GIF
Gestor de Infraestructuras Ferroviarias

ofiteco

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
20VI02LAV

NORMALIZADO POR INECO

ABRIL de 2003

UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN

INFORME DE RESULTADOS PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20VI02 L.A.V.

IFIS/04.03/026

UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA
DE LA ESTRUCTURA 20VI02 L.A.V.

IFIS/04.03/026

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....4
2. OBJETO.....5
3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA. 6
4. INSPECCIÓN PRELIMINAR.....8
4.1. INSPECCIÓN PRELIMINAR Y CUMPLIMENTACIÓN DE LA FICHA DE SEGUIMIENTO.....8
5. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA. 9
6. PLAN DE PRUEBAS. 10
6.1. ACCIONES REPRODUCIDAS. 10
6.1.1. Pruebas estáticas. 11
6.1.2. Pruebas dinámicas. 13
6.2. EQUIPOS DE MEDIDA.....15
6.2.1. Parámetros de control.....15
6.2.2. Sensores.....15
6.2.3. Puntos de medida.....17

6.2.4. Unidad de adquisición.....17
6.2.5. Equipos auxiliares. 24
6.3. PREVISION DE RESULTADOS. 25

7. PRUEBA DE CARGA. 27
7.1. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO. 27
7.2. RESULTADOS OBTENIDOS. 30

8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....31
8.1. PRUEBAS ESTÁTICAS. 32
8.2. PRUEBAS DINÁMICAS. 37

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 44

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 LA 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: 20VI02 L.A.V. 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 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

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 las estructura que nos ocupa, podemos agruparlas en las siguientes fases:

- Inspección preliminar: Realizada el día 21 de Mayo de 2002.
- Análisis del Proyecto de la estructura y realización del Proyecto de Prueba de Carga.
- Realización de la Prueba de Carga: Durante el 26 de junio de 2002.
- Análisis de resultados y realización del Informe Final.

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.

La estructura objeto de la prueba, 20VI02 L.A.V., pertenece a la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa, Tramo: Madrid-Lleida, Base de Salillas.

Dicha estructura es un puente de planta recta constituido por un tablero hiperestático de tres (3) vanos, de las siguientes características:

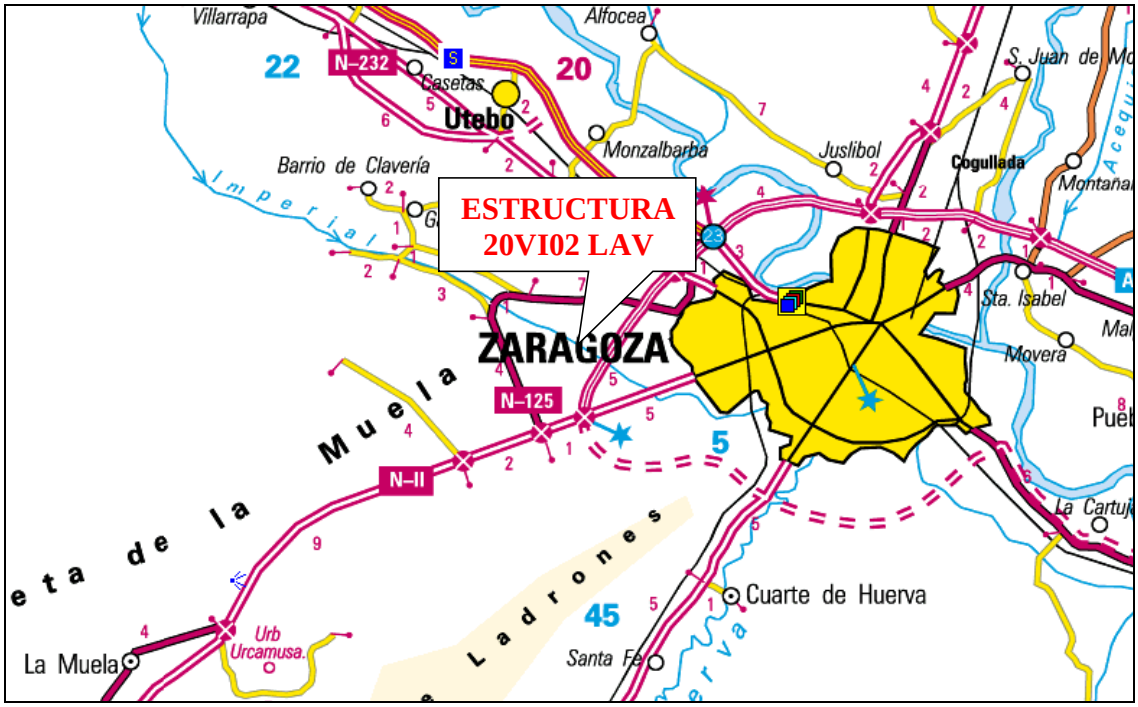
Vano	Luz de cálculo (m)	Ancho del Tablero (m)	Sección
V-1	7.20	14.225	Losa aligerada de 0.60 m de canto
V-2	21.00	14.225	Losa aligerada de 1.20 m de canto
V-3	7.20	14.225	Losa aligerada de 0.60 m de canto

Directamente sobre ésta viga cajón se encuentra situado el balasto, las vías, las barandillas de protección y la catenaria.

El tablero apoya sobre dos (2) estribos cerrados de hormigón armado cimentados superficialmente y sobre dos (2) apoyos intermedios constituidos por una pantalla de 6.00 x 0.90 m, cimentada también superficialmente.

El apoyo del tablero tanto en estribos como en pilas se realiza a través de aparatos de apoyo tipo POT, fijos o unidireccionales según el caso.

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



CROQUIS DE SITUACIÓN DE LA ESTRUCTURA 20VI02 LAV

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 derecha de dicha estructura.

4. INSPECCIÓN PRELIMINAR

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. Félix Méndez, Andrés López e Ignacio Granell. Dicha inspección se efectuó en fecha 21 de Mayo 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.

Asimismo, se comprobó que la estructura no presentaba daños, defectos ni aspectos anómalos de carácter estructural de importancia.

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. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA.

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 realizado 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 las Instrucciones 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 PRUEBAS.

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 dos (2) locomotoras y dos (2) tolvas cargadas con balasto.

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 dos (2) locomotoras y dos (2) tolvas cargadas con balasto, 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 cuatro (4) hipótesis de sobrecarga de tipo estático para cada tres (3) vanos, 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 realizarán un total de cuatro (2) pruebas estáticas, una por cada hipótesis, 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, y en cada una de las pruebas, 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.

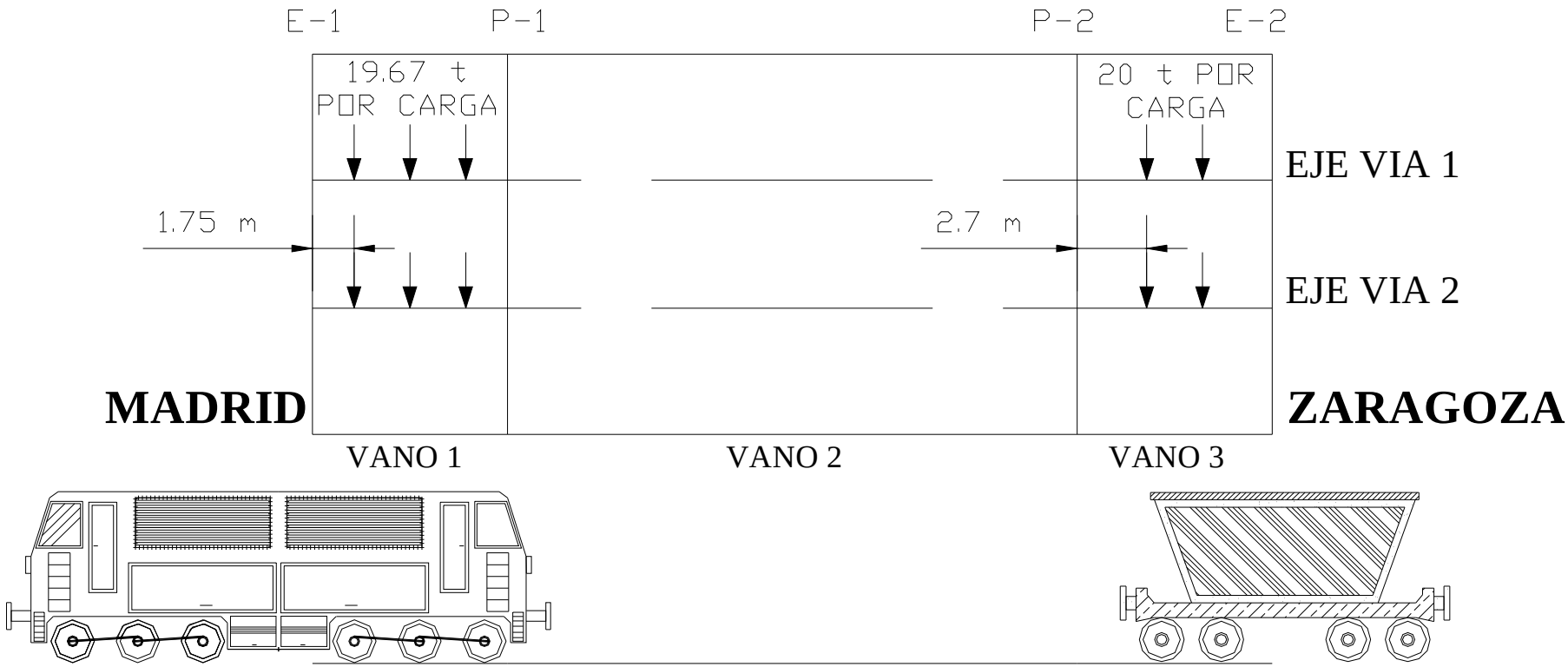
Dichas pruebas estáticas se realizaron sobre los tres (3) vanos de la estructura, con una sobrecarga materializada por los siguientes elementos:

Hipótesis	Vano	Vías	Sobrecarga
E-1	V-1	1 Y 2	Tolva
	V-2	1 Y 2	Sin carga
	V-3	1 Y 2	Locomotora
E-2	V-2	1 Y 2	Locomotora

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

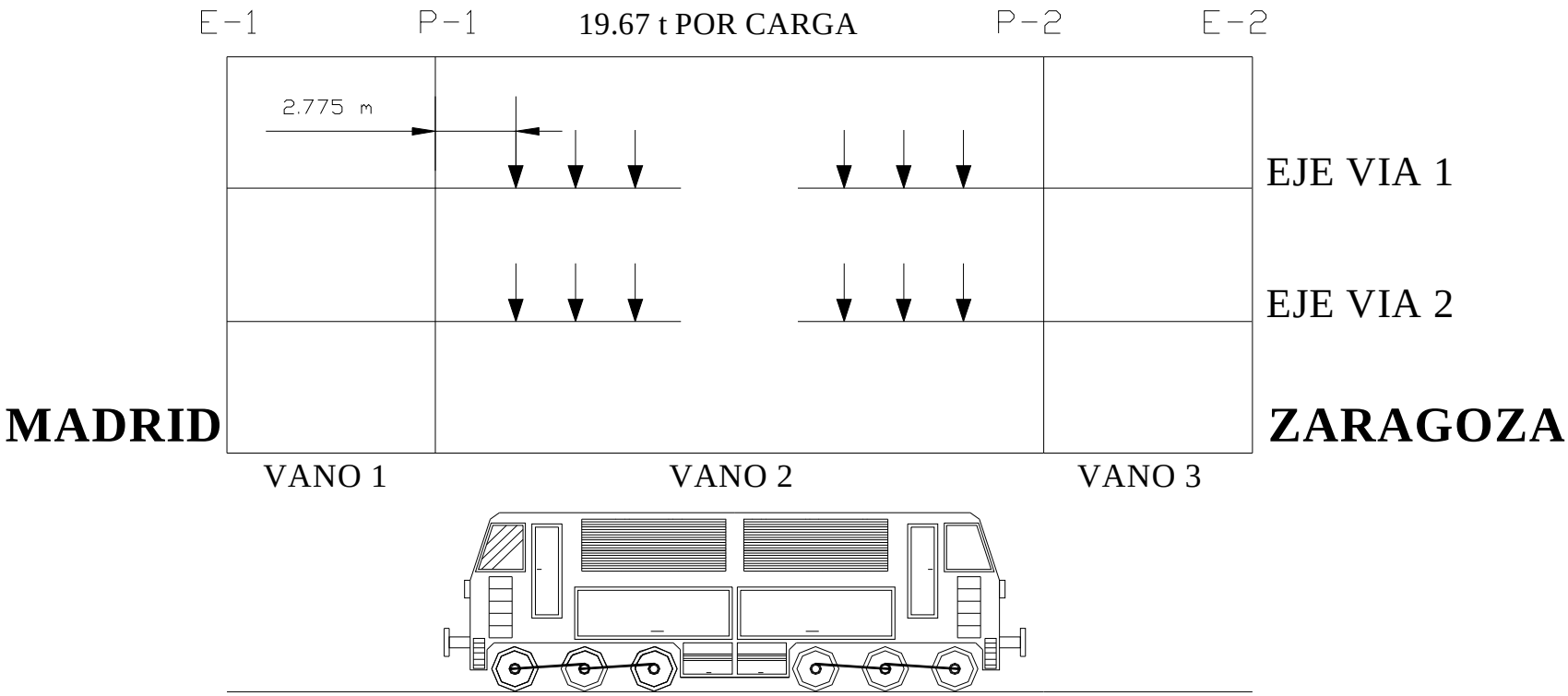
PRUEBA DE CARGA SOBRE LA ESTRUCTURA 20VI02-LAV

DISPOSICIÓN DE LAS CARGAS EN LOS VANOS 1 Y 3



PRUEBA DE CARGA SOBRE LA ESTRUCTURA 20VI02-LAV

DISPOSICIÓN DE LAS CARGAS EN EL VANO 2



6.1.2. Pruebas dinámicas.

En cada vano, a continuación de la correspondiente prueba estática, se realizarán cuatro (4) 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 Km/h).
- **Prueba D-2:** Prueba a baja velocidad (V = 30 Km/h).
- **Prueba D-3:** Prueba a velocidad media (V = 60 Km/h).
- **Prueba D-4:** Prueba a máxima velocidad (V = 80 Km/h).
- **Prueba D-5:** Prueba de frenado a máxima velocidad (V = 80 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/cm^2
I = Inercia sección transversal en cm^4
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/m^2
I = Inercia sección transversal en m^4
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 inferior de la frecuencia, ya que no tienen en cuenta muchos aspectos que rigidizan la estructura y llevarían a 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 y cuartos de los vanos 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%
- Para el control de flechas verticales en los apoyos de los tableros se utilizaron los mismos sensores lineales potenciométricos de desplaza-

miento y salida 4:20 mA, montados sobre unos angulares metálicos y palpando directamente sobre las vigas. El rango de medida es también de 50 mm con una precisión del 0.1%

- Como EQUIPO ESTATICO Y DINAMICO para medición de flechas sin conexión física con el terreno bajo el tablero, se utilizó un SISTEMA OPTICO DE ÚLTIMA GENERACIÓN BASADO EN LASER DOPPLER, modelo OFV-3001 de POLYTEC.

- La medición de las deformaciones unitarias se realizo mediante bandas extensométricas directamente adheridas al hormigón, en la fibra inferior de la viga y según la dirección longitudinal de la misma.

- El control de vibraciones se realizó mediante geófonos verticales situados en la sección media del tablero en cada vano.

- Por último, como medidas auxiliares, se realizo un control continuo de los parámetros metereológicos 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 ºC.
  - Coeficiente térmico: +/- 400 ppm/ºC.
  - 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 poliester.
- 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 ºC a 95ºC.
- 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 unidirecionales 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 ºC.

Unidades disponibles: Actualmente, OFITECO dispone en su inmovilizado 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 –20ºC y 80ºC, y precisión de 0.1ºC.
  - 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 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.

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:

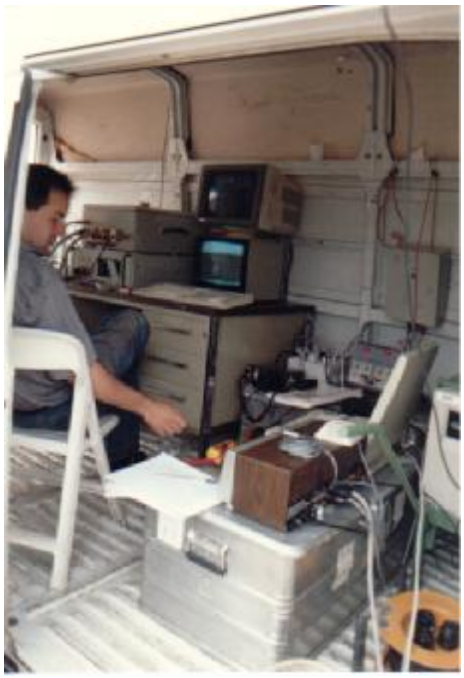
Los datos almacenados se pueden tratar de forma inmediata para obtener:

- 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 potenció-metros 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 conversora 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 monocanal de 2.5 m.
  - 5 Uds monocanal de 5 m.
  - 5 Uds monocanal de 10 m.
  - 30 Uds monocanal de 25 m.
  - 15 Uds monocanal 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			Geófonos	Laser
	Apoyos	¼ Lc	½ Lc	¾ Lc	¼ Lc	½ Lc	¾ Lc		
1	1	0	2	0	0	2	0	0	0
2	1	0	2	0	2	2	0	1	0
3	0	0	2	0	0	2	0	0	0
Parciales	2	2	4	0	2	6	0	1	0
Totales	8				8			1	0

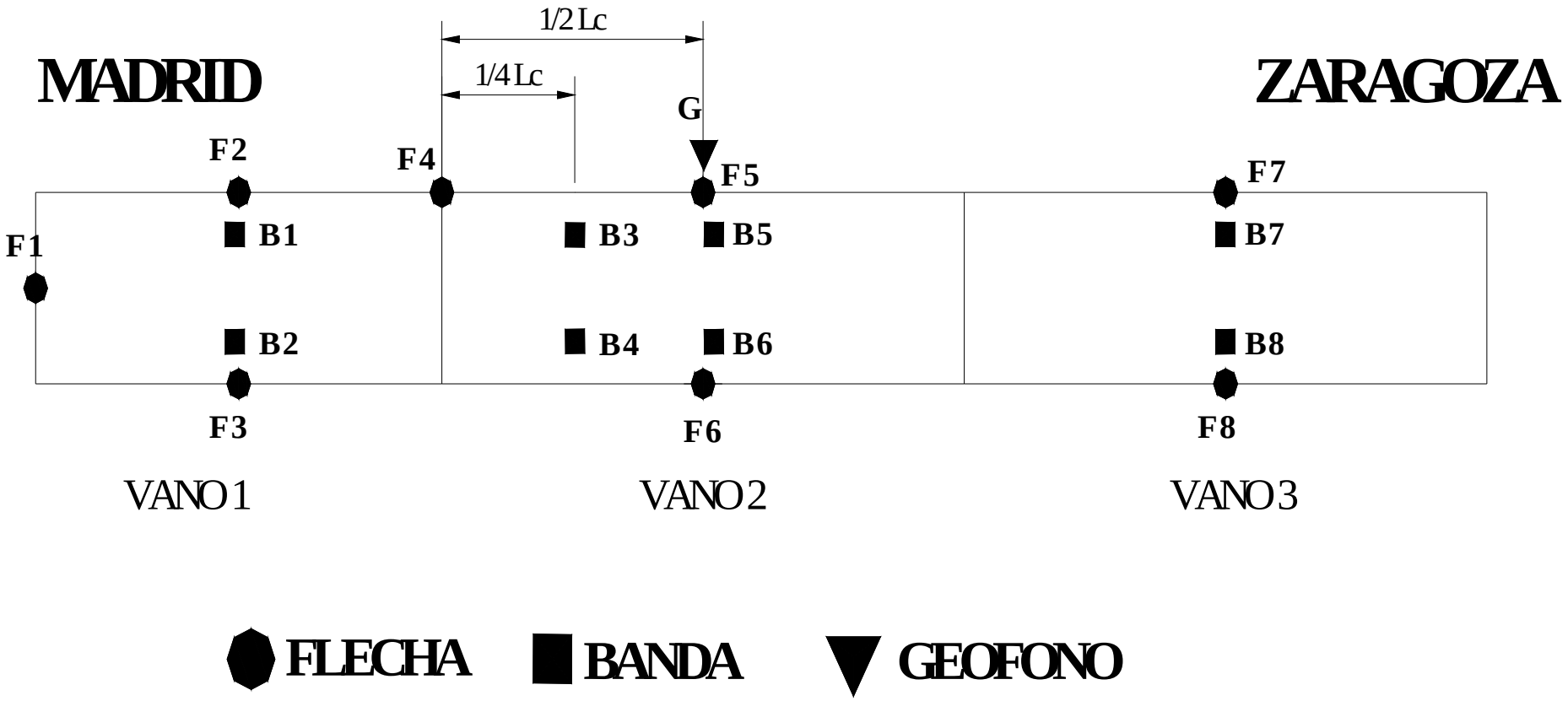
6.2.4. Unidad de adquisición.

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).

PRUEBA DE CARGA SOBRE LA ESTRUCTURA 20VI02-LAV

DISPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA



- 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:

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 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 **ANALISIS Y REPRESENTACIÓN GRAFICA**, 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 x 1E-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 cada vano, 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 E-1 : Vanos 1 y 3

Vano	Sección	Flecha (mm)	Deformación (μE)
V-1	½ Lc	-0.50	28
V-2	¼ Lc	-0.18	-6
V-2	½ Lc	0.23	-6

V-3	½ Lc	-0.24	23

- **HIPÓTESIS E-2 : Vano 2**

Vano	Sección	Flecha (mm)	Deformación (μE)
V-1	½ Lc	0.39	-18
V-2	¼ Lc	-2.33	32
V-2	½ Lc	-3.18	37
V-3	¼ Lc	0.39	18

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:**

Vano	Cajón	
	M+	M-
V-1	4.00	13.6
V-2	23.10	12
V-3	4.00	13.6

- **Frente a cargas totales:**

Vano	Cajón	
	M+	M-
V-1	2.00	6.00
V-2	11.00	6.00
V-3	2.00	6.00

Por otro lado la frecuencia natural de vibración de todos los tableros estará comprendida entre los siguientes valores: 4.47 Hz y 6.37 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 28 de Junio de 2002. Durante la realización de la prueba estuvo presente:

D. Ramiro Martínez-LLop

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 y tolvas fueron las previstas en el Proyecto de Prueba, cuyas características y dimensiones 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: 2.06m
  - Separación entre el último eje de la locomotora y el primero de la tolva: 3.37 m
- **Tolva cargada con balasto :**
  - Peso total de 80 T
  - Dos (2) bogies de tres (2) ejes, transmitiendo cada eje 20 T
  - Separación entre ejes intermedios de los dos (2) bogies: 5.4 m
  - Separación entre ejes de un mismo bogie: 1.80 m

La secuencia de realización de las pruebas fue la siguiente:

Vanos	Prueba	Fecha	Hora	Duración	Fichero
1 y 3	ESTATICA E1	26/06/02	19:08:02	26 min.	20VI02 L.A.V.ESTATH1
2	ESTATICA E2	26/06/02	19:57:07	26 min.	20VI02 L.A.V.ESTATH2
1, 2 y 3	D-1	26/06/02	21:03:54	50 seg.	20VI02 L.A.V.DINAM5
1, 2 y 3	D-2	26/06/02	21:09:13	40 seg.	20VI02 L.A.V.DINAM30
1, 2 y 3	D-3	26/06/02	21:12:13	33 seg.	20VI02 L.A.V.DINAM60
1, 2 y 3	D-4	26/06/02	21:16:13	33 seg	20VI02 L.A.V.DINAM80
1, 2 y 3	D-5	26/06/02	21:20:22	33 seg.	20V102FREN60

Correspondiendo la nomenclatura utilizada a las siguientes pruebas:

- **Estática:** Prueba estática con 2 locomotoras y 2 tolvas.
- **Prueba D-1:** Prueba cuasi-estática (V = 5 Km/h).
- **Prueba D-2:** Prueba a baja velocidad (V = 30 Km/h).
- **Prueba D-3:** Prueba a velocidad media (V = 80 Km/h).
- **Prueba D-5:** Prueba de frenado a máxima velocidad (V = 80 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:

Vanos	Prueba	Temperatura (ºC)	Presión (mbar)	Humedad (%)	Viento (m/s)
1 y 3	ESTÁTICA E1	33.4	989	27	1.2 SW
2	ESTÁTICA E2	33.6	989	29	1.2 SW
1, 2 y 3	D1	34.3	989	29	1.2 SW
1, 2 y 3	D2	34.3	989	29	1.2 SW
1, 2 y 3	D3	34.3	989	29	1.2 SW
1, 2 y 3	D4	34.3	989	29	1.2 SW
1, 2 y 3	D5	34.3	989	29	1.2 SW

- 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 IV, se presentan los registros obtenidos durante los diferentes ensayos de que constaron las pruebas.

PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20VI02 L.A.V.

FLECHAS PRUEBA ESTÁTICA

VANOS 1 y 3 HIPOTESIS 1

Sensor	Vano	Viga	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	Estribo	-	-0.02	-0.02	-	0.00	0.00	100.00
F2	V1	1	1/2 Lc	-0.50	-0.16	-0.16	32.00	-0.02	-0.02	87.50
F3	V1	2	1/2 Lc	-0.50	-0.22	-0.22	44.00	-0.01	-0.01	95.45
F4	V2	1	Pila	-	-0.07	-0.07	-	-0.01	-0.01	85.71
F5	V2	1	1/2 Lc	0.23	0.13	0.13	56.52	0.01	0.01	92.31
F6	V2	2	1/2 Lc	0.23	0.04	0.04	17.39	0.01	0.01	75.00
F7	V3	1	1/2 Lc	-0.24	-0.14	-0.14	58.33	0.00	0.00	100.00
F8	V3	2	1/2 Lc	-0.24	-0.15	-0.15	62.50	0.00	0.00	100.00
Flecha máxima alcanzada (mm)				**-0.22**	**Porcentaje medio alcanzado (%)**	**Vano 1**	**38.00**	**Recuperación media (%)**	**Vano 1**	**94.32**
						Vano 2	**36.96**		**Vano 2**	**84.34**
						Vano 3	**60.42**		**Vano 3**	**100.00**

NOTA: Los valores marcados con un "*" se corresponden con valores anómalos que serán debidamente explicados en el desarrollo de este informe.

PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20VI02 L.A.V.

BANDAS PRUEBA ESTÁTICA

VANOS 1 y 3 HIPOTESIS 1

Sensor	Vano	Viga	Posición	Valor Teórico (uE)	Valor en Carga (uE)	Porcentaje Alcanzado %	Valor en Descarga (uE)	Recuperación Alcanzada %
B1	V1	1	1/2Lc	28.00	27.20	97.14	0.35	98.71
B2	V1	2	1/2Lc	28.00	27.23	97.25	0.23	99.16
B3	V2	1	1/4 Lc	-6.00	-5.75	95.83	0.00	100.00
B4	V2	2	1/4 Lc	-6.00	-4.14	69.00	-0.12	97.10
B5	V2	1	1/2Lc	-6.00	-3.17	52.83	-0.12	96.21
B6	V2	2	1/2Lc	-6.00	-5.16	86.00	-0.12	97.67
B7	V3	1	1/2Lc	23.00	6.57	28.57	0.00	100.00
B8	V3	2	1/2Lc	23.00	13.62	59.22	-0.12	100.88

Deformación máxima alcanzada (uE)	**27.23**	**Porcentaje medio alcanzado (%)**	**Vano1**	**97.20**	**Recuperación media (%)**	**Vano1**	**98.93**
			Vano2	**78.22**		**Vano2**	**97.96**
			Vano3	**43.89**		**Vano3**	**100.44**

NOTA: Los valores marcados con un "*" se corresponden con valores anómalos que serán debidamente explicados en el desarrollo de este informe.

PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20VI02 L.A.V.

FLECHAS PRUEBA ESTÁTICA

VANO 2 HIPOTESIS 2

Sensor	Vano	Viga	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	Estribo	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	100.00
F2	V1	1	1/2 Lc	0.39	0.27	0.27	69.23	0.02	0.02	92.59
F3	V1	2	1/2 Lc	0.39	0.19	0.19	48.72	0.00	0.00	100.00
F4	V2	1	Pila	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	100.00
F5	V2	1	1/2 Lc	-3.18	-1.80	-1.80	56.60	-0.03	-0.03	98.33
F6	V2	2	1/2 Lc	-3.18	-1.77	-1.77	55.66	-0.03	-0.03	98.31
F7	V3	1	1/2 Lc	0.39	0.08	0.08	20.51	0.00	0.00	100.00
F8	V3	2	1/2 Lc	0.39	0.10	0.10	25.64	0.00	0.00	100.00
Flecha máxima alcanzada (mm)				**-1.80**	**Porcentaje medio alcanzado (%)**	**Vano 1**	**58.97**	**Recuperación media (%)**	**Vano 1**	**97.53**
						Vano 2	**56.13**		**Vano 2**	**98.88**
						Vano 3	**23.08**		**Vano 3**	**100.00**

NOTA: Los valores marcados con un "*" se corresponden con valores anómalos que serán debidamente explicados en el desarrollo de este informe.

PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20VI02 L.A.V.

BANDAS PRUEBA ESTÁTICA

VANO 2 HIPOTESIS 2

Sensor	Vano	Viga	Posición	Valor Teórico (uE)	Valor en Carga (uE)	Porcentaje Alcanzado %	Valor en Descarga (uE)	Recuperación Alcanzada %
B1	V1	1	1/2Lc	-18.00	-9.50	52.78	0.00	100.00
B2	V1	2	1/2Lc	-18.00	-9.62	53.44	-0.06	99.38
B3	V2	1	1/4 Lc	32.00	29.87	93.34	0.23	99.23
B4	V2	2	1/4 Lc	32.00	28.29	88.41	0.00	100.00
B5	V2	1	1/2Lc	37.00	35.10	94.86	0.00	100.00
B6	V2	2	1/2Lc	37.00	35.00	94.59	0.18	99.49
B7	V3	1	1/2Lc	-18.00	-4.40	24.44	-0.18	95.91
B8	V3	2	1/2Lc	-18.00	-6.98	38.78	-0.18	97.42

Deformación máxima alcanzada (uE)			**35.10**	**Porcentaje medio alcanzado (%)**	**Vano1**	**53.11**	**Recuperación media (%)**	**Vano1**	**99.69**
					Vano2	**94.27**		**Vano2**	**99.57**
					Vano3	**31.61**		**Vano3**	**96.67**

NOTA: Los valores marcados con un "*" se corresponden con valores anómalos que serán debidamente explicados en el desarrollo de este informe.

PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20VI02 L.A.V.

FLECHAS PRUEBAS DINÁMICAS

VANOS 1, 2 Y 3

Sensor	Vano	Viga	Posición	DINAMICA 5Km		DINÁMICA 30Km			DINÁMICA 60Km			DINÁMICA 80Km			FRENADO 80Km		
				Valor en Carga Bruto	Valor en Carga Neto (mm)	Valor en Carga Bruto (mm)	Valor en Carga Neto (mm)	Impacto Dinámico	Valor en Carga Bruto (mm)	Valor en Carga Neto (mm)	Impacto Dinámico	Valor en Carga Bruto	Valor en Carga Neto (mm)	Impacto Dinámico	Valor en Carga Bruto (mm)	Valor en Carga Neto (mm)	Impacto Dinámico
F1	V1	1	Estribo	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	1.00	-0.02	-0.02	1.00	-0.02	-0.02	1.00	-0.02	-0.02	1.00
F2	V1	1	1/2 Lc	-0.25	-0.25	-0.24	-0.24	0.96	-0.24	-0.24	0.96	-0.21	-0.21	0.84	-0.21	-0.21	0.84
F3	V1	2	1/2 Lc	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.77	-0.01	-0.01	0.77	-0.01	-0.01	0.77	-0.01	-0.01	0.77
F4	V2	1	Pila	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04	1.33	-0.03	-0.03	1.00	-0.04	-0.04	1.33	-0.03	-0.03	1.00
F5	V2	1	1/2 Lc	-1.08	-1.08	-1.14	-1.14	1.06	-1.14	-1.14	1.06	-1.09	-1.09	1.01	-1.10	-1.10	1.02
F6	V2	2	1/2 Lc	-0.76	-0.76	-0.76	-0.76	1.00	-0.75	-0.75	0.99	-0.73	-0.73	0.96	-0.70	-0.70	0.92
F7	V3	1	1/2 Lc	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	1.50	-0.03	-0.03	1.50	-0.02	-0.02	1.00	-0.02	-0.02	1.00
F8	V3	2	1/2 Lc	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	1.00	-0.02	-0.02	1.00	-0.02	-0.02	1.00	-0.02	-0.02	1.00
			Impacto medio			**Vano 1**		**0.91**	**Vano 1**		**0.91**	**Vano 1**		**0.87**	**Vano 1**		**0.87**
						Vano 2		**1.13**	**Vano 2**		**1.01**	**Vano 2**		**1.10**	**Vano 2**		**0.98**
						Vano 3		**1.25**	**Vano 3**		**1.25**	**Vano 3**		**1.00**	**Vano 3**		**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 20VI02 L.A.V.

BANDAS PRUEBAS DINAMICAS

VANOS 1, 2 Y 3

Sensor	Vano	Viga	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	1/2Lc	20.89	18.31	0.88	18.31	0.88	16.61	0.80	13.97	0.67
B2	V1	2	1/2Lc	11.84	17.84	1.51	17.84	1.51	15.85	1.34	14.79	1.25
B3	V2	1	1/4 Lc	20.48	18.60	0.91	18.37	0.90	18.37	0.90	18.72	0.91
B4	V2	2	1/4 Lc	12.74	11.09	0.87	11.39	0.89	11.39	0.89	11.68	0.92
B5	V2	1	1/2Lc	25.59	22.71	0.89	23.53	0.92	22.65	0.89	23.06	0.90
B6	V2	2	1/2Lc	19.84	16.61	0.84	17.90	0.90	16.84	0.85	17.96	0.91
B7	V3	1	1/2Lc	3.52	3.29	0.93	3.29	0.93	3.52	1.00	3.05	0.87
B8	V3	2	1/2Lc	2.35	2.23	0.95	2.23	0.95	2.46	1.05	2.41	1.03
			Impacto dinamico		**Vano 1**	**1.19**	**Vano 1**	**1.19**	**Vano 1**	**1.07**	**Vano 1**	**0.96**
					Vano 2	**0.88**	**Vano 2**	**0.91**	**Vano 2**	**0.88**	**Vano 2**	**0.91**
					Vano 3	**0.94**	**Vano 3**	**0.94**	**Vano 3**	**1.02**	**Vano 3**	**0.95**

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 obtenida para todos los tableros es de 6.1 Hz.

8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

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.

Sobre los resultados obtenidos cabe realizar el siguiente análisis:

8.1. PRUEBAS ESTÁTICAS.

- **Incidencias.**

El canal B4 no funcionó durante la prueba. Por lo demás no se detectaron anomalías dignas de consideración.

- **Porcentajes alcanzados.**

Los resultados obtenidos en las pruebas estáticas alcanzan los siguientes porcentajes frente a los previstos en el Proyecto de Prueba de Carga:

% ALCANZADO EN FLECHAS

Hipótesis	Vanos	Prueba	% Mínimo	% Máximo	% Medio
1	1	ESTATICA	32.00	44.00	38.00
	2	ESTATICA	17.39	56.52	36.96
	3	ESTATICA	58.33	62.50	60.42
2	1	ESTATICA	48.72	69.23	58.97
	2	ESTATICA	55.66	56.60	56.13
	3	ESTATICA	20.51	25.64	23.08

% ALCANZADO EN DEFORMACIONES

Hipótesis	Vanos	Prueba	% Mínimo	% Máximo	% Medio
1	1	ESTATICA	97.14	97.25	79.29
	2	ESTATICA	52.83	95.83	72.22
	3	ESTATICA	28.57	59.22	43.89
2	1	ESTATICA	52.78	53.44	53.11
	2	ESTATICA	88.41	94.86	94.27
	3	ESTATICA	24.44	38.78	31.61

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

% ALCANZADO

Hipótesis	Vanos	Prueba	Flechas	Deformaciones
1	1	ESTATICA	38.00	97.20
	2	ESTATICA	36.96	78.22
	3	ESTATICA	60.42	43.89
2	1	ESTATICA	58.97	53.11
	2	ESTATICA	56.13	94.27
	3	ESTATICA	23.08	31.61

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

- 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.

No obstante, 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.

Por último, en cuanto a las flechas medidas en los apoyos se refiere, hay que decir que son perfectamente admisibles en todas las pruebas realizadas, no pudiendo considerarse en ningún caso elevados ni anómalos los valores obtenidos

- **Valores máximos de flecha.**

Las flechas máximas medidas en las pruebas estáticas fueron:

Hipótesis	Vanos	Flecha máxima (mm)	Luz de cálculo (m)	Relación con la luz de cálculo
1	1	-0.22	14	63636
	2	0.13	21	161538
	3	-0.15	14	93333

2	1	0.27	14	51851
	2	-1.80	21	11666
	3	0.10	14	140000

Dichos valores son perfectamente admisibles.

- **Descensos en los apoyos.**

Por otra parte, los apoyos de la estructura en pilas y estribos, trabajaron correctamente durante la realización de la prueba, siendo la flecha máxima detectada en los mismos (neoprenos) de:

Vano	Viga	Apoyo	Flecha máxima (mm)
1	1	Estribo	-0.02
2	1	Pila	-0.07

- **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.

Los porcentajes medios de recuperación tienen los siguientes valores:

% RECUPERACIÓN EN FLECHAS

Hipótesis	Vanos	Prueba	% Mínimo	% Máximo	% Medio
1	1	ESTATICA	87.50	100.00	94.32
	2	ESTATICA	75.00	92.31	84.34
	3	ESTATICA	100.00	100.00	100.00
2	1	ESTATICA	92.59	100.00	97.53
	2	ESTATICA	98.31	100.00	98.88
	3	ESTATICA	100.00	100.00	100.00

% RECUPERACIÓN EN DEFORMACIONES

Hipótesis	Vanos	Prueba	% Mínimo	% Máximo	% Medio
1	1	ESTATICA	98.71	99.16	98.93
	2	ESTATICA	96.21	102.33	99.51
	3	ESTATICA	100.00	100.00	100.00
2	1	ESTATICA	100.00	100.88	100.44
	2	ESTATICA	99.23	100.00	99.57
	3	ESTATICA	95.91	97.42	96.67

Así pues, se obtienen los siguientes porcentajes medios de recuperación, para flechas y deformaciones, frente a los valores de prueba alcanzados en el ensayo:

% RECUPERACIÓN

Hipótesis	Vanos	Prueba	Flechas	Deformaciones
1	1	ESTATICA	100.00	100.00
	2	ESTATICA	83.87	104.20
	3	ESTATICA	100.00	100.00
2	1	ESTATICA	98.93	99.69
	2	ESTATICA	99.51	99.57
	3	ESTATICA	100.44	96.67

Estas recuperaciones superiores al 80% y de forma casi instantánea, permiten considerar el comportamiento de la estructura como esencialmente elástico.

8.2. PRUEBAS DINÁMICAS.

- **Incidencias.**

Las pruebas se realizaron sin detectar anomalías dignas de consideración, obteniéndose resultados muy aceptables frente a los esperados.

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 el siguiente valor:

Prueba	Frecuencia Teórica (Hz)	Frecuencia medida (Hz)
DINAMICA	4.47-6.37	6.1

Como se observa, este valor es ligeramente superior a los teóricos calculados, lo que denota una rigidez real de la estructura superior a la considerada al aplicar las expresiones teóricas, siendo al mismo tiempo perfectamente admisible para las características y tipología de la estructura. (en el ***Anejo II*** se encuentran los cálculos realizados para obtener la frecuencia de vibración).

- **Coeficientes 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 obtenidas 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 los 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 un (1) locomotora y dos (2) tolvas circulando por una sola de las vías a la velocidad marcada. 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 los coeficientes de impacto obtenidos son próximos a la unidad.

Por otro lado, como coeficientes de impacto en las pruebas dinámicas, se tomaran los valores de los impactos determinados en secciones de control que no correspondan a apoyos.

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

IMPACTOS EN FLECHAS

Vano	Prueba	Coeficiente de impacto
1	D-2	0.91
1	D-3	0.91
1	D-4	0.87
1	D-5	0.87

2	D-2	1.13
2	D-3	1.01
2	D-4	1.10
2	D-5	0.98
3	D-2	1.25
3	D-3	1.25
3	D-4	1.00
3	D-5	1.00

IMPACTOS EN BANDAS

Vano	Prueba	Coeficiente de impacto
1	D-2	1.19
1	D-3	1.19
1	D-4	1.07
1	D-5	0.96
2	D-2	0.88
2	D-3	0.91
2	D-4	0.88
2	D-5	0.91
3	D-2	0.94
3	D-3	0.94
3	D-4	1.02
3	D-5	0.95

Estos valores, además de justificar las consideraciones anteriormente realizadas, son perfectamente admisibles para el tipo de prueba realizada.

Por último, antes de pasar al siguiente apartado y tal como puede observarse en las tablas dinámicas de resultados, diremos que para el calculo 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:

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

Siendo: n = Nº de ondas consideradas
A_0 = 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.

Así pues, analizando los registros temporales de velocidades, correspondientes a las señales de los geófonos, se han obtenido los siguientes valores para el coeficiente de δ:

Prueba	Coeficiente de δ (%)	
	Real	Teórico
DINAMICA	2.3	2.00

Estos resultados permiten clasificar la obra en su conjunto como bien amortiguada.

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 valores medios obtenidos en las pruebas estáticas son los siguientes:

Hipótesis	Vanos	Prueba	Flechas	Deformaciones
1	1	ESTATICA	38.00	97.20
	2	ESTATICA	36.96	78.22
	3	ESTATICA	60.42	43.89
2	1	ESTATICA	58.97	53.11
	2	ESTATICA	56.13	94.27
	3	ESTATICA	23.08	31.61

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

Hipótesis	Vanos	Flecha máxima (mm)	Luz de cálculo (m)	Relación con la luz de cálculo
1	1	-0.22	14	63636
	2	0.13	21	161538
	3	-0.15	14	93333
2	1	0.27	14	51851
	2	-1.80	21	11666
	3	0.10	14	140000

- Las recuperaciones obtenidas han sido siempre superiores al 80% 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 45 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 LA PRUEBA DE CARGA

VII: FICHA DE SEGUIMIENTO

VIII: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Madrid, ABRIL 2003

EL JEFE DE LA SECCION DE ANALISIS EXPERIMENTAL DE ESTRUCTURAS

Fdo. Antonio Gutiérrez Abella
Ingeniero de Minas

INFORME DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20VI02 L.A.V.

ANEJOS

INFORME DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20VI02 L.A.V.

I. DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL GIF

CONTRATO DE CONSULTOTRÍA 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 20VI02 CANAL IMPERIAL L.A.V.

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

II. PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

GIF
Gestor de Infraestructuras Ferroviarias

ofiteco

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.

PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA ESTRUCTURA 20VI02 AN

TRAMO XIV

NORMALIZADO POR INECO

Junio de 2002

UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20VI02 AN

PRIS/06.02/016

UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20VI02 AN

PRIS/06.02/016

INDICE

1. MEMORIA. 3
1.1. INTRODUCCIÓN. 3
1.2. DATOS SOBRE LA ESTRUCTURA. 4
1.3. JUSTIFICACION DE LA CARGA DE LA PRUEBA. 6
1.4. MEDIDAS A REALIZAR. 8
1.4.1. Flechas. 8
1.4.2. Deformaciones unitarias. 9
1.4.3. Otras medidas. 9
1.5. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACION DEL ENSAYO 10
1.5.1. Pruebas estáticas. 10
1.5.2. Pruebas dinámicas. 12
1.6. PREVISIÓN DE RESULTADOS. 14
1.7. CONCLUSIÓN. 16

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: 20VI02 AN de la línea F.F.C.C Madrid-Zaragoza.

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, 20VI02, pertenece a la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa, Tramo: Madrid-Lleida, Base de Salillas.

Dicha estructura es un puente con planta recta, constituido por un tablero hiperestático de tres (3) vanos, que permite el paso de la línea de F.F.C.C (Madrid – Zaragoza) sobre el canal imperial. Sus características fundamentales son las siguientes:

Vano	Luz de cálculo (m)	Ancho del Tablero (m)	Sección Transversal
V-1	7.20	14.225	Losa maciza de 0.60 m de canto
V-2	21.00	14.225	Losa aligerada de 1.20 m de canto
V-3	7.20	14.225	Losa maciza de 0.60 m de canto

Directamente sobre éstas losas se encuentra situado el balasto, las vias, las barandillas de protección y la catenaria.

El puente es del tipo “integral” sin aparatos de apoyo ni juntas de dilatación, con su tablero empotrado elásticamente en las pilas y en los estribos.

Cada pila esta contituida por dos (2) fustes cilindricos de 0.80 m de diámetro, cimentados mediante pilotes de 1.50 m de diámetro.

Los estribos están constituidos por sendas pantallas de 0.40 m de espesor también cimentados mediante pilotes de 0.85 m de diámetro.

Como Anejo Nº 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 RENFE, la prestación de un total de dos (2) locomotoras y dos (2) tolvas cargadas con traviesas, distribuidas en las dos (2) vías de la línea del AVE según configuraciones idénticas para ambas vías, es decir, una (1) locomotora y una (1) tolva en cada vía. Las características y dimensiones de los elementos de carga son las siguientes:

- **Locomotora:**
  - Peso total de 105 t
  - Dos (2) bogies de tres (3) ejes, transmitiendo cada eje 17.5 t
  - Separación entre ejes intermedios de los dos (2) bogies: 7.21 m
  - Separación entre ejes de un mismo bogie: 1.689 Y 2.019 m
  - Separación entre el último eje de la locomotora y el primero de la tolva: 2.552 m
- **Tolva cargada con balasto :**
  - Peso total de 80 T
  - Dos (2) bogies de dos (2) ejes, transmitiendo cada eje 20 T
  - Separación entre ejes intermedios de los dos (2) bogies: 7.16 m

- Separación entre ejes de un mismo bogie: 2.04 m

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

En la prueba de carga, según se detalla en el Anejo nº II, se obtienen frente a los valores de Proyecto los siguientes porcentajes de esfuerzo (momento flector):

- **Frente a sobrecargas:**

Vano	Cajón	
	M+	M-
V-1	4.00	13.6
V-2	23.10	12.00
V-3	4.00	13.6

- **Frente a cargas totales:**

Vano	Cajón	
	M+	M-
V-1	2.00	6.00
V-2	11.00	6.00
V-3	2.00	6.00

MEDIDAS A REALIZAR.

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

1.3.1. Flechas.

En cada vano se medirán flechas verticales en seis (6) puntos del exterior del cajón, dos (2) por cada vano en la sección de 0.50 L .

Para el control de flechas verticales en secciones que no sean de apoyo del tablero (centro y cuartos de luz), se utilizarán flexímetros equipados con sensores de desplazamientos lineales potenciométricos 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 será de 50 mm con una precisión del 0.1%

Para el control de flechas verticales en los apoyos del tablero se utilizarán los mismos sensores potenciométricos de desplazamientos lineales y salida 4:20 mA, montados sobre unos angulares metálicos y palpando directamente sobre las vigas. El rango de medida será también de 50 mm con una precisión del 0.1%.

El control se realizará tanto en las pruebas estáticas como en las dinámicas, y la disposición de los distintos puntos de control, en cada vano, se indica en los croquis adjuntos al Anejo III

1.3.2. Deformaciones unitarias.

En cada vano se medirán deformaciones unitarias en seis (6) puntos de la base interior del cajón, con dos (2) puntos de control en cada vano, localizados en las secciones de 0.50 L .

La medición de las deformaciones unitarias se realizará mediante bandas extensométricas directamente adheridas al hormigón, en la fibra interior del cajón y según la dirección longitudinal de la misma, tanto en pruebas estáticas como dinámicas.

1.3.3. Otras medidas.

Durante las pruebas dinámicas, se realizará un registro continuo de vibraciones, en cada vano, mediante un (1) geófono vertical situado en la sección media del tablero correspondiente, 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 metereológicos más significativos: Temperatura, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, humedad relativa y pluviometría.

1.4. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACION DEL ENSAYO.

1.4.1. Pruebas estáticas.

Se realizará una (1) para cada hipótesis de carga, resultando un total de dos (2) pruebas estáticas, 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	Vías	Sobrecarga
E-1	V-1	1 Y 2	Sin carga
	V-2	1 Y 2	Locomotora
	V-3	1 Y 2	Sin carga
E-2	V-1	1 Y 2	Locomotora
	V-2	1 Y 2	Sin carga
	V-3	1 Y 2	Tolva

En el Anejo nº III se adjuntan las mencionadas posiciones de las sobrecargas para cada vano.

Para cada vano, 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 caso de no alcanzarse dicho tanto por ciento se procederá a realizar un segundo ciclo de carga.

1.4.2. Pruebas dinámicas.

En cada vano, a continuación de la correspondiente 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 Km/h).

- **Prueba D-2:** Prueba a baja velocidad (V = 30 Km/h).

- **Prueba D-3:** Prueba a velocidad media (V = 60 Km/h).

- **Prueba D-4:** Prueba a máxima velocidad (V = 90 Km/h).

- **Prueba D-5:** Prueba de frenado a máxima velocidad (V = 90 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.

1.5. 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 cada vano 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 en cada vano de la estructura, dando como resultado unos límites a dicha estimación.

A continuación se expone el resumen de dichos valores calculados:

PRUEBA ESTÁTICA

- **HIPÓTESIS E-1 : Vanos 1, 2 y 3**

Vano	Sección	Flecha (mm)	Deformación (μE)
V-1	½ Lc	-0.49	28
V-2	½ Lc	0.40	-6
V-3	½ Lc	-0.44	23

- **HIPÓTESIS E-2 : Vanos 1, 2 y 3**

Vano	Sección	Flecha (mm)	Deformación (μE)
V-1	½ Lc	0.33	-18
V-2	½ Lc	-2.70	37
V-3	½ Lc	0.33	-18

PRUEBAS DINÁMICAS

- **FRECUENCIAS**

La frecuencia natural de vibración de los tableros estará comprendida en los siguientes valores: 3.34 Hz y 4.76 Hz

1.6. CONCLUSIÓN.

El presente documento consta de 16 hojas correlativamente numeradas, así como de tres Anejos sin numerar titulados:

I: DOCUMENTACION FACILITADA

II: CALCULOS DE LA PRUEBA DE CARGA

III: FIGURAS

Madrid, Enero de 2002

EL JEFE DE LA SECCION DE ANALISIS EXPERIMENTAL DE ESTRUCTURAS

Fdo. Antonio Gutiérrez Abella
Ingeniero de Minas

PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20VI02 AN

ANEJOS

PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20VI02 AN

I. DOCUMENTACION FACILITADA

CONTRATO DE CONSULTOTRÍA Y ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA RELAIZACIÓN 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

PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA 20VI02 AN

NOTA: La información que se adjunta en el presente informe ha sido obtenida a partir de los datos contenidos en el CD facilitado por el GIF.

II. CALCULOS DE LA PRUEBA DE CARGA

OFITECO

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

COMBO	TYPE	CASE	FACTOR	TYPE	TITLE
VN1VN3	ADD				VN1VN3
		LVN1	1.0000	COMBO	
		TVN3	1.0000	COMBO	

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	VN1VN3	2.939E-06	0.0000	-2.177E-05	0.0000	1.871E-04	0.0000
2	VN1VN3	2.612E-06	0.0000	-3.681E-04	0.0000	1.436E-04	0.0000
3	VN1VN3	2.286E-06	0.0000	-4.974E-04	0.0000	-1.198E-05	0.0000
4	VN1VN3	1.960E-06	0.0000	-3.381E-04	0.0000	-1.321E-04	0.0000
5	VN1VN3	1.633E-06	0.0000	-6.973E-05	0.0000	-9.309E-05	0.0000
6	VN1VN3	1.578E-06	0.0000	1.422E-04	0.0000	-6.882E-05	0.0000
7	VN1VN3	1.524E-06	0.0000	2.913E-04	0.0000	-4.513E-05	0.0000
8	VN1VN3	1.469E-06	0.0000	3.789E-04	0.0000	-2.202E-05	0.0000
9	VN1VN3	1.414E-06	0.0000	4.066E-04	0.0000	0.0000	0.0000
10	VN1VN3	1.359E-06	0.0000	3.759E-04	0.0000	2.245E-05	0.0000
11	VN1VN3	1.304E-06	0.0000	2.884E-04	0.0000	4.382E-05	0.0000
12	VN1VN3	1.249E-06	0.0000	1.455E-04	0.0000	6.460E-05	0.0000
13	VN1VN3	1.194E-06	0.0000	-5.111E-05	0.0000	8.481E-05	0.0000
14	VN1VN3	0.0000	0.0000	-2.922E-04	0.0000	1.259E-04	0.0000
15	VN1VN3	0.0000	0.0000	-4.392E-04	0.0000	9.405E-06	0.0000
16	VN1VN3	0.0000	0.0000	-3.180E-04	0.0000	-1.309E-04	0.0000
17	VN1VN3	0.0000	0.0000	-1.701E-05	0.0000	-1.612E-04	0.0000
18	VN1VN3	2.939E-06	0.0000	-2.177E-05	0.0000	1.871E-04	0.0000
19	VN1VN3	2.612E-06	0.0000	-3.681E-04	0.0000	1.436E-04	0.0000
20	VN1VN3	2.286E-06	0.0000	-4.974E-04	0.0000	-1.198E-05	0.0000
21	VN1VN3	1.960E-06	0.0000	-3.381E-04	0.0000	-1.321E-04	0.0000
22	VN1VN3	1.633E-06	0.0000	-6.973E-05	0.0000	-9.309E-05	0.0000
23	VN1VN3	1.578E-06	0.0000	1.422E-04	0.0000	-6.882E-05	0.0000
24	VN1VN3	1.524E-06	0.0000	2.913E-04	0.0000	-4.513E-05	0.0000
25	VN1VN3	1.469E-06	0.0000	3.789E-04	0.0000	-2.202E-05	0.0000
26	VN1VN3	1.414E-06	0.0000	4.066E-04	0.0000	0.0000	0.0000

27	VN1VN3	1.359E-06	0.0000	3.759E-04	0.0000	2.245E-05	0.0000
28	VN1VN3	1.304E-06	0.0000	2.884E-04	0.0000	4.382E-05	0.0000
29	VN1VN3	1.249E-06	0.0000	1.455E-04	0.0000	6.460E-05	0.0000
30	VN1VN3	1.194E-06	0.0000	-5.111E-05	0.0000	8.481E-05	0.0000
31	VN1VN3	0.0000	0.0000	-2.922E-04	0.0000	1.259E-04	0.0000
32	VN1VN3	0.0000	0.0000	-4.392E-04	0.0000	9.405E-06	0.0000
33	VN1VN3	0.0000	0.0000	-3.180E-04	0.0000	-1.309E-04	0.0000
34	VN1VN3	0.0000	0.0000	-1.701E-05	0.0000	-1.612E-04	0.0000
35	VN1VN3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
36	VN1VN3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
37	VN1VN3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
38	VN1VN3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
39	VN1VN3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40	VN1VN3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
41	VN1VN3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
42	VN1VN3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

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

JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
17	VN1VN3	-0.1288	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
18	VN1VN3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	VN1VN3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30	VN1VN3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
34	VN1VN3	-0.1288	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
35	VN1VN3	2.6965	0.0000	21.7718	0.0000	4.7865	0.0000
36	VN1VN3	-2.2502	0.0000	30.9963	0.0000	-3.1927	0.0000
37	VN1VN3	2.0202	0.0000	22.7193	0.0000	2.8444	0.0000
38	VN1VN3	-2.3377	0.0000	17.0126	0.0000	-4.1621	0.0000
39	VN1VN3	2.6965	0.0000	21.7718	0.0000	4.7865	0.0000
40	VN1VN3	-2.2502	0.0000	30.9963	0.0000	-3.1927	0.0000
41	VN1VN3	2.0202	0.0000	22.7193	0.0000	2.8444	0.0000
42	VN1VN3	-2.3377	0.0000	17.0126	0.0000	-4.1621	0.0000

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
1	VN1VN3							
		0.00	-2.70	-21.77	0.00	0.00	0.00	-9.77
		4.5E-01	-2.70	-21.77	0.00	0.00	0.00	2.258E-02
		9.0E-01	-2.70	-21.77	0.00	0.00	0.00	9.82
		1.35	-2.70	-21.77	0.00	0.00	0.00	19.62
		1.80	-2.70	-21.77	0.00	0.00	0.00	29.41
2	VN1VN3							
		0.00	-2.70	-21.77	0.00	0.00	0.00	29.41
		4.5E-01	-2.70	-4.27	0.00	0.00	0.00	33.28
		9.0E-01	-2.70	-4.27	0.00	0.00	0.00	35.20
		1.35	-2.70	-4.27	0.00	0.00	0.00	37.12
		1.80	-2.70	-4.27	0.00	0.00	0.00	39.05
3	VN1VN3							
		0.00	-2.70	-4.27	0.00	0.00	0.00	39.05
		4.5E-01	-2.70	13.23	0.00	0.00	0.00	33.09
		9.0E-01	-2.70	13.23	0.00	0.00	0.00	27.14
		1.35	-2.70	13.23	0.00	0.00	0.00	21.19
		1.80	-2.70	13.23	0.00	0.00	0.00	15.24
4	VN1VN3							
		0.00	-2.70	13.23	0.00	0.00	0.00	15.24
		4.5E-01	-2.70	30.73	0.00	0.00	0.00	5.24
		9.0E-01	-2.70	30.73	0.00	0.00	0.00	-8.59
		1.35	-2.70	30.73	0.00	0.00	0.00	-22.41
		1.80	-2.70	30.73	0.00	0.00	0.00	-36.24
5	VN1VN3							
		0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-29.76
		6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-29.58
		1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-29.41
		1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-29.23
		2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-29.06
6	VN1VN3							
		0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-29.06
		6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-28.88
		1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-28.70
		1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-28.53
		2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-28.35
7	VN1VN3							
		0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-28.35
		6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-28.18
		1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-28.00
		1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-27.82
		2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-27.65
8	VN1VN3							
		0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-27.65
		6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-27.47
		1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-27.30
		1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-27.12
		2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.94
9	VN1VN3							
		0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.94
		6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.77
		1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.59
		1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.42
		2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.24
10	VN1VN3							
		0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.24
		6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.06
		1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-25.89
		1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-25.71
		2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-25.54
11	VN1VN3							
		0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-25.54
		6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-25.36
		1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-25.18
		1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-25.01
		2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-24.83

12 VN1VN3

0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-24.83
6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-24.66
1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-24.48
1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-24.30
2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-24.13

13 VN1VN3

0.00	-2.47	-22.99	0.00	0.00	0.00	-29.97
4.5E-01	-2.47	-22.99	0.00	0.00	0.00	-19.63
9.0E-01	-2.47	-22.99	0.00	0.00	0.00	-9.28
1.35	-2.47	-22.99	0.00	0.00	0.00	1.06
1.80	-2.47	-22.99	0.00	0.00	0.00	11.41

14 VN1VN3

0.00	-2.47	-22.99	0.00	0.00	0.00	11.41
4.5E-01	-2.47	-22.99	0.00	0.00	0.00	21.75
9.0E-01	-2.47	-2.99	0.00	0.00	0.00	29.70
1.35	-2.47	-2.99	0.00	0.00	0.00	31.04
1.80	-2.47	-2.99	0.00	0.00	0.00	32.38

15 VN1VN3

0.00	-2.47	-2.99	0.00	0.00	0.00	32.38
4.5E-01	-2.47	-2.99	0.00	0.00	0.00	33.73
9.0E-01	-2.47	-2.99	0.00	0.00	0.00	35.07
1.35	-2.47	17.01	0.00	0.00	0.00	29.82
1.80	-2.47	17.01	0.00	0.00	0.00	22.16

16 VN1VN3

0.00	-2.47	17.01	0.00	0.00	0.00	22.16
4.5E-01	-2.47	17.01	0.00	0.00	0.00	14.51
9.0E-01	-2.47	17.01	0.00	0.00	0.00	6.85
1.35	-2.47	17.01	0.00	0.00	0.00	-8.057E-01
1.80	-2.47	17.01	0.00	0.00	0.00	-8.46

17 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

18 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

19 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

20 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

21 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

22 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

23 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

24 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

25 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

26 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

27 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

28 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

29 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

30 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

31 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

32 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

33 VN1VN3

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

34 VN1VN3

	0.00	-2.70	-21.77	0.00	0.00	0.00	-9.77
	4.5E-01	-2.70	-21.77	0.00	0.00	0.00	2.258E-02
	9.0E-01	-2.70	-21.77	0.00	0.00	0.00	9.82
	1.35	-2.70	-21.77	0.00	0.00	0.00	19.62
	1.80	-2.70	-21.77	0.00	0.00	0.00	29.41
35	VN1VN3						
	0.00	-2.70	-21.77	0.00	0.00	0.00	29.41
	4.5E-01	-2.70	-4.27	0.00	0.00	0.00	33.28
	9.0E-01	-2.70	-4.27	0.00	0.00	0.00	35.20
	1.35	-2.70	-4.27	0.00	0.00	0.00	37.12
	1.80	-2.70	-4.27	0.00	0.00	0.00	39.05
36	VN1VN3						
	0.00	-2.70	-4.27	0.00	0.00	0.00	39.05
	4.5E-01	-2.70	13.23	0.00	0.00	0.00	33.09
	9.0E-01	-2.70	13.23	0.00	0.00	0.00	27.14
	1.35	-2.70	13.23	0.00	0.00	0.00	21.19
	1.80	-2.70	13.23	0.00	0.00	0.00	15.24
37	VN1VN3						
	0.00	-2.70	13.23	0.00	0.00	0.00	15.24
	4.5E-01	-2.70	30.73	0.00	0.00	0.00	5.24
	9.0E-01	-2.70	30.73	0.00	0.00	0.00	-8.59
	1.35	-2.70	30.73	0.00	0.00	0.00	-22.41
	1.80	-2.70	30.73	0.00	0.00	0.00	-36.24
38	VN1VN3						
	0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-29.76
	6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-29.58
	1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-29.41
	1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-29.23
	2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-29.06
39	VN1VN3						
	0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-29.06
	6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-28.88
	1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-28.70
	1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-28.53
	2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-28.35
40	VN1VN3						
	0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-28.35
	6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-28.18
	1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-28.00
	1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-27.82
	2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-27.65
41	VN1VN3						
	0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-27.65
	6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-27.47
	1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-27.30
	1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-27.12
	2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.94
42	VN1VN3						
	0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.94
	6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.77
	1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.59
	1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.42
	2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.24
43	VN1VN3						
	0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.24
	6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-26.06
	1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-25.89
	1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-25.71
	2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-25.54
44	VN1VN3						
	0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-25.54
	6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-25.36
	1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-25.18
	1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-25.01
	2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-24.83
45	VN1VN3						
	0.00	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-24.83

	6.6E-01	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-24.66
	1.31	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-24.48
	1.97	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-24.30
	2.63	-4.463E-01	-2.681E-01	0.00	0.00	0.00	-24.13
46	VN1VN3						
	0.00	-2.47	-22.99	0.00	0.00	0.00	-29.97
	4.5E-01	-2.47	-22.99	0.00	0.00	0.00	-19.63
	9.0E-01	-2.47	-22.99	0.00	0.00	0.00	-9.28
	1.35	-2.47	-22.99	0.00	0.00	0.00	1.06
	1.80	-2.47	-22.99	0.00	0.00	0.00	11.41
47	VN1VN3						
	0.00	-2.47	-22.99	0.00	0.00	0.00	11.41
	4.5E-01	-2.47	-22.99	0.00	0.00	0.00	21.75
	9.0E-01	-2.47	-2.99	0.00	0.00	0.00	29.70
	1.35	-2.47	-2.99	0.00	0.00	0.00	31.04
	1.80	-2.47	-2.99	0.00	0.00	0.00	32.38
48	VN1VN3						
	0.00	-2.47	-2.99	0.00	0.00	0.00	32.38
	4.5E-01	-2.47	-2.99	0.00	0.00	0.00	33.73
	9.0E-01	-2.47	-2.99	0.00	0.00	0.00	35.07
	1.35	-2.47	17.01	0.00	0.00	0.00	29.82
	1.80	-2.47	17.01	0.00	0.00	0.00	22.16
49	VN1VN3						
	0.00	-2.47	17.01	0.00	0.00	0.00	22.16
	4.5E-01	-2.47	17.01	0.00	0.00	0.00	14.51
	9.0E-01	-2.47	17.01	0.00	0.00	0.00	6.85
	1.35	-2.47	17.01	0.00	0.00	0.00	-8.057E-01
	1.80	-2.47	17.01	0.00	0.00	0.00	-8.46
50	VN1VN3						
	0.00	-21.77	-2.70	0.00	0.00	0.00	-4.79
	2.70	-21.77	-2.70	0.00	0.00	0.00	2.49
	5.40	-21.77	-2.70	0.00	0.00	0.00	9.77
51	VN1VN3						
	0.00	-17.01	2.34	0.00	0.00	0.00	4.16
	2.70	-17.01	2.34	0.00	0.00	0.00	-2.15
	5.40	-17.01	2.34	0.00	0.00	0.00	-8.46
52	VN1VN3						
	0.00	-31.00	2.25	0.00	0.00	0.00	3.19
	2.15	-31.00	2.25	0.00	0.00	0.00	-1.65
	4.30	-31.00	2.25	0.00	0.00	0.00	-6.48
53	VN1VN3						
	0.00	-22.72	-2.02	0.00	0.00	0.00	-2.84
	2.15	-22.72	-2.02	0.00	0.00	0.00	1.50
	4.30	-22.72	-2.02	0.00	0.00	0.00	5.84
54	VN1VN3						
	0.00	-21.77	-2.70	0.00	0.00	0.00	-4.79
	2.70	-21.77	-2.70	0.00	0.00	0.00	2.49
	5.40	-21.77	-2.70	0.00	0.00	0.00	9.77
55	VN1VN3						
	0.00	-17.01	2.34	0.00	0.00	0.00	4.16
	2.70	-17.01	2.34	0.00	0.00	0.00	-2.15
	5.40	-17.01	2.34	0.00	0.00	0.00	-8.46
56	VN1VN3						
	0.00	-31.00	2.25	0.00	0.00	0.00	3.19
	2.15	-31.00	2.25	0.00	0.00	0.00	-1.65
	4.30	-31.00	2.25	0.00	0.00	0.00	-6.48
57	VN1VN3						
	0.00	-22.72	-2.02	0.00	0.00	0.00	-2.84
	2.15	-22.72	-2.02	0.00	0.00	0.00	1.50
	4.30	-22.72	-2.02	0.00	0.00	0.00	5.84

OFITECO

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

COMBO	TYPE	CASE	FACTOR	TYPE	TITLE
VN2	ADD				VN2
		LVN2V2	1.0000	STATIC(DEAD)	
		LVN2V1	1.0000	STATIC(DEAD)	

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	VN2	4.842E-06	0.0000	8.553E-06	0.0000	-1.064E-04	0.0000
2	VN2	5.032E-06	0.0000	2.112E-04	0.0000	-9.741E-05	0.0000
3	VN2	5.222E-06	0.0000	3.362E-04	0.0000	-2.022E-05	0.0000
4	VN2	5.412E-06	0.0000	2.609E-04	0.0000	1.251E-04	0.0000
5	VN2	5.602E-06	0.0000	-1.373E-04	0.0000	3.386E-04	0.0000
6	VN2	4.804E-06	0.0000	-1.142E-03	0.0000	3.471E-04	0.0000
7	VN2	4.005E-06	0.0000	-2.001E-03	0.0000	2.606E-04	0.0000
8	VN2	3.207E-06	0.0000	-2.533E-03	0.0000	1.324E-04	0.0000
9	VN2	2.409E-06	0.0000	-2.707E-03	0.0000	0.0000	0.0000
10	VN2	1.610E-06	0.0000	-2.533E-03	0.0000	-1.324E-04	0.0000
11	VN2	0.0000	0.0000	-2.001E-03	0.0000	-2.606E-04	0.0000
12	VN2	0.0000	0.0000	-1.142E-03	0.0000	-3.471E-04	0.0000
13	VN2	0.0000	0.0000	-1.373E-04	0.0000	-3.385E-04	0.0000
14	VN2	0.0000	0.0000	2.609E-04	0.0000	-1.252E-04	0.0000
15	VN2	0.0000	0.0000	3.363E-04	0.0000	2.016E-05	0.0000
16	VN2	0.0000	0.0000	2.113E-04	0.0000	9.744E-05	0.0000
17	VN2	0.0000	0.0000	8.539E-06	0.0000	1.067E-04	0.0000
18	VN2	4.842E-06	0.0000	8.553E-06	0.0000	-1.064E-04	0.0000
19	VN2	5.032E-06	0.0000	2.112E-04	0.0000	-9.741E-05	0.0000
20	VN2	5.222E-06	0.0000	3.362E-04	0.0000	-2.022E-05	0.0000
21	VN2	5.412E-06	0.0000	2.609E-04	0.0000	1.251E-04	0.0000
22	VN2	5.602E-06	0.0000	-1.373E-04	0.0000	3.386E-04	0.0000
23	VN2	4.804E-06	0.0000	-1.142E-03	0.0000	3.471E-04	0.0000
24	VN2	4.005E-06	0.0000	-2.001E-03	0.0000	2.606E-04	0.0000
25	VN2	3.207E-06	0.0000	-2.533E-03	0.0000	1.324E-04	0.0000
26	VN2	2.409E-06	0.0000	-2.707E-03	0.0000	0.0000	0.0000

27	VN2	1.610E-06	0.0000	-2.533E-03	0.0000	-1.324E-04	0.0000
28	VN2	0.0000	0.0000	-2.001E-03	0.0000	-2.606E-04	0.0000
29	VN2	0.0000	0.0000	-1.142E-03	0.0000	-3.471E-04	0.0000
30	VN2	0.0000	0.0000	-1.373E-04	0.0000	-3.385E-04	0.0000
31	VN2	0.0000	0.0000	2.609E-04	0.0000	-1.252E-04	0.0000
32	VN2	0.0000	0.0000	3.363E-04	0.0000	2.016E-05	0.0000
33	VN2	0.0000	0.0000	2.113E-04	0.0000	9.744E-05	0.0000
34	VN2	0.0000	0.0000	8.539E-06	0.0000	1.067E-04	0.0000
35	VN2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
36	VN2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
37	VN2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
38	VN2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
39	VN2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40	VN2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
41	VN2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
42	VN2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

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

JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
17	VN2	0.0744	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
18	VN2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	VN2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30	VN2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
34	VN2	0.0744	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
35	VN2	-1.5694	0.0000	-8.5526	0.0000	-2.8181	0.0000
36	VN2	8.0564	0.0000	61.0493	0.0000	11.3366	0.0000
37	VN2	-8.1083	0.0000	61.0423	0.0000	-11.4494	0.0000
38	VN2	1.5468	0.0000	-8.5390	0.0000	2.7539	0.0000
39	VN2	-1.5694	0.0000	-8.5526	0.0000	-2.8181	0.0000
40	VN2	8.0564	0.0000	61.0493	0.0000	11.3366	0.0000
41	VN2	-8.1083	0.0000	61.0423	0.0000	-11.4494	0.0000
42	VN2	1.5468	0.0000	-8.5390	0.0000	2.7539	0.0000

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
1	VN2							
		0.00	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	5.66
		4.5E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	1.81
		9.0E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-2.04
		1.35	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-5.89
		1.80	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-9.74
2	VN2							
		0.00	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-9.74
		4.5E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-13.59
		9.0E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-17.44
		1.35	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-21.28
		1.80	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-25.13
3	VN2							
		0.00	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-25.13
		4.5E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-28.98
		9.0E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-32.83
		1.35	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-36.68
		1.80	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-40.53
4	VN2							
		0.00	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-40.53
		4.5E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-44.38
		9.0E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-48.23
		1.35	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-52.07
		1.80	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-55.92
5	VN2							
		0.00	-6.49	-52.50	0.00	0.00	0.00	-79.23
		6.6E-01	-6.49	-52.50	0.00	0.00	0.00	-44.78
		1.31	-6.49	-52.50	0.00	0.00	0.00	-10.33
		1.97	-6.49	-52.50	0.00	0.00	0.00	24.12
		2.63	-6.49	-52.50	0.00	0.00	0.00	58.58
6	VN2							
		0.00	-6.49	-52.50	0.00	0.00	0.00	58.58
		6.6E-01	-6.49	-35.00	0.00	0.00	0.00	84.01
		1.31	-6.49	-35.00	0.00	0.00	0.00	106.98
		1.97	-6.49	-17.50	0.00	0.00	0.00	127.51
		2.63	-6.49	-17.50	0.00	0.00	0.00	139.00
7	VN2							
		0.00	-6.49	-17.50	0.00	0.00	0.00	139.00
		6.6E-01	-6.49	-17.50	0.00	0.00	0.00	150.48
		1.31	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.41
		1.97	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.41
		2.63	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.41
8	VN2							
		0.00	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.41
		6.6E-01	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.41
		1.31	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.40
		1.97	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.40
		2.63	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.40
9	VN2							
		0.00	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.40
		6.6E-01	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.40
		1.31	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.39
		1.97	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.39
		2.63	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.39
10	VN2							
		0.00	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.39
		6.6E-01	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.39
		1.31	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.39
		1.97	-6.49	17.50	0.00	0.00	0.00	150.45
		2.63	-6.49	17.50	0.00	0.00	0.00	138.96
11	VN2							
		0.00	-6.49	17.50	0.00	0.00	0.00	138.96
		6.6E-01	-6.49	17.50	0.00	0.00	0.00	127.48
		1.31	-6.49	35.00	0.00	0.00	0.00	106.93
		1.97	-6.49	35.00	0.00	0.00	0.00	83.96
		2.63	-6.49	52.50	0.00	0.00	0.00	58.52

12 VN2

0.00	-6.49	52.50	0.00	0.00	0.00	58.52
6.6E-01	-6.49	52.50	0.00	0.00	0.00	24.07
1.31	-6.49	52.50	0.00	0.00	0.00	-10.39
1.97	-6.49	52.50	0.00	0.00	0.00	-44.84
2.63	-6.49	52.50	0.00	0.00	0.00	-79.30

13 VN2

0.00	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-55.88
4.5E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-52.04
9.0E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-48.20
1.35	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-44.35
1.80	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-40.51

14 VN2

0.00	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-40.51
4.5E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-36.67
9.0E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-32.83
1.35	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-28.98
1.80	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-25.14

15 VN2

0.00	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-25.14
4.5E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-21.30
9.0E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-17.46
1.35	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-13.61
1.80	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-9.77

16 VN2

0.00	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-9.77
4.5E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-5.93
9.0E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-2.09
1.35	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	1.76
1.80	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	5.60

17 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

18 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

19 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

20 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

21 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

22 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

23 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

24 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

25 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

26 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

27 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

28 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

29 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

30 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

31 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

32 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

33 VN2

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

34 VN2

	0.00	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	5.66
	4.5E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	1.81
	9.0E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-2.04
	1.35	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-5.89
	1.80	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-9.74
35	VN2						
	0.00	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-9.74
	4.5E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-13.59
	9.0E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-17.44
	1.35	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-21.28
	1.80	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-25.13
36	VN2						
	0.00	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-25.13
	4.5E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-28.98
	9.0E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-32.83
	1.35	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-36.68
	1.80	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-40.53
37	VN2						
	0.00	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-40.53
	4.5E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-44.38
	9.0E-01	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-48.23
	1.35	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-52.07
	1.80	1.57	8.55	0.00	0.00	0.00	-55.92
38	VN2						
	0.00	-6.49	-52.50	0.00	0.00	0.00	-79.23
	6.6E-01	-6.49	-52.50	0.00	0.00	0.00	-44.78
	1.31	-6.49	-52.50	0.00	0.00	0.00	-10.33
	1.97	-6.49	-52.50	0.00	0.00	0.00	24.12
	2.63	-6.49	-52.50	0.00	0.00	0.00	58.58
39	VN2						
	0.00	-6.49	-52.50	0.00	0.00	0.00	58.58
	6.6E-01	-6.49	-35.00	0.00	0.00	0.00	84.01
	1.31	-6.49	-35.00	0.00	0.00	0.00	106.98
	1.97	-6.49	-17.50	0.00	0.00	0.00	127.51
	2.63	-6.49	-17.50	0.00	0.00	0.00	139.00
40	VN2						
	0.00	-6.49	-17.50	0.00	0.00	0.00	139.00
	6.6E-01	-6.49	-17.50	0.00	0.00	0.00	150.48
	1.31	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.41
	1.97	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.41
	2.63	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.41
41	VN2						
	0.00	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.41
	6.6E-01	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.41
	1.31	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.40
	1.97	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.40
	2.63	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.40
42	VN2						
	0.00	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.40
	6.6E-01	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.40
	1.31	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.39
	1.97	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.39
	2.63	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.39
43	VN2						
	0.00	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.39
	6.6E-01	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.39
	1.31	-6.49	3.320E-03	0.00	0.00	0.00	160.39
	1.97	-6.49	17.50	0.00	0.00	0.00	150.45
	2.63	-6.49	17.50	0.00	0.00	0.00	138.96
44	VN2						
	0.00	-6.49	17.50	0.00	0.00	0.00	138.96
	6.6E-01	-6.49	17.50	0.00	0.00	0.00	127.48
	1.31	-6.49	35.00	0.00	0.00	0.00	106.93
	1.97	-6.49	35.00	0.00	0.00	0.00	83.96
	2.63	-6.49	52.50	0.00	0.00	0.00	58.52
45	VN2						
	0.00	-6.49	52.50	0.00	0.00	0.00	58.52

	6.6E-01	-6.49	52.50	0.00	0.00	0.00	24.07
	1.31	-6.49	52.50	0.00	0.00	0.00	-10.39
	1.97	-6.49	52.50	0.00	0.00	0.00	-44.84
	2.63	-6.49	52.50	0.00	0.00	0.00	-79.30
46	VN2						
	0.00	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-55.88
	4.5E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-52.04
	9.0E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-48.20
	1.35	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-44.35
	1.80	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-40.51
47	VN2						
	0.00	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-40.51
	4.5E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-36.67
	9.0E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-32.83
	1.35	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-28.98
	1.80	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-25.14
48	VN2						
	0.00	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-25.14
	4.5E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-21.30
	9.0E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-17.46
	1.35	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-13.61
	1.80	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-9.77
49	VN2						
	0.00	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-9.77
	4.5E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-5.93
	9.0E-01	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	-2.09
	1.35	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	1.76
	1.80	1.62	-8.54	0.00	0.00	0.00	5.60
50	VN2						
	0.00	8.55	1.57	0.00	0.00	0.00	2.82
	2.70	8.55	1.57	0.00	0.00	0.00	-1.42
	5.40	8.55	1.57	0.00	0.00	0.00	-5.66
51	VN2						
	0.00	8.54	-1.55	0.00	0.00	0.00	-2.75
	2.70	8.54	-1.55	0.00	0.00	0.00	1.42
	5.40	8.54	-1.55	0.00	0.00	0.00	5.60
52	VN2						
	0.00	-61.05	-8.06	0.00	0.00	0.00	-11.34
	2.15	-61.05	-8.06	0.00	0.00	0.00	5.98
	4.30	-61.05	-8.06	0.00	0.00	0.00	23.31
53	VN2						
	0.00	-61.04	8.11	0.00	0.00	0.00	11.45
	2.15	-61.04	8.11	0.00	0.00	0.00	-5.98
	4.30	-61.04	8.11	0.00	0.00	0.00	-23.42
54	VN2						
	0.00	8.55	1.57	0.00	0.00	0.00	2.82
	2.70	8.55	1.57	0.00	0.00	0.00	-1.42
	5.40	8.55	1.57	0.00	0.00	0.00	-5.66
55	VN2						
	0.00	8.54	-1.55	0.00	0.00	0.00	-2.75
	2.70	8.54	-1.55	0.00	0.00	0.00	1.42
	5.40	8.54	-1.55	0.00	0.00	0.00	5.60
56	VN2						
	0.00	-61.05	-8.06	0.00	0.00	0.00	-11.34
	2.15	-61.05	-8.06	0.00	0.00	0.00	5.98
	4.30	-61.05	-8.06	0.00	0.00	0.00	23.31
57	VN2						
	0.00	-61.04	8.11	0.00	0.00	0.00	11.45
	2.15	-61.04	8.11	0.00	0.00	0.00	-5.98
	4.30	-61.04	8.11	0.00	0.00	0.00	-23.42

ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA PROPIA DE VIBRACIÓN

Estructura: **20VI02 AN**
Vano/s: **3**

DATOS DE PARTIDA

Resistencia característica del hormigón **fck** = 400

Datos del tablero:

Longitud total (m) **L** = 21,000 m

Ancho normal (m) H_l = 0,000 m

Espesor (m) e_l = 0,000 m

Nª de vigas = 1 **Nª de vigas extremas** = 0
Nª de vigas centrales = 1

Area de la viga (m²) A_v = 11,2260 m^2

Momento de inercia de viga extrema I_{ve} = 0,0000000000 m^4

Momento de inercia de viga central I_{vc} = 1,6740000000 m^4

Densidades:
Hormigón y forjados δ_h = 2,5 T/m^3
Pavimento δ_p = 2,4 T/m^3
Balasto δ_b = 1,6 T/m^3

Pavimento: **Ancho** H_p = 0,000 m **Espesor** e_p = 0,000 m

Balasto:
Ancho base inferior (m) H_{bi} = 8,700 m
Ancho base superior (m) H_{bs} = 7,700 m
Espesor (m) e_b = 0,500 m
Area (m²) $A_b = (H_{bs} + ((H_{bi} - H_{bs}) / 2)) \times e_b$ = 4,1000 m^2

Vía: **Nº de vías** = 2 **Peso carril / m** = 60,000 Kg/m

Elementos Auxiliares:

Barandilla metálica	**Nº**	= 2	**Peso / m**	P_{bm}	=	50,000	Kg/m
Bionda	**Nº**	= 0	**Peso / m**	P_b	=	50,000	Kg/m
Imposta	**Nº**	= 2	**Area (m²)**	A_i	=	0,400	m^2
Barrera rígida	**Nº**	= 0	**Area (m²)**	A_{br}	=	0,000	m^2
Acera	**Nº**	= 2	**Area (m²)**	A_a	=	0,360	m^2
Bordillo guardabalasto	**Nº**	= 2	**Area (m²)**	A_{bg}	=	0,080	m^2
Otros	**Nº**	= 0	**Area (m²)**	A_o	=	0,000	m^2
Otros	**Nº**	= 0	**Peso / m**	P_o	=	0,000	Kg/m

ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA PROPIA DE VIBRACIÓN

Estructura: **20VI02 AN**
Vano/s: **3**

CÁLCULOS

MODULO DE ELASTICIDAD (E)

$E = 19.000 \sqrt{fck} = 380.000{,}00 \ Kg/cm^2$

$E = 19.000 \sqrt{fck} \times 9{,}8 \times 10^4 = 3{,}724000 \times 10^{10} \ Nw/m^2$

LONGITUD DEL TABLERO (L)

$L = 21{,}000 \ m = 2.100{,}0 \ cm$

MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL (I)

$I = 0 \ I_{ve} + 1 \ I_{vc} = 1{,}6740000000 \ m^4 = 167.400.000{,}0 \ cm^4$

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

Peso de la viga / m	$P_v = A_v \times \delta_h \times 10^3$ Kg/m	=	28.065,000 Kg/m
Peso de la losa / m	$P_l = H_l \times e_l \times \delta_h \times 10^3$ Kg/m	=	0,000 Kg/m
Peso pavimento / m	$P_p = H_p \times e_p \times \delta_p \times 10^3$ Kg/m	=	0,000 Kg/m
Peso balasto / m	$P_b = A_b \times \delta_b \times 10^3$ Kg/m	=	6.560,000 Kg/m
Peso de la vía / m	P_c = 2 x Nº Vías x Peso carril/m	=	240,000 Kg/m
Peso elementos auxiares / m			
Barandilla metálica	$P_{bm} = 2 \times P_{bm}$	=	100,000 Kg/m
Bionda	$P_b = 0 \times P_b$	=	0,000 Kg/m
Imposta	$P_i = 2 \times A_i \times \delta_h$	=	2,000 Kg/m
Barrera rígida	$P_{br} = 0 \times A_{br} \times \delta_h$	=	0,000 Kg/m
Acera	$P_a = 2 \times A_a \times \delta_h$	=	1,800 Kg/m
Bordillo guardabalasto	$P_{bg} = 2 \times A_{bg} \times \delta_h$	=	0,400 Kg/m
Otros	$P_o = 0 \times A_o \times \delta_h$	=	0,000 Kg/m
Otros	$P_o = 0 \times P_o$	=	0,000 Kg/m
Total Peso elementos auxiares / m	P_{aux}	=	104,200 Kg/m

PESO O MASA DEL TABLERO POR ML (m)

$m = 1 \times P_v + P_l + P_p + P_b + P_c + P_{aux} = 34.969{,}200 \ Kg/m$

PESO O MASA TOTAL DEL TABLERO (P)

$P = m \times L = 734.353{,}200 \ Kg$

ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA PROPIA DE VIBRACIÓN

Estructura: **20VI02 AN**
Vano/s: **3**

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:

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

Siendo:
- E = Módulo de elasticidad en kg/cm^2
- I = Inercia sección transversal en cm^4
- P = Peso total del tablero en Kg.
- g = 9,8 x 100 $cm/seg.^2$
- L = Luz de cálculo en cm

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

Siendo:
- E = Módulo de elasticidad en N/m^2
- I = Inercia sección transversal en m^4
- L = Luz de cálculo en m
- m = Masa del tablero por metro, en kg/m

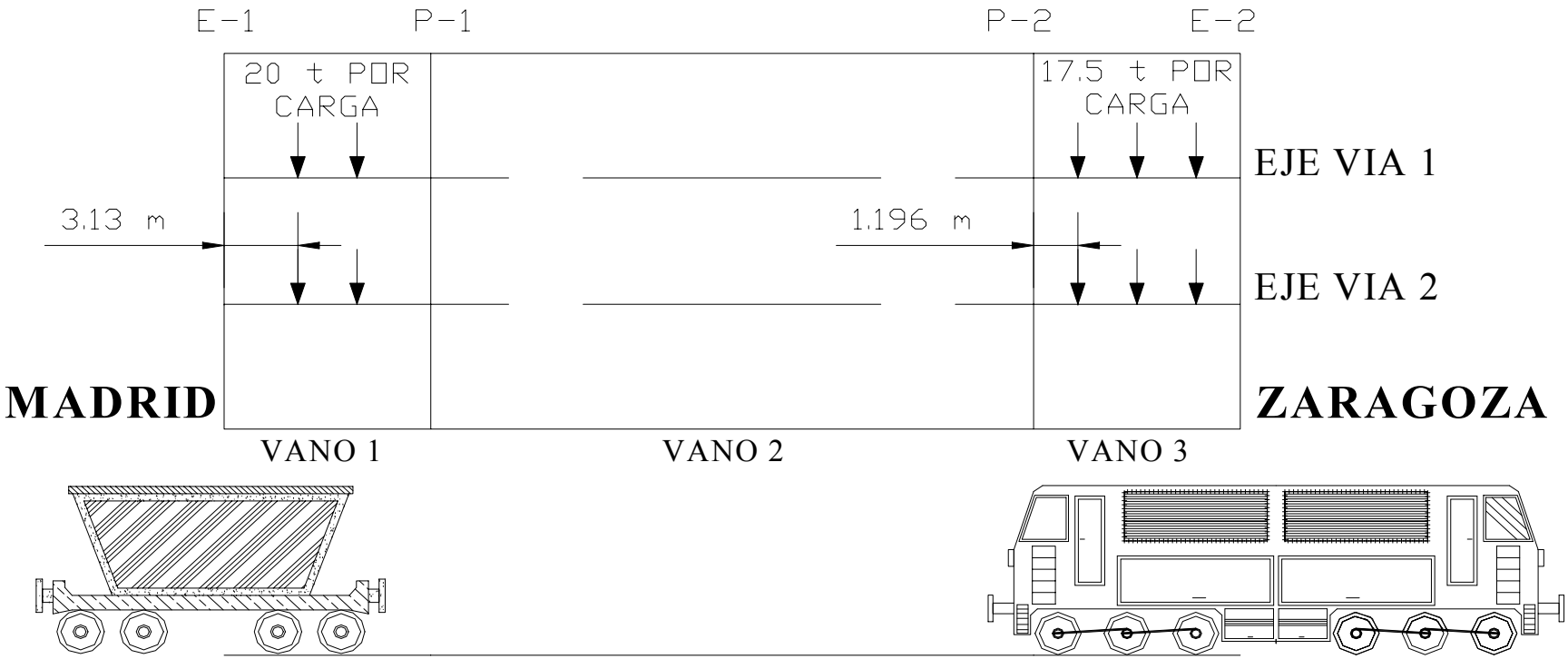
Experimentalmente ambas fórmulas, por lo general, aunque definen un intervalo teórico, se pueden considerar más como estimaciones del valor de frecuencia considerado como límite inferior, ya que no tienen en cuenta muchos aspectos que rigidizan la estructura y la confieren una frecuencia mayor. Así pues,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

3,34 Hz ≤ f ≤ 4,76 Hz

III. FIGURAS

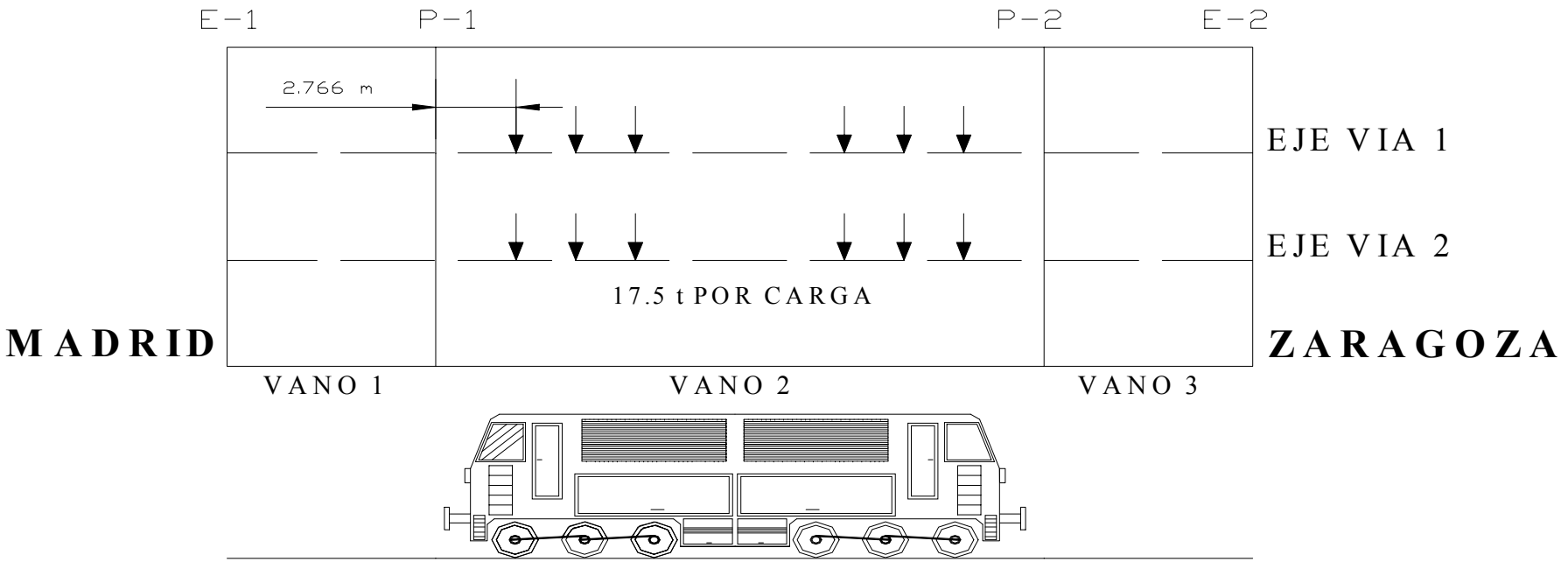
PRUEBA DE CARGA SOBRE LA ESTRUCTURA 20VI02-AN

DISPOSICIÓN DE LAS CARGAS EN LOS VANOS 1 Y 3

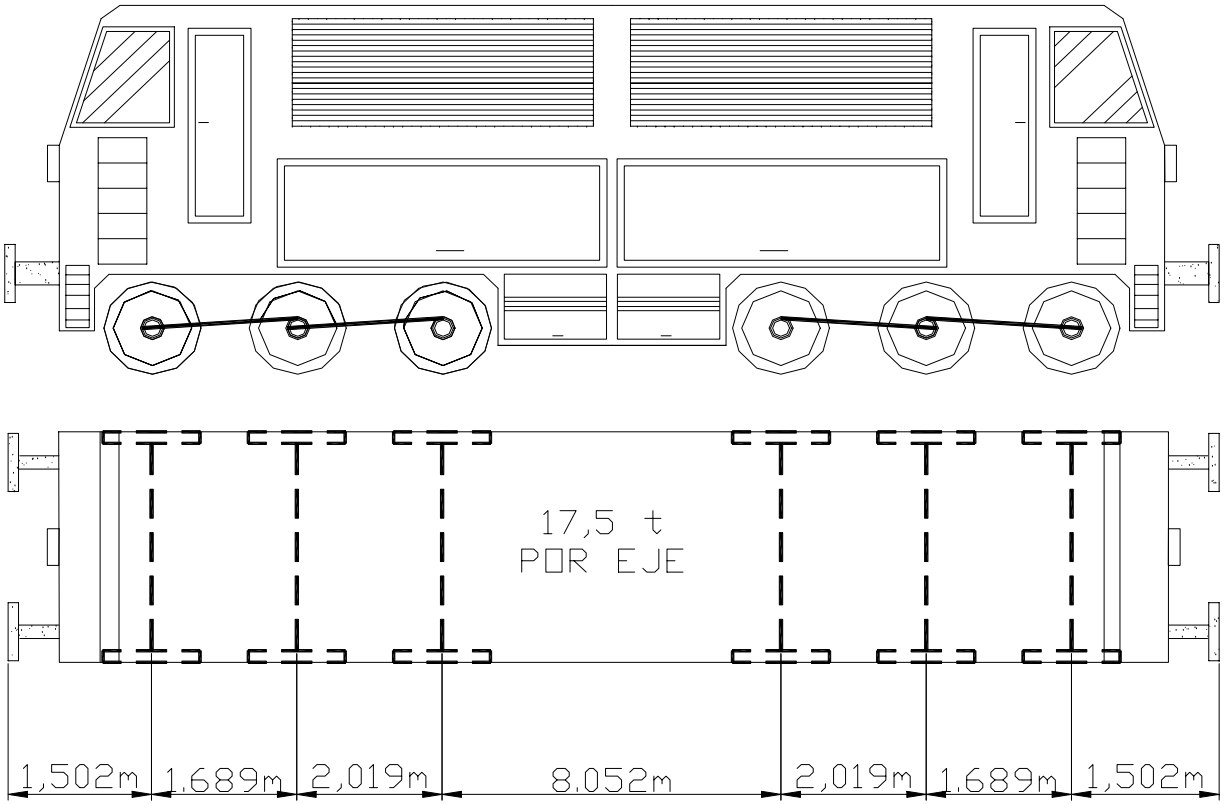


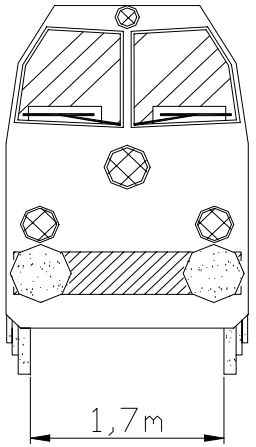
PRUEBA DE CARGA SOBRE LA ESTRUCTURA 20VI02-AN

DISPOSICIÓN DE LAS CARGAS EN EL VANO 2

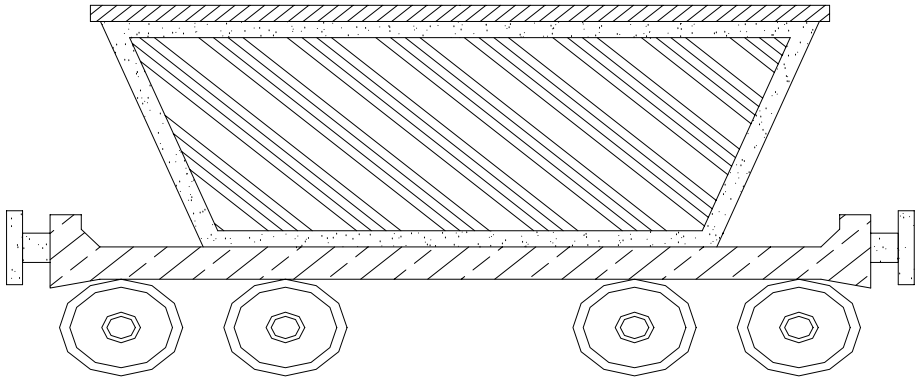


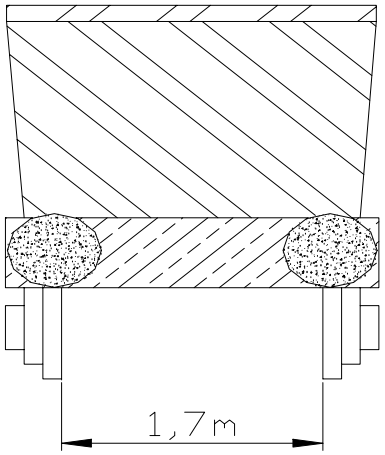
ESQUEMA DE LA LOCOMOTORA CEDIDA POR RENFE PARA LAS PRUEBAS DE CARGA

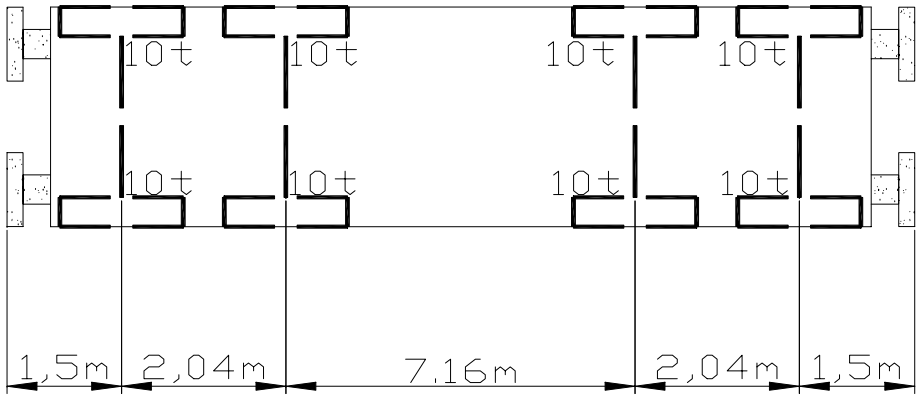




ESQUEMA DE LA TOLVA CEDIDA POR RENFE PARA LAS PRUEBAS DE CARGA



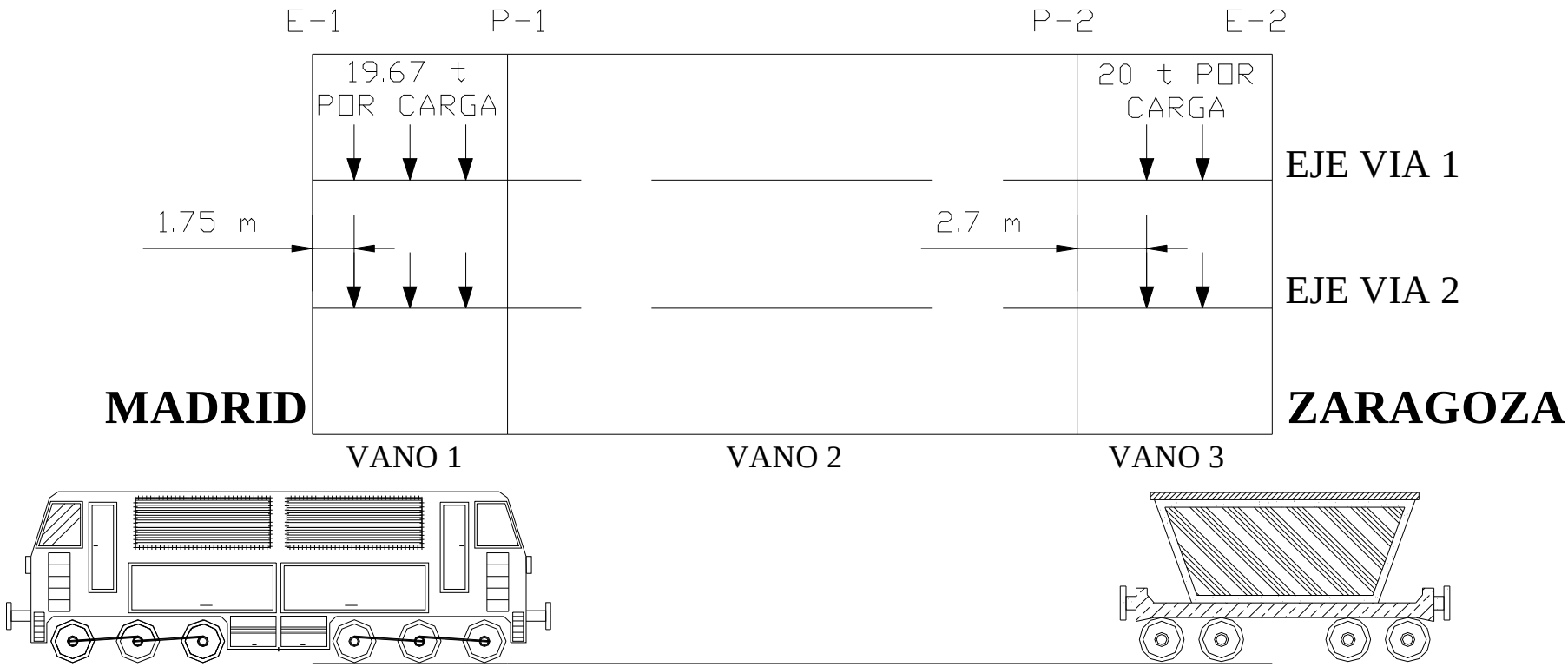




III. ESQUEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y TREN DE CARGA

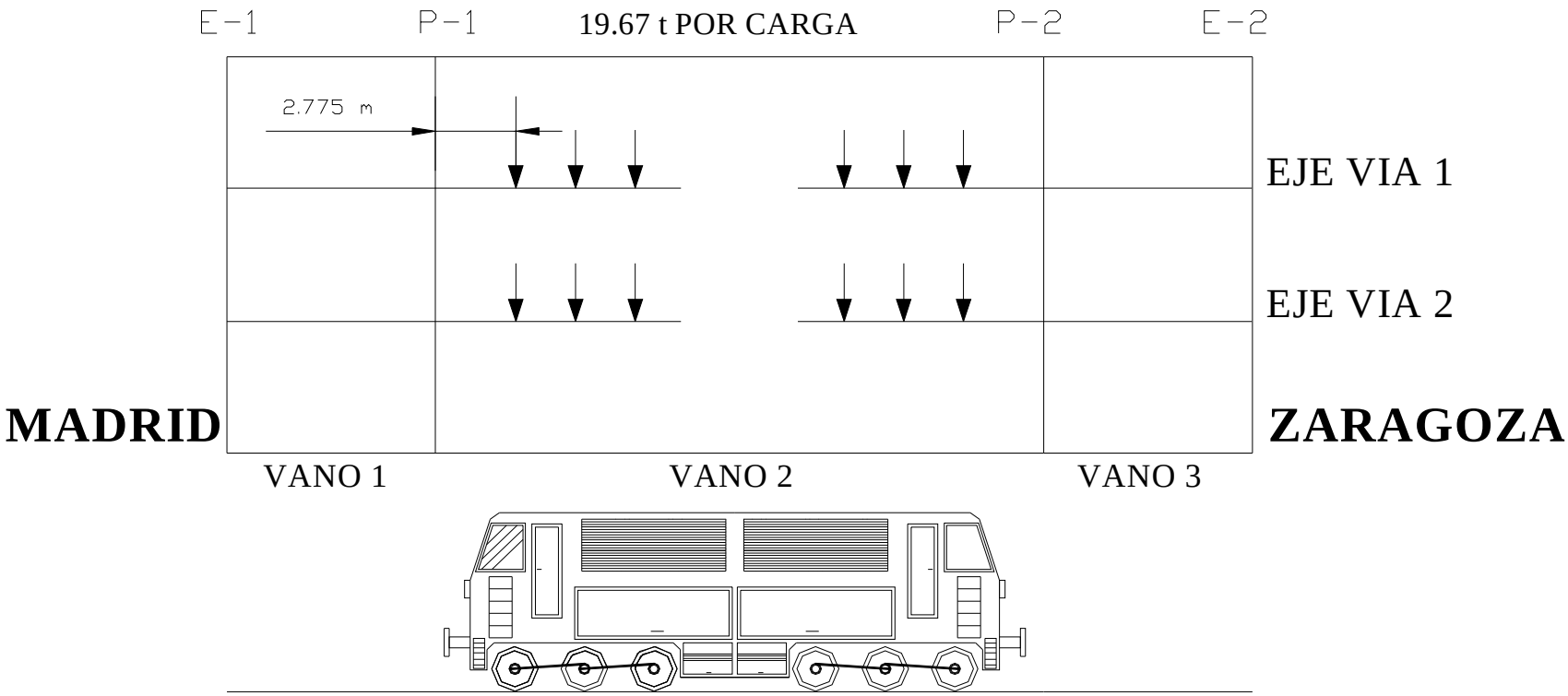
PRUEBA DE CARGA SOBRE LA ESTRUCTURA 20VI02-LAV

DISPOSICIÓN DE LAS CARGAS EN LOS VANOS 1 Y 3



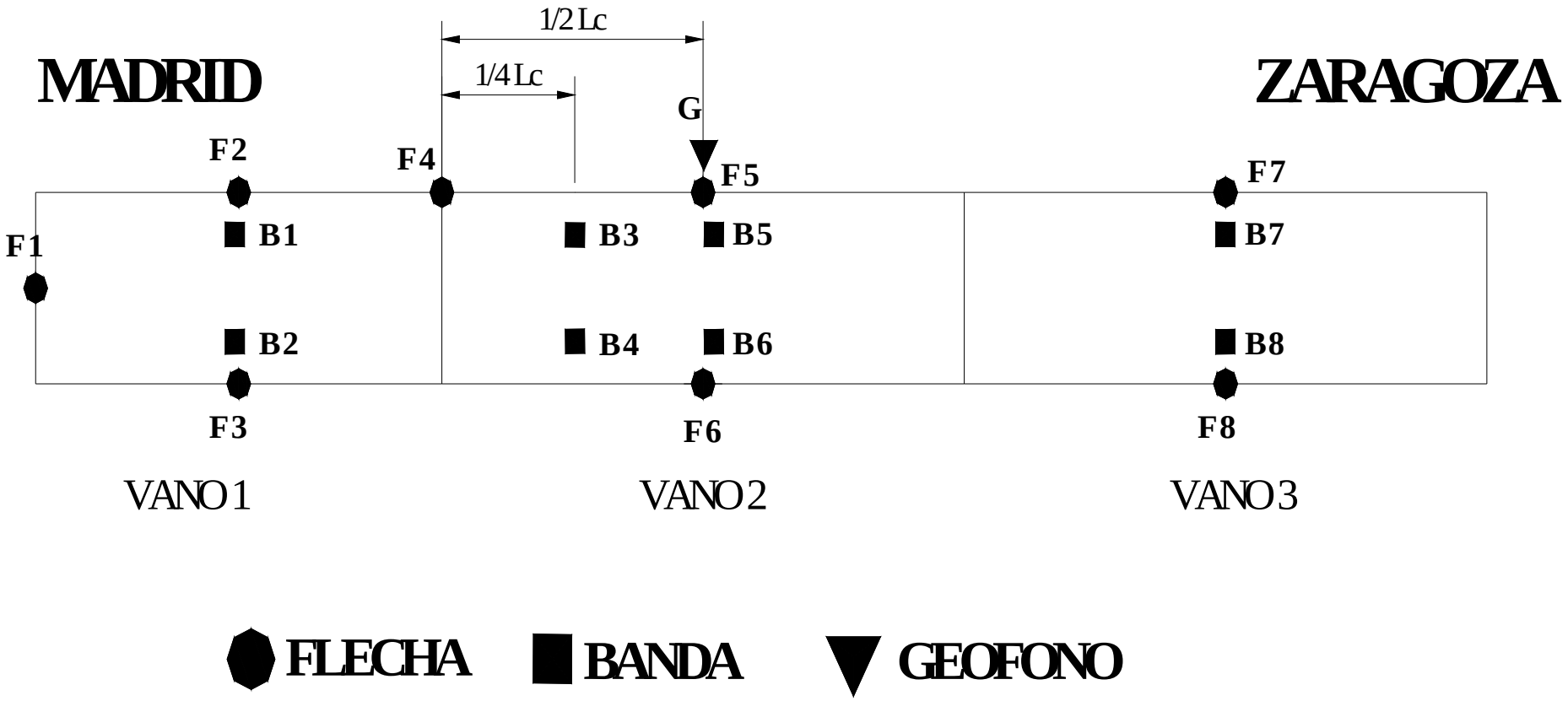
PRUEBA DE CARGA SOBRE LA ESTRUCTURA 20VI02-LAV

DISPOSICIÓN DE LAS CARGAS EN EL VANO 2

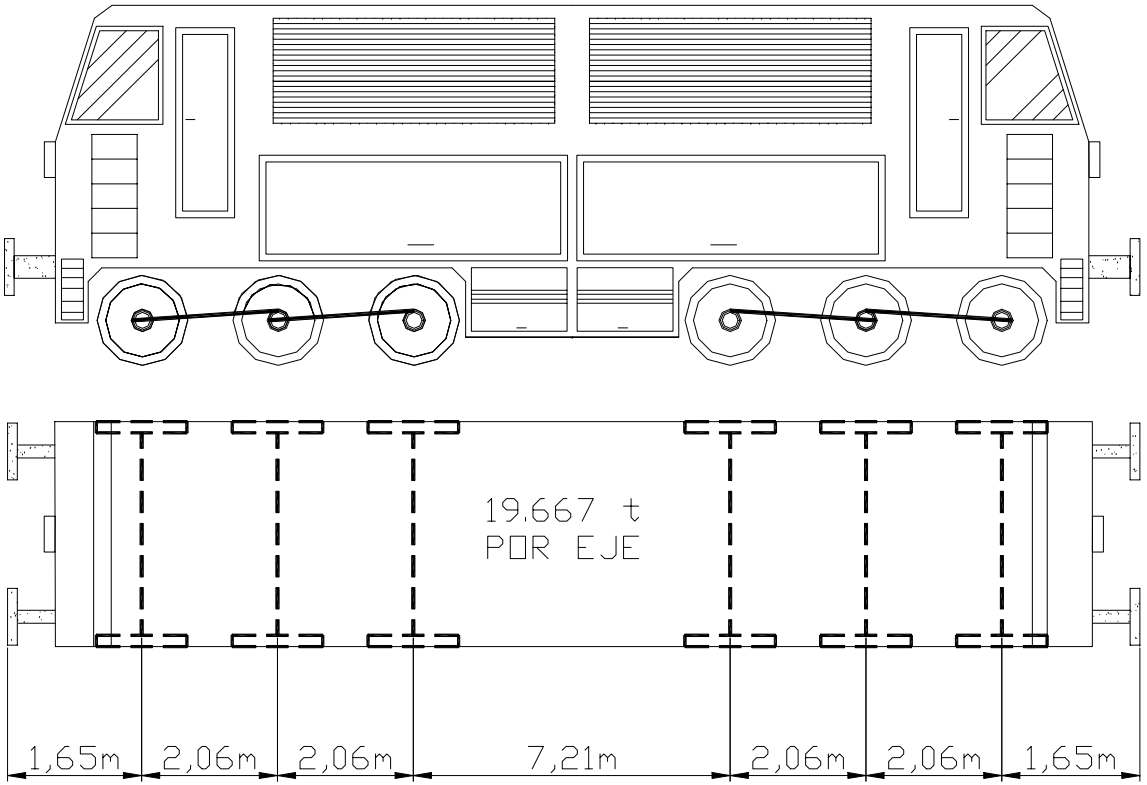


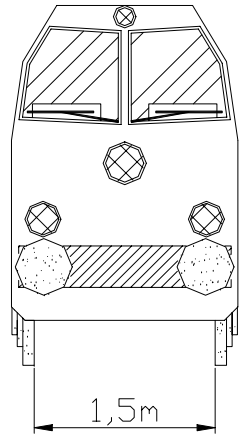
PRUEBA DE CARGA SOBRE LA ESTRUCTURA 20VI02-LAV

DISPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA

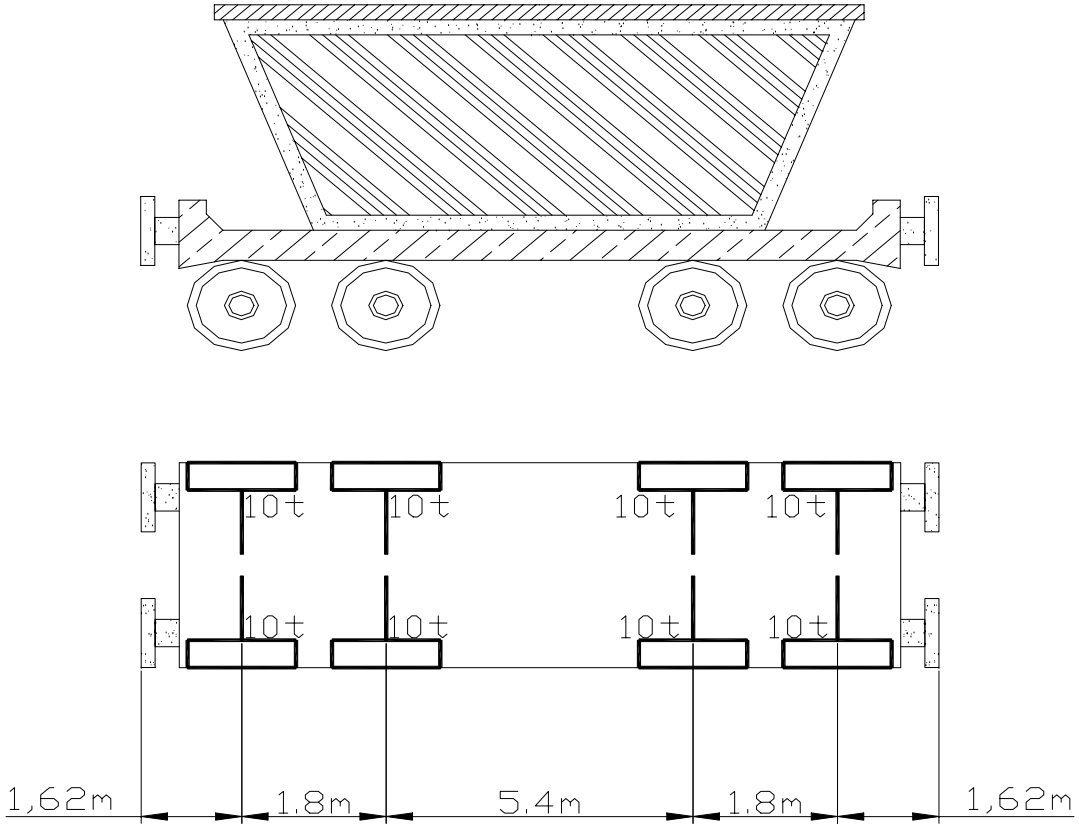


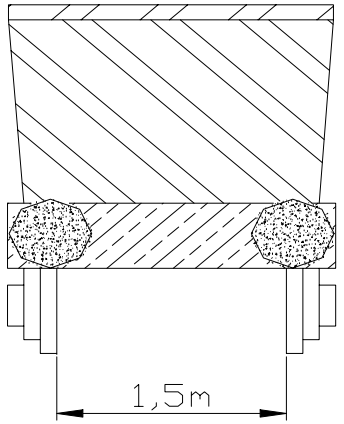
ESQUEMA DE LA LOCOMOTORA CEDIDA POR EL GIF PARA LAS PRUEBAS DE CARGA





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



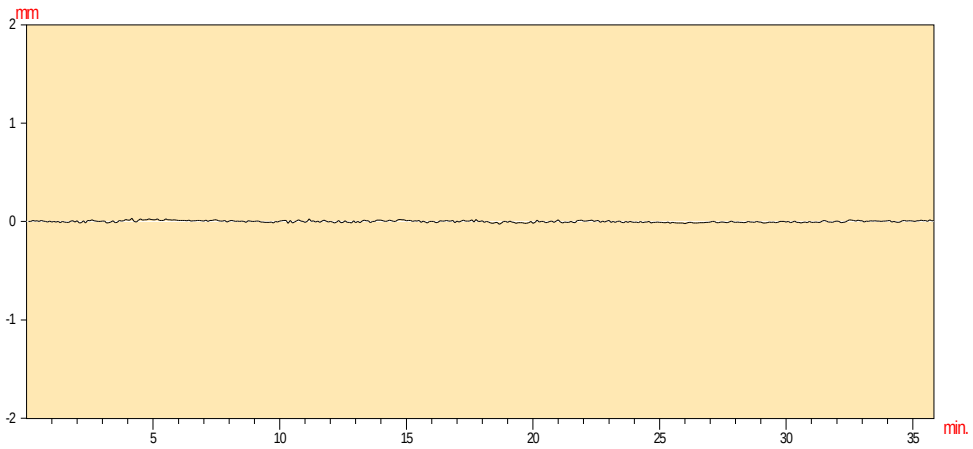


IV. REGISTRO DE MEDIDAS

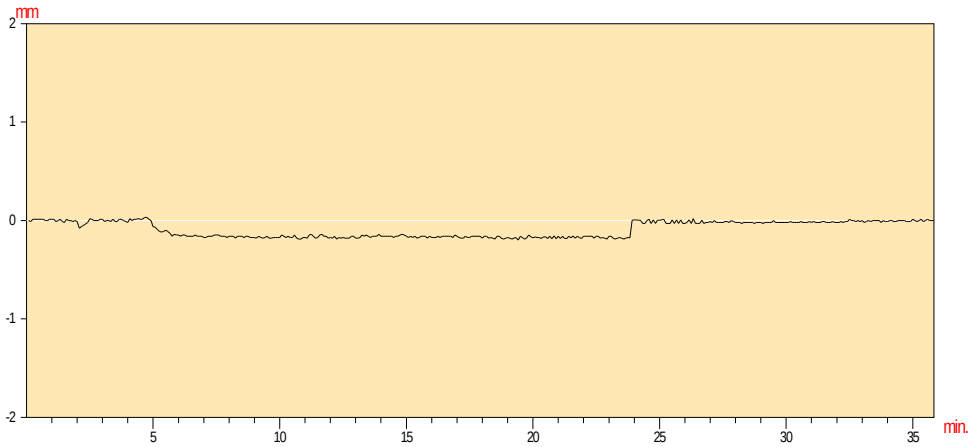
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV H1

Organismo : GIF

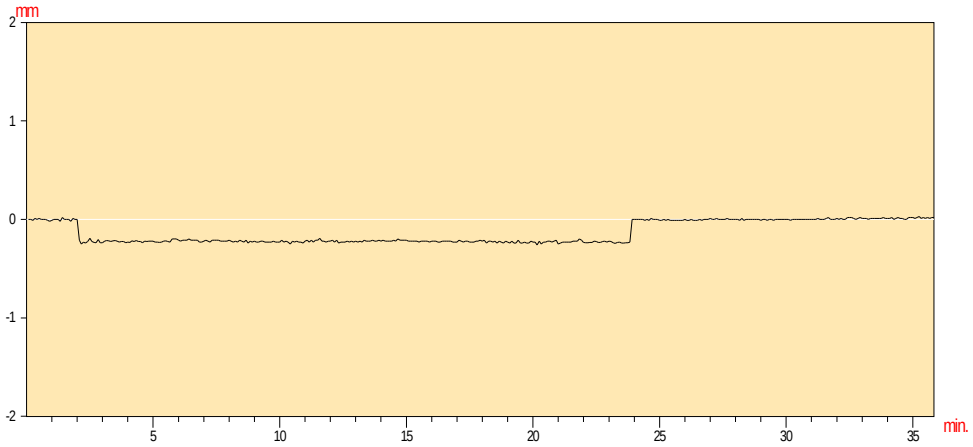
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.02
Valor Residual	= 0.00
Canal	F1



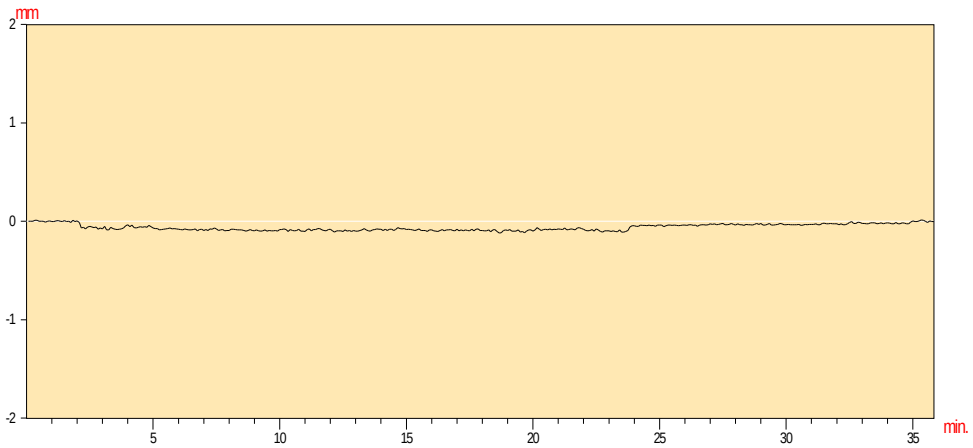
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.16
Valor Residual	= -0.02
Canal	F2



Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.22
Valor Residual	= -0.01
Canal	F3



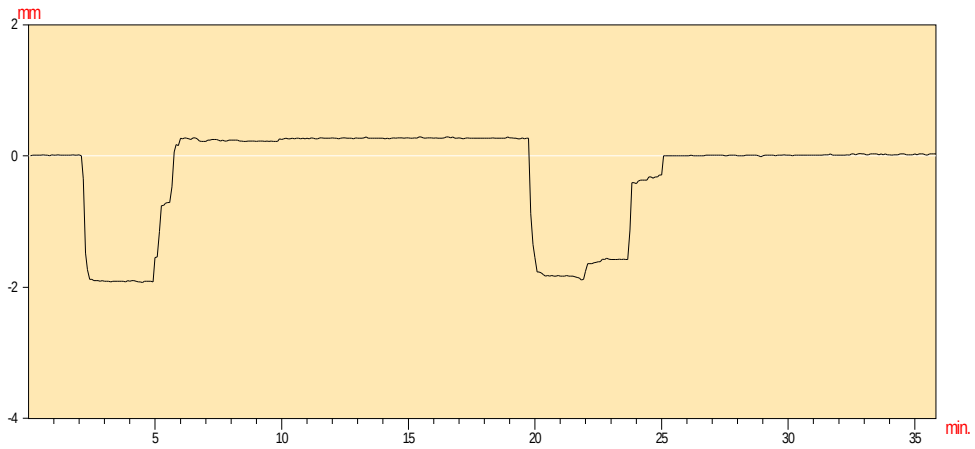
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.07
Valor Residual	= -0.01
Canal	F4



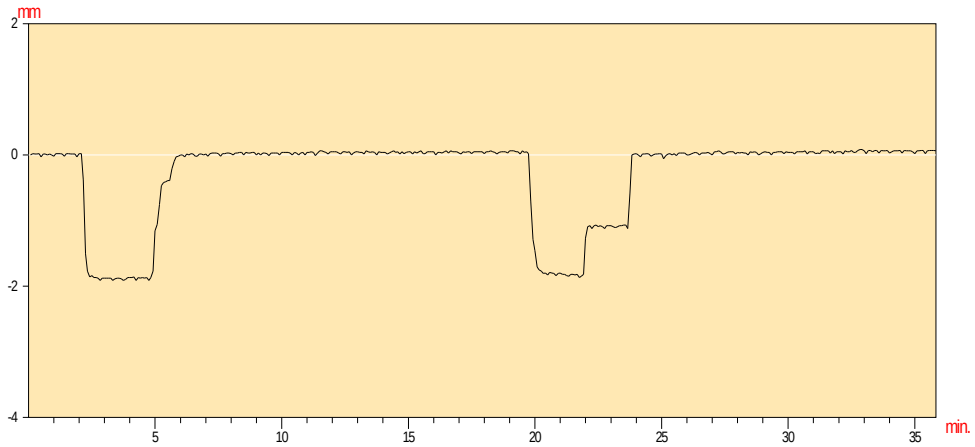
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV H1

Organismo : GIF

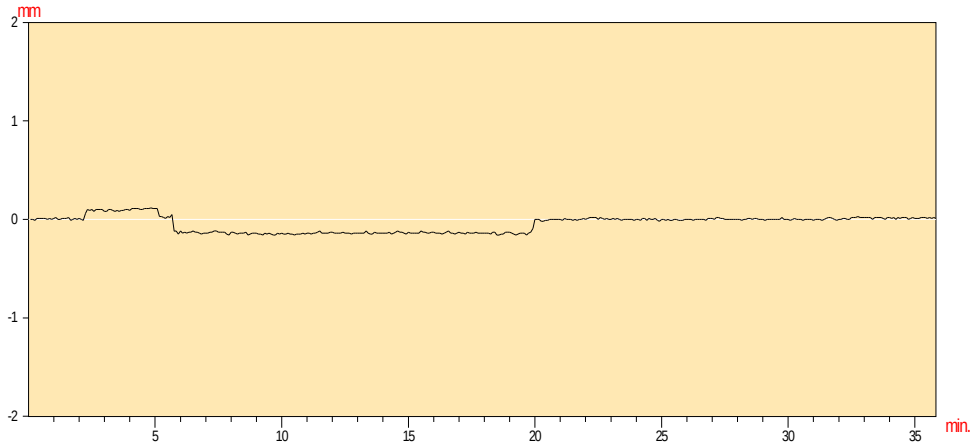
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 0.13
Valor Residual	= 0.01
Canal	F5



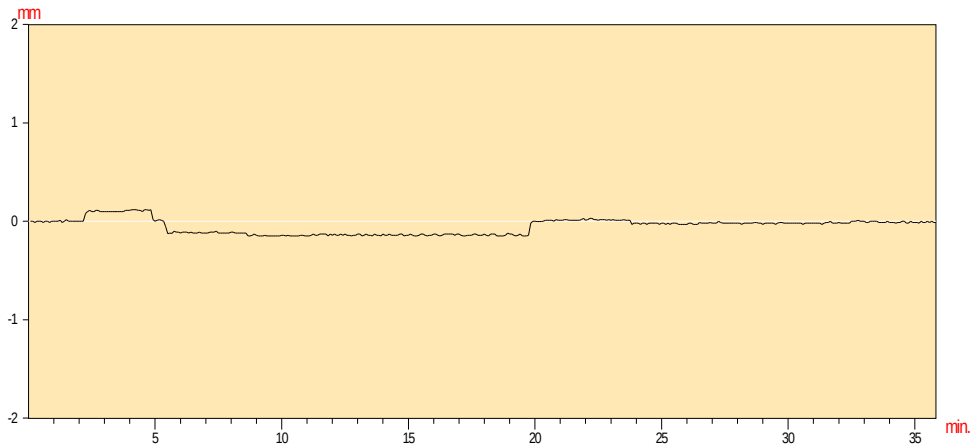
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 0.04
Valor Residual	= 0.01
Canal	F6



Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.14
Valor Residual	= 0.00
Canal	F7



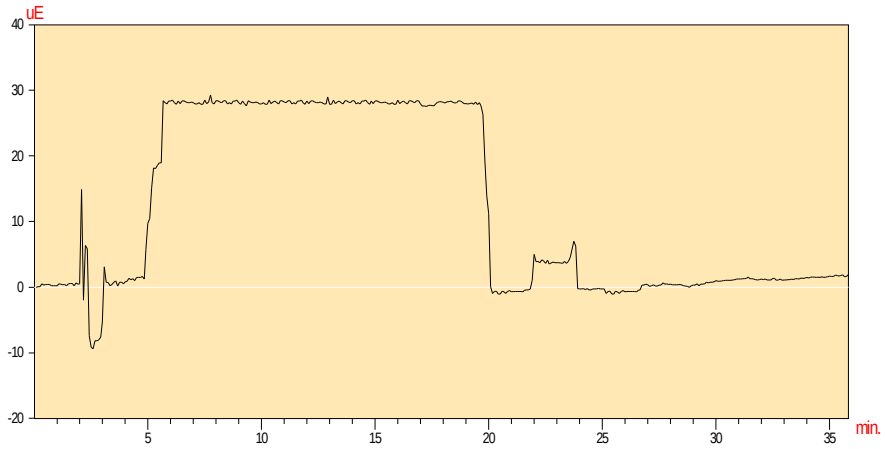
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.15
Valor Residual	= 0.00
Canal	F8



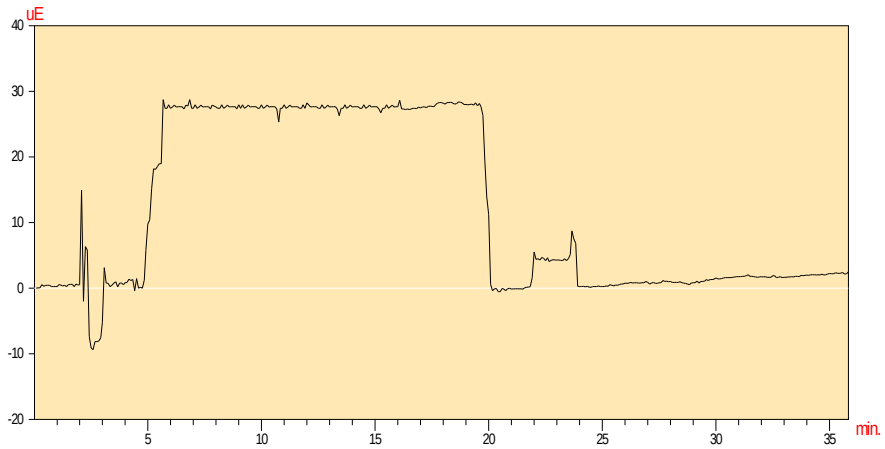
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV H1

Organismo : GIF

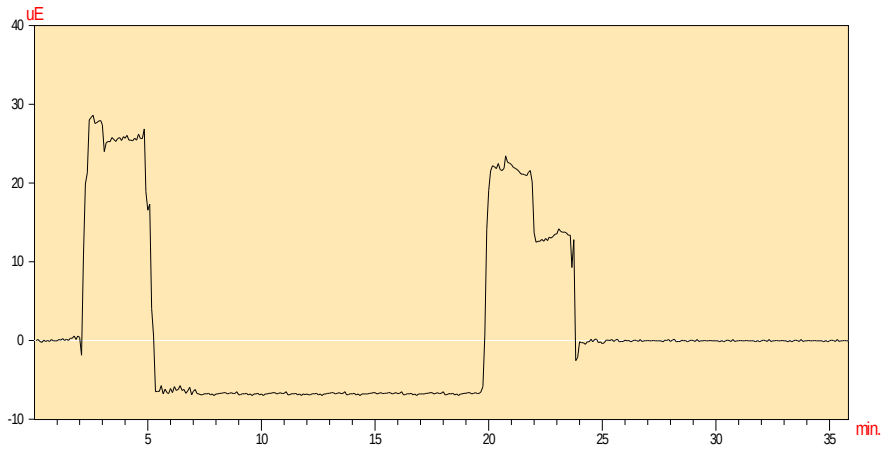
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 27.20
Valor Residual	= 0.35
Canal	B1



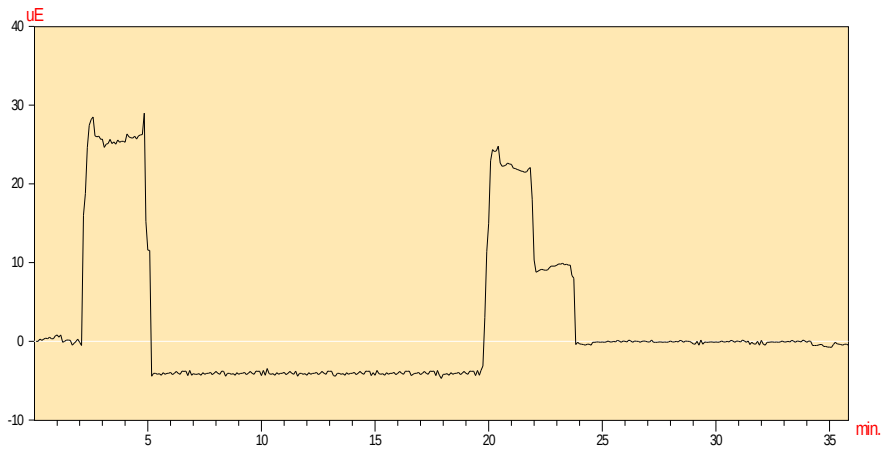
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 27.94
Valor Residual	= 0.23
Canal	B2



Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -5.75
Valor Residual	= 0.00
Canal	B3



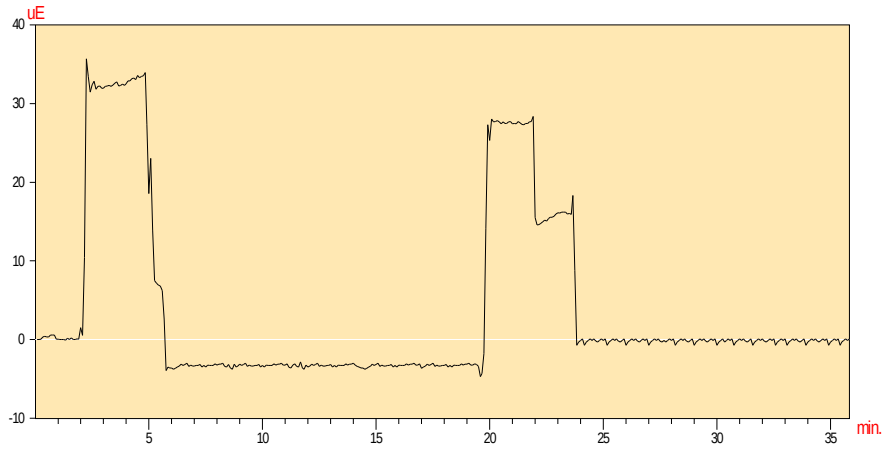
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -4.17
Valor Residual	= -0.12
Canal	B4



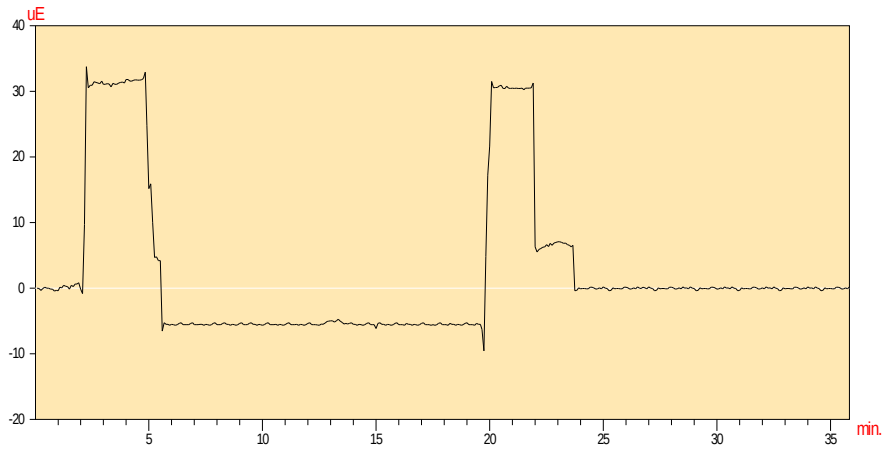
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV H1

Organismo : GIF

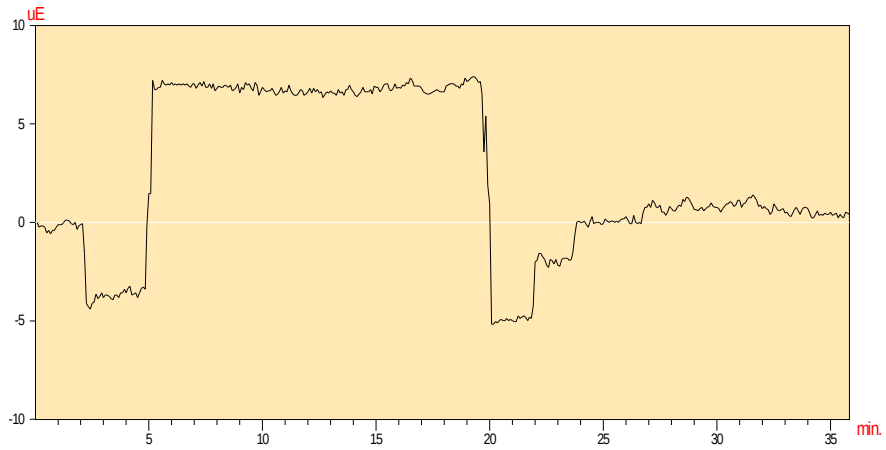
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -3.17
Valor Residual	= -0.12
Canal	B5



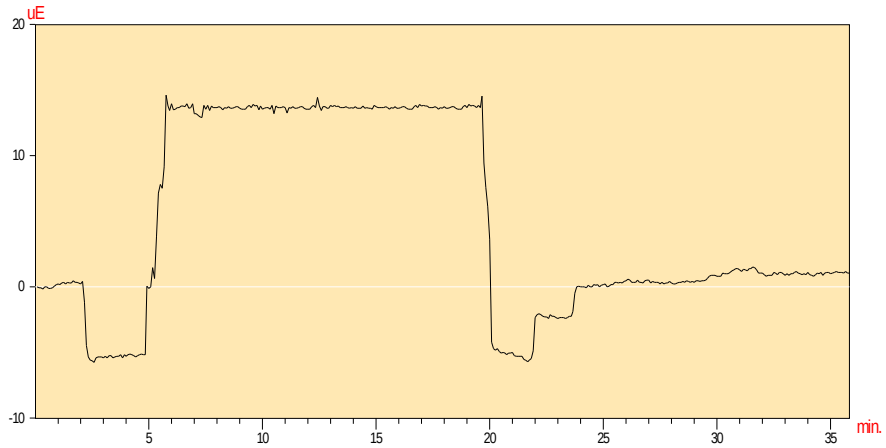
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -5.16
Valor Residual	= -0.12
Canal	B6



Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 6.57
Valor Residual	= 0.00
Canal	B7



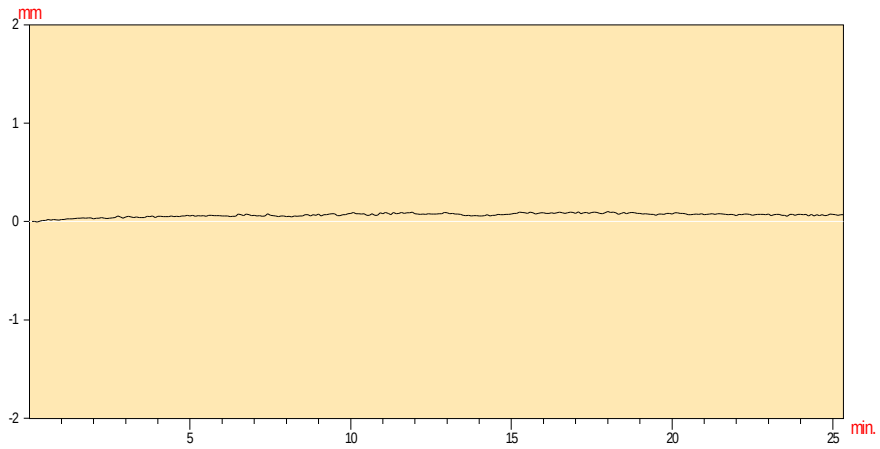
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 13.62
Valor Residual	= -0.12
Canal	B8



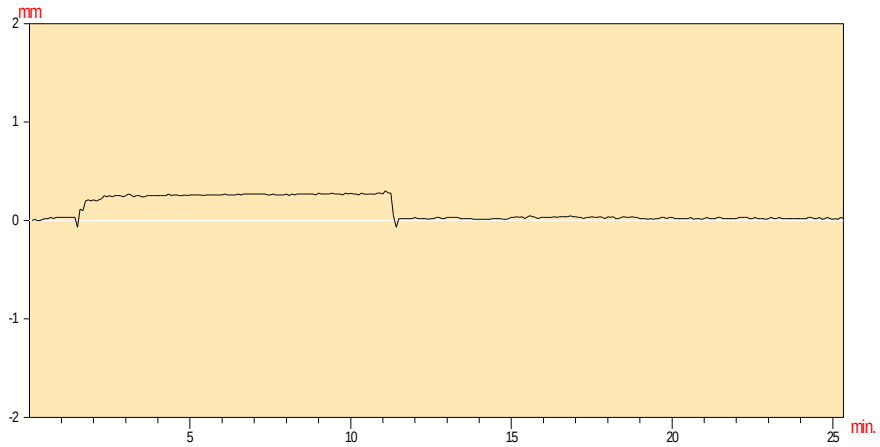
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV H2

Organismo : GIF

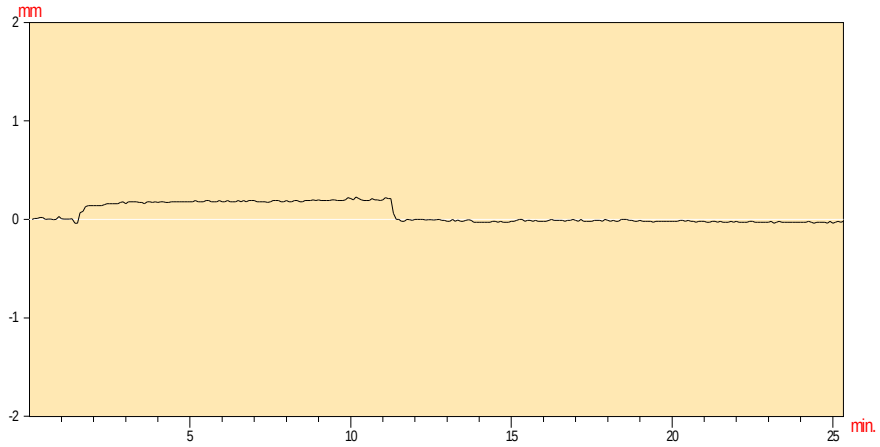
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:57:07
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 0.00
Valor Residual	= 0.00
Canal	F1



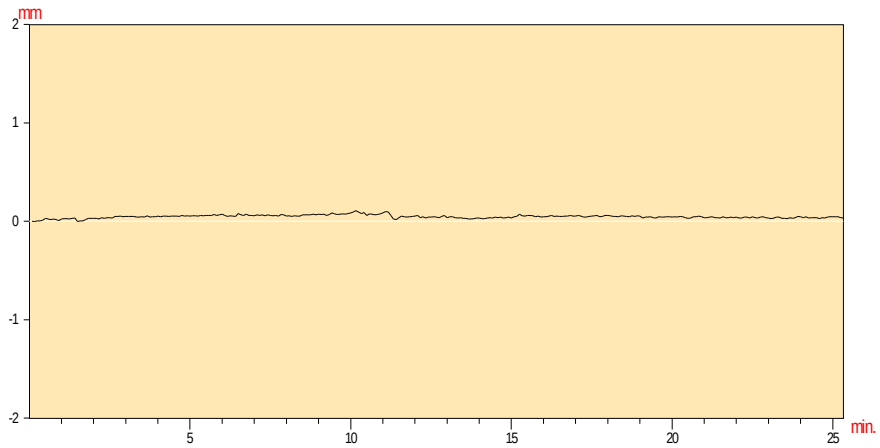
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:57:07
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 0.27
Valor Residual	= 0.02
Canal	F2



Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:57:07
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 0.19
Valor Residual	= 0.00
Canal	F3



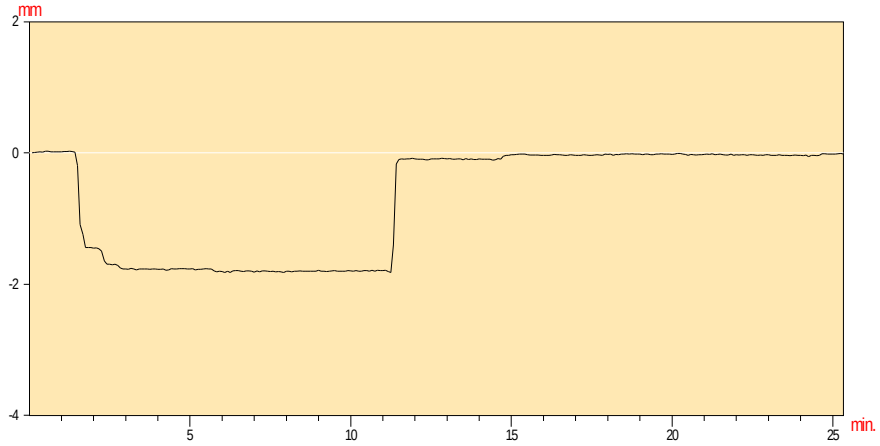
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:57:07
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 0.00
Valor Residual	= 0.00
Canal	F4



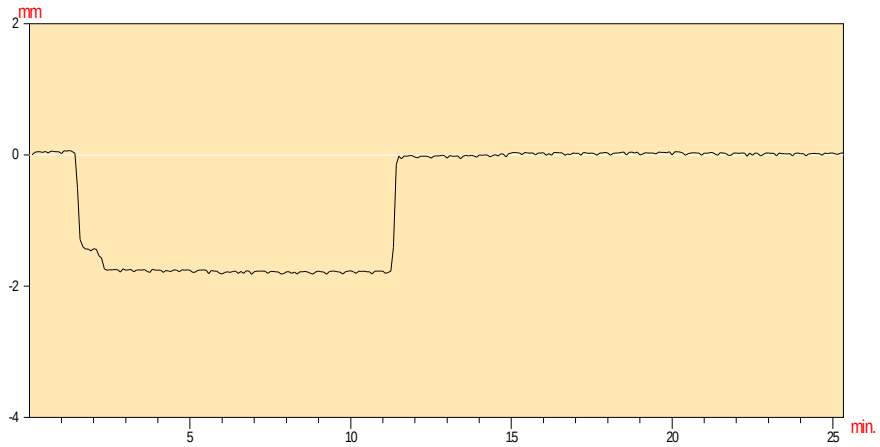
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV H1

Organismo : GIF

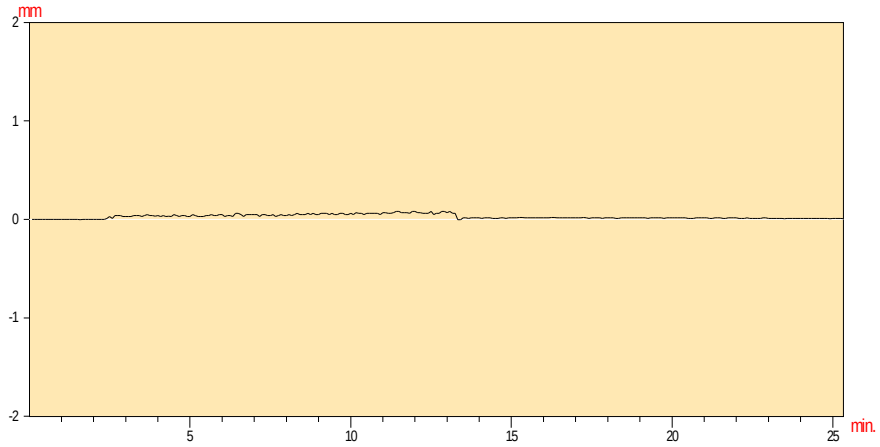
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -1.80
Valor Residual	= -0.03
Canal	F5



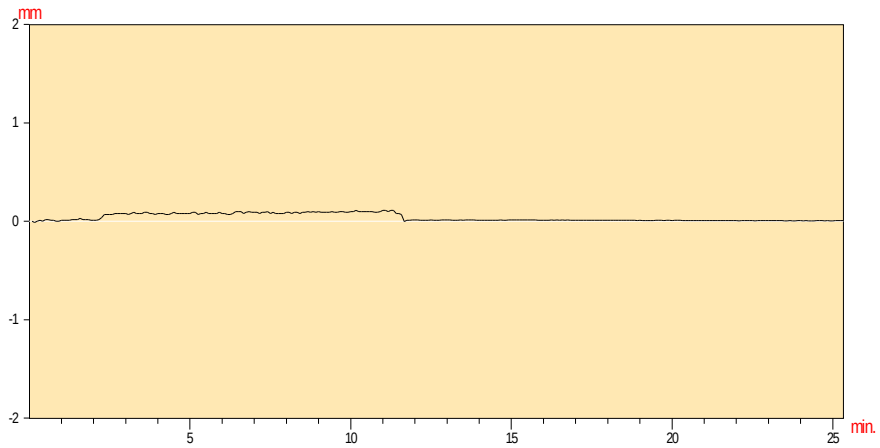
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -1.77
Valor Residual	= -0.03
Canal	F6



Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 0.08
Valor Residual	= 0.00
Canal	F7



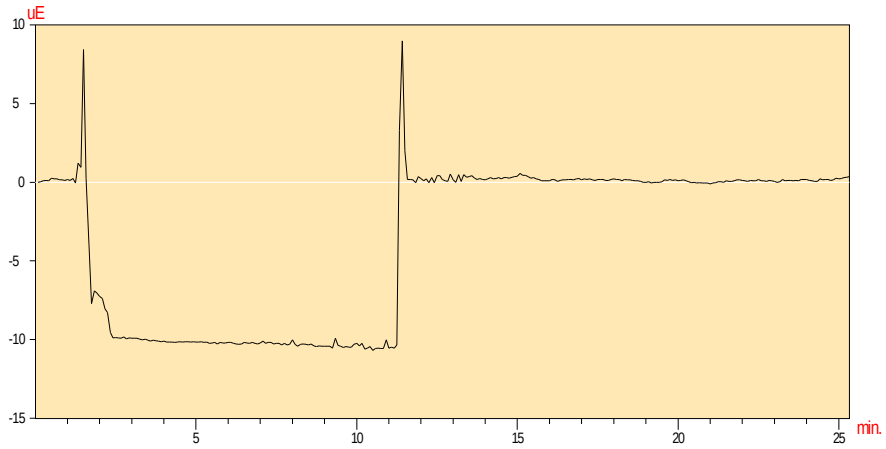
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:08:40
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 0.10
Valor Residual	= 0.00
Canal	F8



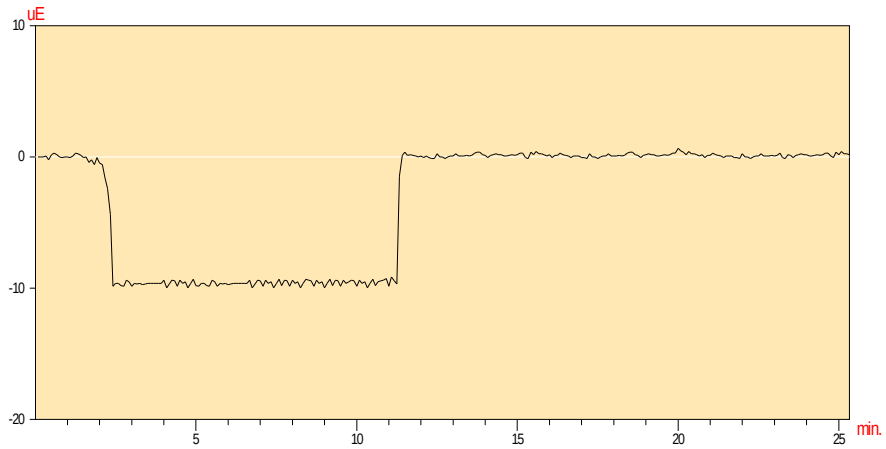
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV H2

Organismo : GIF

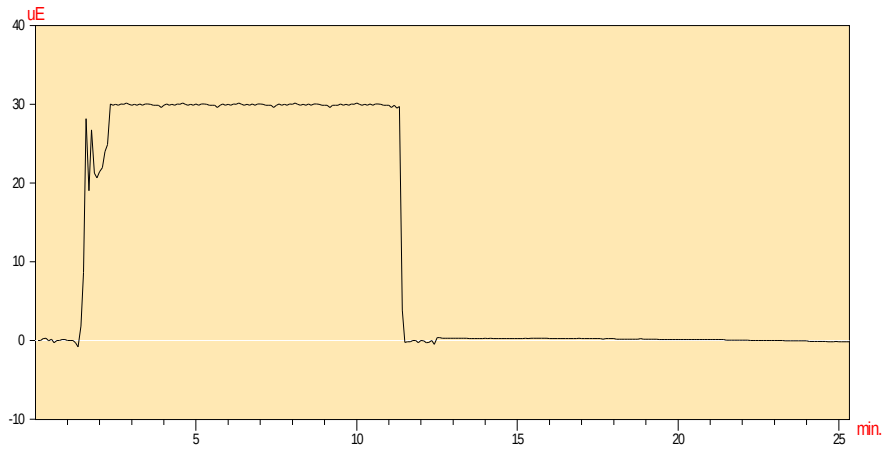
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:57:07
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -9.50
Valor Residual	= 0.00
Canal	B1



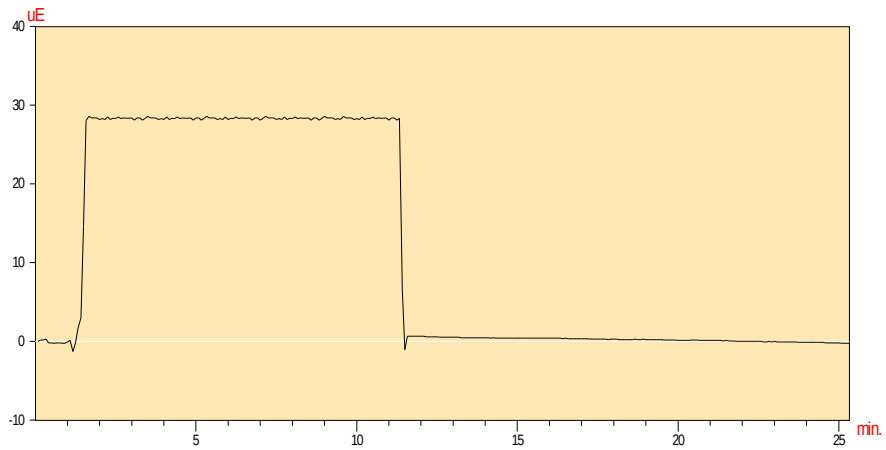
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:57:07
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -9.62
Valor Residual	= -0.06
Canal	B2



Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:57:07
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 29.87
Valor Residual	= 0.23
Canal	B3



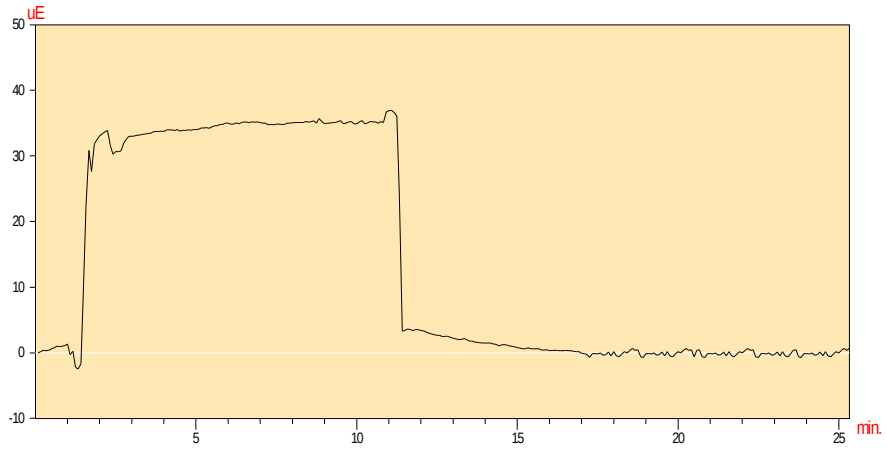
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:57:07
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 28.29
Valor Residual	= 0.00
Canal	B4



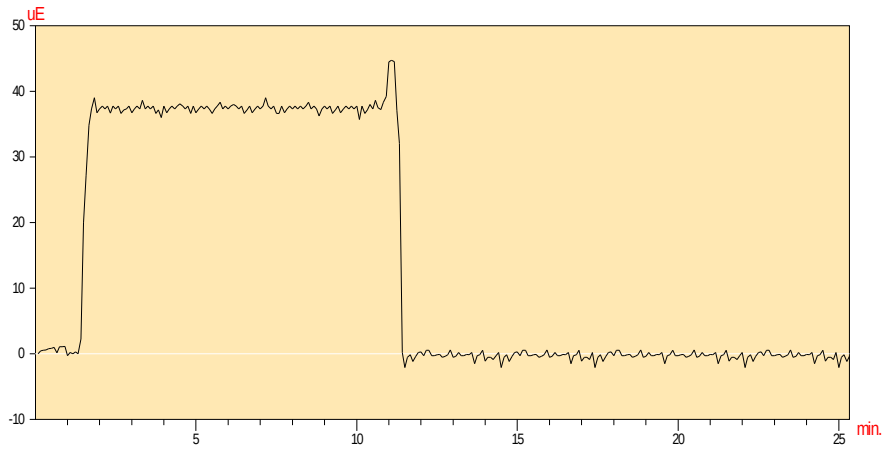
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV H2

Organismo : GIF

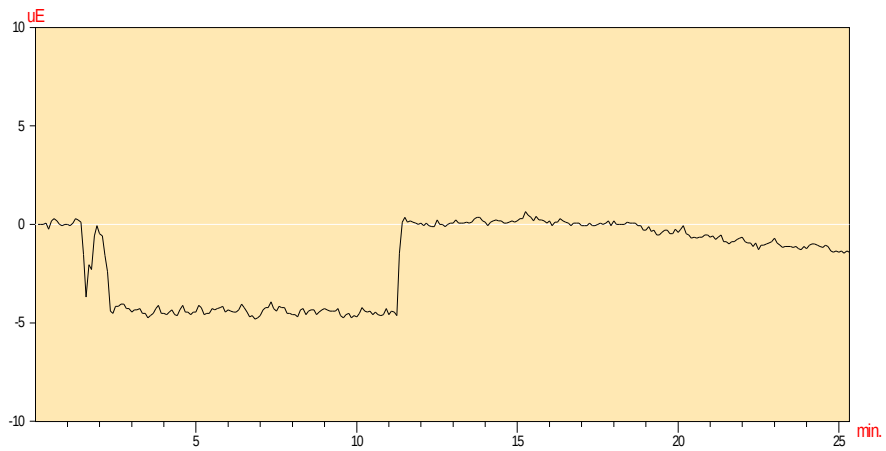
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:57:07
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 35.10
Valor Residual	= 0.00
Canal	B5



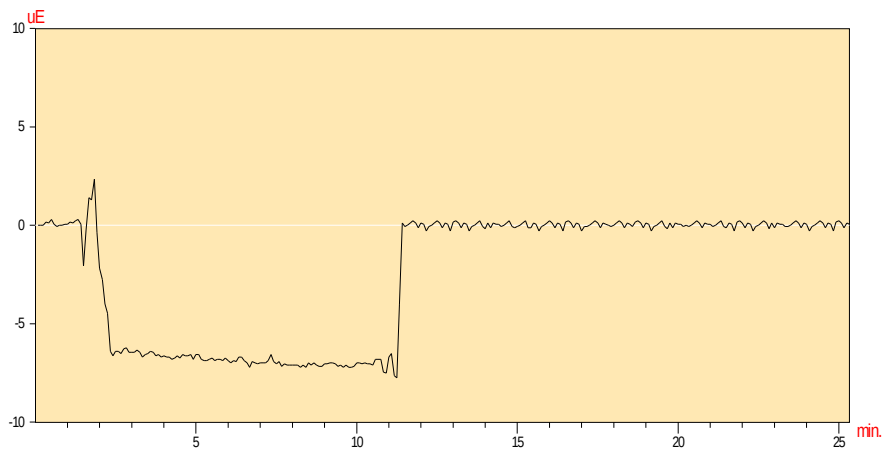
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:57:07
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 35.00
Valor Residual	= 0.18
Canal	B6



Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:57:07
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -4.40
Valor Residual	= -0.18
Canal	B7



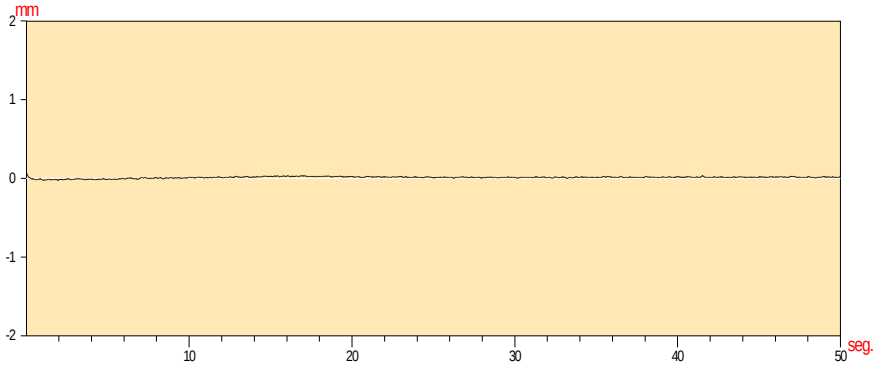
Prueba :	**ESTATICA**
Fecha :	26/06/02
Hora :	19:57:07
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -6.98
Valor Residual	= -0.18
Canal	B8



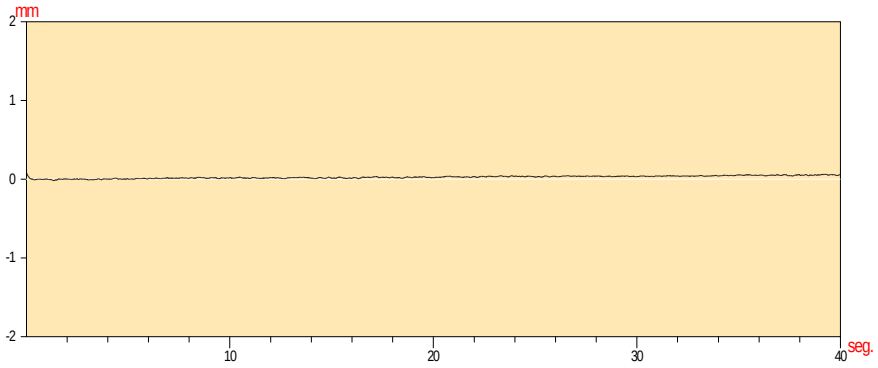
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

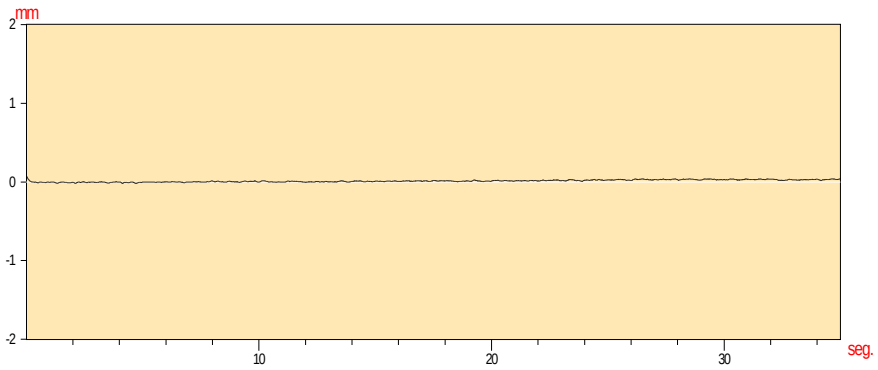
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.02
Valor Residual	= 0.00
Canal	F1



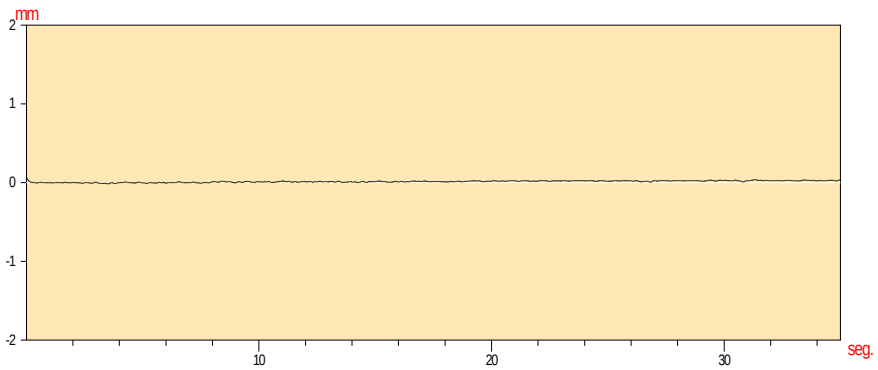
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.02
Valor Residual	= 0.00
Canal	F1



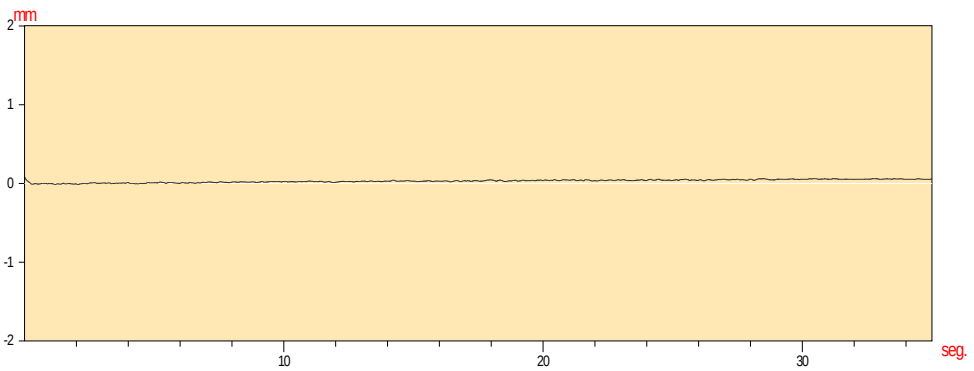
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.01
Valor Residual	= 0.00
Canal	F1



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.01
Valor Residual	= 0.00
Canal	F1



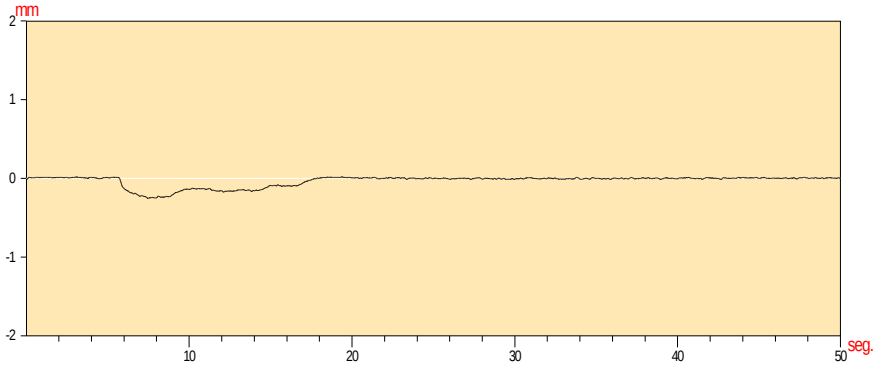
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.01
Valor Residual	= 0.00
Canal	F1



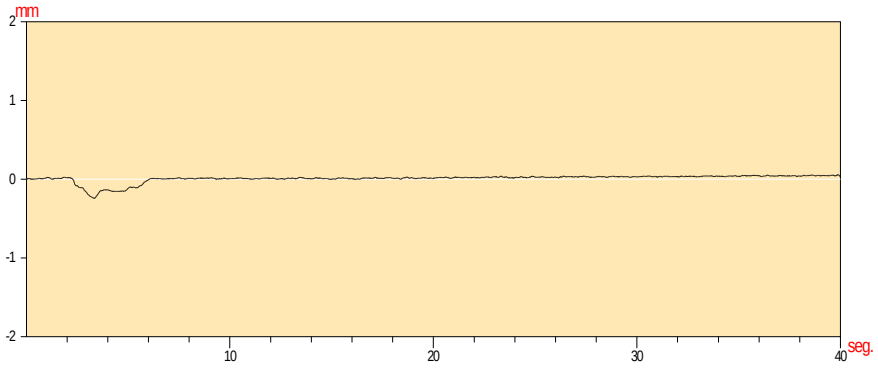
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

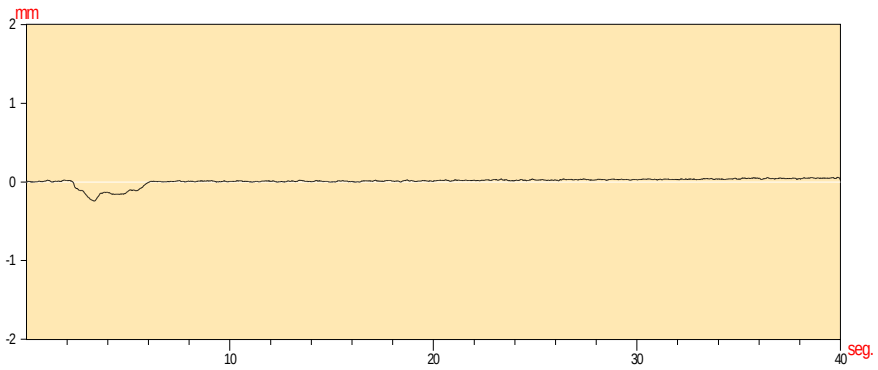
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.25
Valor Residual	= 0.00
Canal	F2



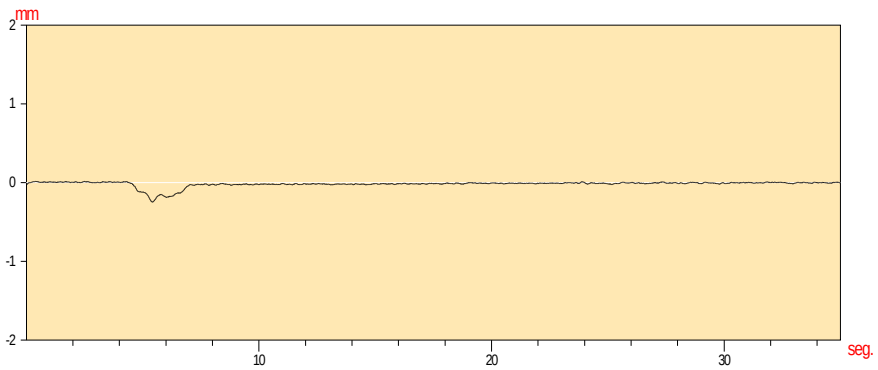
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.24
Valor Residual	= 0.00
Canal	F2



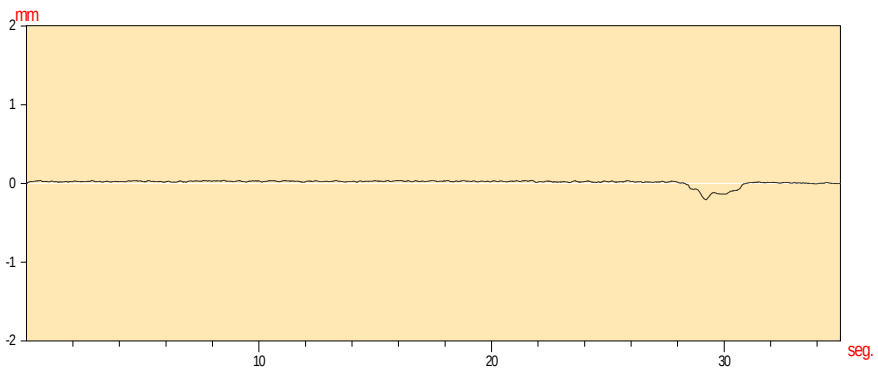
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.24
Valor Residual	= 0.00
Canal	F2



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.21
Valor Residual	= 0.00
Canal	F2



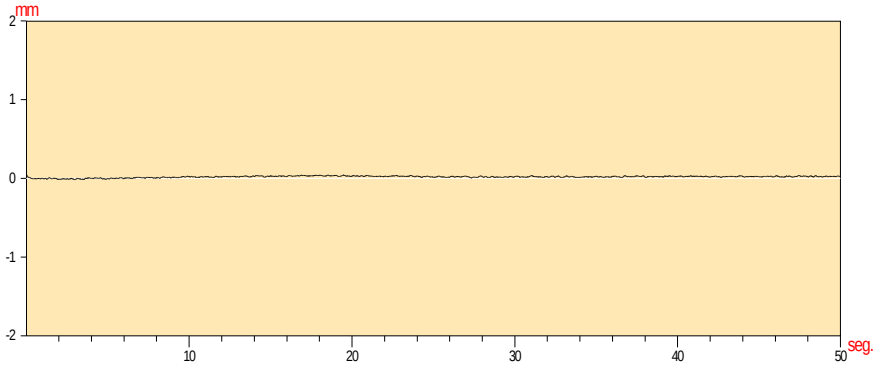
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.21
Valor Residual	= 0.00
Canal	F2



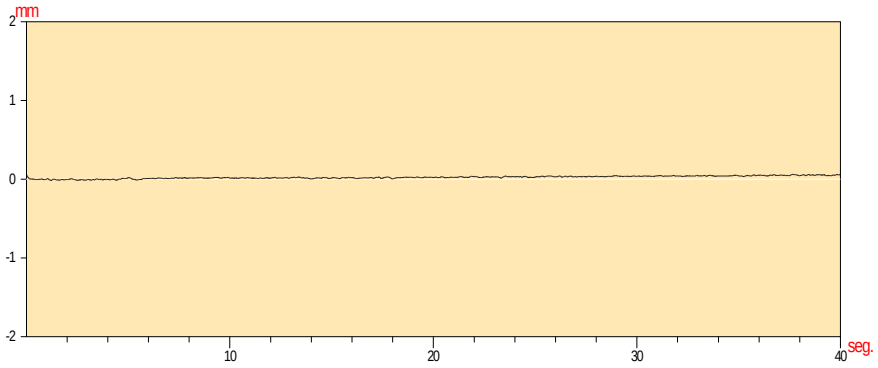
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

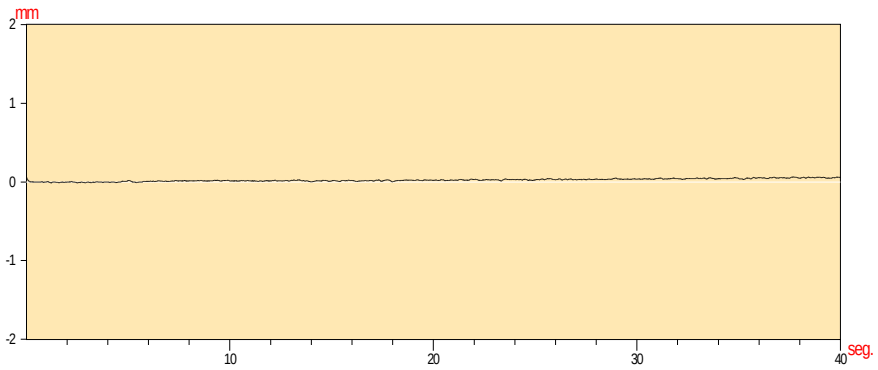
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.01
Valor Residual	= 0.00
Canal	F3



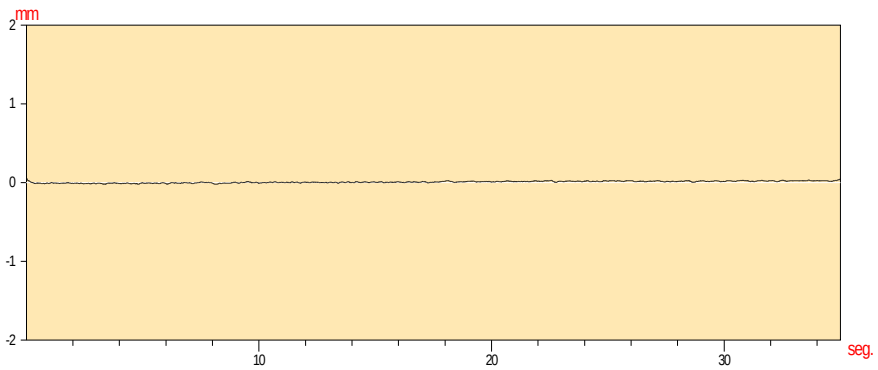
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.01
Valor Residual	= 0.00
Canal	F3



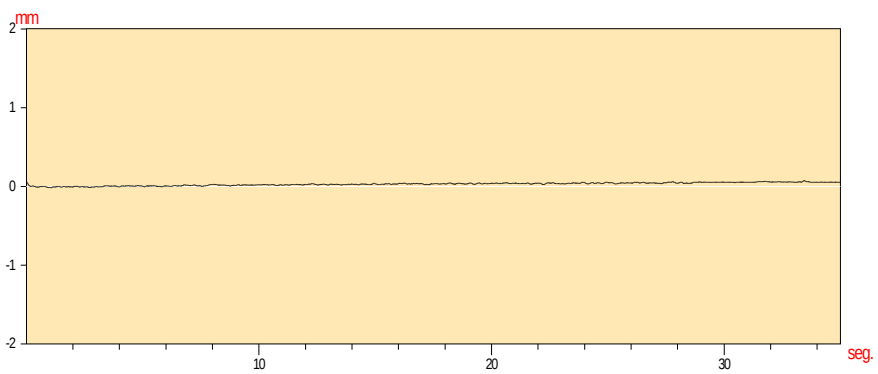
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.01
Valor Residual	= 0.00
Canal	F3



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.01
Valor Residual	= 0.00
Canal	F3



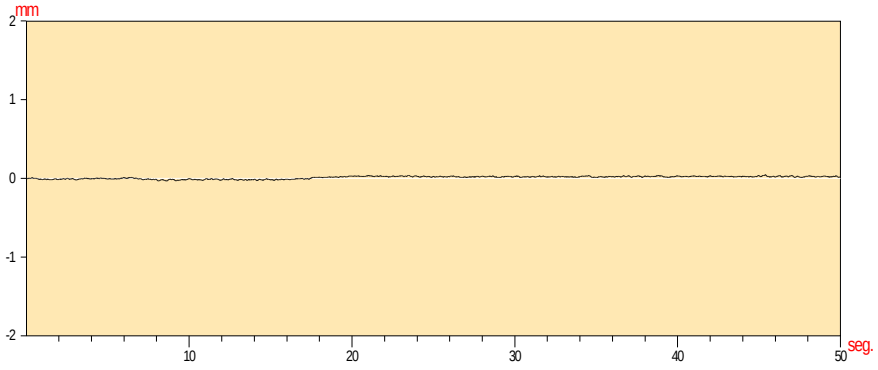
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.01
Valor Residual	= 0.00
Canal	F3



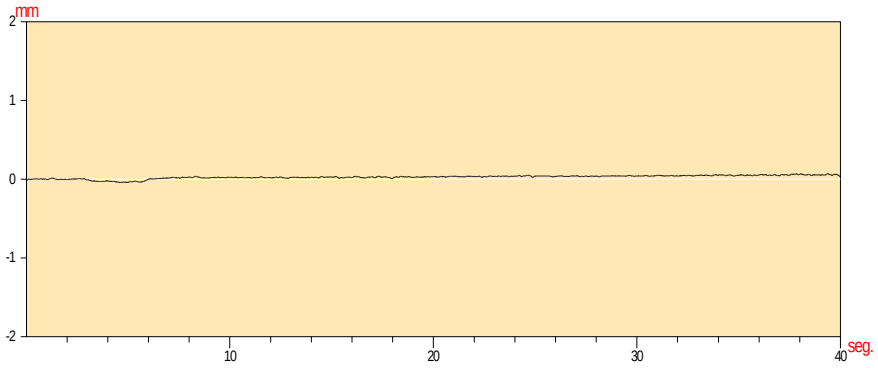
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

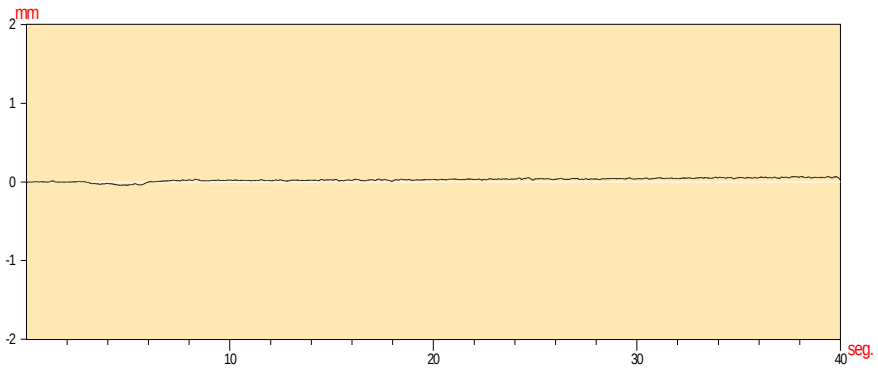
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.03
Valor Residual	= 0.00
Canal	F4



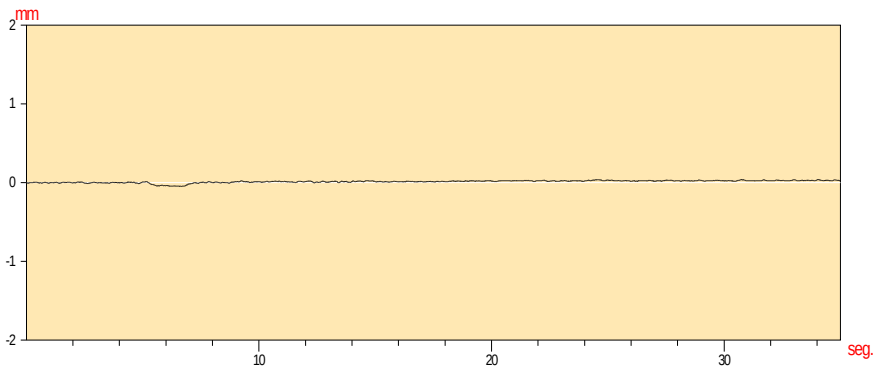
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.04
Valor Residual	= 0.00
Canal	F4



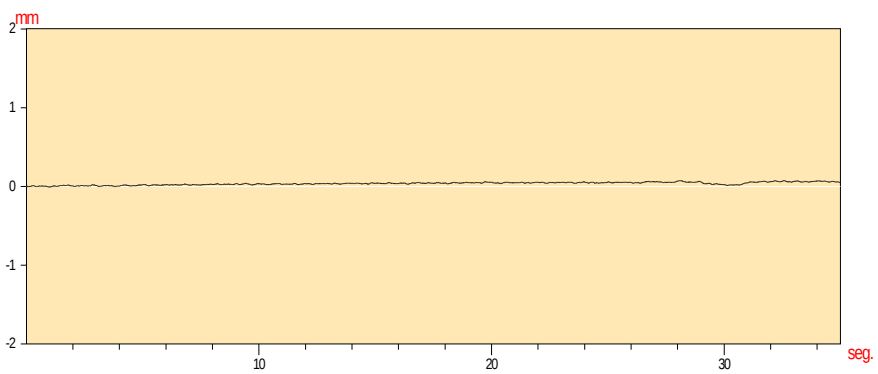
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.03
Valor Residual	= 0.00
Canal	F4



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.04
Valor Residual	= 0.00
Canal	F4



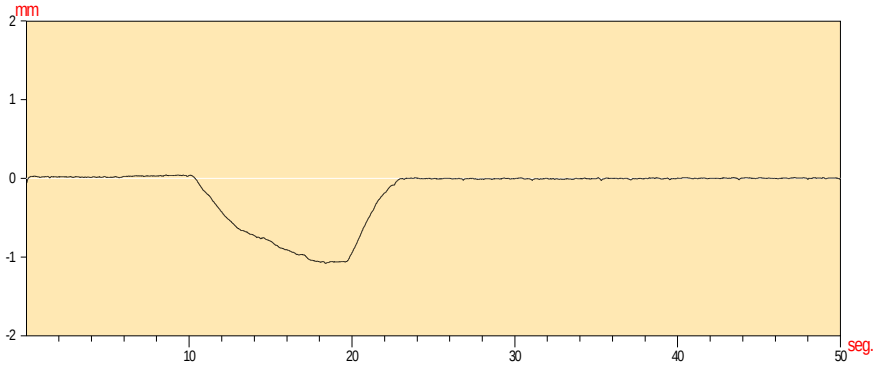
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.03
Valor Residual	= 0.00
Canal	F4



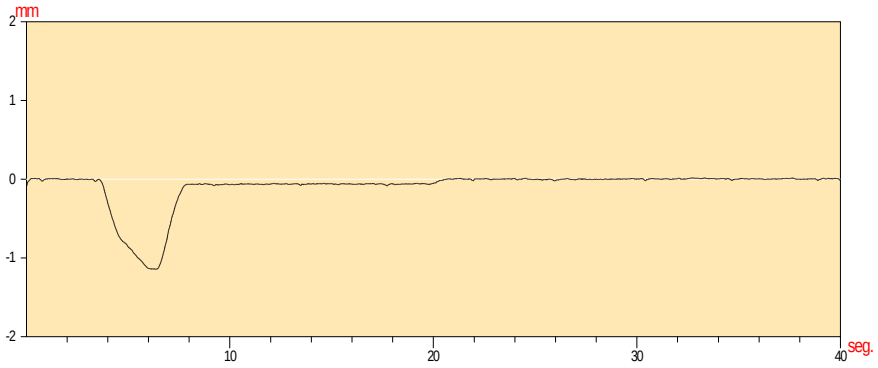
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

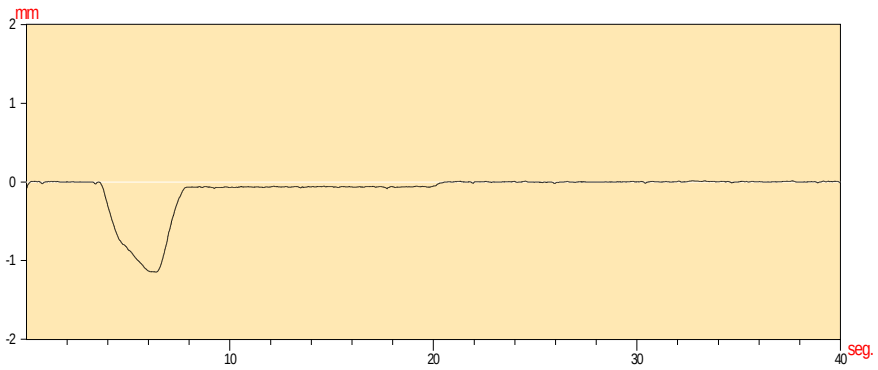
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -1.08
Valor Residual	= -0.01
Canal	F5



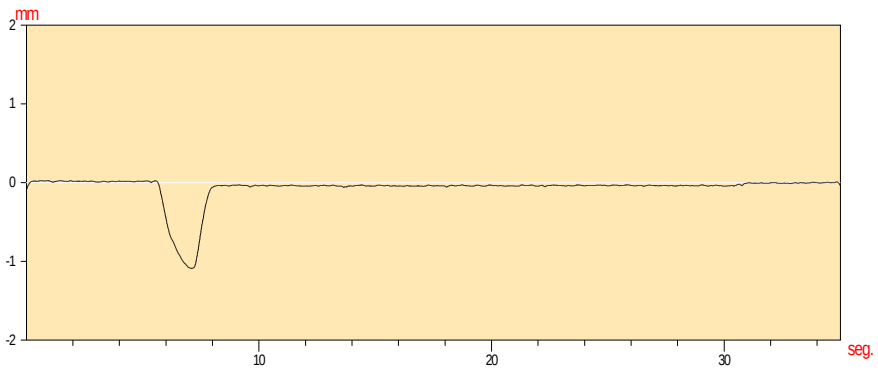
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -1.14
Valor Residual	= 0.00
Canal	F5



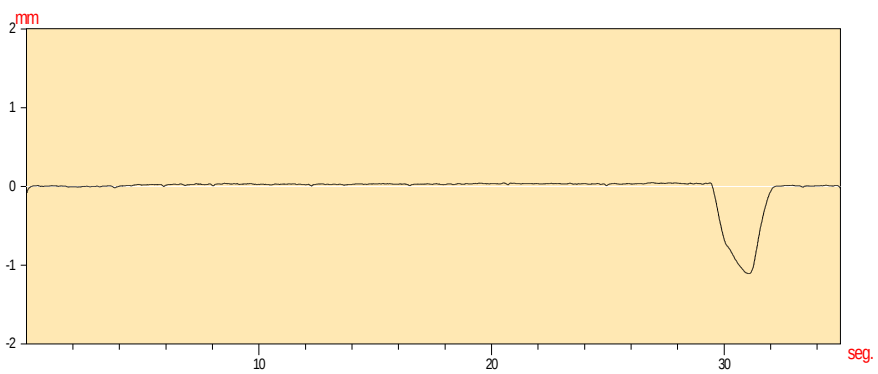
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -1.14
Valor Residual	= 0.00
Canal	F5



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -1.09
Valor Residual	= 0.00
Canal	F5



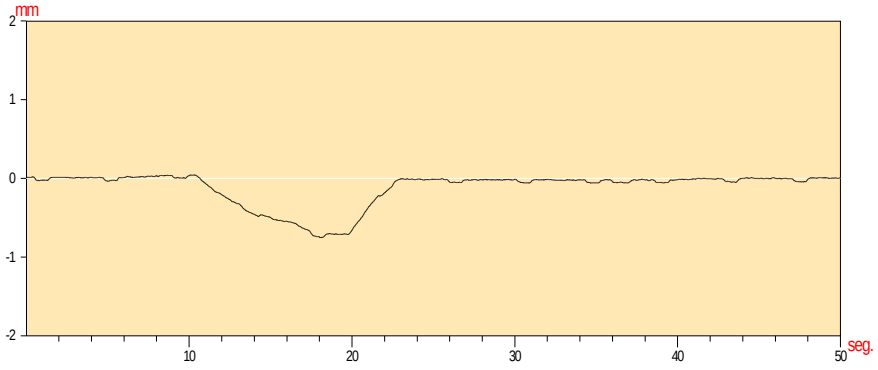
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -1.10
Valor Residual	= -0.01
Canal	F5



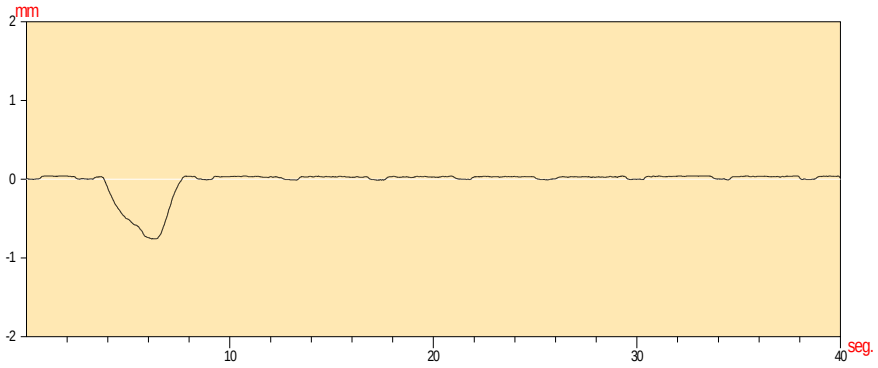
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

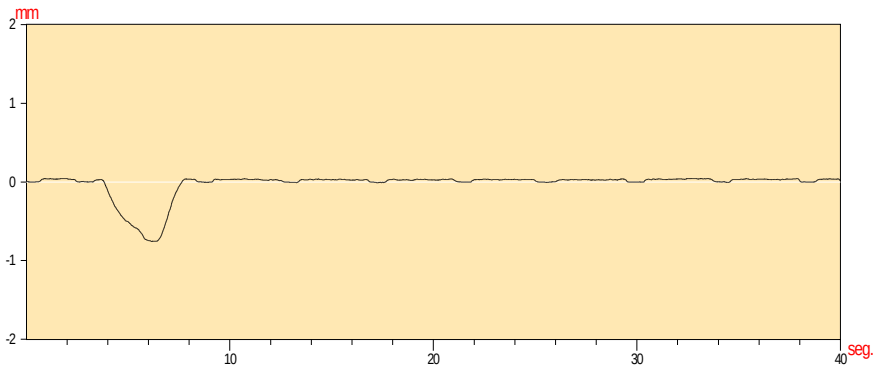
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.76
Valor Residual	= 0.00
Canal	F6



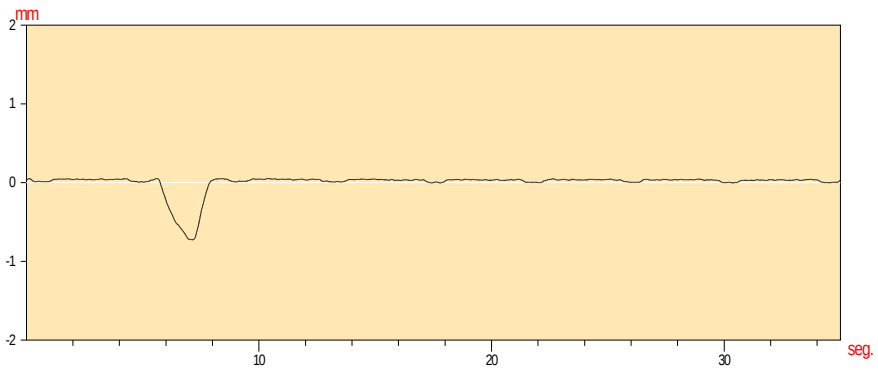
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.76
Valor Residual	= 0.00
Canal	F6



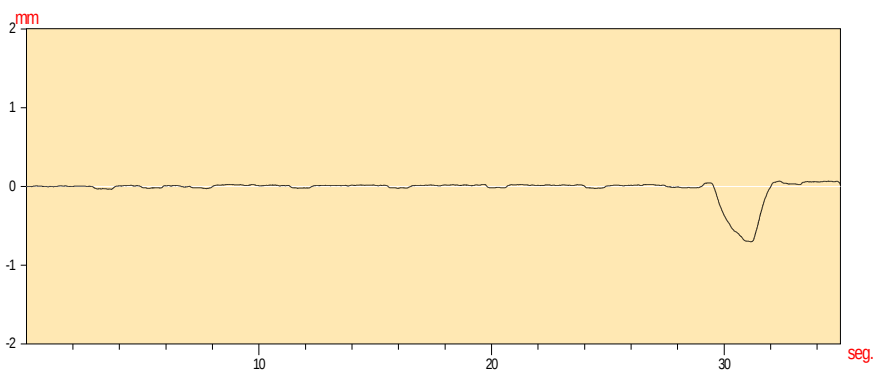
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.75
Valor Residual	= -0.01
Canal	F6



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.73
Valor Residual	= -0.01
Canal	F6



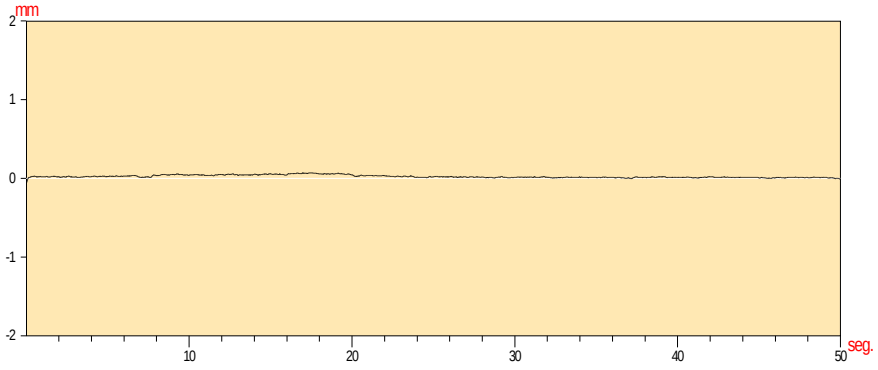
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.70
Valor Residual	= 0.00
Canal	F6



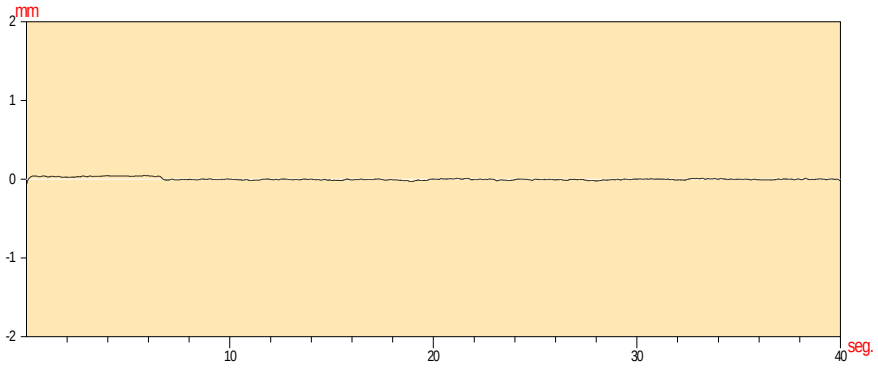
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

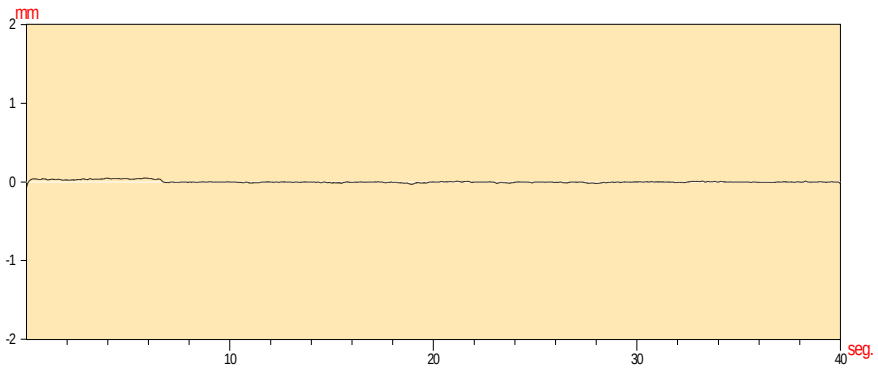
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.02
Valor Residual	= -0.00
Canal	F7



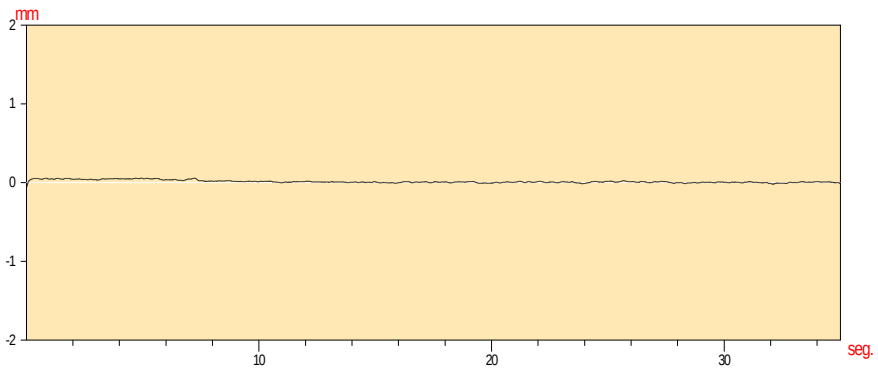
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.03
Valor Residual	= -0.00
Canal	F7



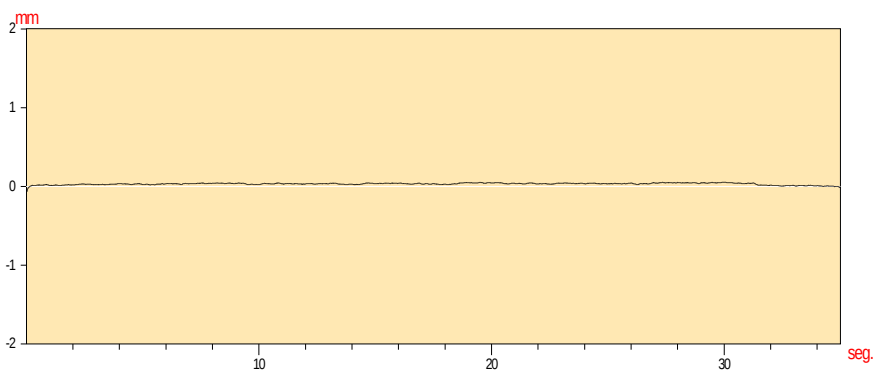
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.03
Valor Residual	= -0.00
Canal	F7



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.02
Valor Residual	= -0.00
Canal	F7



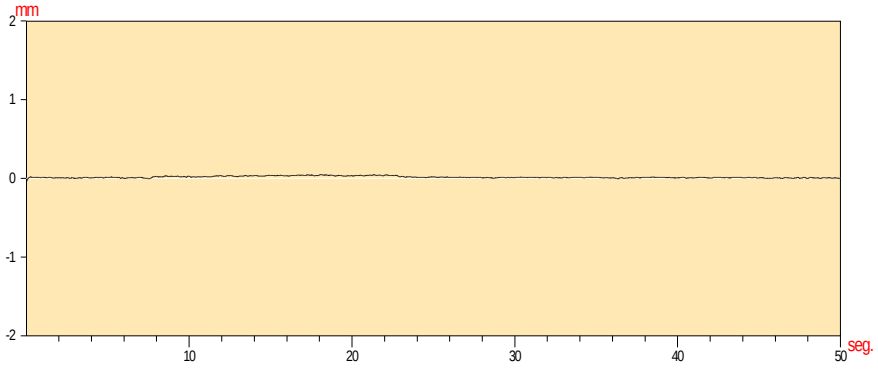
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.02
Valor Residual	= -0.00
Canal	F7



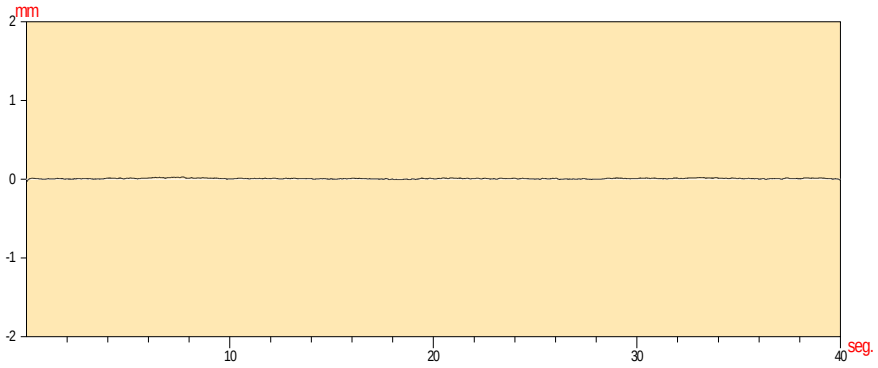
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

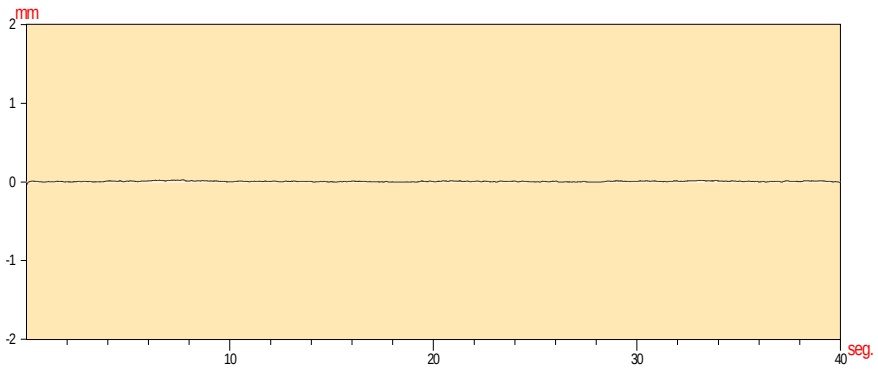
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.02
Valor Residual	= -0.00
Canal	F8



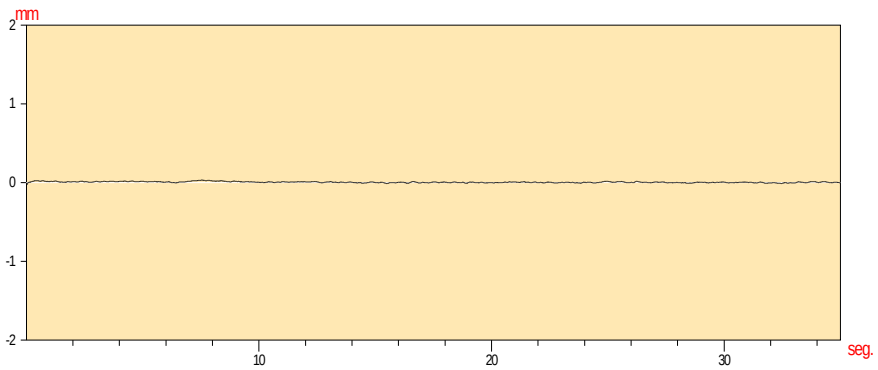
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.02
Valor Residual	= -0.00
Canal	F8



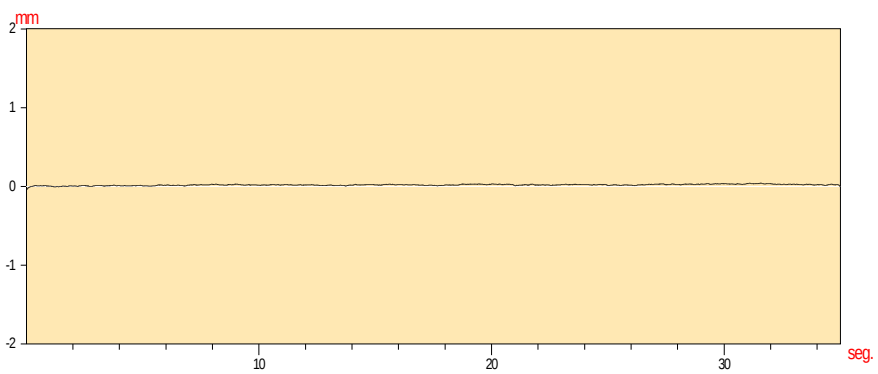
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.02
Valor Residual	= -0.00
Canal	F8



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.02
Valor Residual	= -0.00
Canal	F8



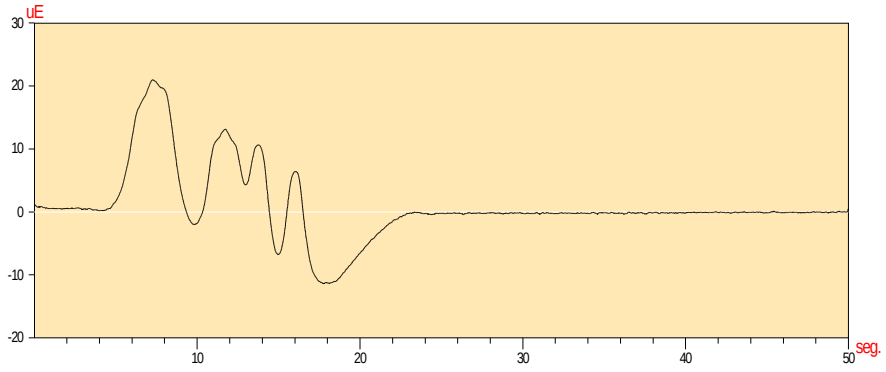
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= -0.02
Valor Residual	= -0.00
Canal	F8



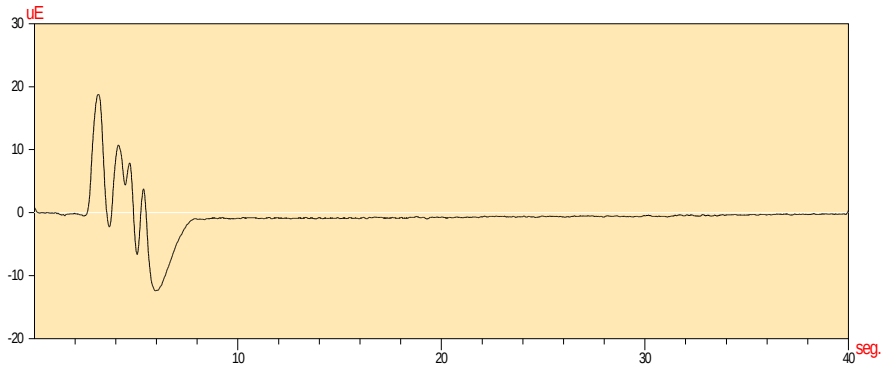
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

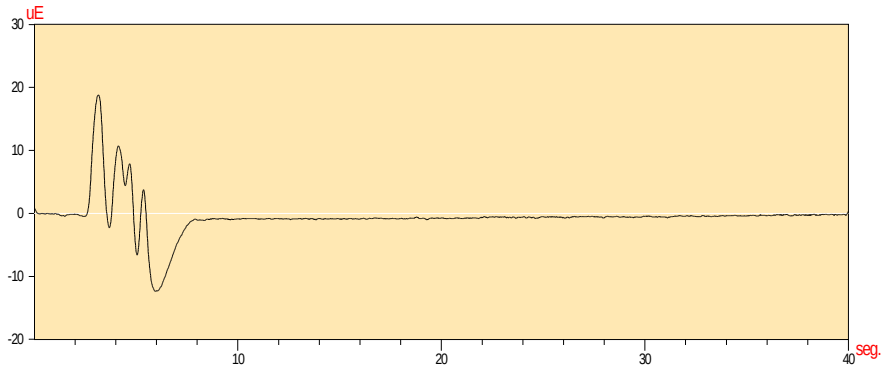
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 20.89
Valor Residual	= -0.00
Canal	B1



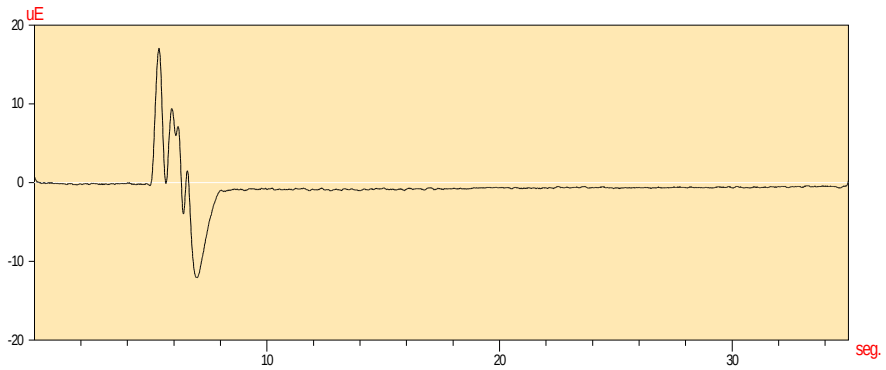
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 18.31
Valor Residual	= -0.00
Canal	B1



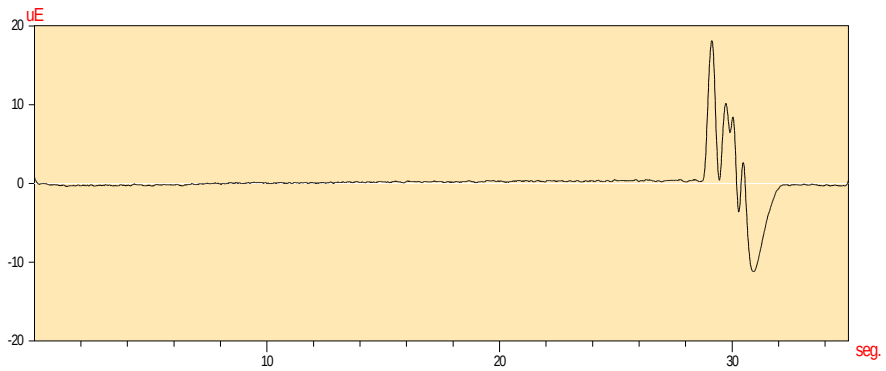
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 18.31
Valor Residual	= -0.00
Canal	B1



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 16.61
Valor Residual	= -0.00
Canal	B1



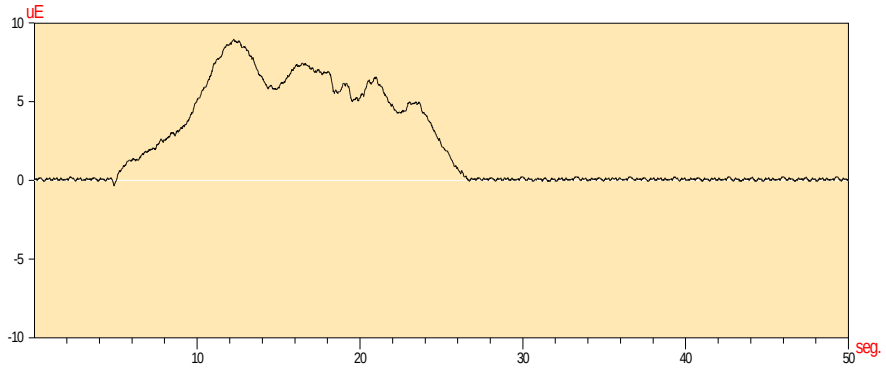
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 13.97
Valor Residual	= -0.00
Canal	B1



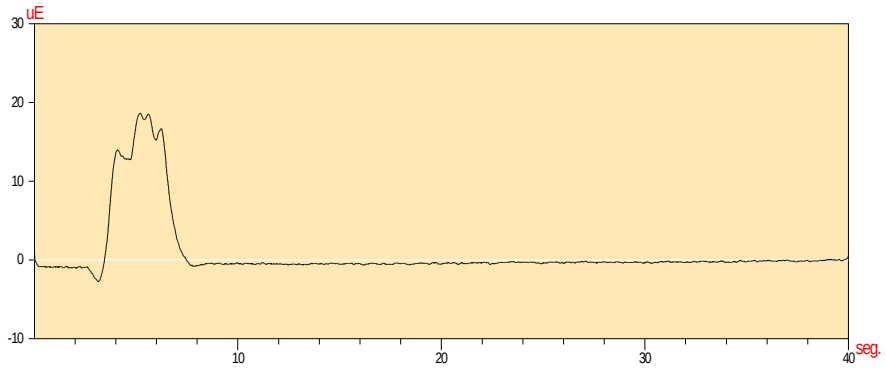
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

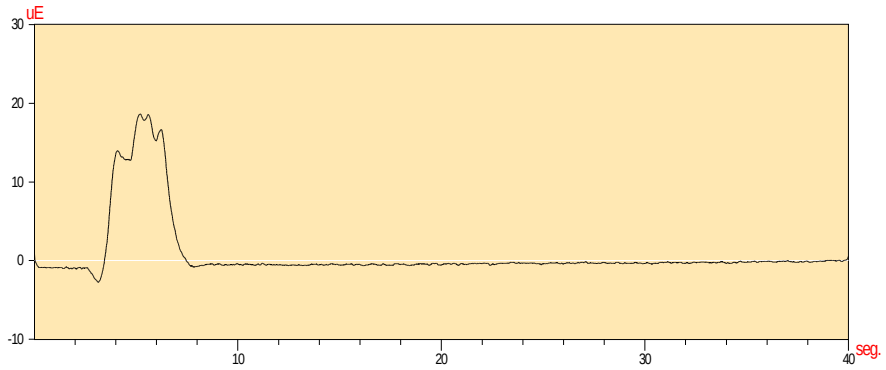
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 11.84
Valor Residual	= -0.00
Canal	B2



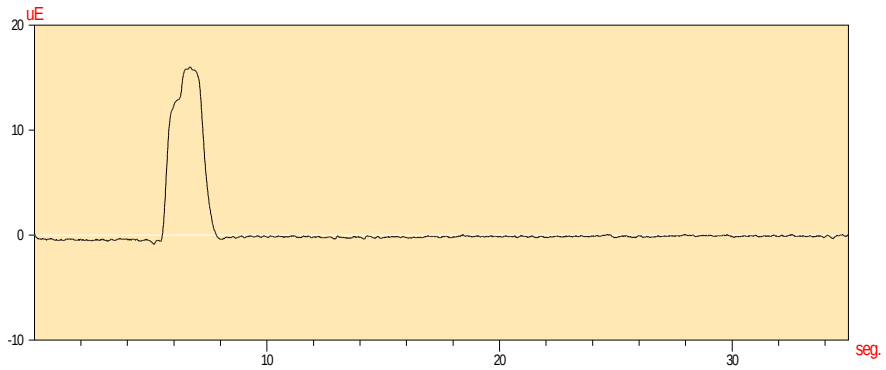
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 17.84
Valor Residual	= -0.00
Canal	B2



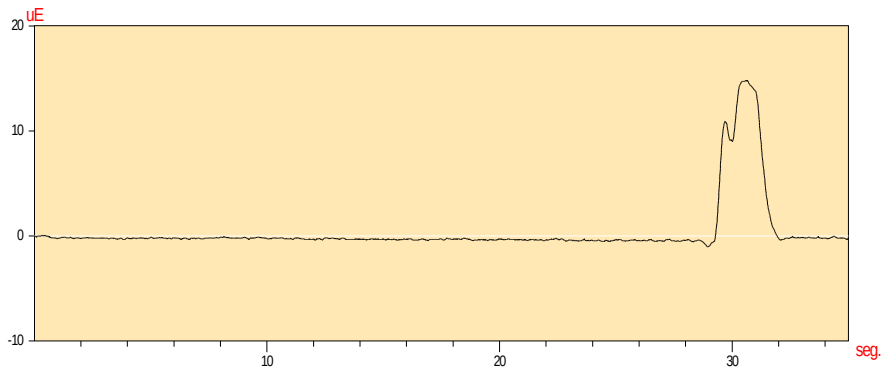
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 17.84
Valor Residual	= -0.00
Canal	B2



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 15.85
Valor Residual	= -0.00
Canal	B2



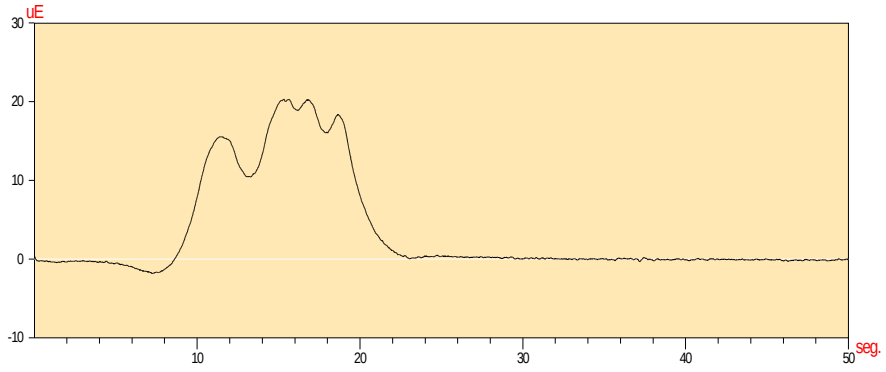
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 14.79
Valor Residual	= -0.00
Canal	B2



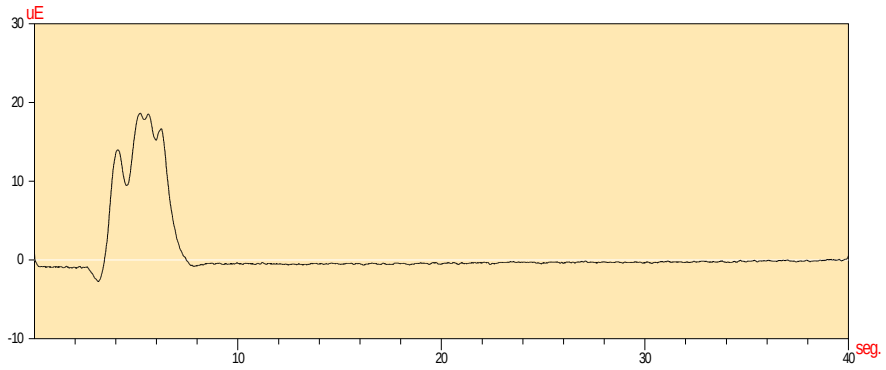
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

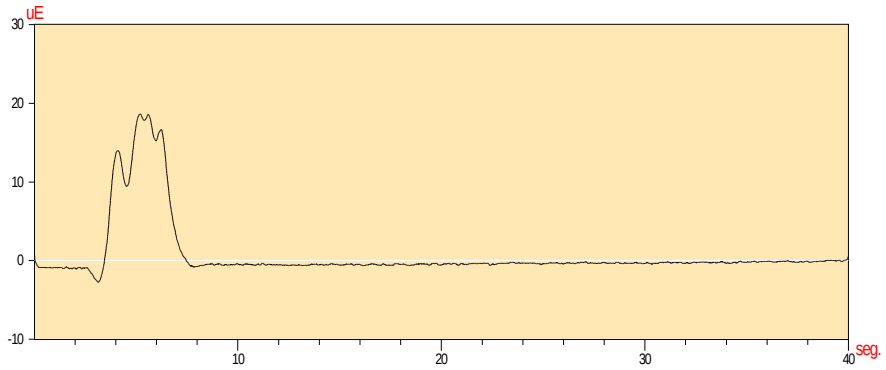
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 20.48
Valor Residual	= -0.00
Canal	B3



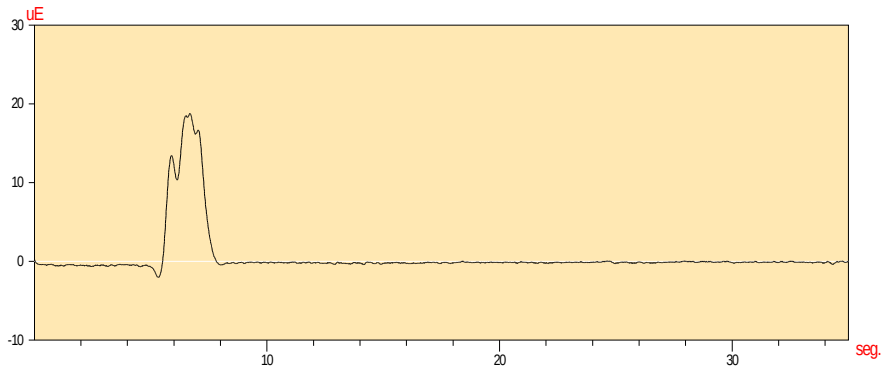
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 18.60
Valor Residual	= -0.00
Canal	B3



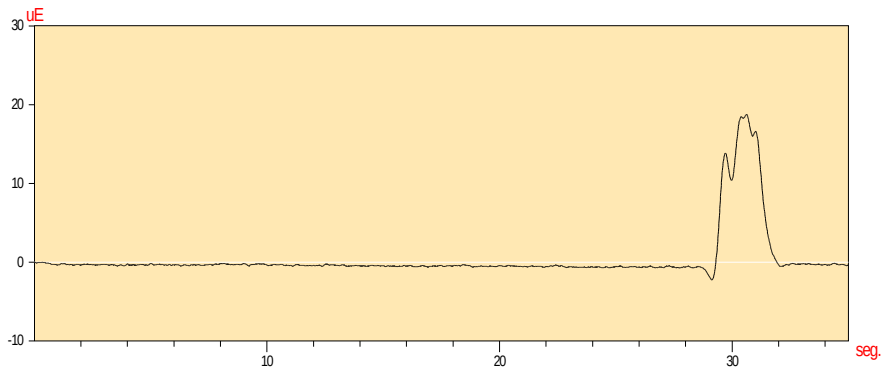
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 18.37
Valor Residual	= -0.00
Canal	B3



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 18.37
Valor Residual	= -0.00
Canal	B3



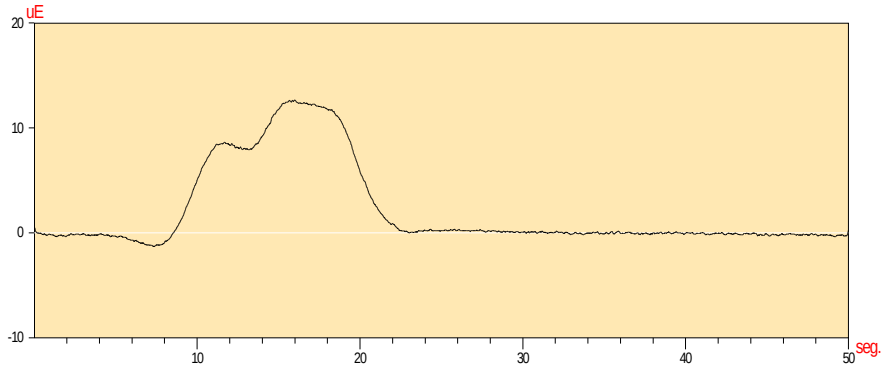
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 18.72
Valor Residual	= -0.00
Canal	B3



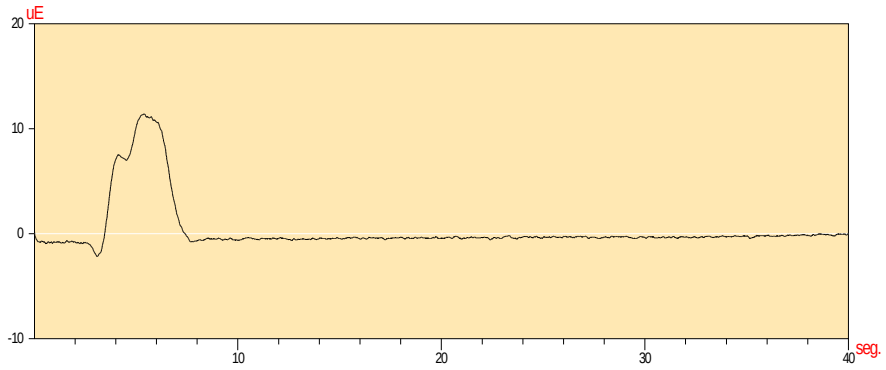
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

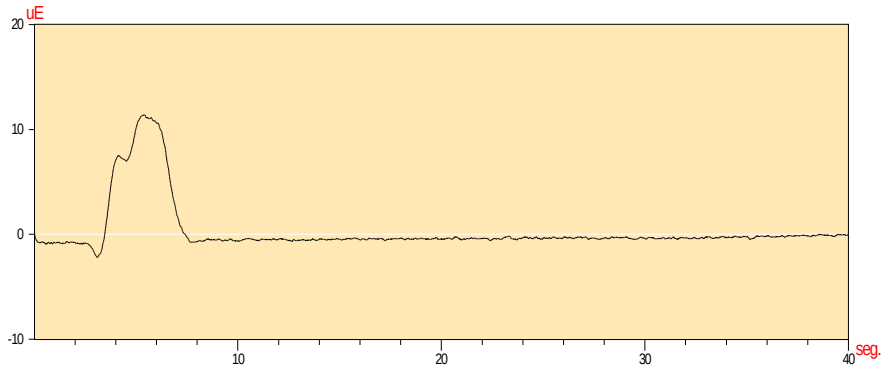
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 12.74
Valor Residual	= -0.00
Canal	B4



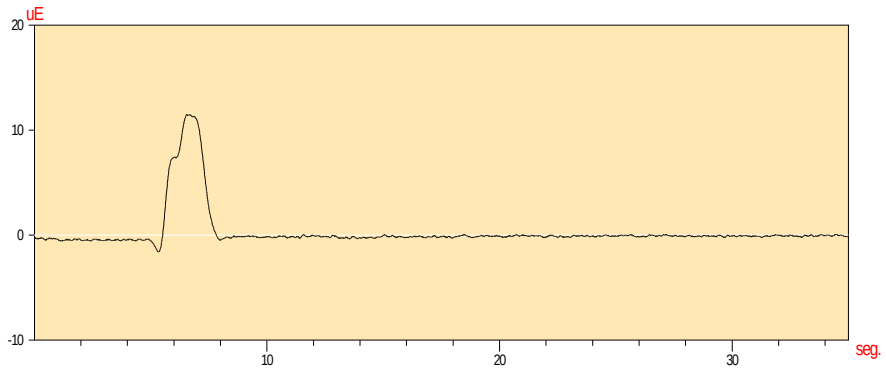
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 11.09
Valor Residual	= -0.00
Canal	B4



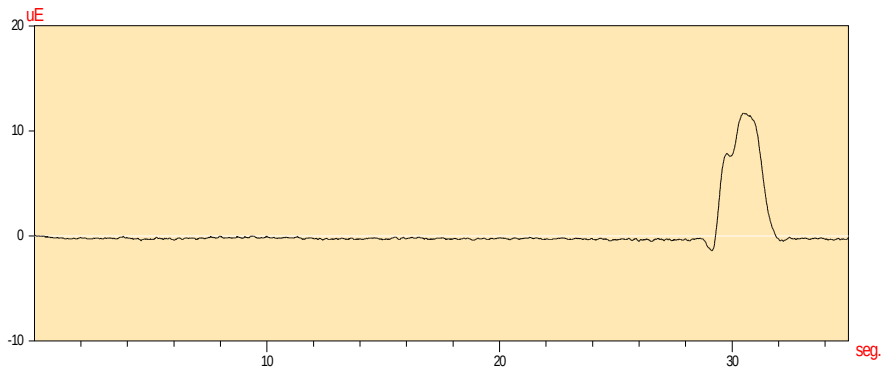
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 11.39
Valor Residual	= -0.00
Canal	B4



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 11.39
Valor Residual	= -0.00
Canal	B4



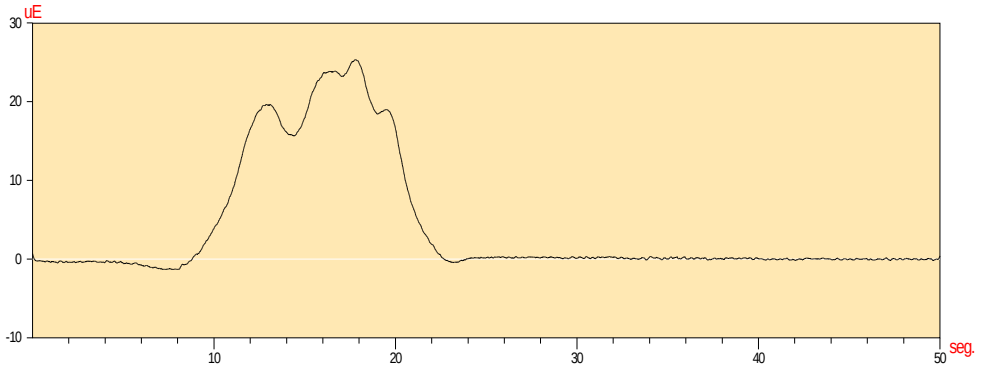
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 11.68
Valor Residual	= -0.00
Canal	B4



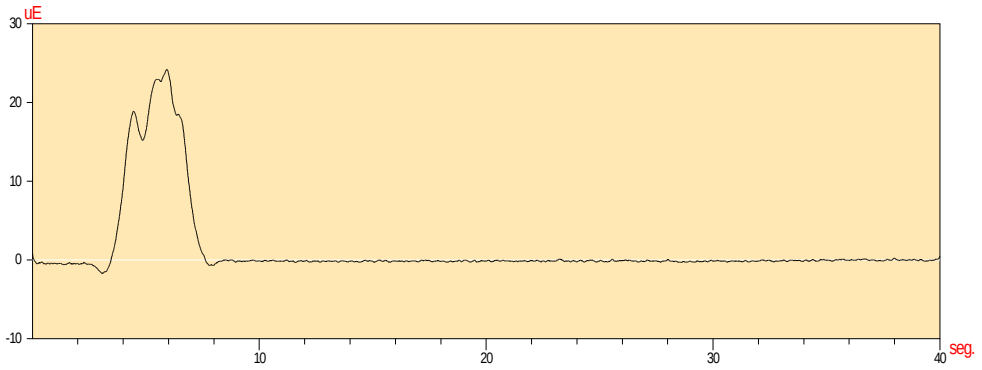
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

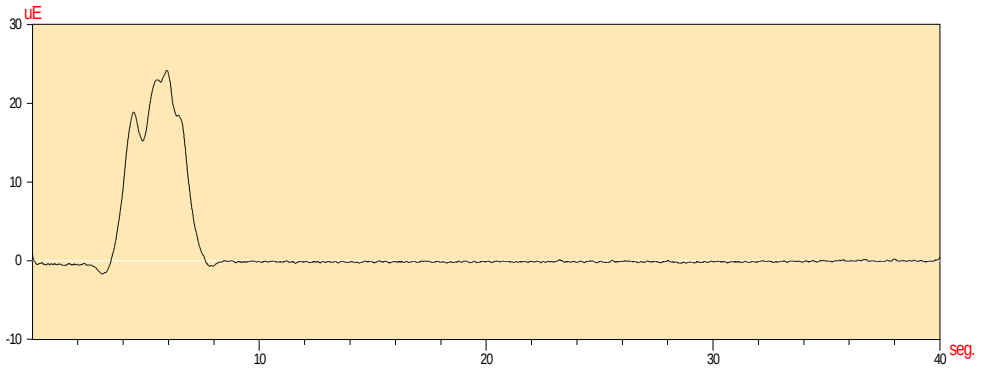
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 25.59
Valor Residual	= -0.00
Canal	B5



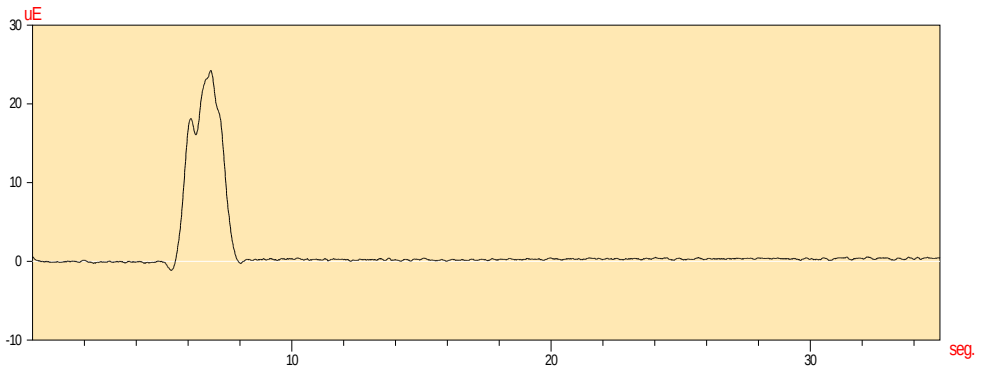
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 22.71
Valor Residual	= -0.00
Canal	B5



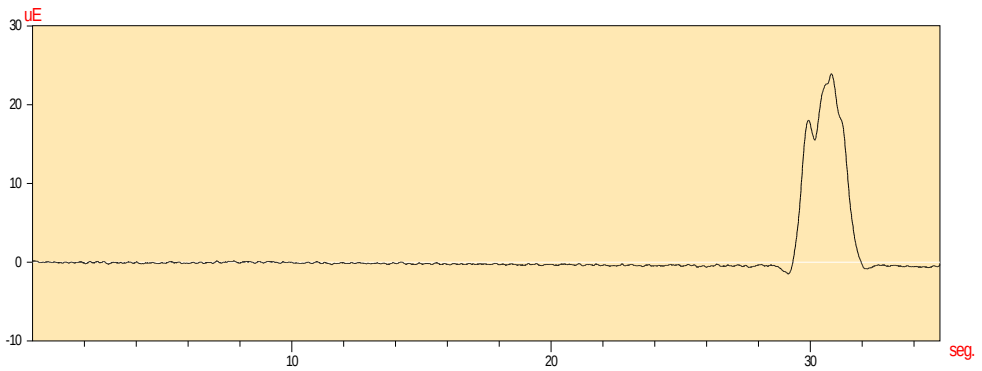
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 23.53
Valor Residual	= -0.00
Canal	B5



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 22.65
Valor Residual	= -0.00
Canal	B5



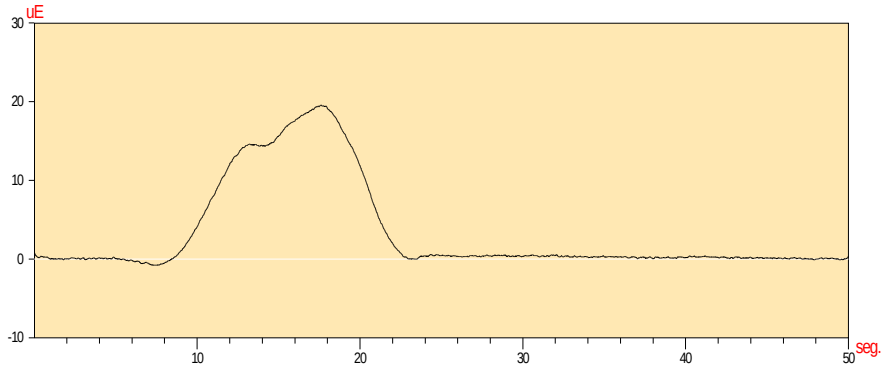
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 23.06
Valor Residual	= -0.00
Canal	B5



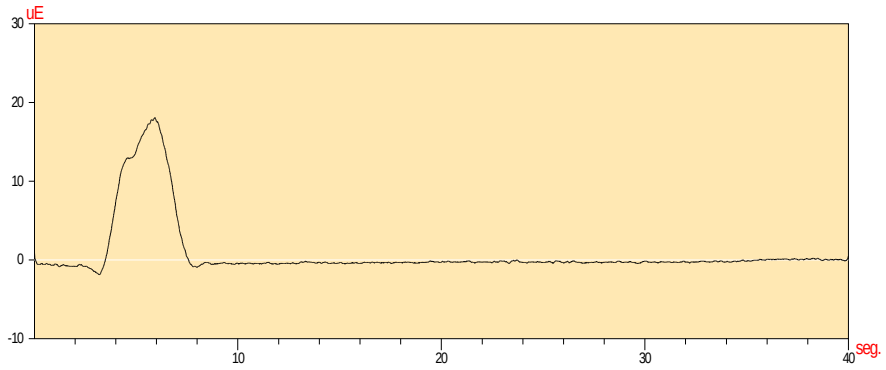
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

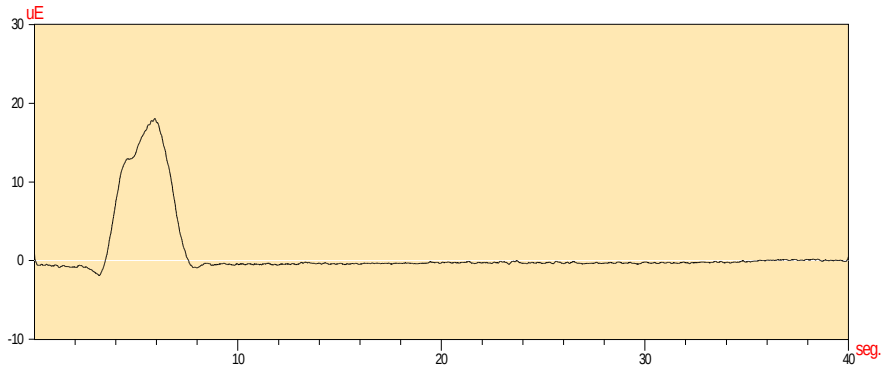
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 19.84
Valor Residual	= 0.00
Canal	B6



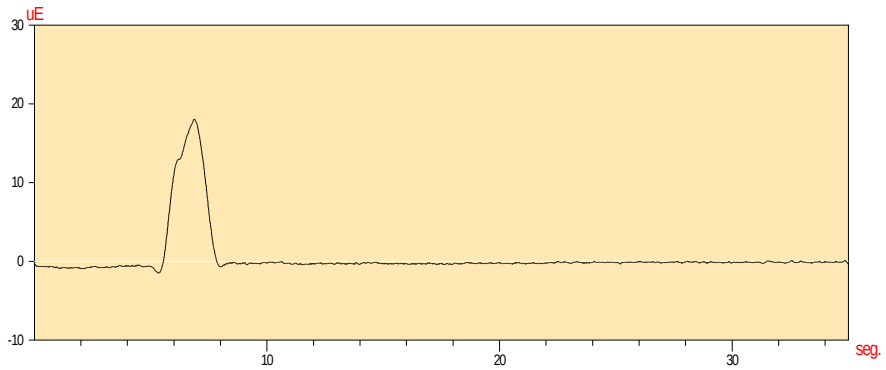
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 16.61
Valor Residual	= 0.00
Canal	B6



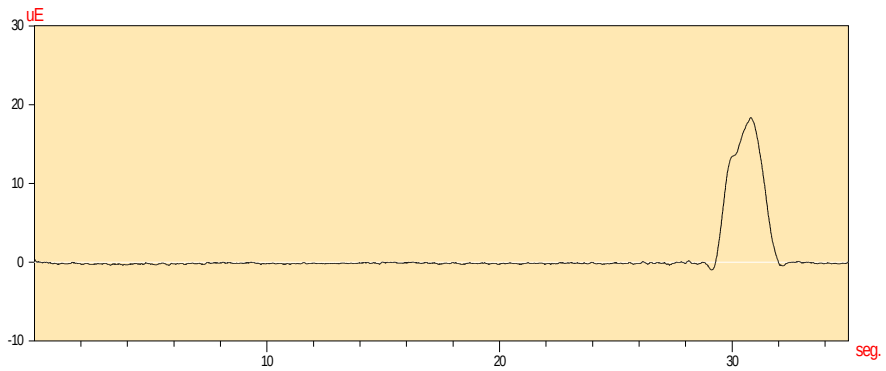
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 17.90
Valor Residual	= 0.00
Canal	B6



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 16.84
Valor Residual	= 0.00
Canal	B6



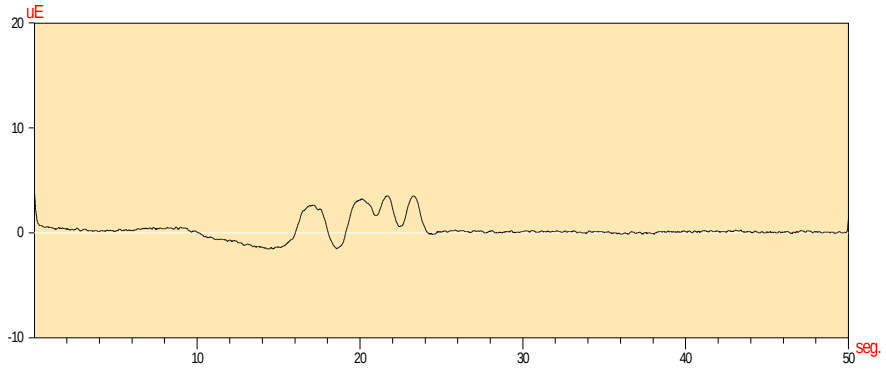
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 17.96
Valor Residual	= 0.00
Canal	B6



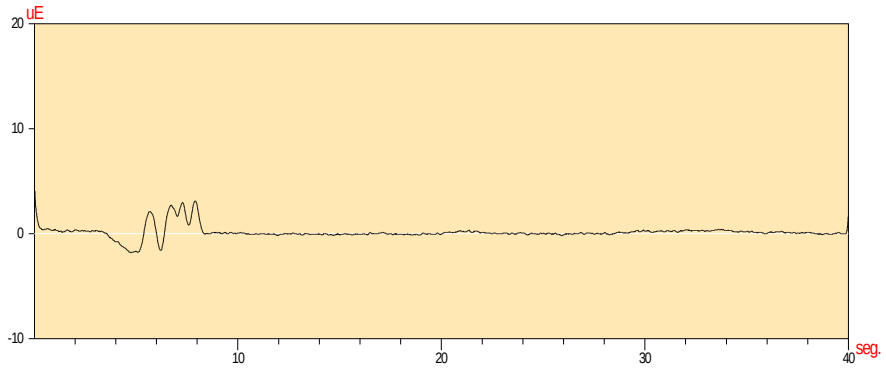
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

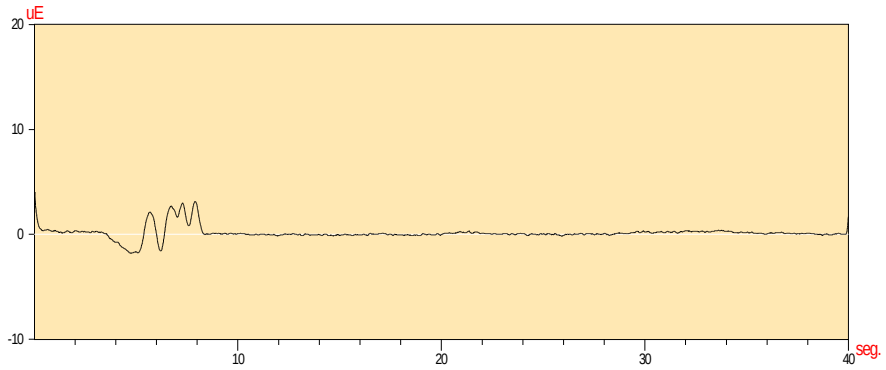
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 3.52
Valor Residual	= 0.00
Canal	B7



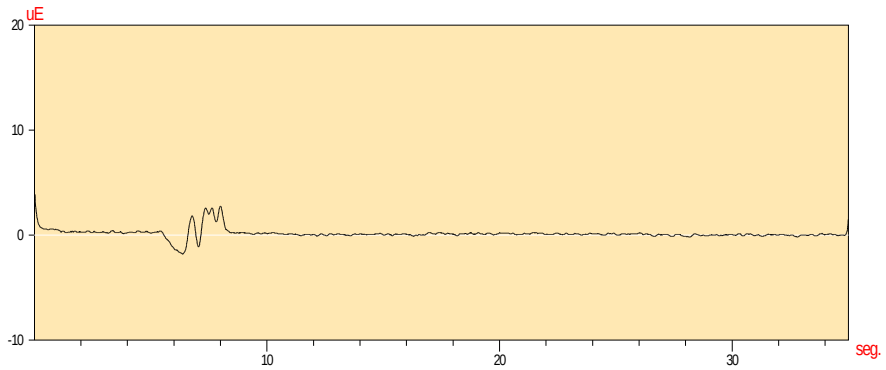
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 3.29
Valor Residual	= 0.00
Canal	B7



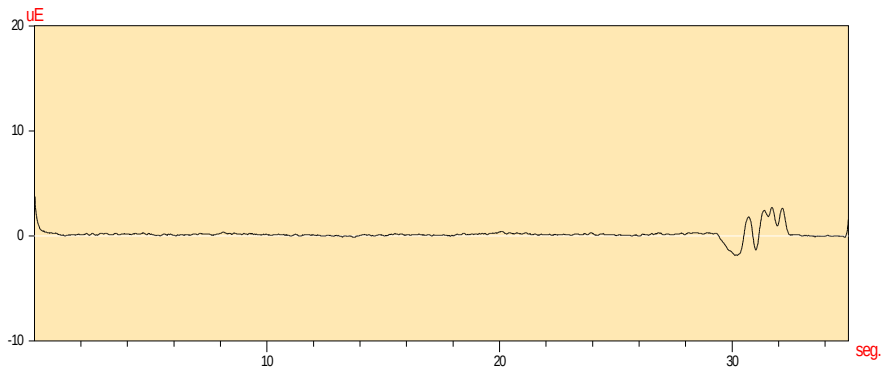
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 3.29
Valor Residual	= 0.00
Canal	B7



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 3.52
Valor Residual	= 0.00
Canal	B7



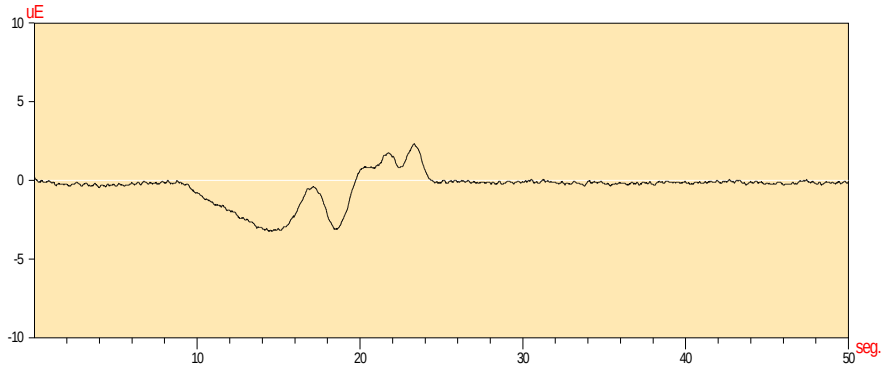
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 3.05
Valor Residual	= 0.00
Canal	B7



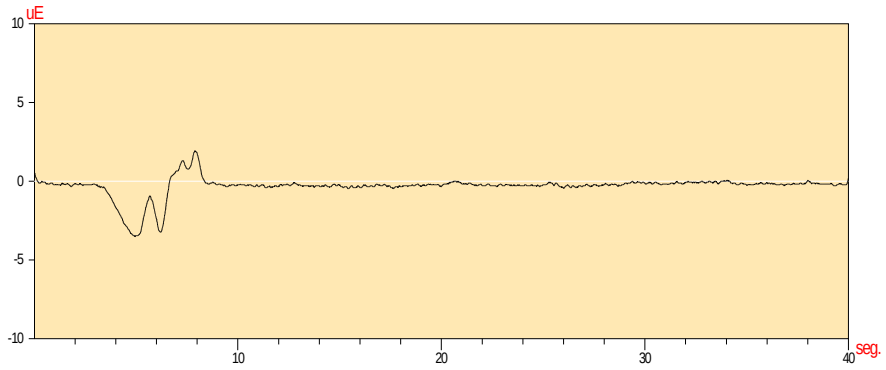
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

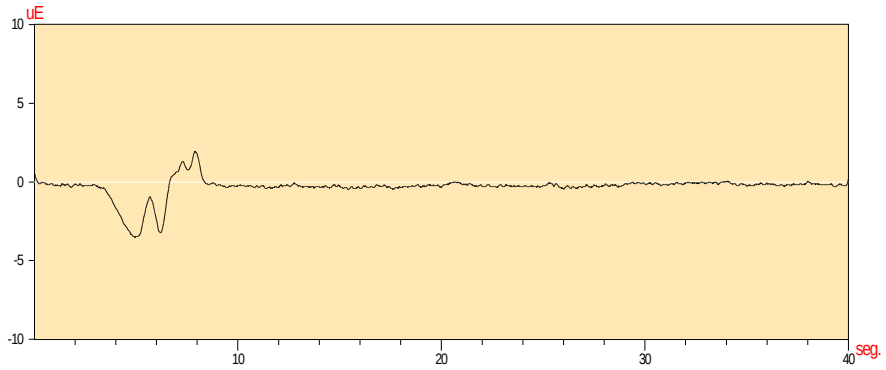
Prueba :	**DINAMICA 5 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:03:54
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 2.35
Valor Residual	= 0.00
Canal	B8



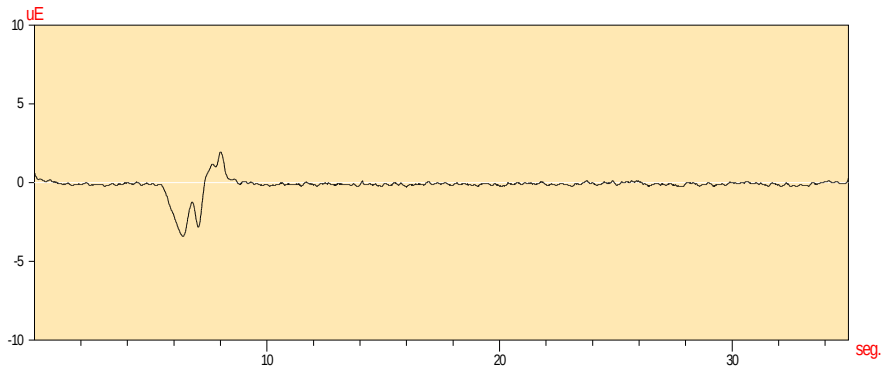
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 2.23
Valor Residual	= 0.00
Canal	B8



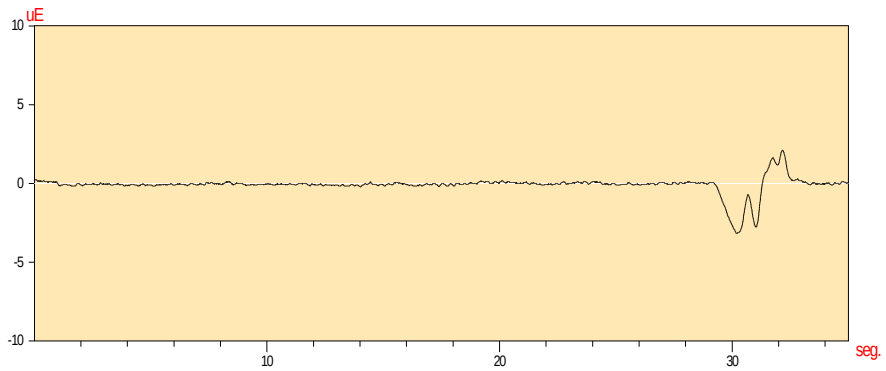
Prueba :	**DINAMICA 60 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:12:16
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 2.23
Valor Residual	= 0.00
Canal	B8



Prueba :	**DINAMICA 80 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:16:13
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 2.46
Valor Residual	= 0.00
Canal	B8



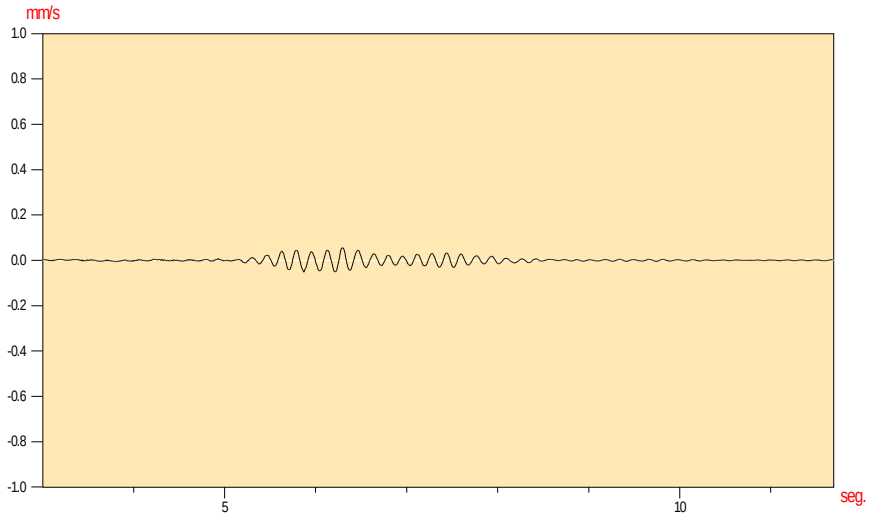
Prueba :	**FRENADO**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:20:22
Valor Inicial	= 0.00
Valor de Prueba	= 2.41
Valor Residual	= 0.00
Canal	B8



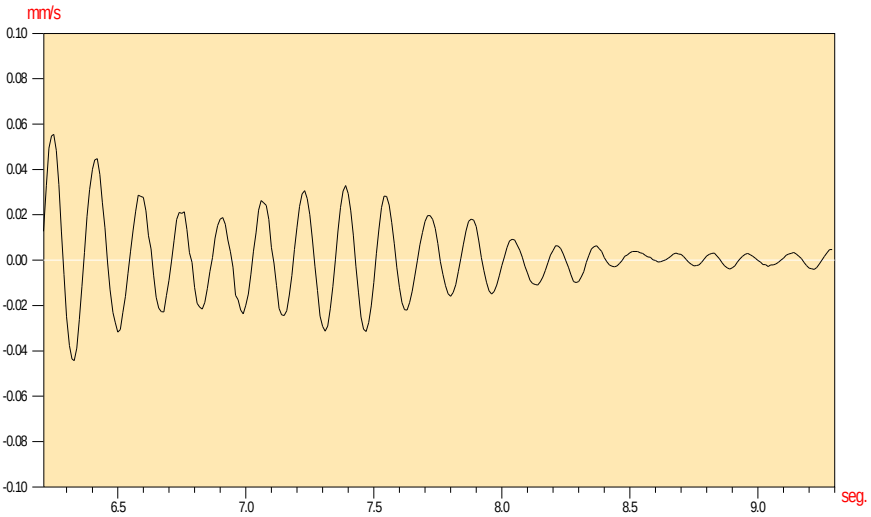
Prueba de carga de la Estructura : 20VI02 CANAL IMPERIAL LAV

Organismo : GIF

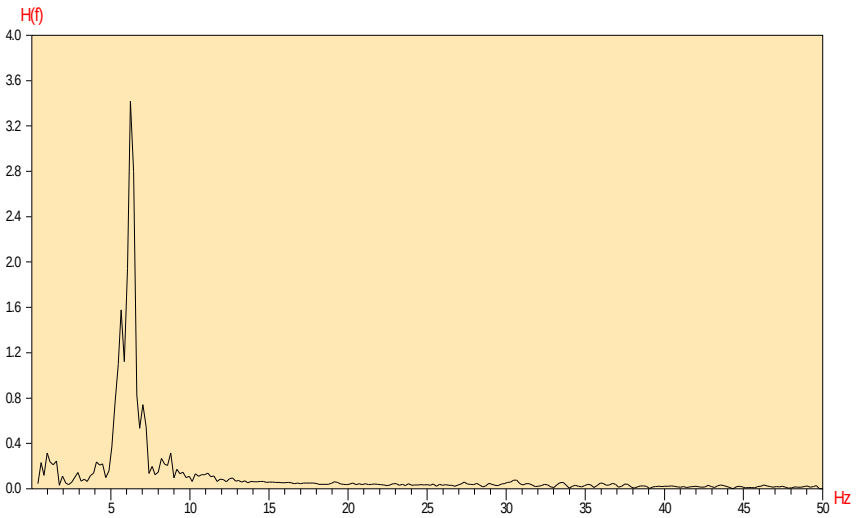
Prueba :	**DINAMICA 30 Km/h**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Valor de Prueba	= 0.05
Canal	GEOFONO



Prueba :	**20VIO2-LAV-D30**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Amortiguamiento	= 2.3
Indice Amortiguamiento	= 0.14
Canal	GEOFONO



Prueba :	**20VIO2-LAV-D30**
Fecha :	26/06/02
Hora :	21:09:13
Frecuencia de Vibración	= 6.1
Canal	GEOFONO



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

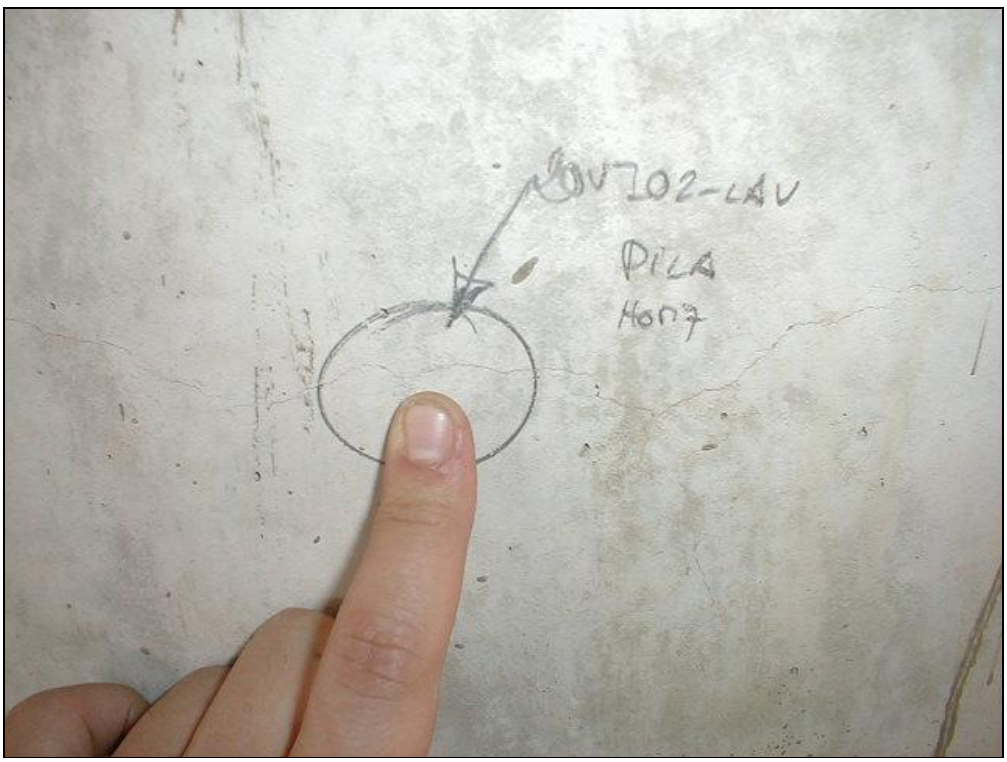


Foto 10: Defecto 1

Foto 11: Defecto 2

Foto 12: Defecto 3

VI. ACTA DE PRUEBA DE CARGA

GIF Gestor de Infraestructuras Ferroviarias

FECHA PRUEBA: 26 de Junio de 2002

ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

HIPÓTESIS 1: VANOS 1 Y 3

IDENTIFICACIÓN ESTRUCTURA

LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD	MADRID - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO	MADRID-LLLEIDA
P.K.	1420+266.868
IDENTIFICACIÓN INVENTARIO	20VI02 L.A.V.
NOMBRE	20VI02 L.A.V.
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA	Puente de planta recta constituido por un dintel hiperestático de tres (3) vanos y losa aligerada.

ASISTENTES

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

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Temperarura	24.8 ºC
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	8
GRADO TENSIONAL DE LAS VIGAS	GALGAS EXTENSOMÉTRICAS	8
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	HORA COMIENZO	HORA FINAL	COMPOSICIÓN UTILIZADA VÍA 2	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

ofiteco

D. RAMIRO MARTÍNEZ-LLOP
por G.I.F.

D. ANTONIO GUTIÉRREZ ABELLA
por OFITECO

GIF Gestor de Infraestructuras Ferroviarias

FECHA PRUEBA: 26 de Junio de 2002

ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

HIPÓTESIS 2: VANOS 1, 2 Y 3

IDENTIFICACIÓN ESTRUCTURA

LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD	LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD
TRAMO	MADRID-LLLEIDA
P.K.	1420+266.868
IDENTIFICACIÓN INVENTARIO	20VI02 L.A.V.
NOMBRE	20VI02 L.A.V.
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA	Puente de planta recta constituido por un dintel hiperestático de tres (3) vanos y losa aligerada.

ASISTENTES

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

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Temperarura	24.80 ºC
Humedad relativa	33 %

INSTRUMENTACIÓN INSTALADA

(según Informe de Prueba de Carga para la Recepción)

		UNIDADES
CONTROL DE FLECHAS	EQUIPO ÓPTICO LASER	0
	TRANSDUCTORES DE DESPLAZAMIENTO	8
GRADO TENSIONAL DE LAS VIGAS	GALGAS EXTENSOMÉTRICAS	8
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	19:33	C2	19:08	19:33
Prueba cuasi-estática a	5 km/h	C1	21:03	21:04	C2	-	-
D-2	30 km/h	C1	21:09	21:10	C2	-	-
D-3	60 km/h	C1	21:12	21:13	C2	-	-
D-4	80 km/h	C1	21:16	21:17	C2	-	-
Prueba de frenado a máxima velocidad D-5	80 km/h	C1	21:20	21:21	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

ofiteco

D. RAMIRO MARTÍNEZ-LLOP
por G.I.F.

D. ANTONIO GUTIÉRREZ ABELLA
por OFITECO

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 nomnbre 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 tamño 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 digitos 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 se 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-FRONTERA FRANCESA

IDENTIFICACIÓN

ID (Identificador de la estructura)	**20VI02-LAV**
P.K. INICIAL (sentido Madrid-Barcelona)	1420+231,468
P.K. FINAL (sentido Madrid-Barcelona)	1420+266,868
TIPO	Puente (10 m < luz <= 50 m)
SUBTRAMO	RICLA-ZARAGOZA: XIV
FECHA DE LA INSPECCIÓN	03/06/02

OBSERVACIONES

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

ID (Identificador de la estructura)	**20VI02-LAV**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**03/06/02**

DATOS GENERALES

NOMBRE	20VI02-LAV
TIPOLOGÍA GENERAL	LOSA
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA CONTINUA
Nº DE VÍAS	2
VELOCIDAD MÁXIMA (km/h)	350
TIPO DE ACCESO	VEHÍCULO AUTOMOVIL
OBSTÁCULO SALVADO	CANAL
NOMBRE OBSTÁCULO SALVADO	CANAL IMPERIAL
OTRO OBSTÁCULO SALVADO	
NOMBRE OTRO OBSTÁCULO SALVADO	
OBSERVACIONES	

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

ID (Identificador de la estructura)	**20VI02-LAV**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**03/06/02**

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

LONGITUD TOTAL (m)	35.40
Nº DE VANOS	3
LONGITUD MEDIA DEL VANO (m)	11.80
LUZ DE CADA VANO (m)	1X7,2+2X22,5+1X7,2
ALTURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	5.15
ANCHURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	14.13
ALTURA MÁXIMA DE PILAS (m)	3.28
ANCHURA MÁXIMA DE PILAS (m)	0.80
ESPESOR MÁXIMO DE PILAS (m)	0.80
GÁLIBO INFERIOR (m)	2.23
ANCHURA MÁXIMA DE TRAMOS (m)	14.23
CANTO MÁXIMO DE TRAMOS EN CENTRO DE VANOS (m)	1.20
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)	4.15
GÁLIBO DERECHO (m)	3.85
ENTREVÍA (m)	4.00
TRAZADO DE VÍA EN PLANTA (m)	R (recto)
PERALTE DE VÍA DE ENTRADA (m)	
PERALTE DE VÍA DE CENTRO (m)	
PERALTE DE VÍA DE SALIDA (m)	

OBSERVACIONES

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

ID (Identificador de la estructura)	**20VI02-LAV**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**03/06/02**

MATERIALES

MATERIAL CONSTITUYENTE	HORMIGÓN PRETENSADO
TRAMOS	
TIPOLOGÍA DE TRAMOS	LOSA
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL DE TRAMOS	ESTRUCTURA CONTINUA
MATERIAL EN TRAMOS	HORMIGÓN PRETENSADO
IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURA DE TRAMOS	SI
ELEMENTOS DE DRENAJE EN TRAMOS	
ESTRIBOS	
TIPOLOGÍA DE ESTRIBOS	MUROS FRONTAL Y EN VUELTAS
MATERIAL BASE EN ESTRIBOS	HORMIGÓN ARMADO O EN MASA
PROTECCIÓN EN PIE DE ESTRIBOS	
TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN ESTRIBOS	ENCEPADO Y PILOTES
MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE ESTRIBOS	HORMIGÓN ARMADO O EN MASA
PILAS	
TIPOLOGÍA DE PILAS	PILA PILOTE
SECCIÓN DE PILAS	CONSTANTE
TAJAMARES	NO
MATERIAL BASE EN PILAS	HORMIGÓN ARMADO O EN MASA
TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN PILAS	PILA PILOTE
MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE PILAS	HORMIGÓN ARMADO O EN MASA
APARATOS Y JUNTAS DE DILATACIÓN	
APARATOS DE APOYO	
JUNTAS DE DILATACIÓN	AMBOS ESTRIBOS
TIPOLOGÍA DE JUNTAS DE DILATACIÓN	
APARATOS DE DILATACIÓN DE CARRILES	
VARIOS	
PASEOS DE SERVICIO	AMBOS LADOS

OBSERVACIONES

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

ID (Identificador de la estructura)	**20VI02-LAV**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**03/06/02**

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

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

ID (Identificador de la estructura)	**20VI02-LAV**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**03/06/02**

ESTADO ACTUAL ALETAS O MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO

Daños en unión frente y laterales	
Juntas degradadas	
Golpes y roturas	
Fisuras y grietas	1: Defectos con incidencia en la estética
Coqueras y nidos de grava	
Meteorización y degradación	
Desprendimientos	
Carbonatación y desagregación	
Armaduras vistas someras	
Corrosión y disgregación	
Humedades y filtraciones	
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	
Desagüe de mechinales	
Abombamientos	
Desplomes o basculamientos	
Asentamientos	
Descalces	
Socavaciones	
Depósitos en coronación	
Daños en coronación	
Daños en protección de pie de estribos	
Daños en cimentaciones vistas	
Vegetación aflorando	
Vegetación adosada	

OBSERVACIONES ESTRIBOS

ESTADO GENERAL ALETAS	2: Defectos con riesgo de evolución patológica

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

ID (Identificador de la estructura)	**20VI02-LAV**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**03/06/02**

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

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

ID (Identificador de la estructura)	**20VI02-LAV**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**03/06/02**

ESTADO ACTUAL APARATOS DE APOYO

Envejecimiento	
Corrosión	
Suciedad y aterramiento	
Bloqueo o encastramiento	
Desplazamiento o deslizamiento	
Aplastamiento	
Reglaje incorrecto	
Desnivelaciones	
Falta de contacto	
Cunas de apoyo deterioradas	
Vegetación adosada	
OBSERVACIONES APARATOS DE APOYO	
ESTADO GENERAL APARATOS DE APOYO	

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

ID (Identificador de la estructura)	**20VI02-LAV**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**03/06/02**

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 tranversales clave	
Fisuras y grietas tranversales riñones	
Fisuras y grietas tranversales arranques	
Fisuras y grietas longitudinales tímpanos	
Fisuras y grietas verticales tímpanos	
Separación y filtraciones tímpano-bóveda	
Fisuras y grietas longitudinales losas	1: Defectos con incidencia en la estética
Fisuras y grietas tranversales losas	
Fisuras y grietas verticales losas	
Fisuras y grietas longitudinales en alas superiores vigas	
Fisuras y grietas transversales en alas superiores vigas	1: Defectos con incidencia en la estética
Fisuras y grietas longitudinales conexión alas-alma	
Fisuras y grietas tranversales alma vigas	
Fisuras y grietas inclinadas alma vigas	
Fisuras y grietas longitudinales alma vigas	
Fisuras y grietas longitudinales ala inferior	
Fisuras y grietas tranversales 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	2: Defectos con riesgo de evolución patológica
Desagües obturados	
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	1: Defectos con incidencia en la estética
Abombamientos	
Asentamientos y desnivelaciones	
Juntas longitudinales degradadas	
Juntas transversales degradadas	
Vegetación aflorando	
Vegetación adosada	

OBSERVACIONES ESTRUCTURA DE TRAMOS

ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS	2: Defectos con riesgo de evolución patológica

ID (Identificador de la estructura)	**20VI02-LAV**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**03/06/02**

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	0: No existen

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

ID (Identificador de la estructura) **20VI02-LAV**

FECHA DE LA INSPECCIÓN **03/06/02**

ESTADO ACTUAL

ESTADO GENERAL	2: Defectos con riesgo de evolución patológica
ESTADO GENERAL ESTRIBOS	2: Defectos con riesgo de evolución patológica
ESTADO GENERAL ALETAS	2: Defectos con riesgo de evolución patológica
ESTADO GENERAL PILAS	2: Defectos con riesgo de evolución patológica
ESTADO GENERAL APARATOS DE APOYO	
ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS	2: Defectos con riesgo de evolución patológica
ESTADO GENERAL RESTO DE ELEMENTOS	0: No existen

OBSERVACIONES

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

ID (Identificador de la estructura) **20VI02-LAV**

FECHA DE LA INSPECCIÓN **03/06/02**

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		
FOTOGRAFÍA Nº 12		
FOTOGRAFÍA Nº 13		
FOTOGRAFÍA Nº 14		
FOTOGRAFÍA Nº 15		

OBSERVACIONES

VIII. PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DE LA ESTRUCTURA

- COMENTARIO GENERAL

La nivelación geométrica de la estructura se han llevado a cabo tomando como base de partida un clavo de referencia situado en un emplazamiento lo más estable posible, así como próximo a la estructura, realizándose una nivelación geométrica cerrada (ida y vuelta), sobre dicho clavo de referencia con el fin de poder obtener una comprobación de las mediciones efectuadas.

El método de nivelación geométrica más aconsejable empleado para la determinación de los desniveles entre clavos de nivelación ha sido el método del punto medio.

La instrumentación utilizada para la realización de las nivelaciones geométricas se compone por un lado, de un nivel digital electrónico de alta precisión, y por otro, de miras invar de código de barras.

La tolerancia fijada, en base a un criterio propio, para todas las nivelaciones geométricas se corresponde con la tolerancia exigida en nivelación de alta precisión (debido a que no se ha especificado la imposición de ningún otro tipo de tolerancia):

T £ 1.5 mm * (Ö K) ; donde K= longitud de la línea de nivelación en Km.

- **ESTRUCTURA 20VI02 LAV**

Nivelación geométrica:

Se han instalado 9 clavos de nivelación distribuidos en 2 alineaciones de 4 clavos cada una, para la vía 1 y vía 2 respectivamente, mas 1 clavo de referencia (único para ambas líneas de nivelación).

Para la realización de la nivelación geométrica correspondiente a la vía 1, se ha partido tomando como referencia un clavo de nivelación situado en el estribo de Zaragoza, en las proximidades de dicha vía, llevándose a cabo una nivelación geométrica cerrada sobre este clavo de referencia.

Para la realización de la nivelación geométrica correspondiente a la vía 2, se ha partido tomando como referencia el mismo clavo de nivelación situado en el estribo de Zaragoza, en las proximidades de la vía 1, llevándose a cabo una nivelación geométrica cerrada sobre este clavo de referencia.

OFITECO	MANUAL TECNICO		REVISION Nº 0	
	PTIS.02	ESTADILLO DE NIVELACIÓN (IDA Y VUELTA)	PTIS.02/F01/Rv. 1	Hoja 1 de 1

ESTRUCTURA: 20V102 LAV	VIA: 1	FECHA CAMPAÑA: 08/04/03	CAMPAÑA: ORIGEN

CLAVO		L. ESPALDA	L.FRENTE	DESNIVEL	COTA	COTA COMPENSADA
REF	HM	1.43954			0.00000	0.00000
1	HM	1.48622	1.39347	0.04607	0.04607	0.04605
2	HM	1.58574	1.34120	0.14502	0.19109	0.19109
3	HM	1.51977	1.25923	0.32651	0.51760	0.51763
4	HM	1.36749	1.35539	0.16438	0.68198	0.68200
3	HM	1.25158	1.53185	-0.16436	0.51762	
2	HM	1.35903	1.57815	-0.32657	0.19105	
1	HM	1.45623	1.50408	-0.14505	0.04600	
REF	HM		1.50226	-0.04603	-0.00003	

ERROR DE CIERRE: - 0,03 mm

Elaborado por:	Aprobado por:
Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:

OFITECO	MANUAL TECNICO		REVISION Nº 0	
	PTIS.02	ESTADILLO DE NIVELACIÓN (IDA Y VUELTA)	PTIS.02/F01/Rv. 1	Hoja 1 de 1

ESTRUCTURA: 20VI02 LAV	VIA: 2	FECHA CAMPAÑA: 08/04/03	CAMPAÑA: ORIGEN

CLAVO		L. ESPALDA	L.FRENTE	DESNIVEL	COTA	COTA COMPENSADA
REF	HM	1.10043			0.00000	0.00000
1	HM	1.51201	1.06349	0.03694	0.03694	0.03691
2	HM	1.63532	1.38117	0.13084	0.16778	0.16774
3	HM	1.51807	1.27692	0.35840	0.52618	0.52611
4	HM	1.40123	1.39097	0.12710	0.65328	0.65322
3	HM	1.31353	1.52836	-0.12713	0.52615	
2	HM	1.39310	1.67186	-0.35833	0.16782	
1	HM	1.00759	1.52393	-0.13083	0.03699	
REF	HM		1.04446	-0.03687	0.00012	

ERROR DE CIERRE: 0.12 mm

Elaborado por:	Aprobado por:
Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha: