EL JEFE DE LA SECCION DE ANALISIS EXPERIMENTAL DE
ESTRUCTURAS

Fdo. Antonio Gutiérrez Abella
Ingeniero de Minas

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-FRONTIERA FRANCESA,
TRAMO: MADRID-LLEIDA
BASE DE SALILLAS
AV 018/00

PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

ANEJOS

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-FRONTIERA FRANCESA,
TRAMO: MADRID-LLEIDA
BASE DE SALILLAS
AV 018/00

PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

I. DOCUMENTACION FACILITADA

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-FRONTIERA FRANCESA,
TRAMO: MADRID-LLEIDA
BASE DE SALILLAS
AV 018/00

**PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA DE LA
ESTRUCTURA 20PI02**

**NOTA: La información que se adjunta en el presente anejo se ha extraído de los datos
contenidos en el CD facilitado por el GIF.**

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-FRONTIERA FRANCESA,
TRAMO: MADRID-LLEIDA
BASE DE SALILLAS
AV 018/00

PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

II. CALCULOS DE LA PRUEBA DE CARGA

OFITECO

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

JOINT	LOAD	U1	U2	U3	R1	R2	R3
1	BOGCEN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	5.276E-05	0.0000
2	BOGCEN	0.0000	0.0000	-3.202E-04	0.0000	0.0000	0.0000
3	BOGCEN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-5.276E-05	0.0000

OFITECO

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

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
2	BOGCEN							
		0.00	0.00	-29.55	0.00	0.00	0.00	-40.58
		1.26	0.00	-25.38	0.00	0.00	0.00	-4.57
		2.53	0.00	-16.92	0.00	0.00	0.00	22.13
		3.79	0.00	-8.46	0.00	0.00	0.00	38.15
		5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.49
3	BOGCEN							
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.49
		1.26	0.00	8.46	0.00	0.00	0.00	38.15
		2.53	0.00	16.92	0.00	0.00	0.00	22.13
		3.79	0.00	25.38	0.00	0.00	0.00	-4.57
		5.05	0.00	29.55	0.00	0.00	0.00	-40.58

ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA PROPIA DE VIBRACIÓN

Estructura: 20PI02

Vano/s: 1

DATOS DE PARTIDA

Resistencia característica del hormigón $f_{ck} = 250$

Datos del tablero:

Longitud total (m) $L = 10.100 \text{ m}$

Ancho normal (m) $H_l = 0.000 \text{ m}$

Espesor (m) $e_l = 0.000 \text{ m}$

Nº de vigas = 1 Nº de vigas extremas = 0
Nº de vigas centrales = 1

Area de la viga (m²) $A_v = 11.6500 \text{ m}^2$

Momento de inercia de viga extrema $I_{ve} = 0.0000000000 \text{ m}^4$

Momento de inercia de viga central $I_{vc} = 0.4800000000 \text{ m}^4$

Densidades: Hormigón y forjados $\delta_h = 2.5 \text{ T/m}^3$
Pavimento $\delta_p = 2.4 \text{ T/m}^3$
Balasto $\delta_b = 1.91 \text{ T/m}^3$

Pavimento: Ancho $H_p = 0.000 \text{ m}$ Espesor $e_p = 0.000 \text{ m}$

Balasto: Ancho base inferior (m) $H_{bi} = 16.640 \text{ m}$
Ancho base superior (m) $H_{bs} = 12.000 \text{ m}$
Espesor (m) $e_b = 2.000 \text{ m}$

Area (m²) $A_b = (H_{bs} + ((H_{bi} - H_{bs}) / 2)) \times e_b = 28.6400 \text{ m}^2$

Vía: Nº de vías = 1 Peso carril / m = 60.000 Kg/m

Elementos Auxiliares:

Barandilla metálica	Nº = 2	Peso / m	$P_{bm} = 50.000 \text{ Kg/m}$
Bionda	Nº = 0	Peso / m	$P_b = 50.000 \text{ Kg/m}$
Imposta	Nº = 0	Area (m ²)	$A_i = 0.000 \text{ m}^2$
Barrera rígida	Nº = 0	Area (m ²)	$A_{br} = 0.000 \text{ m}^2$
Acera	Nº = 0	Area (m ²)	$A_a = 0.000 \text{ m}^2$
Bordillo guardabalasto	Nº = 1	Area (m ²)	$A_{bg} = 0.080 \text{ m}^2$
Otros	Nº = 0	Area (m ²)	$A_o = 0.000 \text{ m}^2$
Otros	Nº = 0	Peso / m	$P_o = 0.000 \text{ Kg/m}$

ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA PROPIA DE VIBRACIÓN

Estructura: 20PI02

Vano/s: 1

CÁLCULOS

MODULO DE ELASTICIDAD (E)

$$E = 19,000 \sqrt{f_{ck}} = 300,416.38 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E = 19,000 \sqrt{f_{ck}} \times 9.8 \times 10^4 = 2.944081 \times 10^{10} \text{ Nw/m}^2$$

LONGITUD DEL TABLERO (L)

$$L = 10.100 \text{ m} = 1,010.0 \text{ cm}$$

MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL (I)

$$I = 0 I_{ve} + 1 I_{vc} = 0.4800000000 \text{ m}^4 = 48,000,000.0 \text{ cm}^4$$

PESO O MASA DEL TABLERO, TOTAL (P) Y POR ML (m)

$$\text{Peso de la viga / m} \quad P_v = A_v \times \delta_h \times 10^3 \text{ Kg/m} = 29,125.000 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Peso de la losa / m} \quad P_l = H_l \times e_l \times \delta_h \times 10^3 \text{ Kg/m} = 0.000 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Peso pavimento / m} \quad P_p = H_p \times e_p \times \delta_p \times 10^3 \text{ Kg/m} = 0.000 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Peso balasto / m} \quad P_b = A_b \times \delta_b \times 10^3 \text{ Kg/m} = 54,702.400 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Peso de la vía / m} \quad P_c = 2 \times N^\circ \text{ Vías} \times \text{Peso carril/m} = 120.000 \text{ Kg/m}$$

Peso elementos auxiares / m

$$\text{Barandilla metálica} \quad P_{bm} = 2 \times P_{bm} = 100.000 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Bionda} \quad P_b = 0 \times P_b = 0.000 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Imposta} \quad P_i = 0 \times A_i \times \delta_h = 0.000 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Barrera rígida} \quad P_{br} = 0 \times A_{br} \times \delta_h = 0.000 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Acera} \quad P_a = 0 \times A_a \times \delta_h = 0.000 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Bordillo guardabalasto} \quad P_{bg} = 1 \times A_{bg} \times \delta_h = 0.200 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Otros} \quad P_o = 0 \times A_o \times \delta_h = 0.000 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Otros} \quad P_o = 0 \times P_o = 0.000 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Total Peso elementos auxiares / m} \quad P_{aux} = 100.200 \text{ Kg/m}$$

ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA PROPIA DE VIBRACIÓN

Estructura: 20PI02

Vano/s: 1

PESO O MASA DEL TABLERO POR ML (m)

$$m = 1 \times P_v + P_l + P_p + P_b + P_c + P_{aux} = 84,047.600 \text{ Kg/m}$$

PESO O MASA TOTAL DEL TABLERO (P)

$$P = m \times L = 848,880.760 \text{ Kg}$$

Coefficiente de mayoración por empotramiento de la estructura: 1

ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA PROPIA DE VIBRACIÓN

Estructura: 20PI02

Vano/s: 1

ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA

Para el cálculo de estimación de la frecuencia propia de vibración de la estructura ante acciones dinámicas no hay en la actualidad una normativa específica al respecto, sino que más bien existe una recomendación de utilización de dos (2) fórmulas que teóricamente acotan el intervalo entre las que debe estar comprendida la frecuencia de vibración del tablero. Dichas fórmulas son:

$$f(\text{Hz}) = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{48 * E * I / L^3}{P / g}}$$

Siendo: E = Módulo de elasticidad en kg/cm²
I = Inercia sección transversal en cm⁴
P = Peso total del tablero en Kg.
g = 9,8 x 100 cm/seg.²
L = Luz de cálculo en cm

$$f(\text{Hz}) = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{E * I}{m L^4}}$$

SIFREBERG Y KREMLER

Siendo: E = Módulo de elasticidad en N/m²
I = Inercia sección transversal en m⁴
L = Luz de cálculo en m
m = Masa del tablero por metro, en kg/m

Experimentalmente ambas fórmulas, por lo general, aunque definen un intervalo teórico, se pueden considerar más como estimaciones del valor de frecuencia considerado como límite inferior, ya que no tienen en cuenta muchos aspectos que rigidizan la estructura y la confieren una frecuencia mayor. Así pues, de la aplicación de las fórmulas tenemos:

$4.43 \text{ Hz} \leq f \leq 6.31 \text{ Hz}$

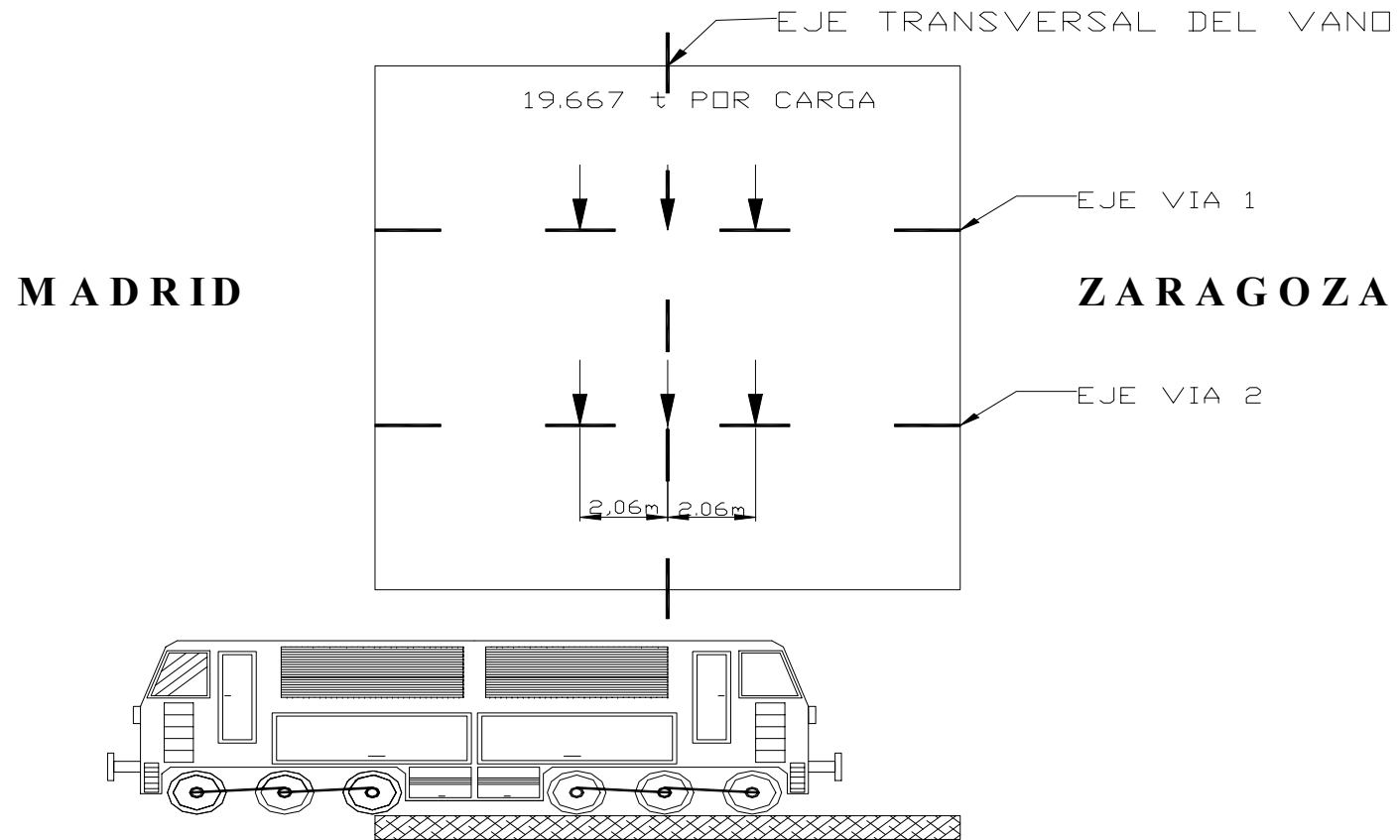
CONTRATO DE CONSULTORÍA Y ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE CARGA PARA LA
RECEPCIÓN DE PUENTES DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA,
TRAMO: MADRID-LLEIDA
BASE DE SALILLAS
AV 018/00

PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

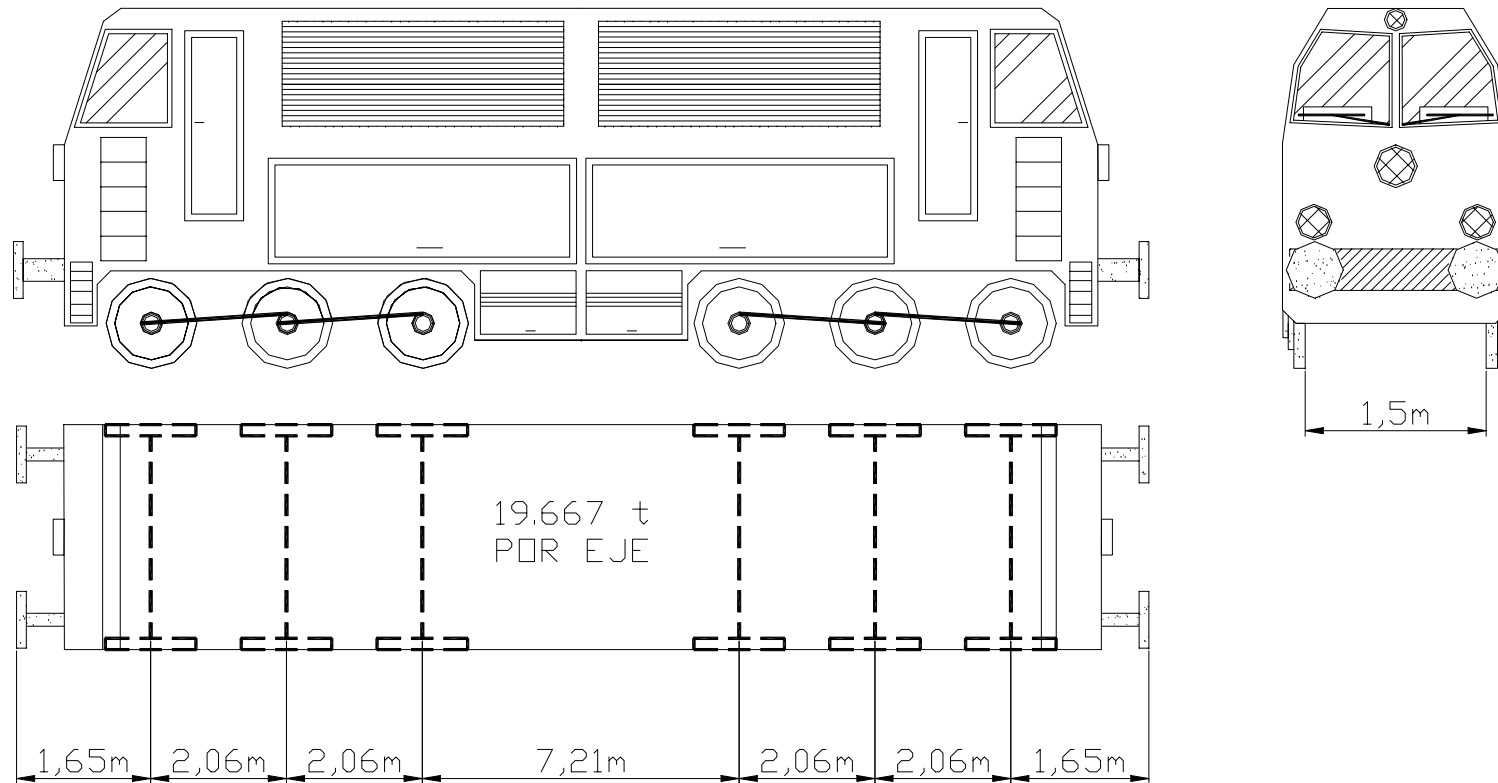
III. FIGURAS

PRUEBA DE CARGA SOBRE LA ESTRUCTURA 20PI02

DISPOSICIÓN DE LAS CARGAS DURANTE LA PRUEBA



ESQUEMA DE LA LOCOMOTORA CEDIDA POR EL GIF PARA LAS PRUEBAS DE CARGA



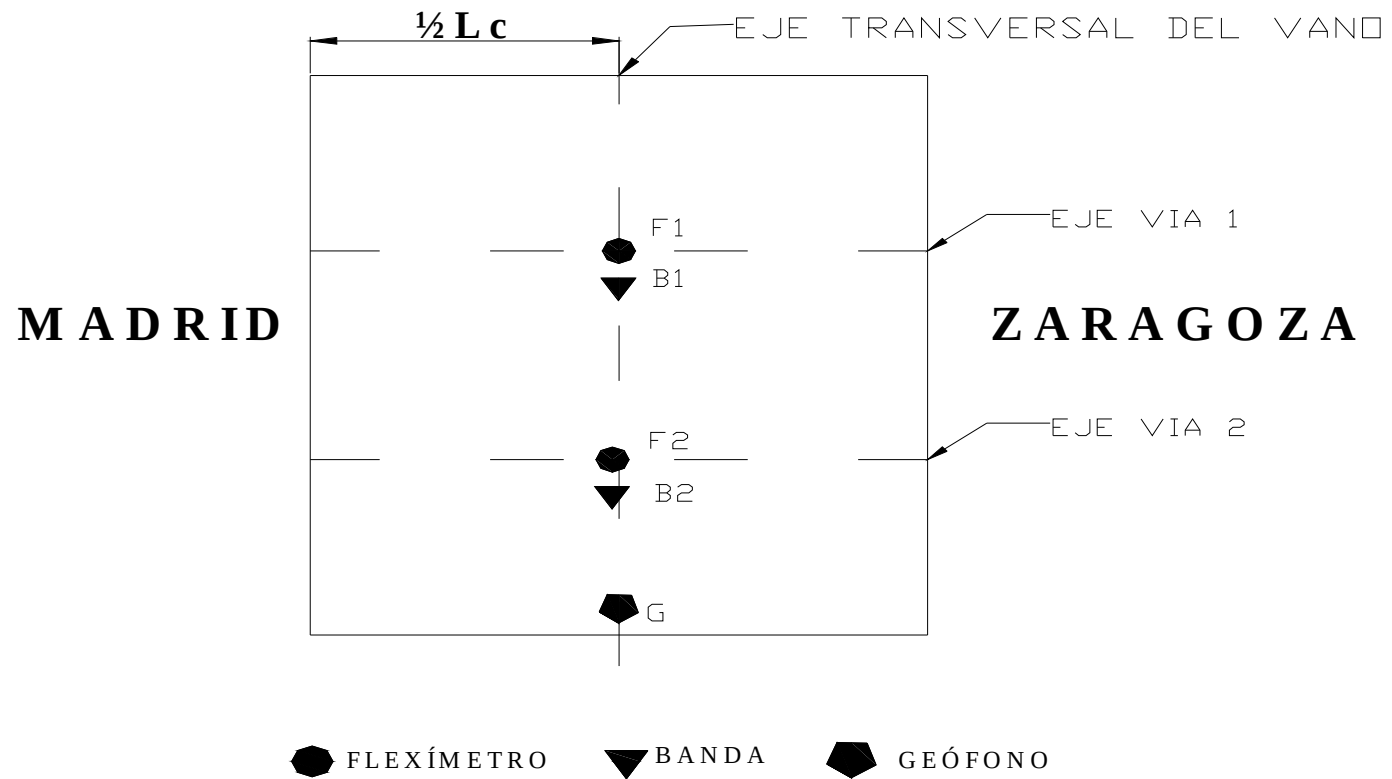
CONTRATO DE CONSULTORÍA Y ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE CARGA PARA LA
RECEPCIÓN DE PUENTES DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA,
TRAMO: MADRID-LLEIDA
BASE DE SALILLAS
AV 018/00

INFORME DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

III. ESQUEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y TREN DE CARGA

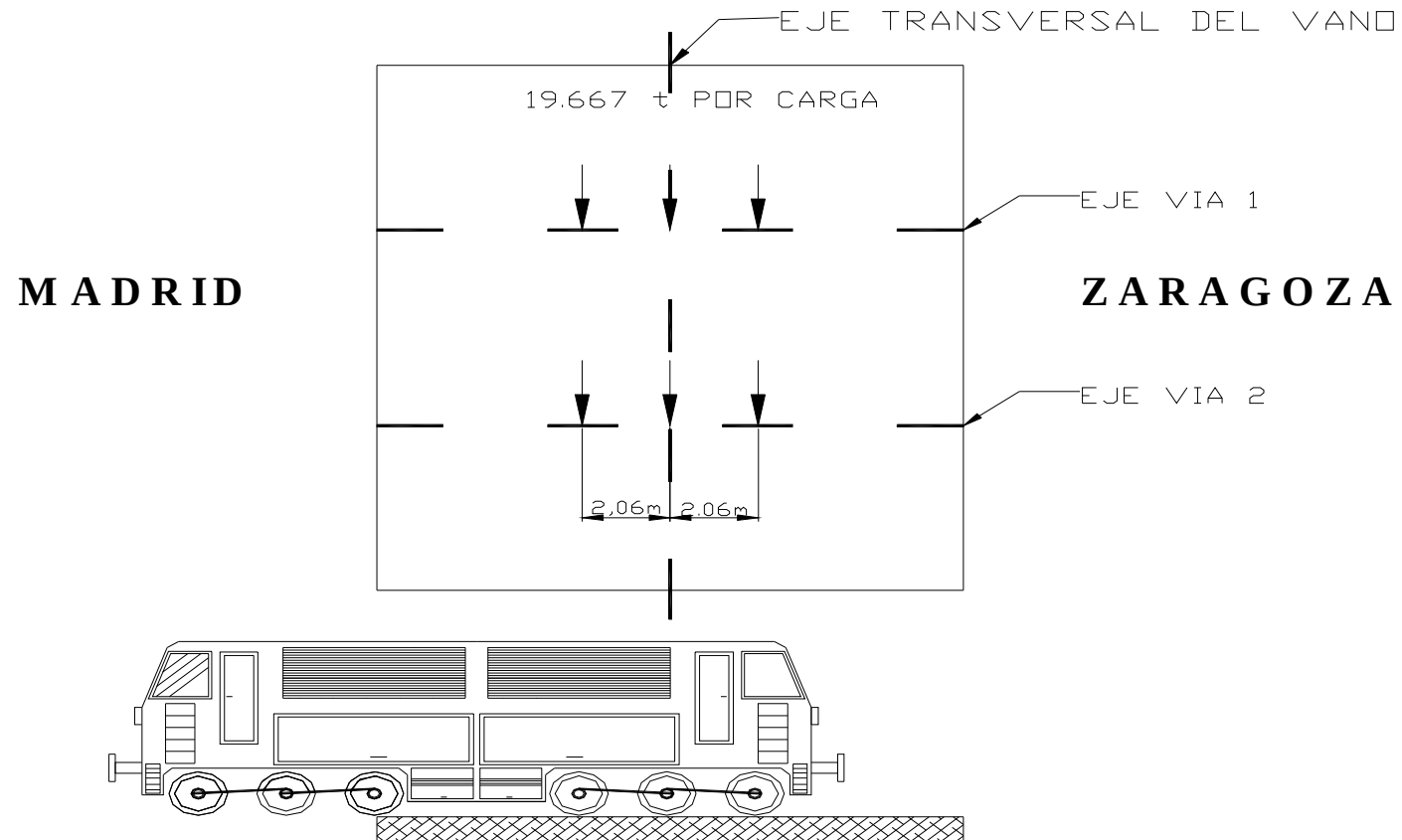
PRUEBA DE CARGA SOBRE LA ESTRUCTURA 20PI02

DISPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA

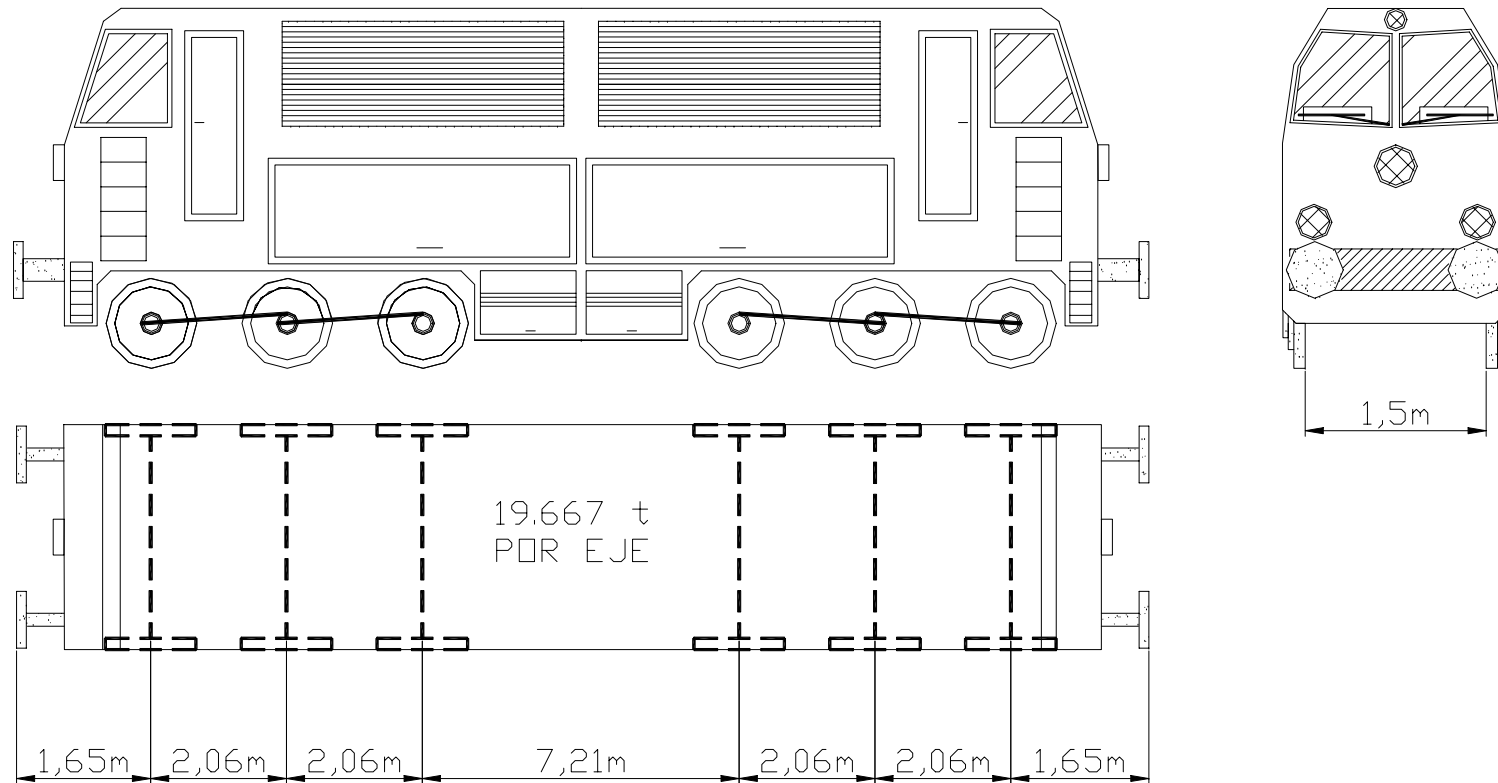


PRUEBA DE CARGA SOBRE LA ESTRUCTURA 20PI02

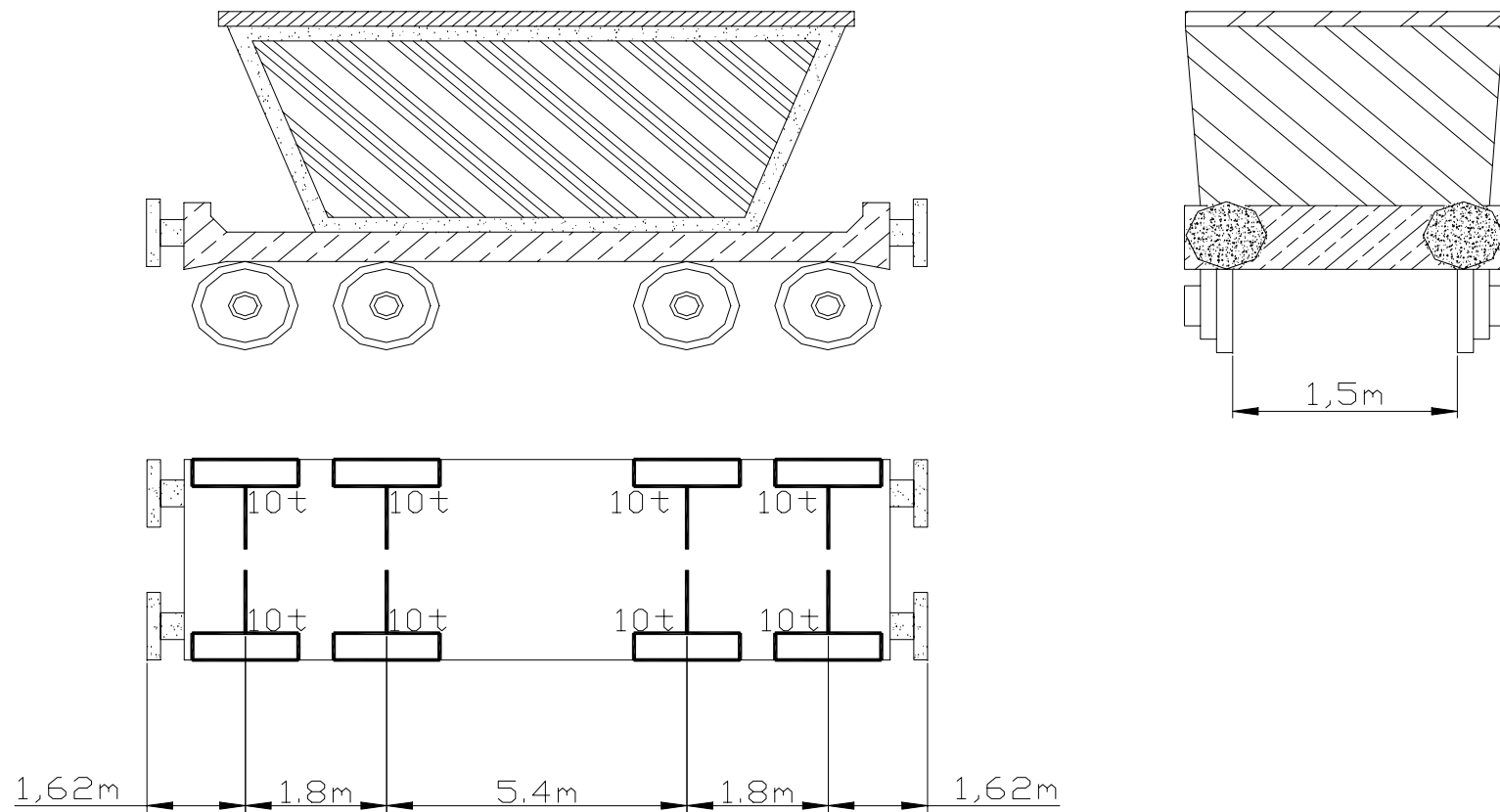
DISPOSICIÓN DE LAS CARGAS DURANTE LA PRUEBA



ESQUEMA DE LA LOCOMOTORA CEDIDA POR EL GIF PARA LAS PRUEBAS DE CARGA



ESQUEMA DE LA TOLVA CEDIDA POR EL GIF PARA LAS PRUEBAS DE CARGA



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 SALILLAS
AV 018/00

INFORME DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

IV. REGISTRO DE MEDIDAS

Prueba de carga de la Estructura : 20PI02

Organismo : GIF



Prueba : **ESTATICA**

Fecha : 25/06/02

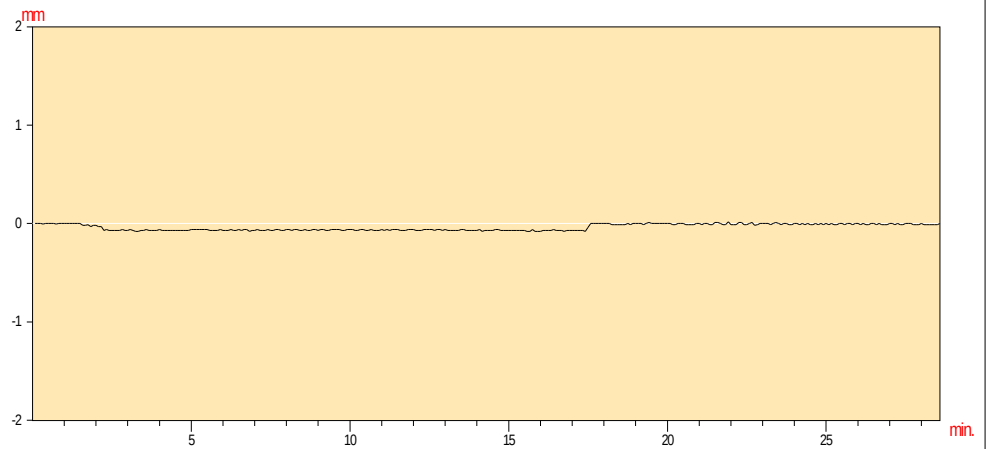
Hora : 12:44:44

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = -0.07

Valor Residual = 0.00

Canal **F1**



Prueba : **ESTATICA**

Fecha : 25/06/02

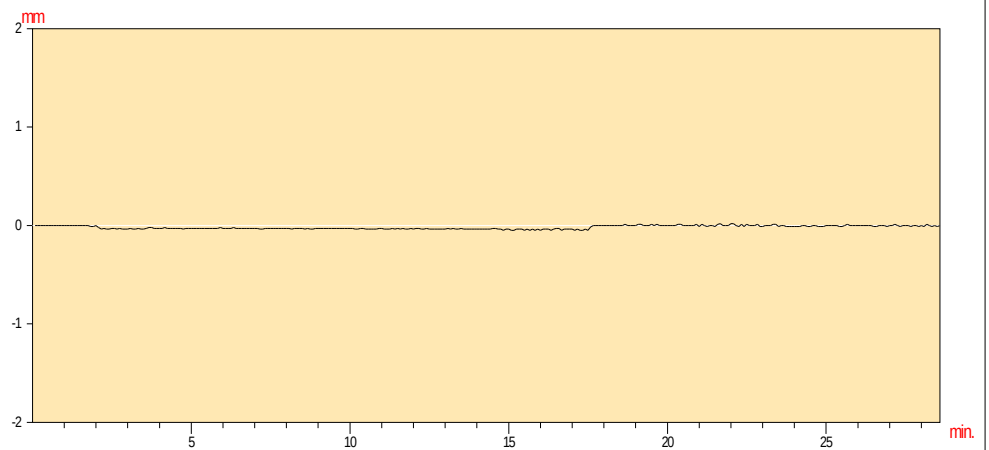
Hora : 12:44:44

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = -0.03

Valor Residual = 0.00

Canal **F2**



Prueba : **ESTATICA**

Fecha : 25/06/02

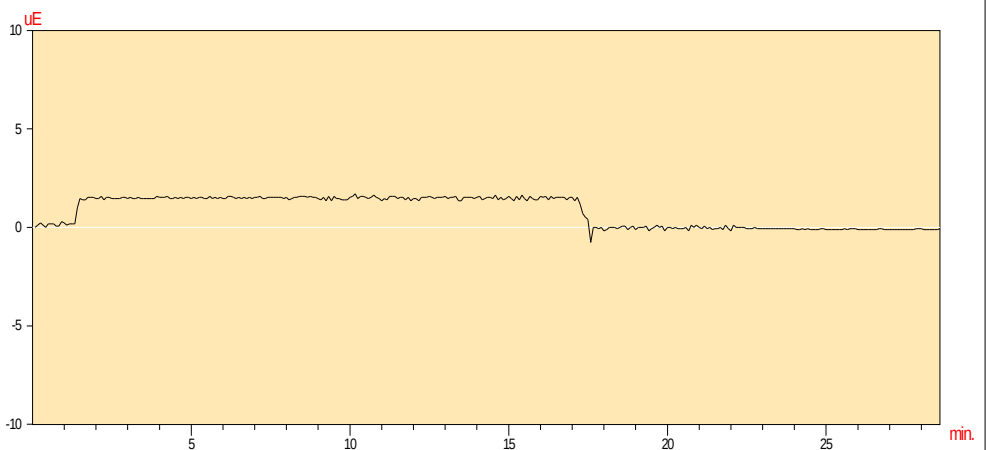
Hora : 12:44:44

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = 1.53

Valor Residual = 0.00

Canal **B1**



Prueba : **ESTATICA**

Fecha : 25/06/02

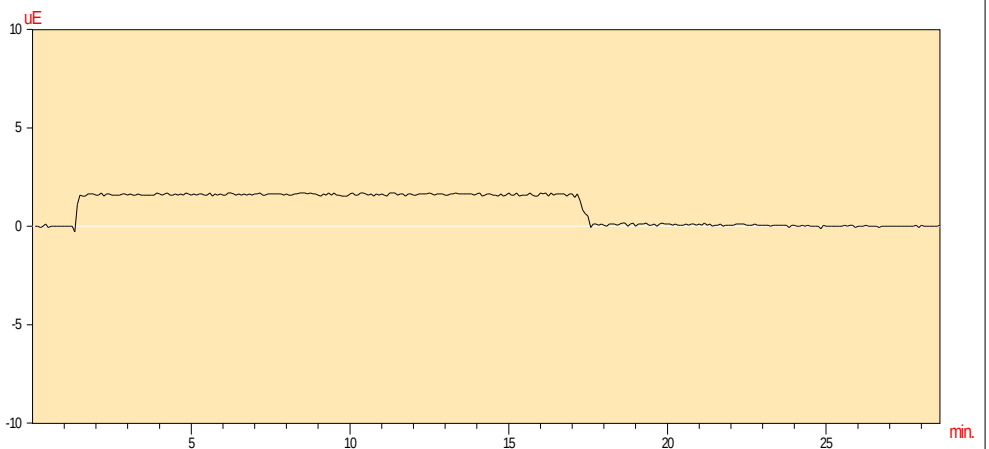
Hora : 12:44:44

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = 1.58

Valor Residual = 0.00

Canal **B2**



Prueba de carga de la Estructura : 20PI02

Organismo : GIF



Prueba : **DINAMICA 5 Km/h**

Fecha : 25/06/02

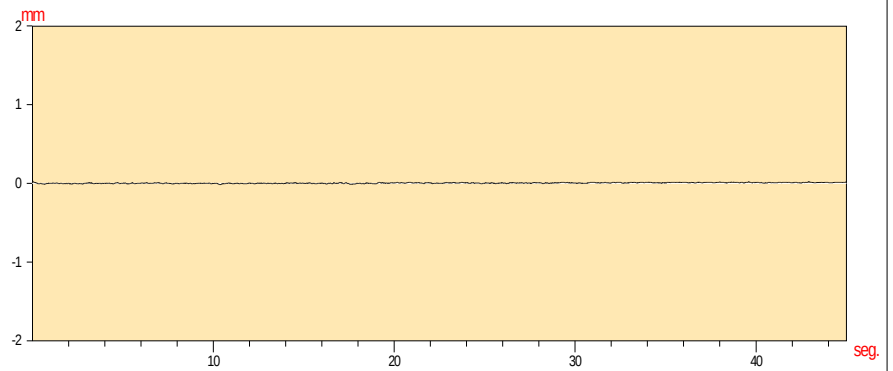
Hora : 13:17:16

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = -0.01

Valor Residual = 0.00

Canal **F2**



Prueba : **DINAMICA 30 Km/h**

Fecha : 25/06/02

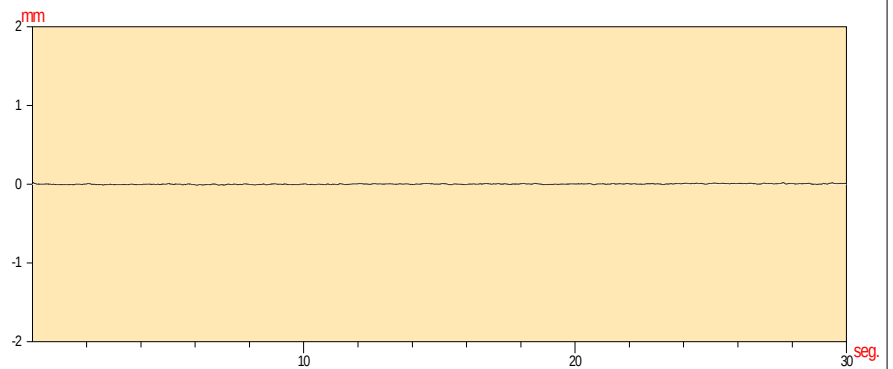
Hora : 13:21:50

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = -0.01

Valor Residual = 0.00

Canal **F2**



Prueba : **DINAMICA 60 Km/h**

Fecha : 25/06/02

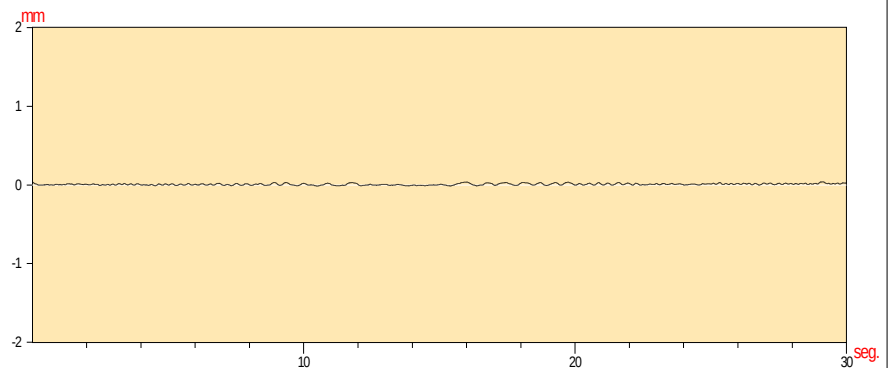
Hora : 13:25:57

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = -0.01

Valor Residual = 0.00

Canal **F2**



Prueba : **DINAMICA 80 Km/h**

Fecha : 25/06/02

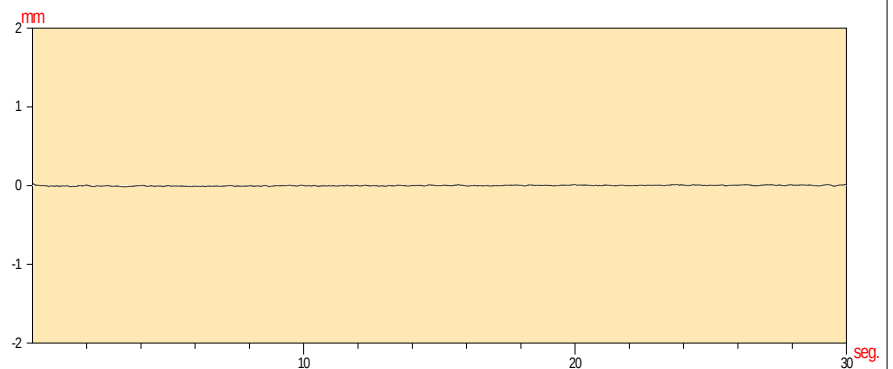
Hora : 13:29:14

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = -0.01

Valor Residual = 0.00

Canal **F2**



Prueba : **FRENADO**

Fecha : 25/06/02

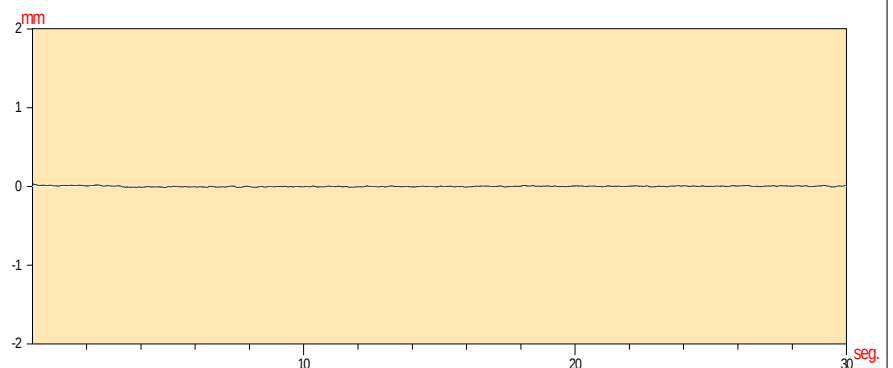
Hora : 13:33:00

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = -0.01

Valor Residual = 0.00

Canal **F2**



Prueba de carga de la Estructura : 20PI02

Organismo : GIF



Prueba : **DINAMICA 5 Km/h**

Fecha : 25/06/02

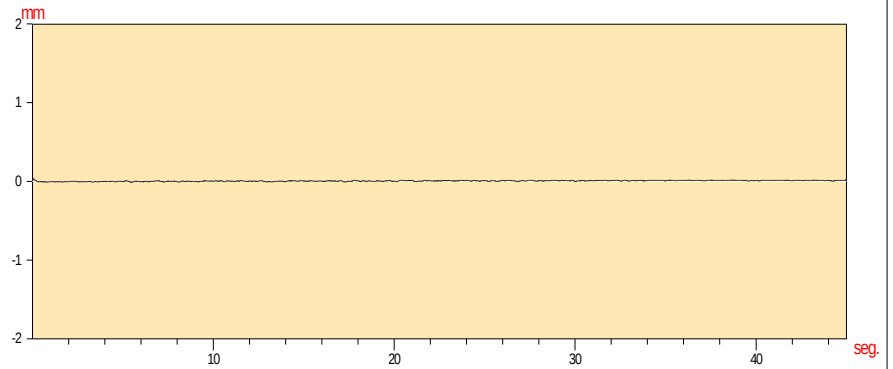
Hora : 13:17:16

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = -0.01

Valor Residual = 0.00

Canal **F1**



Prueba : **DINAMICA 30 Km/h**

Fecha : 25/06/02

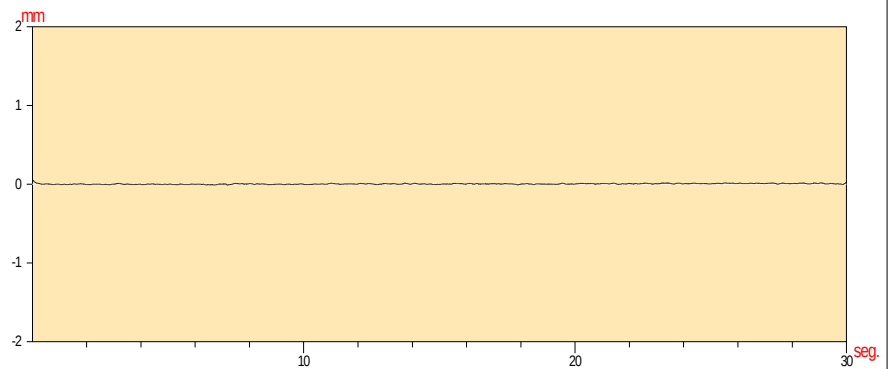
Hora : 13:21:50

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = -0.01

Valor Residual = 0.00

Canal **F1**



Prueba : **DINAMICA 60 Km/h**

Fecha : 25/06/02

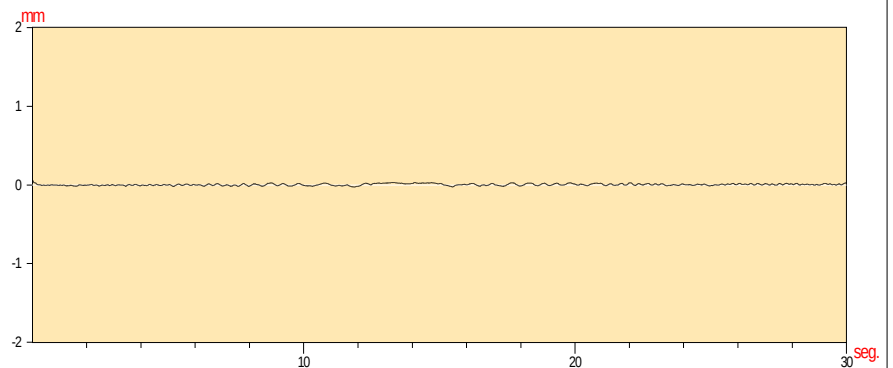
Hora : 13:25:57

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = -0.02

Valor Residual = 0.00

Canal **F1**



Prueba : **DINAMICA 80 Km/h**

Fecha : 25/06/02

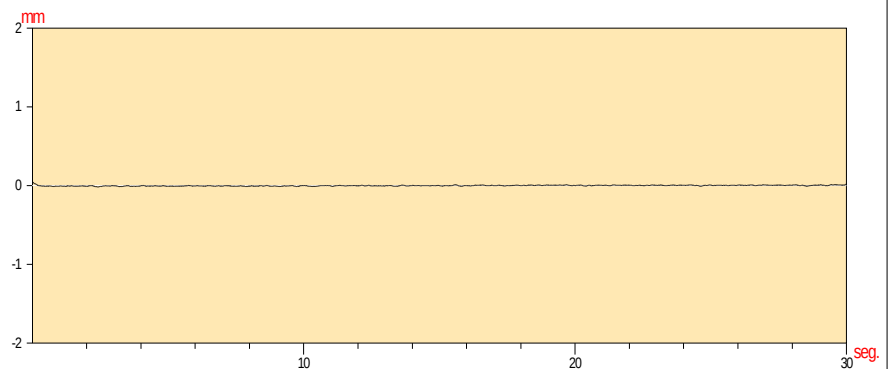
Hora : 13:29:14

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = -0.01

Valor Residual = 0.00

Canal **F1**



Prueba : **FRENADO**

Fecha : 25/06/02

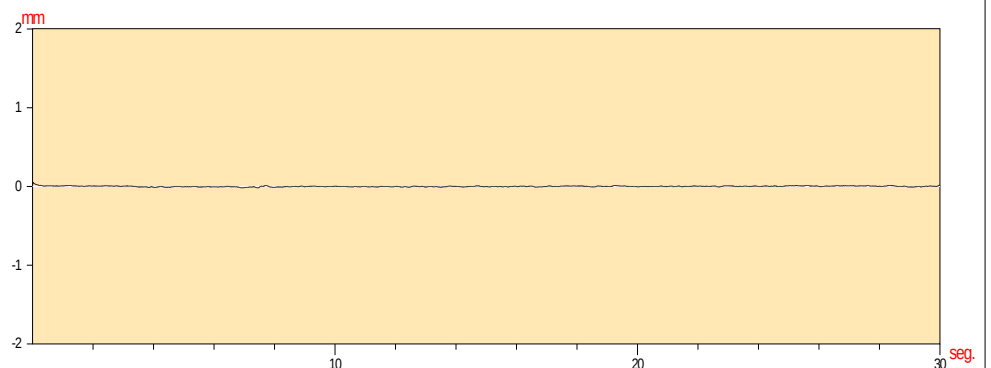
Hora : 13:33:00

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = -0.01

Valor Residual = 0.00

Canal **F1**



Prueba de carga de la Estructura : 20PI02

Organismo : GIF



Prueba : **DINAMICA 5 Km/h**

Fecha : 25/06/02

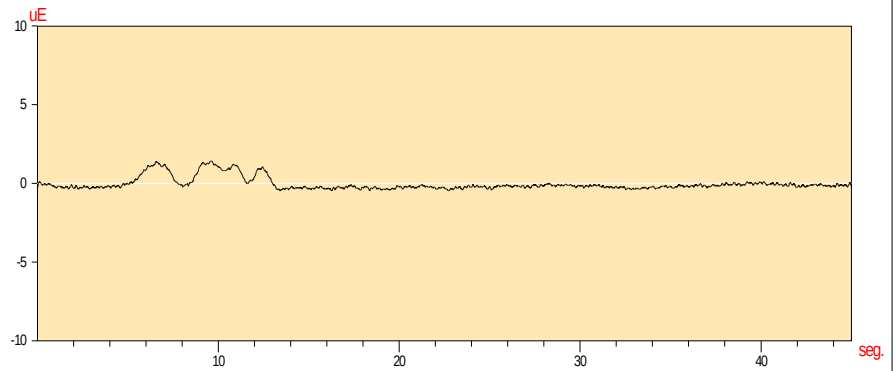
Hora : 13:17:16

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = 1.29

Valor Residual = 0.00

Canal **B1**



Prueba : **DINAMICA 30 Km/h**

Fecha : 25/06/02

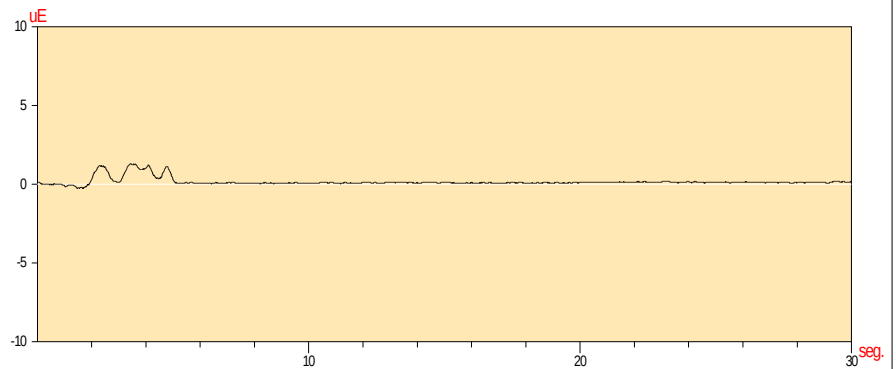
Hora : 13:21:50

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = 1.23

Valor Residual = 0.00

Canal **B1**



Prueba : **DINAMICA 60 Km/h**

Fecha : 25/06/02

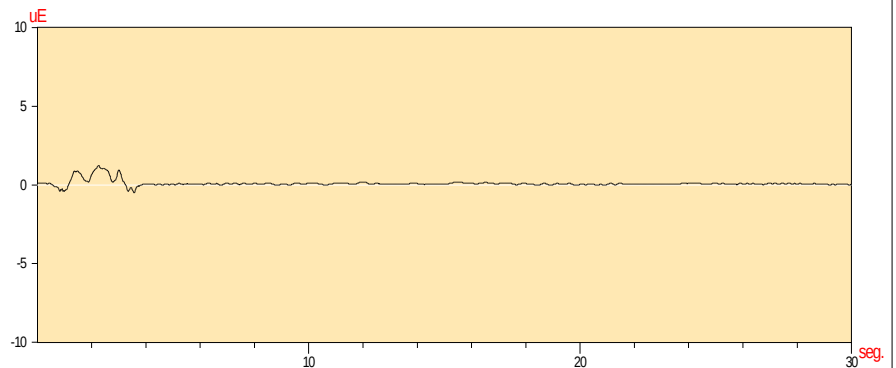
Hora : 13:25:57

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = 1.23

Valor Residual = 0.00

Canal **B1**



Prueba : **DINAMICA 80 Km/h**

Fecha : 25/06/02

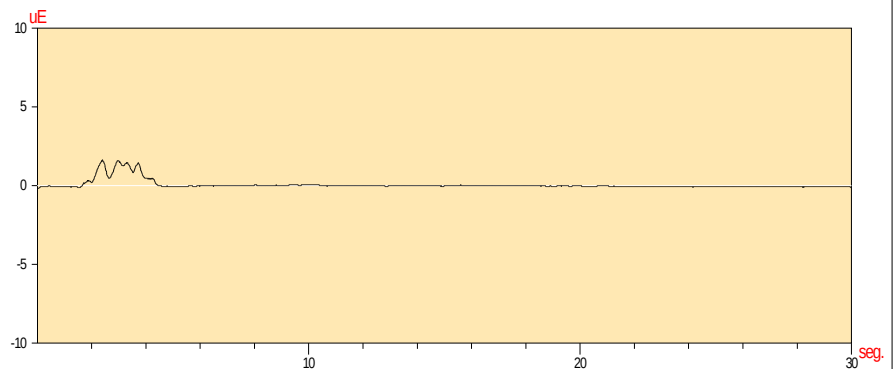
Hora : 13:29:14

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = 1.29

Valor Residual = 0.00

Canal **B1**



Prueba : **FRENADO**

Fecha : 25/06/02

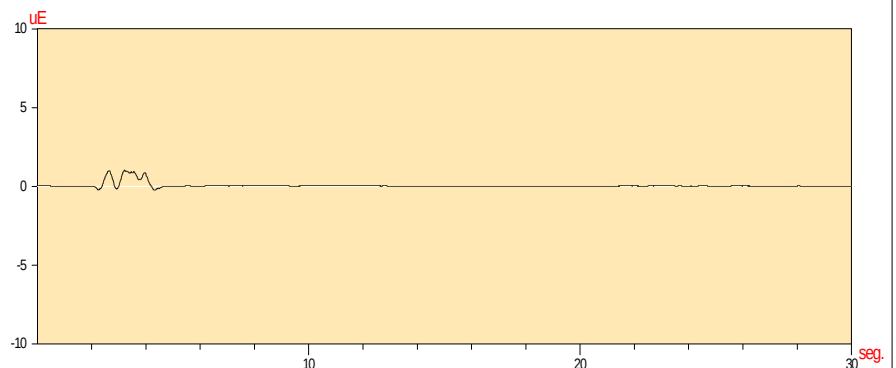
Hora : 13:33:00

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = 0.88

Valor Residual = 0.00

Canal **B1**



Prueba de carga de la Estructura : 20PI02

Organismo : GIF



Prueba : **DINAMICA 5 Km/h**

Fecha : 25/06/02

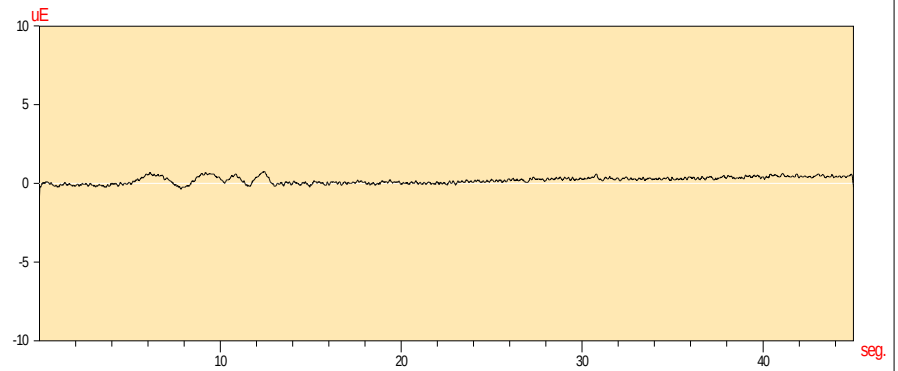
Hora : 13:17:16

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = 0.76

Valor Residual = 0.00

Canal **B2**



Prueba : **DINAMICA 30 Km/h**

Fecha : 25/06/02

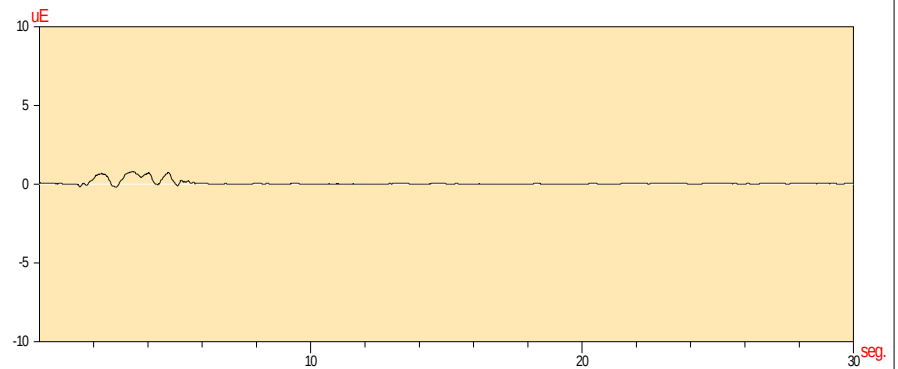
Hora : 13:21:50

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = 0.76

Valor Residual = 0.00

Canal **B2**



Prueba : **DINAMICA 60 Km/h**

Fecha : 25/06/02

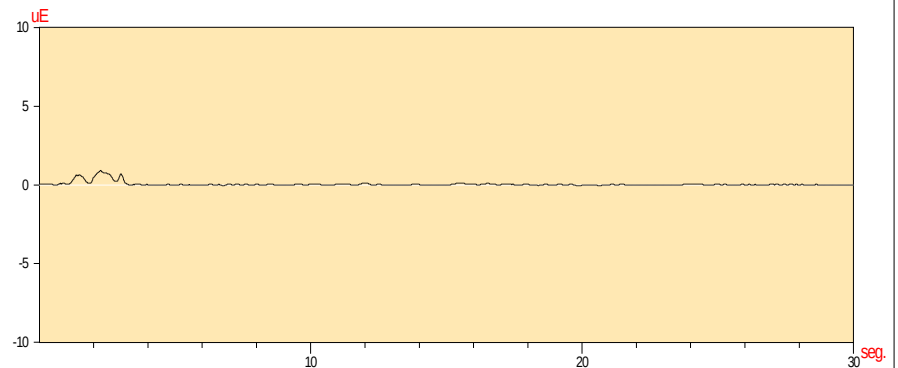
Hora : 13:25:57

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = 0.82

Valor Residual = 0.00

Canal **B2**



Prueba : **DINAMICA 80 Km/h**

Fecha : 25/06/02

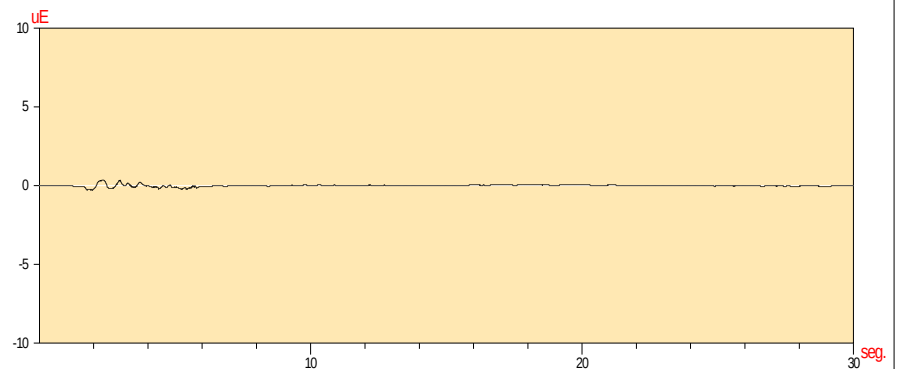
Hora : 13:29:14

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = 0.45

Valor Residual = 0.00

Canal **B2**



Prueba : **FRENADO**

Fecha : 25/06/02

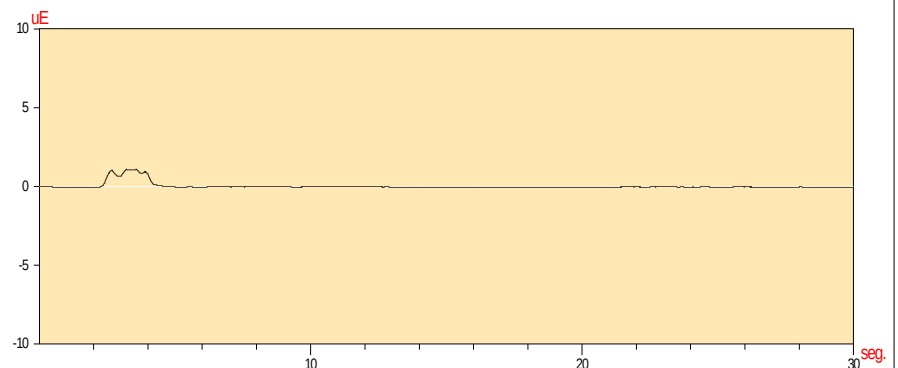
Hora : 13:33:00

Valor Inicial = 0.00

Valor de Prueba = 0.88

Valor Residual = 0.00

Canal **B2**



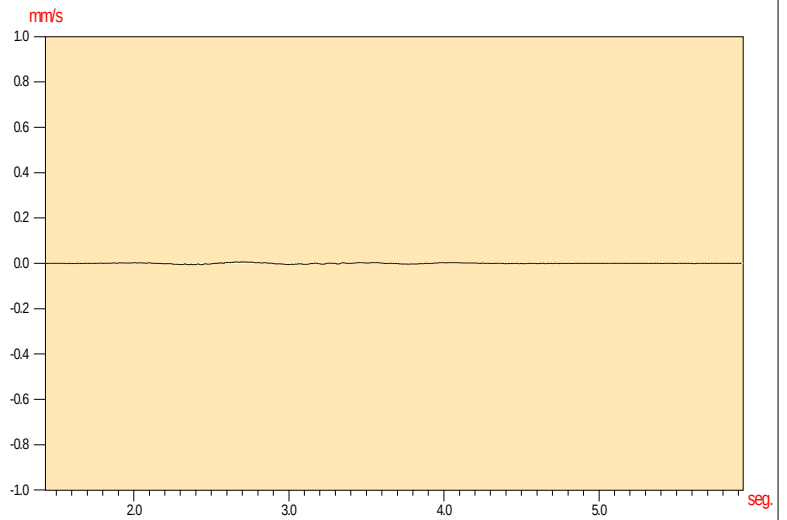
Prueba : DINAMICA 80 Km/h

Fecha : 25/06/02

Hora : 13:29:14

Valor de Prueba = 0.01

Canal GEOFONO



Prueba : DINAMICA 80 Km/h

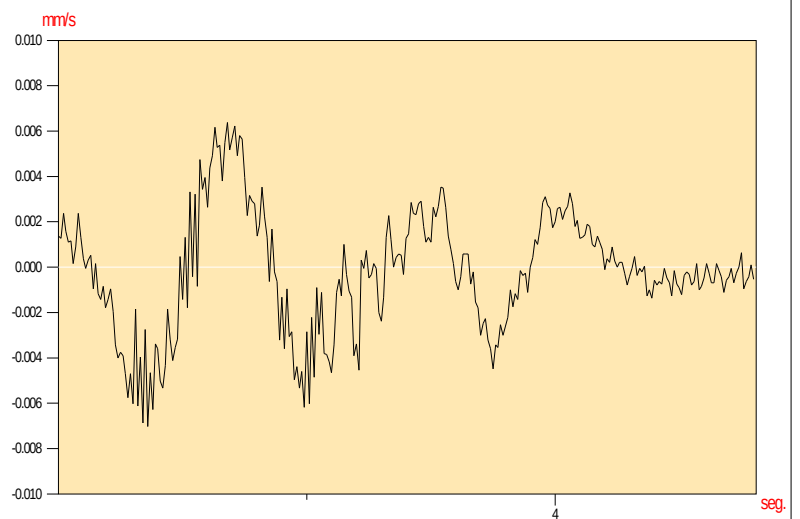
Fecha : 25/06/02

Hora : 13:29:14

Amortiguamiento = 2.1

Indice Amortiguamiento = 0.13

Canal GEOFONO



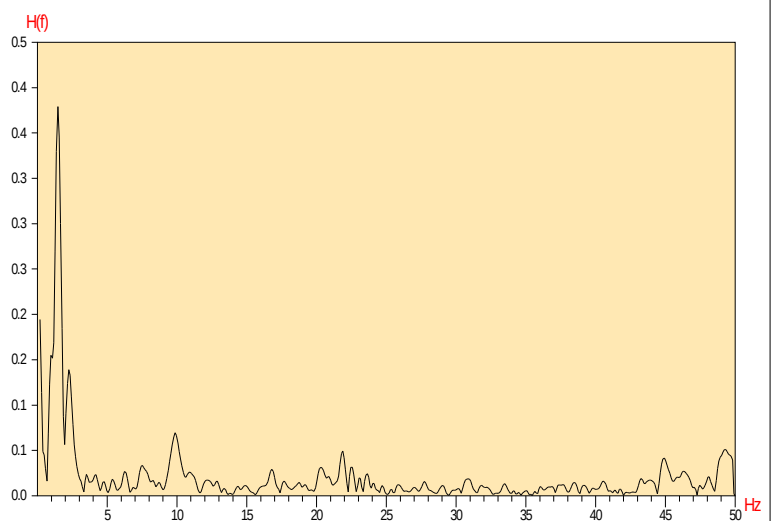
Prueba : DINAMICA 80 Km/h

Fecha : 25/06/02

Hora : 13:29:14

Frecuencia de Vibración = 1.4

Canal GEOFONO



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-FRONTIERA FRANCESA,
TRAMO: MADRID-LLEIDA
BASE DE SALILLAS
AV 018/00

INFORME DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

V. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Alzado derecho



Foto 2: Alzado izquierdo



Foto 3: Vista superior desde entrada (Madrid)



Foto 4: Vista superior desde salida (Zaragoza)



Foto 5: Estribo de entrada (Madrid)



Foto 6: Estribo de salida (Zaragoza)



Foto 9: Vista inferior

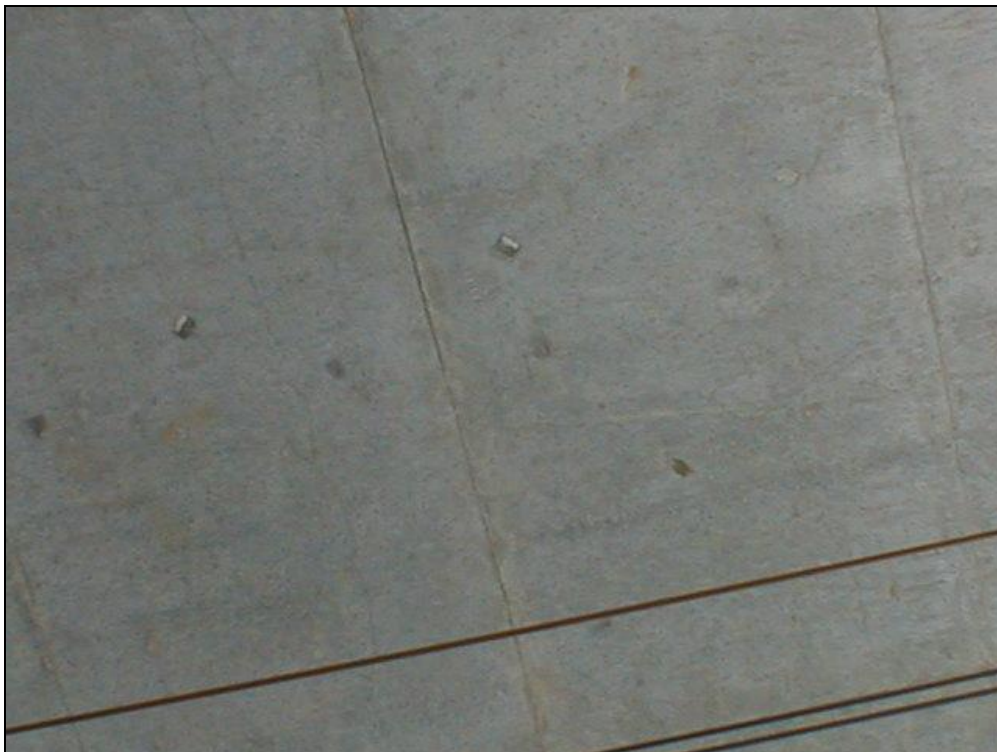


Foto 10: Defecto 1

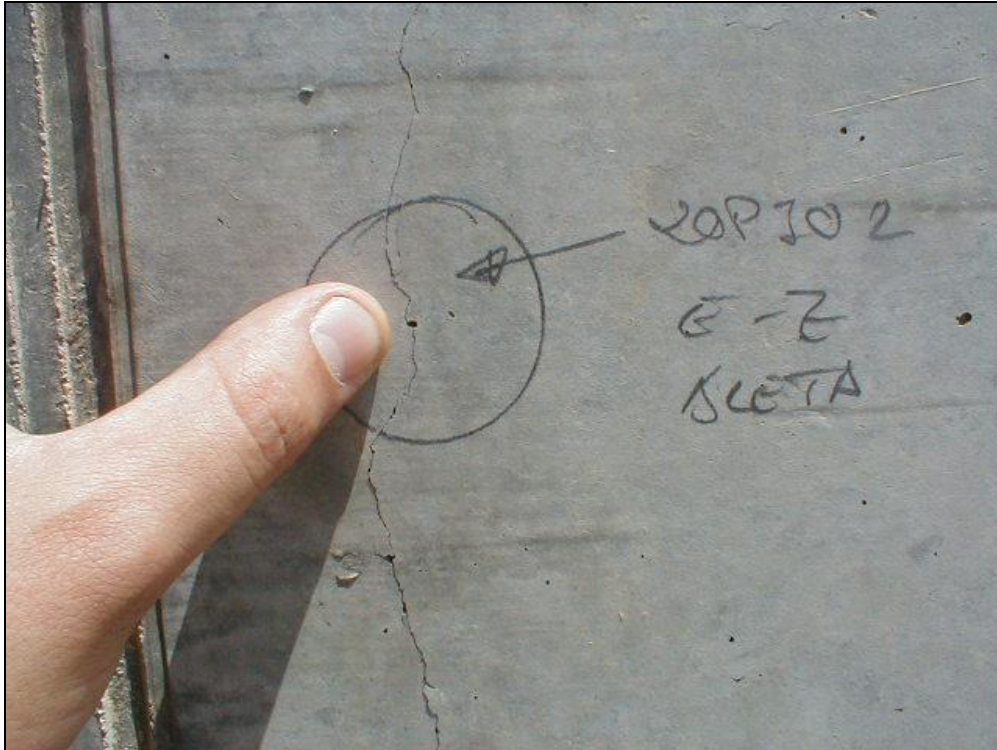


Foto 11: Defecto 2



Foto 12: Defecto 3



Foto 13: Defecto 4

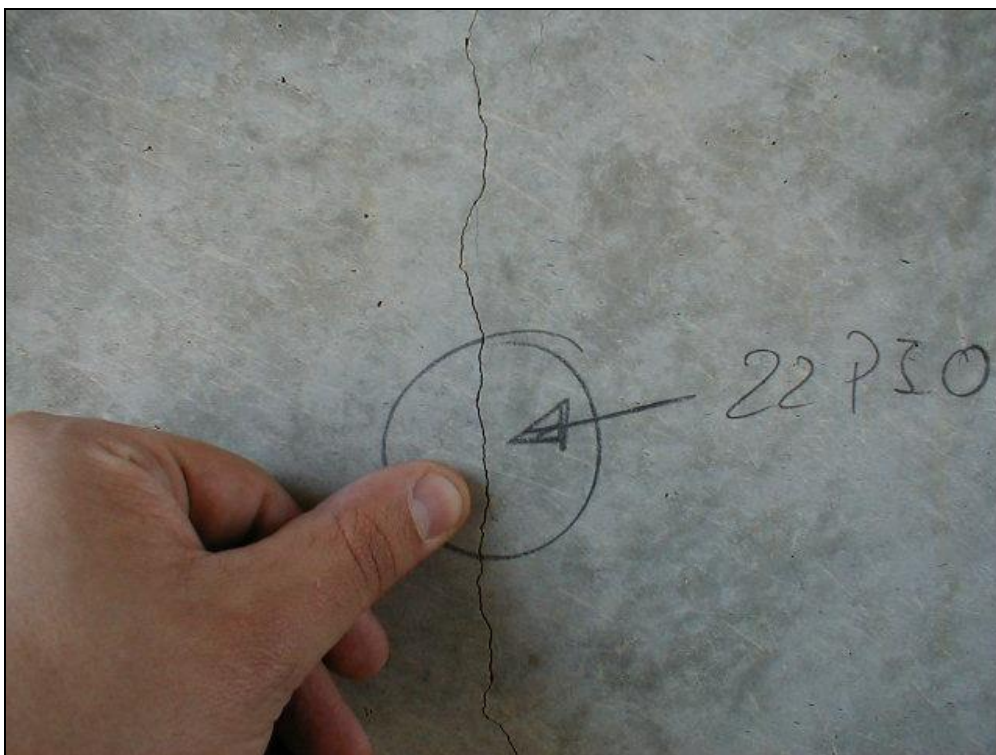


Foto 14: Defecto 5

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 SALILLAS
AV 018/00

INFORME DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

VI. ACTA DE PRUEBA DE CARGA

ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

HIPÓTESIS 1: VANOS 1 Y 3

IDENTIFICACIÓN ESTRUCTURA

LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD	MADRID - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO	MADRID-LLEIDA
P.K.	1420+266.868
IDENTIFICACIÓN INVENTARIO	20PI02
NOMBRE	20VI02
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA	Portico bicelular de hormigón armado.

ASISTENTES

D. RAMIRO MARTÍNEZ-LLOP D. ANTONIO GUTIÉRREZ ABELLA	ORGANISMO EMPRESA G.I.F. OFITECO
--	--

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Temperatura	24.8 °C
Humedad relativa	36 %

INSTRUMENTACIÓN INSTALADA

(según Informe de Prueba de Carga para la Recepción)

	UNIDADES
CONTROL DE FLECHAS	EQUIPO ÓPTICO LASER 0
	TRANSDUCTORES DE DESPLAZAMIENTO 2
GRADO TENSIONAL DE LAS VIGAS	GALGAS EXTENSOMÉTRICAS 2
REGISTRO DE VIBRACIONES	ACELERÓMETROS 1

TRENES DE CARGA UTILIZADOS

	VEHÍCULO	NÚMERO	TIPO	PESO UNITARIO (t)	PESO TOTAL (t)
C1: COMPOSICIÓN UTILIZADA EN VÍA 1 (CIRCULACIÓN LLEIDA - ZARAGOZA)	LOCOMOTORA +	1	SERIE L21	118.0	198.0
	TOLVA	1	COMSA	80.0	
C2: COMPOSICIÓN UTILIZADA EN VÍA 2 (CIRCULACIÓN ZARAGOZA - LLEIDA)	LOCOMOTORA +	1	SERIE L21	118.0	198.0
	TOLVA	1	COMSA	80.0	

SENTIDO CIRCULACIÓN PARA PRUEBAS DINÁMICAS

ZARAGOZA-LÉRIDA

PRUEBAS DE CARGA REALIZADAS

	VELOCIDAD	COMPOSICIÓN UTILIZADA VÍA 1		COMPOSICIÓN UTILIZADA VÍA 2			
		HORA COMIENZO	HORA FINAL	HORA COMIENZO	HORA FINAL		
Prueba estática		C1	19:08	19:43	C2	19:08	19:43

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	Ninguna
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

D. RAMIRO MARTÍNEZ-LLOP
por G.I.F.



D. ANTONIO GUTIÉRREZ ABELLA
por OFITECO

ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

HIPÓTESIS 1

IDENTIFICACIÓN ESTRUCTURA

LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD	LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD
TRAMO	MADRID-LLLEIDA
P.K.	1420+266.868
IDENTIFICACIÓN INVENTARIO	20PI02
NOMBRE	20VI02
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA	Portico bicelular de hormigón armado.

ASISTENTES

D. RAMIRO MARTÍNEZ-LLOP D. ANTONIO GUTIÉRREZ ABELLA	ORGANISMO EMPRESA G.I.F. OFITECO
--	--

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Temperatura	24.80 °C
Humedad relativa	33 %

INSTRUMENTACIÓN INSTALADA

(según Informe de Prueba de Carga para la Recepción)

	UNIDADES
CONTROL DE FLECHAS	EQUIPO ÓPTICO LASER
	TRANSDUCTORES DE DESPLAZAMIENTO
GRADO TENSIONAL DE LAS VIGAS	GALGAS EXTENSOMÉTRICAS
REGISTRO DE VIBRACIONES	ACELERÓMETROS
	1

TRENES DE CARGA UTILIZADOS

	VEHÍCULO	NÚMERO	TIPO	PESO UNITARIO (t)	PESO TOTAL (t)
C1: COMPOSICIÓN UTILIZADA EN VÍA 1 (CIRCULACIÓN ZARAGOZA - MADRID)	LOCOMOTORA	1	SERIE L21	118.0	118.0
SENTIDO CIRCULACIÓN PARA PRUEBAS DINÁMICAS		ZARAGOZA-LÉRIDA			

PRUEBAS DE CARGA REALIZADAS

	VELOCIDAD	COMPOSICIÓN UTILIZADA VÍA 1			COMPOSICIÓN UTILIZADA VÍA 2		
			HORA COMIENZO	HORA FINAL		HORA COMIENZO	HORA FINAL
Prueba estática		C1	12:44	13:15	C2	-	-
Prueba cuasi-estática a	5 km/h	C1	13:17	13:18	C2	-	-
D-2	30 km/h	C1	13:21	13:22	C2	-	-
D-3	60 km/h	C1	13:25	13:26	C2	-	-
D-4	80 km/h	C1	13:29	13:30	C2	-	-
Prueba de frenado a máxima velocidad D-5	80 km/h	C1	13:33	13:34	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	Ninguna
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

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 SALILLAS
AV 018/00

INFORME DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

VII. FICHA DE SEGUIMIENTO

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

SITUACIÓN DE LOS ARCHIVOS	La información de cada estructura en una carpeta con el nombre del ID (Identificador de la estructura). Por ej. "D:\28VI31\"
NOMBRE DEL ARCHIVO DE LA INSPECCIÓN	El ID (Identificador de la estructura). Por ej. "28VI31.xls" dentro de la carpeta "D:\28VI31\", es decir, "D:\28VI31\28VI31.xls"
PARA TODAS LAS HOJAS	Si no existe la opción deseada añadirla en observaciones. Si no existe el concepto a puntuar dejarlo en blanco.
HOJA DE IDENTIFICACIÓN	Indicar que PK's se utilizan
PUNTUACIONES ESTADO:	
Blanco: No existen elementos	No se rellena porque no existe el elemento. Por ej. No hay pilas. No se rellena la hoja
0: No existen	No existe defecto
1: Defectos con incidencia en la estética	Defectos sin casi consecuencias, con prácticamente exclusiva incidencia en la estética
2: Defectos con riesgo de evolución patológica	Defectos que indican que la estructura pudiera correr el riesgo de tener una evolución patológica
3: Defectos inicio evolución patológica	Defectos que indican el comienzo de una evolución patológica
4: Defectos con evolución patológica	Defectos que indican que una evolución patológica se está produciendo
5: Defectos con modificación del comportamiento	Defectos que se pueden traducir en una modificación del comportamiento de la estructura, o de parte de la misma, aunque aún pueda permanecer en servicio
FOTOGRAFÍAS	En formato JPG con calidad y menor tamaño posible. Color verdadero de 640x480. Tamaño comprimido recomendado menor de 50 KB. El nombre de la fotografía será el de la estructura y un número de 2 dígitos em pezando en 01. Por ej. 28VI3101.jpg, 28VI3102.jpg, 28VI3103.jpg, etc. Se incorporarán en la carpeta de la inspección cuyo nombre será el de la estructura "D:\28VI31\", es decir, "D:\28VI31\28VI3101.jpg", "D:\28VI31\28VI3102.jpg", "D:\28VI31\28VI3103.jpg", etc.

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

IDENTIFICACIÓN

ID (Identificador de la estructura)	20PI02	
P.K. INICIAL (sentido Madrid-Barcelona)	2+561,616	
P.K. FINAL (sentido Madrid-Barcelona)	2+578,116	
TIPO	Puente (10 m < luz <= 50 m)	▼
SUBTRAMO	RICLA-ZARAGOZA: XIV	▼
FECHA DE LA INSPECCIÓN	07/05/2002	
OBSERVACIONES		



GIF

Gestor de
Infraestructuras
Ferroviarias



INSPECCIONES ESTRUCTURAS

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

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

20PI02
07/05/2002

DATOS GENERALES

NOMBRE	20PI02	
TIPOLOGÍA GENERAL	PÓRTICO	▼
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA CONTINUA	▼
Nº DE VÍAS	1	
VELOCIDAD MÁXIMA (km/h)	350	
TIPO DE ACCESO	VEHÍCULO AUTOMOVIL	▼
OBSTÁCULO SALVADO	FERROCARRIL	▼
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)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

20PI02
07/05/2002

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

LONGITUD TOTAL (m)	16.50	
Nº DE VANOS	2	
LONGITUD MEDIA DEL VANO (m)	8.00	
LUZ DE CADA VANO (m)	1X6,5+1X9,5	
ALTURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)		
ANCHURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	16.50	
ALTURA MÁXIMA DE PILAS (m)		
ANCHURA MÁXIMA DE PILAS (m)		
ESPESOR MÁXIMO DE PILAS (m)		
GÁLIBO INFERIOR (m)	6.65	
ANCHURA MÁXIMA DE TRAMOS (m)		
CANTO MÁXIMO DE TRAMOS EN CENTRO DE VANOS (m)		
Nº DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN EL TRAMO		
SEPARACIÓN ENTRE ELEMENTOS PRINCIPALES (m)		
CANTO DE ELEMENTOS PRINCIPALES		▼
CANTO MÁXIMO DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN CENTRO DE VANOS (m)		
GÁLIBO IZQUIERDO (m)	7.35	
GÁLIBO DERECHO (m)	7.10	
ENTREVÍA (m)	UNA SOLA VIA	
TRAZADO DE VÍA EN PLANTA (m)	CURVA	▼
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-FRONTIERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

20PI02
07/05/2002

MATERIALES

MATERIAL CONSTITUYENTE

HORMIGÓN EN MASA O ARMADO

TRAMOS

TIPOLOGÍA DE TRAMOS

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL DE TRAMOS

MATERIAL EN TRAMOS

IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURA DE TRAMOS

ELEMENTOS DE DRENAJE EN TRAMOS

ESTRIBOS

TIPOLOGÍA DE ESTRIBOS

MURO FRONTAL Y ALETAS

MATERIAL BASE EN ESTRIBOS

PROTECCIÓN EN PIE DE ESTRIBOS

TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN ESTRIBOS

MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE ESTRIBOS

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

OBSERVACIONES



GIF

Gestor de
Infraestructuras
Ferroviarias



INSPECCIONES ESTRUCTURAS

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

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

20PI02
07/05/2002

ESTADO ACTUAL ESTRIBOS

Punzonado bajo apoyos		▼
Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas		▼
Golpes y roturas		▼
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

2: Defectos con riesgo de evolución patológica





GIF

Gestor de
Infraestructuras
Ferroviarias



INSPECCIONES ESTRUCTURAS

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

ID (Identificador de la estructura)

20PI02

FECHA DE LA INSPECCIÓN

07/05/2002

ESTADO ACTUAL ALETAS O MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO

Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas		▼
Golpes y roturas		▼
Fisuras y grietas		▼
Coqueras y nidos de grava	2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼
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





GIF

Gestor de
Infraestructuras
Ferroviarias



INSPECCIONES ESTRUCTURAS

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

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

20PI02
07/05/2002

ESTADO ACTUAL PILAS

Punzonado bajo apoyos		▼
Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas		▼
Golpes y roturas		▼
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		▼
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

2: Defectos con riesgo de evolución patológica





Gestor de
Infraestructuras
Ferroviarias



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

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

20PI02
07/05/2002

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

0: No existen



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

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

20PI02
07/05/2002

ESTADO ACTUAL ESTRUCTURA DE TRAMOS

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	▼
Fisuras y grietas transversales losas	▼
Fisuras y grietas verticales losas	▼
Fisuras y grietas longitudinales en alas superiores vigas	▼
Fisuras y grietas transversales en alas superiores vigas	▼
Fisuras y grietas longitudinales conexión alas-alma	▼
Fisuras y grietas transversales alma vigas	▼
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	▼
Juntas transversales degradadas	▼
Vegetación aflorando	▼
Vegetación adosada	▼

OBSERVACIONES ESTRUCTURA DE TRAMOS

ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS

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

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

20PI02
07/05/2002

ESTADO ACTUAL RESTO DE ELEMENTOS

Impermeabilización		▼
Drenaje longitudinal		▼
Drenaje transversal		▼
Muretes guardabalasto		▼
Juntas de dilatación		▼
Juntas de longitudinales		▼
Conducciones y canaletas		▼
Anclajes de postes		▼
Barandillas		▼

OBSERVACIONES RESTO DE ELEMENTOS

ESTADO GENERAL RESTO DE ELEMENTOS



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

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

20PI02
07/05/2002

ESTADO ACTUAL

ESTADO GENERAL

ESTADO GENERAL ESTIBOS

ESTADO GENERAL ALETAS

ESTADO GENERAL PILAS

ESTADO GENERAL APARATOS DE APOYO

ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS

ESTADO GENERAL RESTO DE ELEMENTOS

2: Defectos con riesgo de evolución patológica



2: Defectos con riesgo de evolución patológica

2: Defectos con riesgo de evolución patológica

2: Defectos con riesgo de evolución patológica

0: No existen

OBSERVACIONES

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

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

20PI02
07/05/2002

IDENTIFICACIÓN ARCHIVOS FOTOGRÁFICOS **NOMBRE ARCHIVO**

FOTOGRAFÍA Nº 1	ALZADO DERECHO	▼	
FOTOGRAFÍA Nº 2	ALZADO IZQUIERDO	▼	
FOTOGRAFÍA Nº 3	VISTA SUPERIOR DESDE ENTRADA	▼	
FOTOGRAFÍA Nº 4	VISTA SUPERIOR DESDE SALIDA	▼	
FOTOGRAFÍA Nº 5	ESTRIBO DE ENTRADA	▼	
FOTOGRAFÍA Nº 6	ESTRIBO DE SALIDA	▼	
FOTOGRAFÍA Nº 7	VISTA INFERIOR	▼	
FOTOGRAFÍA Nº 8	A DEFINIR 8	▼	DEFECTO 1
FOTOGRAFÍA Nº 9	A DEFINIR 9	▼	DEFECTO 2
FOTOGRAFÍA Nº 10	A DEFINIR 10	▼	DEFECTO 3
FOTOGRAFÍA Nº 11	A DEFINIR 11	▼	DEFECTO 4
FOTOGRAFÍA Nº 12		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 13		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 14		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 15		▼	

OBSERVACIONES

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-FRONTIERA FRANCESA,
TRAMO: MADRID-LLEIDA
BASE DE SALILLAS
AV 018/00

INFORME DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20PI02

VIII. PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA