

**CONTRATO DE CONSULTORÍA Y ASISTENCIA
PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE CARGA
PARA LA RECEPCIÓN DE PUENTES DE LA
LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA.
TRAMO VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA**



INFORME DE PRUEBA DE CARGA

**TRAMO: RÍO LLOBREGAT - COSTA BLANCA
VIADUCTO SOBRE EL RÍO LLOBREGAT
57VI01**

P.K. Obra: 400+010 Línea: 589+103

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
1.1.	Introducción	4
1.2.	Antecedentes	4
2.	OBJETO DEL DOCUMENTO	5
3.	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	8
4.	INSPECCIÓN PRELIMINAR	11
5.	ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA	13
5.1.	Definición completa de elementos	15
5.2.	Acciones consideradas	15
5.3.	Modelización empleada	15
5.4.	Materiales y coeficientes de cálculo	16
5.5.	Evaluación de la solución estructural	17
6.	PLAN DE PRUEBAS	20
6.1.	Acciones reproducidas	21
6.2.	Puntos de medida	22
6.3.	Equipos utilizados	23
6.4.	Resultados previstos	43
7.	PRUEBA DE CARGA	51
7.1.	Descripción	52
7.2.	Resultados obtenidos	55
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	72
8.1.	Pruebas estáticas	73
8.2.	Pruebas dinámicas	87
9.	CONCLUSIONES	93

ANEJOS

Anejo nº 1: Documentación facilitada por el ADIF

Anejo nº 2: Proyecto de prueba de carga

Anejo nº 3: Esquema de instrumentación y tren de cargas

Anejo nº 4: Registro de medidas

Anejo nº 5: Reportaje fotográfico

Anejo nº 6: Acta de la prueba de carga

Anejo nº 7: Ficha de seguimiento y modelo A1

Anejo nº 8: Planimetría y nivelación de la estructura

Anejo nº 9: Inspección del cauce

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la ITPF-05: “*Instrucción sobre las Inspecciones Técnicas en los Puentes de Ferrocarril*”, se ha realizado la correspondiente prueba de carga estática y dinámica de la **Estructura 57VI01 (Viaducto del Llobregat)** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Gélida – Can Tunis, Subtramo IV a. De esta forma se verifica si los parámetros de comportamiento son correctos y ajustados a los previstos según el modelo teórico de cálculo empleado en el Proyecto de la estructura.

1.2. ANTECEDENTES

La elaboración del presente documento se inscribe dentro del marco del contrato de “Consultoría y Asistencia Técnica para la Realización de Pruebas de Carga para la recepción de puentes de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Vilafranca del Penedés – Barcelona (Exp: AV 004/06)” ADIF por la UTE PC ADIF VILAFRANCA.

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

- ❑ Inspección visual preliminar de la estructura, habiendo quedado la información referente a ésta en la correspondiente ficha de inspección, recogida en el anejo nº 7 del presente documento.
- ❑ Redacción del “Proyecto de Prueba de Viaducto. Tramo Gélida – Can Tunis, Subtramo IV a. L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Mayo 2007 (Ref: 57VI01. ADIF)”.

2. OBJETO DEL DOCUMENTO

2. OBJETO DEL DOCUMENTO

En el presente informe se recogen todos los trabajos efectuados para la inspección y Prueba de Carga que, por indicación del ADIF, fueron realizados en la **Estructura Viaducto sobre el Río Llobregat** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Gélida – Can Tunis, Subtramo IV a por IIC.

En el apartado nº 3 “Descripción de la Obra” se recogen de forma resumida las principales características de la estructura.

Las observaciones efectuadas en la inspección visual previa se incluyen en el apartado nº 4 “*Inspección Preliminar*”.

El Análisis del Proyecto de la estructura se recoge en el apartado nº 5, atendiendo a la definición de los elementos integrantes de la estructura, las acciones consideradas en los cálculos de dimensionamiento, la modelización de la estructura empleada, los materiales y coeficientes de seguridad considerados en los cálculos y la evaluación de la solución estructural.

En el apartado nº 6 “*Plan de Pruebas*” se definen las acciones reproducidas durante la realización de la Prueba de Carga, los puntos de control establecidos y los equipos empleados para la toma de lecturas, así como los resultados previstos, conforme al Proyecto de Prueba de Carga elaborado.

En el apartado nº 7 se describen las fases en las que se realizó la Prueba de Carga sobre la estructura y se recogen los resultados obtenidos durante la misma.

El análisis de los resultados, tanto de las pruebas estáticas como dinámicas, se presenta en el apartado nº 8.

Por último, en el apartado nº 9 “*Conclusiones*” se define el estado de la obra con respecto a su comportamiento estructural para su entrada en servicio.

Toda la información referente a la documentación facilitada por el ADIF, el Proyecto de Prueba de Carga, esquemas de instrumentación y tren de cargas, archivos gráficos de registros obtenidos durante el ensayo, reportaje fotográfico, acta de la prueba de carga, ficha de seguimiento y planimetría y nivelación de la estructura, se presenta en los anejos correspondientes

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

A continuación se describen las principales características de la **Estructura Viaducto sobre el Río Llobregat** de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Gelida – Can Tunis, Subtramo IV a, de acuerdo con la documentación facilitada a IIC y con la Inspección Previa realizada.

La estructura es una solución hiperestática de cinco vanos de luces de 33,50 m para los vanos laterales y de 45,00 m para los centrales. La longitud total del tablero es de 202,00 m entre ejes de apoyo de estribos. La planta de la estructura es recta y el ancho total de la losa de compresión es de 14,00 m.

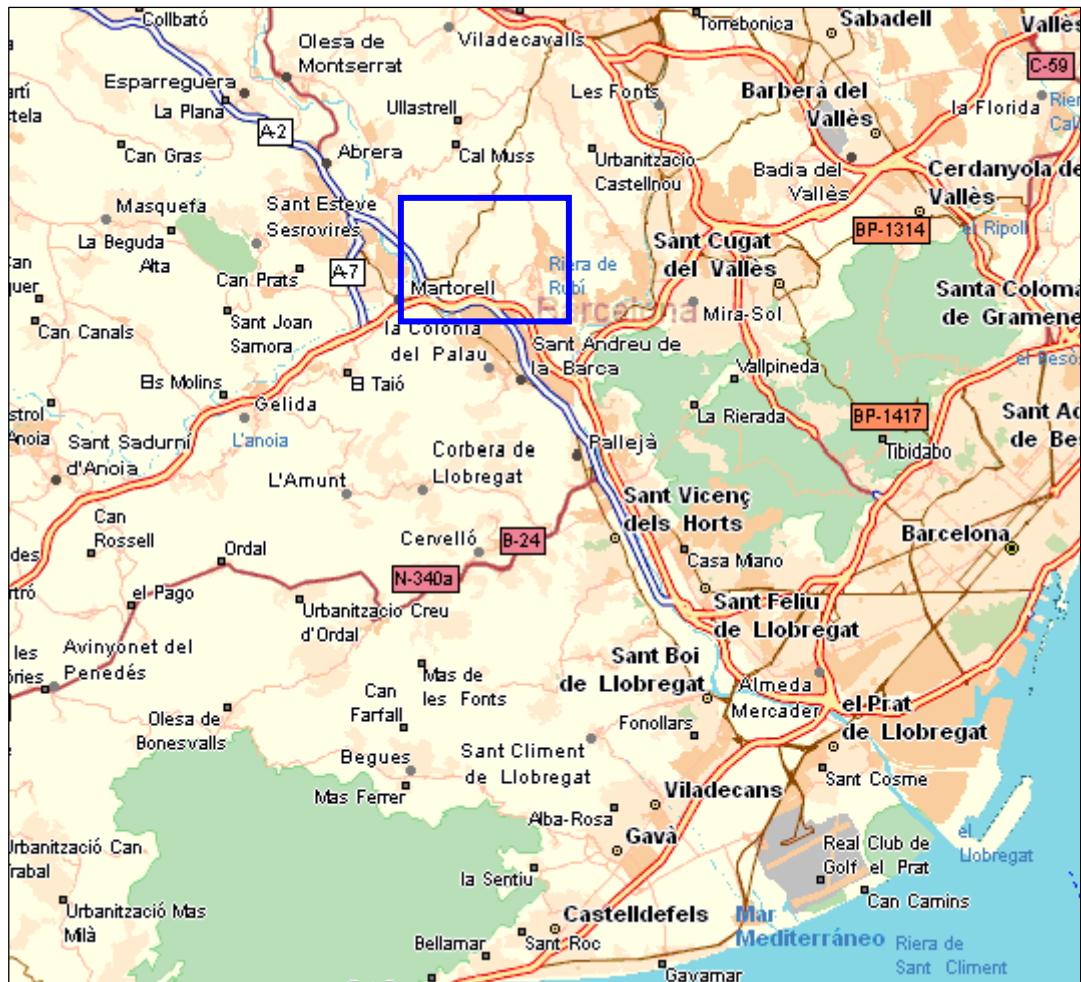
La sección transversal del tablero está definida por dos vigas cajón pretensadas (HP-50/F/12/IIa) de 2,20 m de canto en la zona central de vano y 3,00 m en el apoyo en pila, con un intereje de 3,60 m, sobre las que se apoya una losa de compresión ejecutada in situ (HA-30/P/20/IIa) de 0,30 m de espesor medio.

La estructura está preparada para el paso de una doble vía de Alta Velocidad (ancho internacional 1,435 m), con separación entre ejes de 4,70 m.

Estructura	Tipo de Estructura	Nº de vanos	Luces (m)	Longitud (m)	P.K. Obra	P.K. Línea
57VI01	Viaducto	5	33,5 + 3*45,0 + 33,5	202,0	400+010	589+103

Estructura Viaducto sobre el Río Llobregat
L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera
Francesa,
Tramo Gélida – Can Tunis, Subtramo IV a

CROQUIS DE SITUACIÓN



4. INSPECCIÓN PRELIMINAR

4. INSPECCIÓN PRELIMINAR

Previo a la realización del Proyecto de Prueba de Carga, se llevó a cabo una inspección preliminar de la **Estructura del viaducto sobre el Río Llobregat**, de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Gélida – Can Tunis, Subtramo IV a.

En la fecha de la inspección se encontraban ejecutadas la obra de fábrica y la superestructura en su totalidad.

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

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

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

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

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

5. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA

5. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA

Para la elaboración del “Proyecto de Prueba de Carga. Estructura del Viaducto sobre el Río Llobregat. Tramo Gelida – Can Tunis, Subtramo IV a. L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Junio 2007 (Ref: PPC.57VI01.ADIF)”, se emplearon los siguientes documentos:

- ❑ Anejo de Cálculo del Tablero (Anejo 6. Estructuras. Cálculos. Estructura del Viaducto sobre el Río Llobregat Proyecto Constructivo L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona - Frontera Francesa. Tramo Gelida – Can Tunis, Subtramo IV a, formado por:
 - Bases de Cálculo.
 - Normativa Aplicada
 - Cálculos de ordenador.
 - Características mecánicas.
 - Acciones consideradas en el Cálculo
 - Desarrollo del Cálculo
 - Apoyos y Reacciones.
 - Pilas
 - Listados de modelos de cálculo
- ❑ Planos de la estructura: Viaducto del Llobregat.
 - Definición General. 5.1 (1 Hoja)
 - Definición Geométrica Viga Lateral. 5.1.3 (2 Hojas)
 - Viga Sombrero. Definición Geométrica. 5.1.3 (1Hoja).
 - Viga Central. Definición Geométrica 5.1.3 (1 Hoja)
 - Definición de estribos, presotas y neoprenos. 5.1.3 (1 Hoja)
 - Definición armadura de pila.2.9.1 (1 Hoja)

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

5.1. DEFINICIÓN COMPLETA DE ELEMENTOS

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

5.2. ACCIONES CONSIDERADAS

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

- ☐ Peso propio + cargas muertas (balasto, vías y traviesas, pendienteado, murete guardabalasto, impostas, barandillas y canaletas)
- ☐ Sobrecarga de uso:
 - Sobrecarga sobre los paseos de servicio.
 - Tren de cargas: tren tipo B según se define en el apartado 4.2.1.1 de la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril” de 1.975.

5.3. MODELIZACIÓN EMPLEADA

La modelización de la estructura se considera correcta. Se han calculado los esfuerzos de la estructura, discretizada mediante elementos barra a partir de las dimensiones geométricas de la misma y sometida a las acciones de su peso propio, de las cargas muertas y de las sobrecargas de uso. A partir de estos esfuerzos el programa utilizado dimensiona las armaduras de las secciones a flexocompresión simple y comprueba la resistencia a cortante de las mismas.

5.4. MATERIALES Y COEFICIENTES DE CÁLCULO

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

- ☐ Normativa de “Unión Internationale des Chemins de Fer” (U.I.C.)
- ☐ “Instrucción Relativa a las Acciones a Considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril”, Orden Ministerial del 25 de Junio de 1975.
- ☐ “Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras”:
 - Parte 1: “Bases de proyecto” UNE-ENV 1991 – 1.Octubre 1997
 - Parte 3: “Cargas de tráfico en puentes” UNE-ENV 1991 – 1.Octubre 1997
- ☐ “Instrucciones y Recomendaciones sobre Estructuras (IGP-5)”, de marzo de 2001
- ☐ “Instrucción EHE, Instrucción de Hormigón Estructural”.
- ☐ “Norma de Construcción Sismorresistente N.C.S.E.-94”

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

- ☐ Mayoración acciones (Estados Límites Últimos), considerando situación persistente ó transitoria:
 - Efecto desfavorable, nivel de control intenso:
 - ✓ Acciones permanentes: 1,35
 - ✓ Acciones variables: 1,50
 - Efecto desfavorable, nivel de control normal:
 - ✓ Acciones permanentes: 1,50
 - ✓ Acciones variables: 1,60
- ☐ Minoración de materiales, considerando situación persistente ó transitoria:
 - Hormigón: 1,50
 - Acero: 1,15

5.5. EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL

La documentación facilitada a Ingeniería de Instrumentación y Control (IIC, S.A.) incluye el Anejo de Cálculo del Proyecto y los planos de la estructura numerados anteriormente.

Tomando como base la mencionada documentación se ha realizado una evaluación estructural de la **Estructura del Viaducto sobre el Río Llobregat** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Gelida – Can Tunis, Subtramo IV a.

Los datos generales de la estructura son los siguientes:

Longitud (m)	202,0
Número de vanos	5
Distribución de luces (m)	33,5 + 3*45,0 + 33,5
Canto vigas (m)	Variable (2,20 – 3,00)
Espesor medio losa (m)	0,30
Resistencia hormigón vigas (N/mm ²)	50
Resistencia hormigón losa (N/mm ²)	30

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

En el Proyecto de Prueba de Carga se discretizó la estructura mediante elementos barra unidimensionales y se obtuvo el momento flector de cálculo en las secciones más desfavorable de la estructura, como comprobación y verificación sencilla de la validez de las solicitaciones de partida para el dimensionamiento estructural adoptado en el Proyecto de construcción.

En el modelo de cálculo se han considerado las siguientes cargas:

Cargas permanentes	Peso específico hormigón	2,60	T / m ³
	Peso Balasto	6,15	T / m
	Peso carriles	0,12	T / m
	Peso traviesas	0,58	T / m
	Peso canaletas, muros y paseos	0,30	T / m
	Peso impostas y barandillas	1,00	T / m
Sobrecargas	Sobrecarga Uniforme en paseos de servicio	0,50	T / m ²
	Tren de cargas	8 T/m + 4*25 T	

Para la obtención del valor de la sobrecarga se ha supuesto la acción de **Tren tipo UIC-71** (Eurocódigo).. Así mismo se ha considerado un coeficiente clasificación de 1,20 y un coeficiente de impacto de 1,01.

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

A continuación se incluyen los momento flectores máximos de cálculo que se han obtenido en el Proyecto de Prueba de Carga de la estructura, recogido en el Anejo 2 del presente documento, para la sección central del vano (momento positivo) y la de apoyo en pila (momento negativo) bajo las combinaciones de cargas siguientes:

$$M_d^+ \Rightarrow 1,35 * c. \text{ permanente [peso propio + carga muerta]} + 1,50 * \text{sobrecarga [tren tipo B]}$$

$$M_d^- \Rightarrow 1,35 * c. \text{ permanente [peso propio + carga muerta]} + 1,50 * \text{sobrecarga [tren tipo B]}$$

Estos valores se han comparado con el momento total de cálculo que se emplea para el dimensionamiento de las distintas secciones, comprobándose que en todos los casos las solicitaciones máximas alcanzables según el Anejo B del Proyecto de Prueba de Carga son inferiores al momento de cálculo que se ha considerado en proyecto.

	Momento de sobrecarga en Proyecto (kN m)	Momento de sobrecarga en Prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
CDV lateral (33,5 m)	15.924	7.473	46,9%
CDV central (45,0 m)	16.964	8.496	50,1%
Apoyo pila central	-26.847	-13.445	50,1%

Como se puede observar, se obtienen en las comprobaciones realizadas valores en general similares a los del Proyecto de la estructura, siendo las variaciones existentes del lado de la seguridad de cara al dimensionamiento de la misma. Esta diferencia, que no se considera significativa, puede ser debida a los distintos modelos de cálculo empleados.

6. PLAN DE PRUEBAS

6. PLAN DE PRUEBAS

En una primera fase, personal técnico de IIC se encargó de la elaboración del “Proyecto de Prueba de Carga. Estructura del Viaducto sobre el Río Llobregat. Tramo Gelida – Can Tunis, Subtramo IV a. L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Mayo 2007 (Ref: PPC.57VI01. ADIF)”; ver Anejo nº 2, en el que se calculan los valores de desplazamiento (flechas), deformaciones unitarias (tensiones) y vibraciones (frecuencias propias) previstos, una vez determinados los estados de carga y los puntos de medida definitivos.

Para la realización de este Proyecto de Prueba de Carga se empleó un programa basado en el método de elementos finitos, discretizando la estructura mediante un modelo compuesto por elementos barra unidimensionales (*modelo viga*).

6.1. ACCIONES REPRODUCIDAS

De acuerdo con el Proyecto de prueba de carga, se han realizado pruebas estáticas y pruebas dinámicas a diferentes velocidades.

Las sobrecargas utilizadas para materializar los estados de carga consistían en DOS (2) composiciones formadas por una locomotora (dos bogies de tres ejes; peso total 1200 kN) y cinco tolvas (dos bogies de dos ejes; peso total 800 kN).

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

Para la realización de las pruebas estáticas se emplearon dos composiciones formadas por una locomotora y dos tolvas, una por cada vía.

Las pruebas dinámicas y cuasiestática se efectuaron con una de las composiciones circulando sobre una de las vías de la estructura, con pasos a distintas velocidades e incluyendo un ensayo dinámico con frenado para cada uno de los vanos.

6.2. PUNTOS DE MEDIDA

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

Cada punto se identifica según el siguiente código:

$\alpha\beta\chi$

donde:

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

E – Galga extensométrica

D – Transductor de desplazamiento tipo ménsula

V – Sismómetro

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

χ : Carácter numérico que define la posición donde se sitúa el sensor dentro de un vano dado.

En el *Anejo N° 3* se incluye un croquis con la localización y nomenclatura de los puntos de instrumentación.

6.3. EQUIPOS UTILIZADOS

6.3.1. Desplazamientos verticales

Para la obtención de los desplazamientos verticales se hizo el control de flechas en los siguientes puntos:

Flecha en L/2	Descenso en apoyos
2 puntos / vano	2 puntos / vano

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

En estos puntos se registraron medidas tanto en los ensayos estáticos como en los dinámicos.

6.3.2. Deformaciones unitarias

Se llevó a cabo el control de deformaciones unitarias o tensiones en los siguientes puntos:

Deformaciones unitarias en L/2
2 puntos / vano

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

En estos puntos se realizaron medidas tanto en los ensayos estáticos como en los dinámicos.

6.3.3. Vibraciones

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

6.3.4. Otras medidas

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

6.3.5. Descripción del sistema de medida

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

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

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

El equipo se compone de los siguientes elementos:

- ☐ Sensores
- ☐ Acondicionadores de señal
- ☐ Tarjeta de comunicaciones
- ☐ Ordenador
- ☐ Cables y conectores

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

6.3.5.1. Sensores

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

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

Los equipos ópticos de láser empleados para la medición de flechas son el modelo VS100 de la firma OMETRON, cuyo funcionamiento parte de la medida de la velocidad de un punto de una superficie, sin contacto físico, por interferometría.

La salida eléctrica del VS100 se conecta a la tarjeta de desplazamiento, Micro-Control CV78DA, que presenta un contador digital. A su vez, la salida de esta tarjeta se conecta directamente al equipo de adquisición.

Como características técnicas específicas del equipo, indicamos las siguientes:

- Haz de láser Helio - Neón de 2 mW de potencia
- Rango de velocidades: 0-100 mm/seg
- Rango de desplazamientos: 158 μm , 1,58 mm, 15,8 mm, 158 mm y 1,58 m
- Rango de frecuencia de vibración: DC a 50 KHz
- Distancia de medida: Hasta 200 m
- Diámetro del punto de luz: 1 mm a 20 m de distancia
- Señal de salida: ± 10 V BNC coaxial

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

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

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

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

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

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

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

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

6.3.5.2. Acondicionadores de señal

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

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

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

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

- ❑ Alimentación al sensor: Genera una tensión de +1V y otra simétrica de -1V para alimentar el puente. Se dispone de 2 hilos para alimentar y otros 2 hilos para confirmar la tensión que le llega al puente y de esta forma compensar las pérdidas por longitud de cable. Se pueden alcanzar distancias de hasta 200 m entre sensores y acondicionadores.
- ❑ Amplificador: Está formado por un amplificador de instrumentación de alta precisión (16 bits) y un amplificador S/H para la compensación automática de la deriva de los componentes de la electrónica. Dependiendo del tipo de prueba a realizar, dinámica o estática, la amplificación se llevará a cabo en corriente continua o alterna de "baja frecuencia" (< 1 KHz), evitando de esta forma los errores típicos de deriva que se observan en las pruebas de tipo estático, debidos a variaciones térmicas en las electrónicas para corrientes continuas en las que las amplificaciones son muy elevadas.
- ❑ Corrector del cero y de la ganancia: Incorpora un equipo de SAMPLE & HOLD que al indicarle el autocero genera la tensión adecuada para que la salida sea de 0 V. También tiene un ajuste fino de la ganancia para que al introducir un desequilibrio (dependiendo

del valor seleccionado) se genere una tensión de salida de 2 V, permitiendo efectuar de forma semiautomática los procesos de calibración de los equipos.

- ❑ Filtros: Son filtros del tipo Bessel de cuarto orden seleccionable. La máxima frecuencia a medir debe ser 3 veces menor que el valor del filtro elegido, para que las distorsiones en las medidas sean mínimas.
- ❑ Etapa de salida: Su única misión es dar suficiente potencia para enviar la señal al equipo de adquisición, así como una protección contra cortocircuitos en la red.
- ❑ Fuente de alimentación: Genera, a partir de la alimentación del bus, las tensiones necesarias para el manejo de la electrónica de las tarjetas, optimizando el consumo.

En el frontal de cada tarjeta acondicionadora se dispone de:

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

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

6.3.5.3. Tarjeta de comunicaciones

El sistema de adquisición de datos está comandado por un procesador con una tarjeta de adquisición de datos que recoge las lecturas de los 36 canales de medida. El equipo utilizado dispone de una tarjeta de comunicaciones de NATIONAL INSTRUMENTS; esta tarjeta presenta una velocidad de 1.250.000 muestras/segundo. El resto de las características son las siguientes:

- Sesenta y cuatro canales de entradas analógicas
- Velocidad de 1.250.000 muestras/segundo

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

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

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

6.3.5.4. Ordenador

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

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

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

- ☐ Procesador PENTIUM IV a 2,40 GHz
- ☐ Memoria RAM: 1,00 GB
- ☐ Unidad de disco flexible 3 ½ alta densidad
- ☐ Unidad de lectura - grabador de CD-RW a 52 X
- ☐ 55 GB en disco duro
- ☐ Monitor TFT 19", tarjeta gráfica, teclado y ratón inalámbricos.

El sistema de registro cuenta además con una unidad de sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) para prevención de fallos en el suministro eléctrico, con autonomía para 15 minutos.

Ordenadores de características similares a las del sistema de registro se emplean posteriormente para la depuración y análisis de resultados, así como para la elaboración y edición de los correspondientes informes.

6.3.5.5. Cables y conectores

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

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

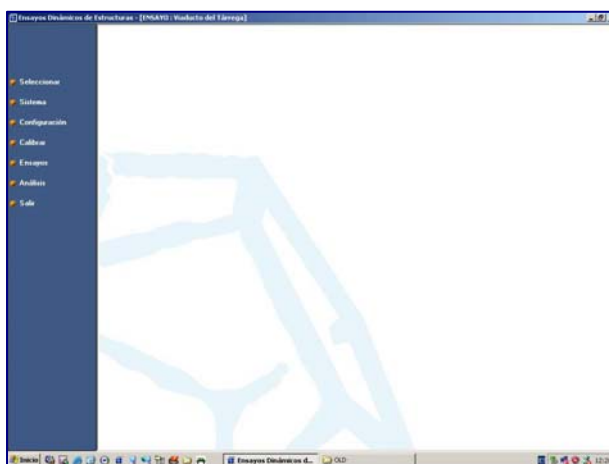
6.3.6. Software de aplicación

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

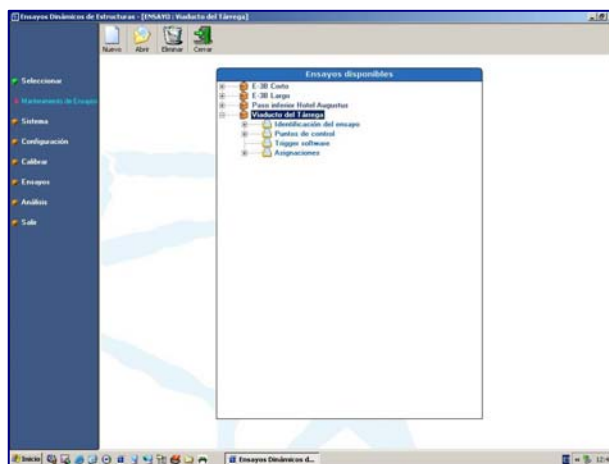
Se ha programado una aplicación específica para el control y seguimiento de la instrumentación que se instala en los ensayos de prueba de carga.

En éste se ha definido un menú general que comprende:

"Seleccionar", "Sistema", "Configuración", "Calibrar", "Ensayos", "Análisis" y "Salir"

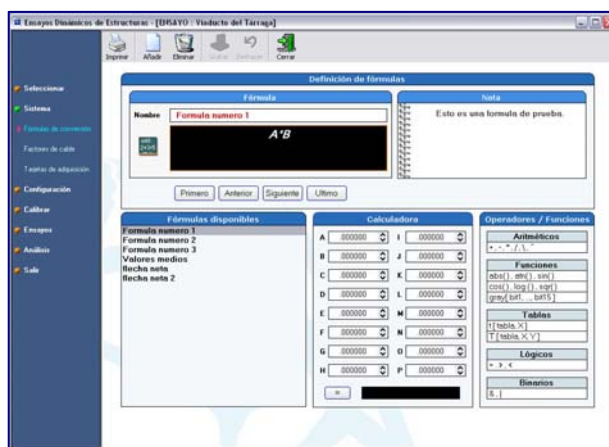


Dentro de la ventana del menú de **"Seleccionar"** se accede a la pantalla de mantenimiento de ensayos, que permite acceder y/o consultar las características generales de los ensayos configurados (nombre, tipos de ensayos, asignaciones, trigger, etc.).

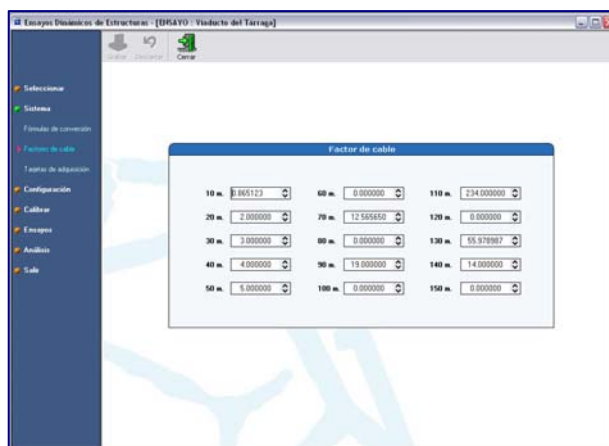


El menú **"Sistema"** da acceso a las siguientes utilidades:

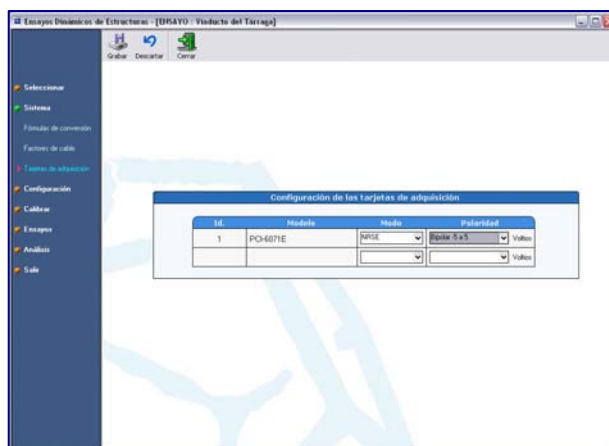
- **"Definición de fórmulas":** Permite establecer las fórmulas de cálculo (para paso de unidades de lectura a unidades ingenieriles o para el cálculo de medidas indirectas, como flechas netas, valores medios de flecha o deformación, etc.) que posteriormente se asignarán a los sensores (físicos o calculados) que se configuren.



- ❑ **"Factores de cable":** Para una asignación de canales determinados, a cada punto de control sobre la estructura se le define una longitud de cable conectada hasta el sistema de medida. En este apartado, se asignan factores de corrección por pérdidas eléctricas debido a la longitud de cable.

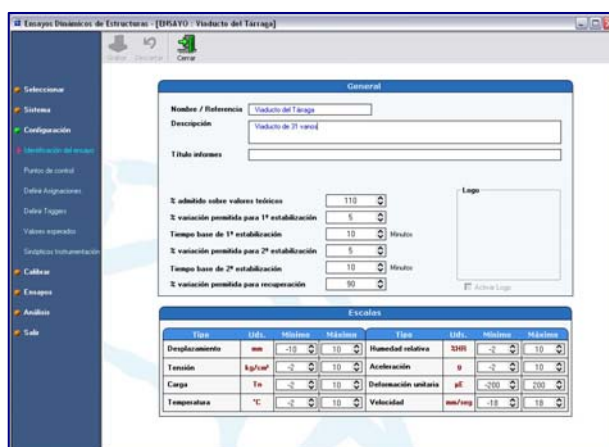


- ❑ **Tarjeta:** permite definir la tarjeta de adquisición que se va a emplear durante los ensayos, siempre que el programa disponga del *driver* de comunicaciones específico, para esa tarjeta. En el caso de que se quiera emplear una tarjeta nueva, únicamente se necesita el *driver* correspondiente, sin que sea necesario modificar el programa de adquisición.

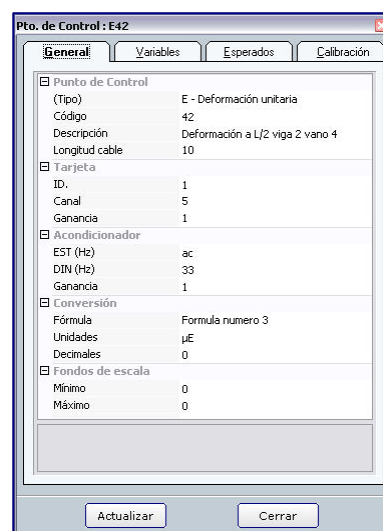
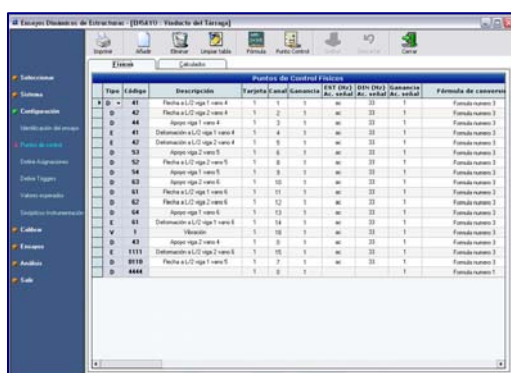


El menú **“Configuración”** da acceso a las siguientes utilidades:

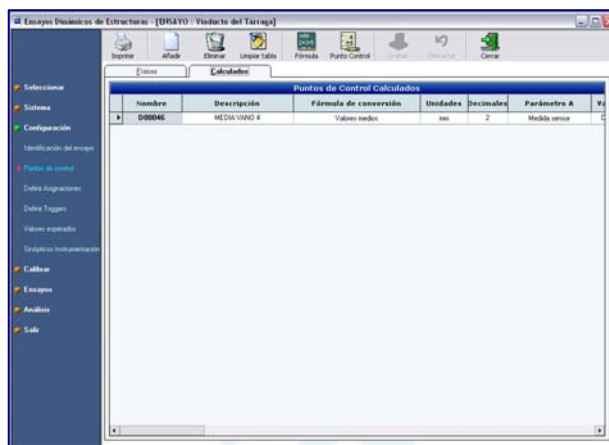
- **“Identificación del ensayo”**: Se definen aquellos parámetros que son comunes a cualquiera de los procesos que se desarrollan en el programa. En concreto, se especifican: porcentajes admitidos respecto a valores teóricos esperados, porcentajes admitidos para aceptar la estabilidad de incremento de magnitudes medidas, porcentajes admitidos para aceptar la recuperación de flechas o tensiones y valores máximos ó mínimos para definir las escalas gráficas de las representaciones, tanto de las curvas que se generen en tiempo real como las que pertenezcan al archivo histórico. Asimismo en esta pantalla se define el nombre de archivo que identificará al ensayo, así como una pequeña descripción de la obra objeto del mismo.



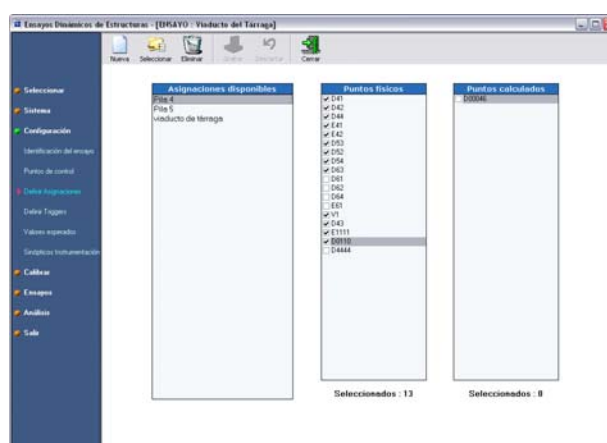
- Puntos de Control Físicos:** Permite definir con gran flexibilidad y de forma interactiva, la nomenclatura para localización en el croquis del punto físico que se mide, su descripción, tarjeta desde la que se adquiere, el canal del sistema al que se conecta, la ganancia software que se aplica (independiente de la ganancia hardware), parámetros de configuración de los acondicionadores (a título informativo), fórmula de conversión a utilizar (independiente para cada sensor) y definición de los parámetros de la misma, unidades, número de decimales, factores de escala y longitud de cable.



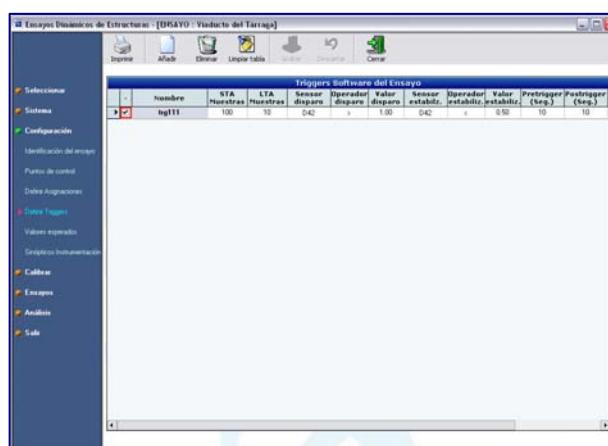
- Puntos de Control Calculados:** Permite configurar, a partir de los puntos físicos definidos, puntos calculados para la obtención de valores medios, flechas netas, etc, indicando su nombre, una breve descripción, la fórmula de conversión que se utilizará, sus unidades y los decimales.



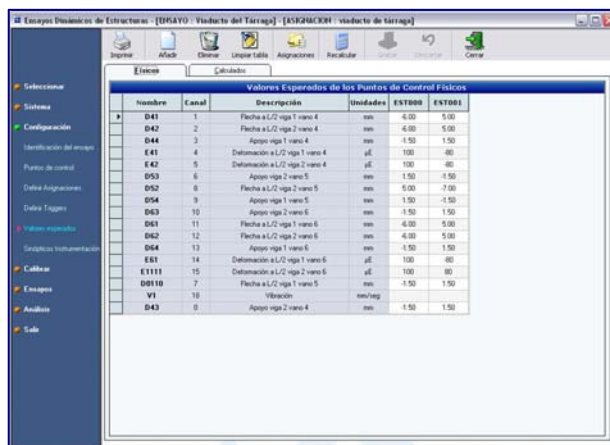
- ❑ **"Definir asignaciones":** Una vez configurados todos los puntos de medida, físicos ó calculados, se definirán mediante asignaciones el sensor o grupo de sensores en los que se adquirirán y grabarán los datos para cada uno de los ensayos que se realicen. De este modo se optimizan los recursos de la tarjeta de adquisición y evitamos la adquisición de datos de sensores cuya medida no es necesaria.



- ❑ **Trigger:** para la definición de las combinaciones de valores registrados que originan el disparo, mediante software, del registro dinámico. Mediante esta función se programa además el periodo a grabar con anterioridad al evento que motiva el disparo (tiempo de preevento), el tiempo tras la estabilización (tiempo de postevento) y la velocidad del muestreo.



- ❑ **Valores esperados:** Permite introducir para cada una de las asignaciones creadas los valores esperados de cada una de las hipótesis que se van a realizar.



Nombre	Canal	Descripción	Unidades	EST000	EST001
D41	1	Piecha a L/2 viga 1 vano 4	mm	4.00	5.00
D42	2	Piecha a L/2 viga 2 vano 4	mm	4.00	5.00
D44	3	Apoyo viga 1 vano 4	mm	1.50	1.50
E 41	4	Deformación a L/2 viga 1 vano 4	µε	100	40
E 42	5	Deformación a L/2 viga 2 vano 4	µε	100	40
D53	6	Apoyo viga 2 vano 5	mm	1.50	-1.50
D52	8	Piecha a L/2 viga 2 vano 5	mm	5.00	-7.00
D54	9	Apoyo viga 1 vano 5	mm	1.50	-1.50
D63	10	Apoyo viga 2 vano 6	mm	1.50	1.50
D61	11	Piecha a L/2 viga 1 vano 6	mm	4.00	5.00
D62	12	Piecha a L/2 viga 2 vano 6	mm	4.00	5.00
D64	13	Apoyo viga 1 vano 6	mm	1.50	1.50
E 61	14	Deformación a L/2 viga 1 vano 6	µε	100	40
E 1111	15	Deformación a L/2 viga 2 vano 6	µε	100	40
D0110	7	Piecha a L/2 viga 1 vano 5	mm	1.50	1.50
V1	18	Vibración	mm/seg		
D43	0	Apoyo viga 2 vano 4	mm	1.50	1.50

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

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

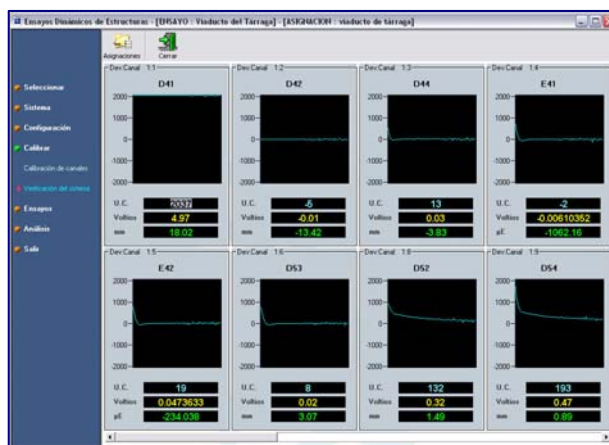
El menú **"Calibrar"** permite acceder a las pantallas desde las cuales se efectuará:

- ❑ **"Calibración de canales":** Permite tomar lecturas, para cada una de las asignaciones creadas, de los valores superiores, inferiores e iniciales que es posible registrar, obteniéndose de forma automática la relación entre unidades eléctricas y unidades de ingeniería. El proceso se puede realizar de forma automática o manual, por grupos de sensores o por sensores individuales. Cuando los coeficientes se calculan en campo, quedan integradas todas las pérdidas o ganancias del sistema eléctrico por cualquier factor externo ambiental o eléctrico, o interno de tipo electrónico.



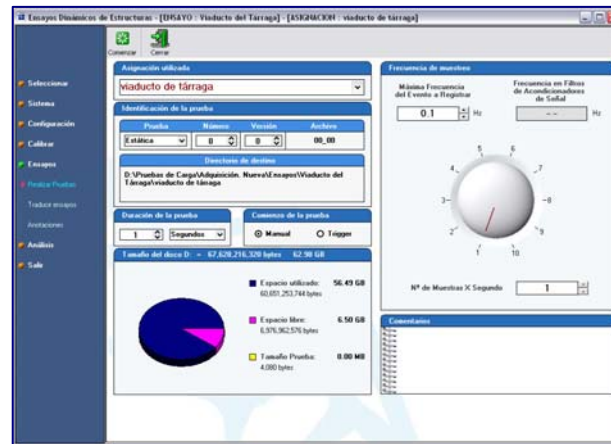
Canal	Unidad	Valor	Unidad	Valor
D41	1	1	Unidad	1
D42	1	2	Unidad	2
D44	1	3	Unidad	3
E41	1	4	Unidad	4
E42	1	5	Unidad	5
D53	1	6	Unidad	6
D52	1	7	Unidad	7
D54	1	8	Unidad	8

- ❑ **"Verificación del sistema de medida":** Se visualizan gráficamente las escalas eléctricas de medida de 8 canales existentes, con presentación simultánea de los valores numéricos, tanto en cuentas (U.C.) como en Voltios y unidades ingenieriles. Su misión es determinar mediante una simulación de muestreo, la existencia de algún ruido o inestabilidad eléctrica en cualquiera de los canales que se emplearán durante la realización de los ensayos.



El menú **"Ensayos"** permite la configuración de ensayos y la traducción de los mismos:

- ❑ **Realización de ensayos:** En una primera pantalla general se definen y/o consultan los datos del ensayo que se va a realizar, tales como el tipo de prueba (estática ó dinámica), la asignación utilizada, el directorio donde se almacenarán los datos, duración prevista del ensayo, frecuencia máxima del evento a registrar (en función de las muestras por segundo), comentarios de texto para describir el ensayo y la velocidad de muestreo.



Con respecto a la velocidad de muestreo, señalamos que las pruebas estáticas se pueden realizar entre 1 y 10 muestras/seg y las pruebas dinámicas desde 100 a 34.000 muestras/seg, en función del número de canales de la asignación y la duración prevista de ensayo.

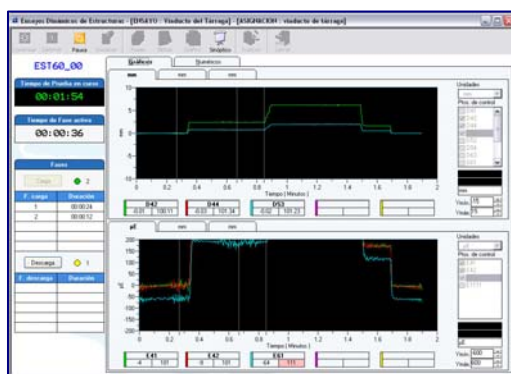
Se puede definir asimismo si el comienzo de la prueba se va a establecer manualmente o si debe responder a la activación automática de alguno de los triggers programados.

En función de la velocidad de muestreo, de la duración teórica que se le haya atribuido a la prueba y del número de canales activados, el programa calcula el espacio de disco requerido y lo compara con la capacidad libre existente.

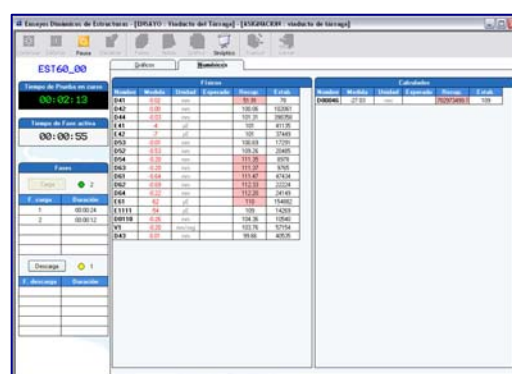
Al pulsar la tecla "Comenzar" dentro de la anterior pantalla, se accede a las pantallas de **representación** (gráfica o numérica) **en tiempo real** de las medidas que se están efectuando.

En el caso de las pruebas estáticas, la representación numérica de los datos viene acompañada de las comprobaciones pertinentes: porcentajes sobre el valor teórico esperado, estabilización de los valores medidos y porcentajes de recuperación, contratándolos con los valores definidos en la pantalla de parámetros generales.

En la zona izquierda de la pantalla se han definido las teclas que permiten activar o desactivar las fases de carga y descarga, indicándose para cada caso los tiempos de duración de cada una.



Representación gráfica de prueba estática



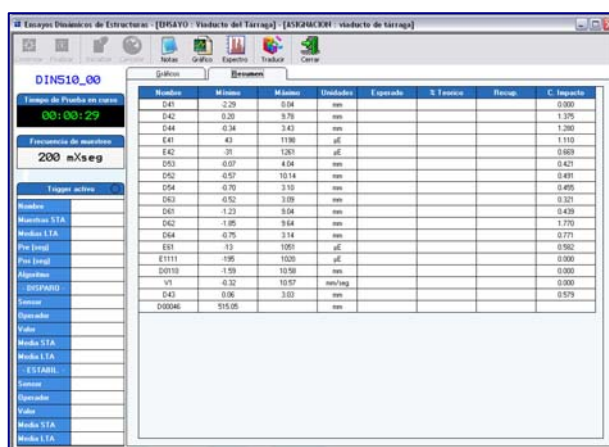
Prueba	Modulo	Unidad	Ecuacion	Fase	Valor
141	1.00	mm	10.00	2	10.00
142	1.00	mm	10.00	2	10.00
143	1.00	mm	10.00	2	10.00
144	1.00	mm	10.00	2	10.00
145	1.00	mm	10.00	2	10.00
146	1.00	mm	10.00	2	10.00
147	1.00	mm	10.00	2	10.00
148	1.00	mm	10.00	2	10.00
149	1.00	mm	10.00	2	10.00
150	1.00	mm	10.00	2	10.00
151	1.00	mm	10.00	2	10.00
152	1.00	mm	10.00	2	10.00
153	1.00	mm	10.00	2	10.00
154	1.00	mm	10.00	2	10.00
155	1.00	mm	10.00	2	10.00
156	1.00	mm	10.00	2	10.00
157	1.00	mm	10.00	2	10.00
158	1.00	mm	10.00	2	10.00
159	1.00	mm	10.00	2	10.00
160	1.00	mm	10.00	2	10.00
161	1.00	mm	10.00	2	10.00
162	1.00	mm	10.00	2	10.00
163	1.00	mm	10.00	2	10.00
164	1.00	mm	10.00	2	10.00
165	1.00	mm	10.00	2	10.00
166	1.00	mm	10.00	2	10.00
167	1.00	mm	10.00	2	10.00
168	1.00	mm	10.00	2	10.00
169	1.00	mm	10.00	2	10.00
170	1.00	mm	10.00	2	10.00
171	1.00	mm	10.00	2	10.00
172	1.00	mm	10.00	2	10.00
173	1.00	mm	10.00	2	10.00
174	1.00	mm	10.00	2	10.00
175	1.00	mm	10.00	2	10.00
176	1.00	mm	10.00	2	10.00
177	1.00	mm	10.00	2	10.00
178	1.00	mm	10.00	2	10.00
179	1.00	mm	10.00	2	10.00
180	1.00	mm	10.00	2	10.00
181	1.00	mm	10.00	2	10.00
182	1.00	mm	10.00	2	10.00
183	1.00	mm	10.00	2	10.00
184	1.00	mm	10.00	2	10.00
185	1.00	mm	10.00	2	10.00
186	1.00	mm	10.00	2	10.00
187	1.00	mm	10.00	2	10.00
188	1.00	mm	10.00	2	10.00
189	1.00	mm	10.00	2	10.00
190	1.00	mm	10.00	2	10.00
191	1.00	mm	10.00	2	10.00
192	1.00	mm	10.00	2	10.00
193	1.00	mm	10.00	2	10.00
194	1.00	mm	10.00	2	10.00
195	1.00	mm	10.00	2	10.00
196	1.00	mm	10.00	2	10.00
197	1.00	mm	10.00	2	10.00
198	1.00	mm	10.00	2	10.00
199	1.00	mm	10.00	2	10.00
200	1.00	mm	10.00	2	10.00

Valores numéricos de prueba estática

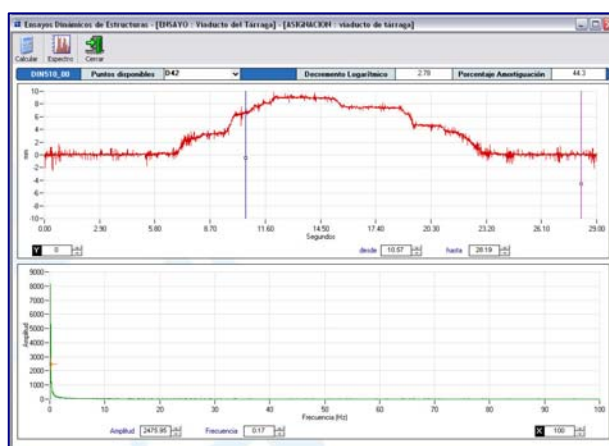
En el caso de las pruebas dinámicas, se pueden representar gráficamente de forma simultánea un total de diez canales en tiempo real.



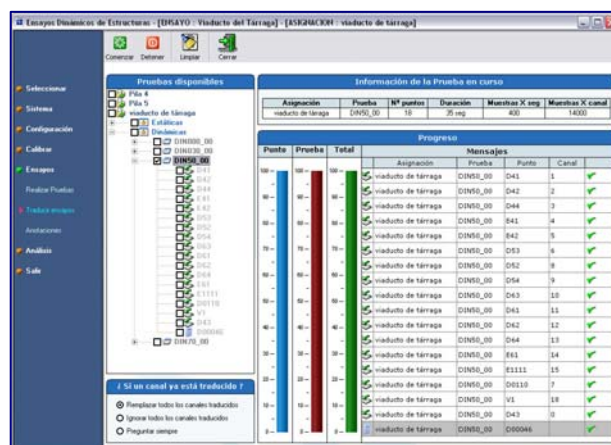
Una vez finalizado el ensayo se activará la pantalla “Resumen”, en la que se tendrá acceso a los máximos y mínimos obtenidos, su porcentaje respecto a los teóricos y el valor del coeficiente de impacto, siempre que se haya definido una de pruebas dinámicas como referencia.



Adicionalmente se podrá obtener la frecuencia propia de vibración de la estructura mediante el análisis de las "colas" de las flechas medidas, o del registro del sismómetro o de los acelerómetros, sin necesidad de realizar la traducción de los datos obtenidos.

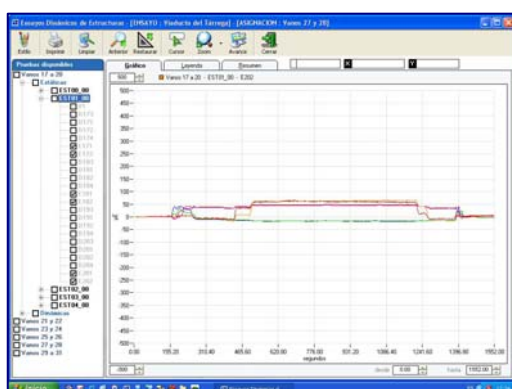


- ❑ **Traducción de ensayos:** En esta pantalla se podrá realizar la traducción de los ensayos realizados para su posterior análisis.



En el menú de **“Análisis”** se permite el tratamiento de los registros grabados, una vez se ha procedido a la traducción (conversión) de los datos registrados:

- ❑ **Visualizar ensayos:** En esta pantalla se podrán visualizar los gráficos correspondientes a todos ensayos realizados. De este modo se podrá realizar un análisis del comportamiento estructural más detallado, con comparaciones entre los datos obtenidos para varios puntos de control en un mismo ensayo, ó comparar para un mismo punto los datos obtenidos en diferentes hipótesis de carga, estática ó dinámica.

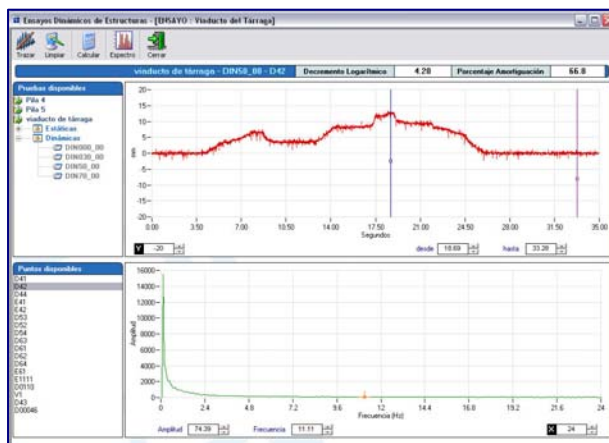


Visualización de ensayos estáticos



Visualización de ensayos dinámicos

- ❑ **Espectro de frecuencia:** En esta aplicación se podrá obtener la frecuencia propia de vibración de la estructura mediante el análisis de las "colas" de las flechas medidas, o del registro del sismómetro o de los acelerómetros.



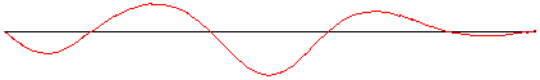
6.4. RESULTADOS PREVISTOS

Los resultados previstos en los ensayos estáticos y los ensayos dinámicos se han extraído de los cálculos realizados en el “Proyecto de Prueba de Carga. Estructura del Viaducto sobre el Río Llobregat. Tramo Gélida – Can Tunis, Subtramo IV a. L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Mayo 2007 (Ref: PPC. 57VI01.ADIF)”.

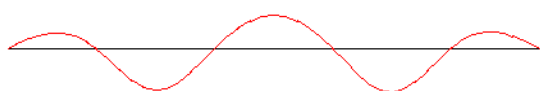
6.4.1. Flechas y deformaciones bajo carga estática.

Los valores de flechas y deformaciones unitarias esperados, para cada una de las hipótesis de carga considerada en el Proyecto de Prueba de Carga, son los recogidos en las siguientes tablas (valores negativos de flecha indican descenso y valores positivos de deformación unitaria indican tracción):

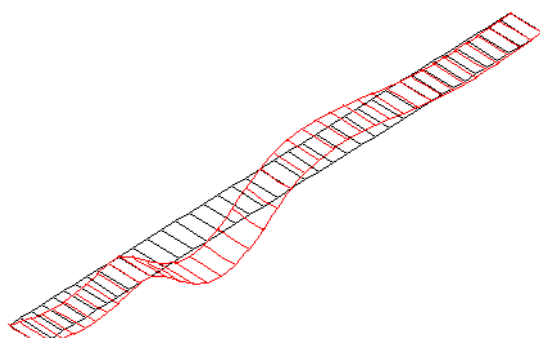
Hipótesis 5: Momento positivo en vanos 1 y 3			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
1	L/2	-1,49	43
2	L/2	1,60	-24
3	L/2	-3,63	83

Hipótesis de Cálculo 5: Momento positivo en vanos 1 y 3	
Composiciones en vías 1 y 2	

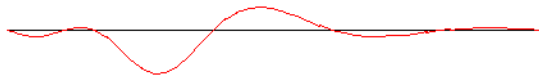
Hipótesis 6: Momento positivo en vanos 2 y 4			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
2	L/2	-11,14	92
3	L/2	8,56	-54
4	L/2	-11,62	101
5	L/2	4,22	-47

Hipótesis de Cálculo 6: Momento positivo en vanos 2 y 4	
Composiciones en vías 1 y 2	

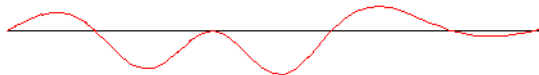
Hipótesis 7: Momento negativo en pila 1			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
1	L/2	-0,80	23
2	L/2	-3,18	52

Hipótesis de Cálculo 7: Momento negativo en pila 1	
Composiciones en vías 1 y 2	

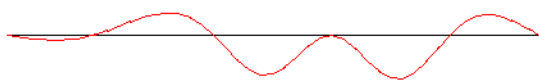
Hipótesis 8: Momento negativo en pila 1			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
1	L/2	-1,89	26
2	L/2	-7,71	76

Hipótesis de Cálculo 8: Momento negativo en pila 1	
Composiciones en vías 1 y 2	

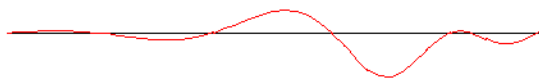
Hipótesis 9: Momento negativo en pila 2			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
2	L/2	-5,48	57
3	L/2	-6,29	67

Hipótesis de Cálculo 9: Momento negativo en pila 2	
Composiciones en vías 1 y 2	

Hipótesis 10: Momento negativo en pila 3			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
3	L/2	-5,58	58
4	L/2	-6,16	67

Hipótesis de Cálculo 10: Momento negativo en pila 3	
Composiciones en vías 1 y 2	

Hipótesis 11: Momento negativo en pila 4			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
4	L/2	-6,94	66
5	L/2	-2,51	37

Hipótesis de Cálculo 11: Momento negativo en pila 4	
Composiciones en vías 1 y 2	

6.4.2. Esfuerzos máximos de solicitación

Del cálculo de la estructura sometida a los estados de carga definidos para la prueba, se obtiene que la zona más solicitada a momento flector positivo se encuentra en la sección central de cada vano y a momento flector negativo en las secciones de apoyo en pila. Considerando solamente los momentos de solicitación producidos por las sobrecargas de prueba, se obtiene:

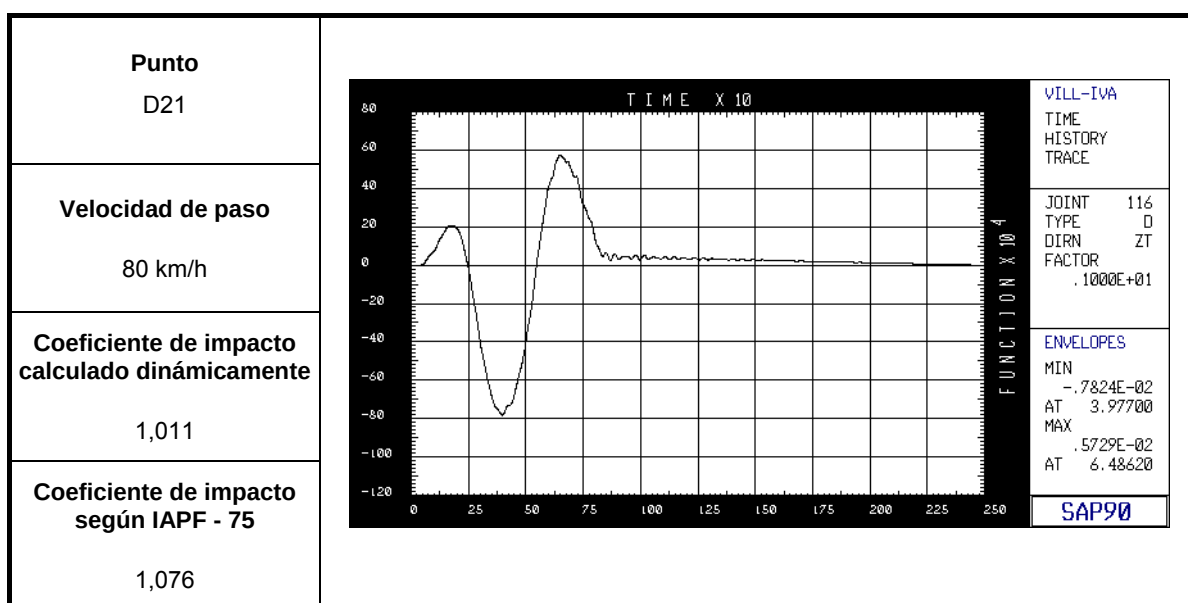
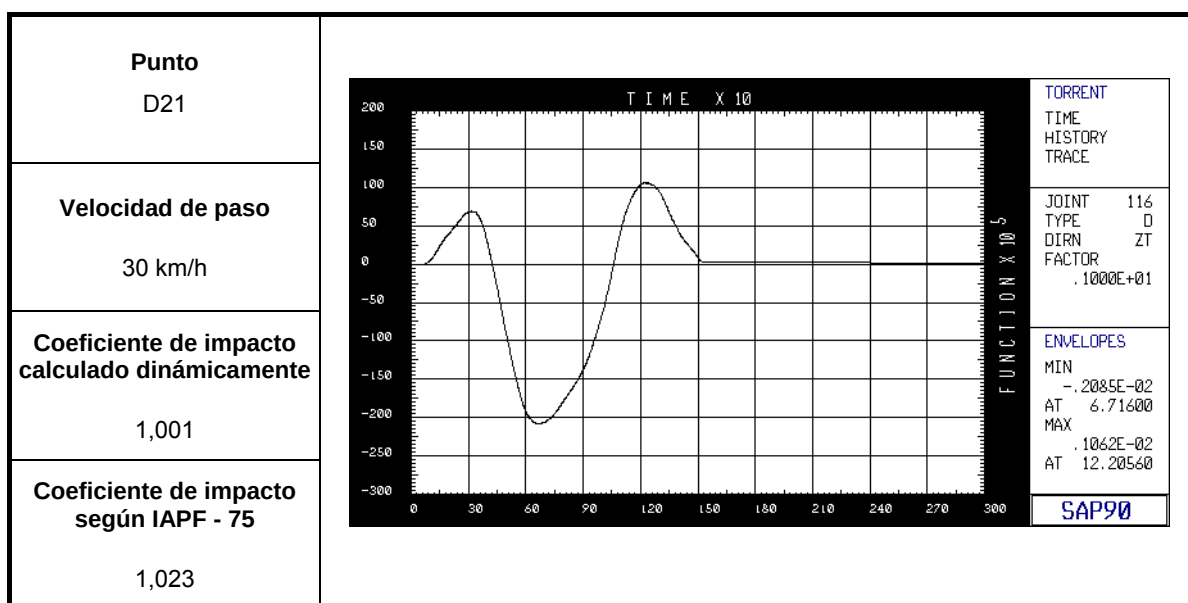
	Momento de sobrecarga en Proyecto (kN m)	Momento de sobrecarga en Prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
CDV lateral (33,5 m)	15.924	7.473	46,9%
CDV central (45,0 m)	16.964	8.496	50,1%
Apoyo pila central	-26.847	-13.445	50,1%

Si se consideran, además, los momentos flectores producidos por las cargas permanentes, se obtendrán:

	Mom. CP en Proyecto (kN m)	Mom. SC en Proyecto (kN m)	Mom. Total en Proyecto (kN m)	Mom. SC en Prueba (kN m)	Mom. Total en prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
CDV lateral (33,5 m)	11.794	15.924	27.717	7.473	19.266	69,5%
CDV central (45,0 m)	13.384	16.964	30.349	8.496	21.880	72,1%
Apoyo pila central	-33.650	-26.847	-60.497	-13.445	-47.095	77,8%

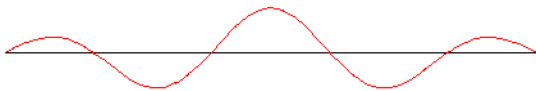
6.4.3. Coeficientes de impacto

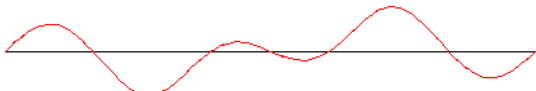
A continuación se incluyen los valores de los coeficientes de impacto de la estructura, calculados a partir de las flechas de la sección central del vano 2 (punto D21) para el paso de la circulación a velocidad media (30 Km/h) y a velocidad máxima (80 Km/h), considerando un coeficiente de amortiguación del 2 %. A su vez, el valor teórico obtenido del cálculo anterior se compara con el calculado según la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril” de 1975.

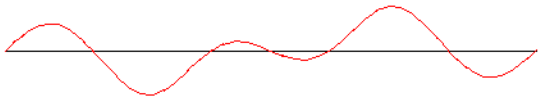


6.4.4. Frecuencias

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

Primer Modo	
Tipo	
Longitudinal	
Frecuencia	
2,34 Hz	
Periodo	
0,427 sg	

Segundo Modo	
Tipo	
Longitudinal	
Frecuencia	
3,08 Hz	
Periodo	
0,325 sg	

Tercer Modo	
Tipo Longitudinal	
Frecuencia 3,08 Hz	
Periodo 0,325 sg	

7. PRUEBA DE CARGA

7. PRUEBA DE CARGA

7.1. DESCRIPCIÓN

La prueba de carga de la **Estructura del Viaducto sobre el Río Llobregat** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Gelida – Can Tunis, Subtramo IV a se llevó a cabo la noche del día 20 de Junio de 2007.

Como sobrecarga se utilizaron dos composiciones con las características indicadas anteriormente en el apartado 6.1 “*Acciones reproducidas*”.

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

Instante	Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Inicio del ensayo	20/06/07	22:17	6,0	80,0
Fin del ensayo	21/06/07	00:51	2,4	86,5

Las medidas durante los **ensayos estáticos** se realizaron de acuerdo con las siguientes fases:

- I. Toma de valores iniciales de las medidas.
- II. Situación de la primera composición, con la posición indicada en el Croquis de Carga incluido en el Anejo N° 3 de este documento.
- III. Estabilización de las medidas. Se realizaron medidas continuas hasta comprobar que se había alcanzado la estabilización de las lecturas.
- IV. Situación de la segunda composición, repitiendo las fases II y III.
- V. Estabilización de las medidas. Cuando se encontraron posicionadas las locomotoras previstas, se realizaron medidas continuas hasta comprobar que se alcanzaba la estabilización de las lecturas. El tiempo de mantenimiento de las cargas no fue inferior a 10 minutos.

- VI. Descarga de la estructura, haciendo circular las composiciones hasta salir completamente del tablero.
- VII. Medidas de recuperación. Se realizaron medidas continuas con el puente descargado hasta alcanzar la estabilización de las lecturas, y una recuperación mínima del 85 % en un intervalo de tiempo no superior al de mantenimiento de la carga dentro del dintel en la fase V.

Se realizaron cinco pruebas estáticas, mediante las cuales se materializaron las hipótesis de cálculo contempladas en el Proyecto de Prueba de Carga:

Prueba	Vanos	Instante	Hora		Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Duración
ESTÁTICA 00	1 y 3	Inicio prueba	20/06/07	23:59	24,9	74,4	27 minutos
		Fin prueba	21/06/07	00:26	24,3	76,1	
ESTÁTICA 01	2 y 4	Inicio prueba	21/06/07	00:28	24,1	76,0	21 minutos
		Fin prueba	21/06/07	00:49	23,3	78,5	
ESTÁTICA 02	1 y 2	Inicio prueba	21/06/07	00:51	23,2	78,8	17 minutos
		Fin prueba	21/06/07	01:08	24,3	78,8	
ESTÁTICA 03	2 y 3	Inicio prueba	21/06/07	01:03	23,9	80,2	16 minutos
		Fin prueba	21/06/07	01:19	24,1	80,7	
ESTÁTICA 04	2 y 4	Inicio prueba	21/06/07	02:21	22,8	86,1	32 minutos
		Fin prueba	21/06/07	02:53	23,4	80,4	
ESTÁTICA 05	3 y 5	Inicio prueba	21/06/07	03:00	23,8	79,5	24 minutos
		Fin prueba	21/06/07	03:24	22,2	82,4	
ESTÁTICA 06	4 y 5	Inicio prueba	21/06/07	00:30	22,4	81,6	16 minutos
		Fin prueba	21/06/07	00:46	23,5	65,5	

Los **ensayos dinámicos** se desarrollaron en el siguiente orden:

- **Pruebas cuasiestáticas:** Paso de una única composición sobre la estructura, a una velocidad en torno a 5 km/h.
- **Prueba a velocidad media:** Paso de una composición circulando sobre la estructura a una velocidad media en torno a 30 km/h.
- **Prueba a velocidad máxima:** Paso de una composición circulando sobre la estructura a la máxima velocidad constante que era posible alcanzar teniendo en cuenta las exigencias de seguridad de la obra. (en torno a 60 km/h)
- **Prueba de frenado:** Paso de una composición circulando sobre la estructura a máxima velocidad, efectuando el frenado en la sección central de cada vano, teniendo en cuenta las exigencias de seguridad de la obra.

Se efectuaron las siguientes pruebas dinámicas:

Ensayo	Vanos	Fecha	Hora de inicio	Vía	Tipo	Velocidad real (Km/h)
DINÁMICA 00	1, 2 y 3	20/06/07	23:29	1	Cuasiestática	12,5
DINÁMICA 01		20/06/07	23:33		V Media	30,9
DINÁMICA 02		20/06/07	23:37		V Máxima	54,5
DINÁMICA 03	3	20/06/07	23:43		V. máx + frenado	
DINÁMICA 04	2	20/06/07	23:49		V. máx + frenado	
DINÁMICA 05	1	20/06/07	23:55		V. máx + frenado	
DINÁMICA 07	4 y 5	21/06/07	03:51		Cuasiestática	14,0
DINÁMICA 08		21/06/07	03:55		V Media	26,6
DINÁMICA 09		21/06/07	03:59		V Máxima	51,5
DINÁMICA 10	4	21/06/07	04:06		V. máx + frenado	-
DINÁMICA 11	5	21/06/07	04:13		V. máx + frenado	-

7.2. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentan los **máximos valores** de flecha y deformación unitaria obtenidos durante la realización de los ensayos de la Prueba de Carga en la **Estructura del Viaducto sobre el Río Llobregat** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Gélida – Can Tunis, Subtramo IV a, (valores negativos de flecha indican descenso y valores positivos de deformación unitaria indican tracción).

Vano	Ensayo	Flecha (mm)	Deformaciones ($\mu\epsilon$)
1	Estático	-4,84	67
	Dinámicos sin frenada	-3,75	40
	Dinámico con frenada	-2,93	40
2	Estático	-9,02	72
	Dinámicos sin frenada	-4,60	41
	Dinámico con frenada	-4,59	40
3	Estático	-8,54	79
	Dinámicos sin frenada	-3,75	36
	Dinámico con frenada	-3,72	36
4	Estático	-10,18	80
	Dinámicos sin frenada	-4,45	39
	Dinámico con frenada	-4,48	35
5	Estático	-5,49	77
	Dinámicos sin frenada	-2,70	39
	Dinámico con frenada	-2,67	36

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

	Mom. CP en Proyecto (kN m)	Mom. SC en Proyecto (kN m)	Mom. Total en Proyecto (kN m)	Mom. SC en Prueba (kN m)	Mom. Total en prueba (kN m)	% alcanzado en prueba	% alcanzado en prueba (sc uso)
Sección centro de vano lateral (33,5m)	11.794	15.924	27.717	7.473	19.266	69,5	46,9
Sección centro de vano central (45,0 m)	13.384	16.964	30.349	8.496	21.880	72,1	50,1
Apoyo pila central	-26.847	-26.847	-60.497	-13.445	-47.095	77,8	50,1

Para la obtención de las flechas netas se han restado los valores de descenso de apoyo de las medidas en carga correspondientes (flechas brutas). Teniendo en cuenta que la medida de la flecha se efectúa, en el caso de los estribos, a una cierta distancia del eje del apoyo y, por tanto, existe una parte del movimiento registrado que corresponde a la deformada elástica del tablero en los vanos extremos, estas flechas han sido corregidas en función de la citada deformada y del porcentaje de flecha real movilizado, según la fórmula:

$$d_r = d_m - f_b \times f_a / f_t$$

donde:

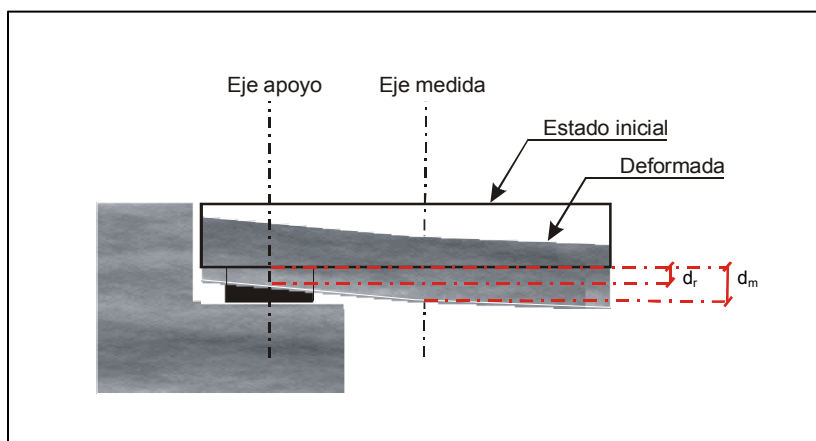
d_r : flecha real en el apoyo, a restar de la flecha bruta.

d_m : flecha medida a una distancia del eje de apoyo.

f_b : flecha bruta medida en L/2 de vano extremo.

f_a : flecha teórica calculada a una distancia determinada del eje de apoyo.

f_t : flecha teórica calculada en L/2 de vano extremo.



Los descensos de los apoyos, corregidos según la anterior expresión, son los siguientes:

Vanos 1, 2, 3, 4 y 5						
Prueba	Código	Descenso medido [dm] (mm)	Distancia al eje (m)	Descenso elástico [fa] (mm)	Relación fb/ft	Descenso real [dr] (mm)
ESTÁTICA 00 Vanos 1 y 3	D110	-0,83	1,00	-0,56	0,83	-0,36
	D123	-0,82	1,00	-0,49	0,83	-0,41
	D210	0,15	1,00	0,46	0,64	-0,14
	D223	-0,02	1,00	0,59	0,64	-0,40
	D310	-1,01	1,00	-0,68	0,73	-0,51
	D323	-1,07	1,00	-0,64	0,75	-0,59
ESTÁTICA 01 Vanos 2 y 4	D210	-0,88	1,00	-0,61	0,81	-0,39
	D223	-0,83	1,00	-0,71	0,80	-0,26
	D310	0,27	1,00	0,64	0,62	-0,13
	D323	0,38	1,00	0,65	0,64	-0,04
ESTÁTICA 02 Vanos 1 y 2	D110	-0,46	1,00	-0,16	0,95	-0,31
	D123	-0,65	1,00	0,12	0,91	-0,76
	D210	-0,88	1,00	-0,29	0,88	-0,63
	D223	-0,71	1,00	0,40	0,87	-1,06

Vanos 1, 2, 3, 4 y 5						
Prueba	Código	Descenso medido [dm] (mm)	Distancia al eje (m)	Descenso elástico [fa] (mm)	Relación fb/ft	Descenso real [dr] (mm)
ESTÁTICA 03 Vanos 2 y 3	D210	-0,64	1,00	-0,38	0,98	-0,27
	D223	-0,79	1,00	-0,09	0,97	-0,70
	D310	-0,94	1,00	-0,14	0,79	-0,83
	D323	-0,65	1,00	-0,43	0,83	-0,29
ESTÁTICA 04 Vanos 2 y 4	D410	-0,88	1,00	-0,73	0,88	-0,24
	D413	-0,74	1,00	-0,64	0,80	-0,23
	D520	0,10	1,00	0,53	0,73	-0,29
	D513	0,30	1,00	0,34	0,67	0,07
ESTÁTICA 05 Vanos 3 y 5	D410	0,14	1,00	0,58	0,77	-0,31
	D413	0,18	1,00	0,49	0,72	-0,17
	D520	0,49	1,00	-0,52	0,87	0,94
	D513	-0,64	1,00	0,61	0,83	-1,15
ESTÁTICA 06 Vanos 4 y 5	D410	-0,62	1,00	0,10	0,94	-0,71
	D413	-0,64	1,00	-0,07	0,97	-0,57
	D520	-0,39	1,00	0,00	0,79	-0,39
	D513	-0,35	1,00	-0,23	0,83	-0,16

Independientemente de la anterior corrección, los descensos de apoyo utilizados para cada una de las pruebas se han obtenido de los apoyos instrumentados en el vano correspondiente. Con estas consideraciones, los descensos se han calculado de la siguiente forma:

Vanos 1, 2, 3, 4 y 5			
Prueba	Sensor	Resultado de	Valor (mm)
ESTÁTICA 00 Vanos 1 y 3	D11	1/2 (D110 + D123)	-0,39
	D12	1/2 (D110 + D123)	-0,39
	D21	1/2 (D210 + D223)	-0,27
	D22	1/2 (D210 + D223)	-0,27
	D31	1/2(D310 + D323)	-0,55
	D32	1/2(D310 + D323)	-0,55
ESTÁTICA 01 Vanos 2 y 4	D21	1/2 (D210 + D223)	-0,33
	D22	1/2 (D210 + D223)	-0,33
	D31	1/2(D310 + D323)	-0,09
	D32	1/2(D310 + D323)	-0,09
ESTÁTICA 02 Vanos 1 y 2	D11	1/2 (D110 + D123)	-0,54
	D12	1/2 (D110 + D123)	-0,54
	D21	1/2 (D210 + D223)	-0,85
	D22	1/2 (D210 + D223)	-0,85
ESTÁTICA 03 Vanos 2 y 3	D21	1/2 (D210 + D223)	-0,49
	D22	1/2 (D210 + D223)	-0,49
	D31	1/2(D310 + D323)	-0,56
	D32	1/2(D310 + D323)	-0,56
ESTÁTICA 04 Vanos 2 y 4	D41	1/2 (D410 + D413)	-0,24
	D42	1/2 (D410 + D413)	-0,24
	D51	1/2 (D520 + D513)	-0,11
	D52	1/2 (D520 + D513)	-0,11

Vanos 1, 2, 3, 4 y 5			
Prueba	Sensor	Resultado de	Valor (mm)
ESTÁTICA 05 Vanos 3 y 5	D41	1/2 (D410 + D413)	-0,24
	D42	1/2 (D410 + D413)	-0,24
	D51	1/2 (D520 + D513)	-0,11
	D52	1/2 (D520 + D513)	-0,11
ESTÁTICA 06 Vanos 4 y 5	D41	1/2 (D410 + D413)	-0,64
	D42	1/2 (D410 + D413)	-0,64
	D51	1/2 (D520 + D513)	-0,28
	D52	1/2 (D520 + D513)	-0,28

Se señala el correcto funcionamiento de todos los sensores durante la realización de la prueba de carga.

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

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 00	1, 2 y 3	1 y 3	20/6/2007

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D110	00	Descenso de apoyo	mm	-	-0.83	-	-	-	-0.02	-	-	-0.81	97.6
D11	01	Flecha a L/2	mm	-5.80	-4.84	-0.39	-4.46	76.8	-0.13	-0.02	-0.11	-4.35	97.5
D12	02	Flecha a L/2	mm	-5.80	-4.80	-0.39	-4.42	76.1	-0.16	-0.02	-0.14	-4.28	96.8
D123	03	Descenso de apoyo	mm	-	-0.82	-	-	-	-0.02	-	-	-0.80	97.6
E11	13	Deformación a L/2	με	81	67	-	-	82.7	0	-	-	67	100.0
E12	14	Deformación a L/2	με	81	64	-	-	79.0	0	-	-	64	100.0
D210	04	Descenso de apoyo	mm	-	0.15	-	-	-	0.00	-	-	0.15	100.0
D21	05	Flecha a L/2	mm	6.95	4.43	-0.27	4.70	67.5	0.00	0.00	0.00	4.70	100.0
D22	06	Flecha a L/2	mm	6.95	4.46	-0.27	4.73	68.0	0.00	0.00	0.00	4.73	100.0
D223	19	Descenso de apoyo	mm	-	-0.01	-	-	-	0.00	-	-	-0.01	100.0
E21	15	Deformación a L/2	με	-44	-35	-	-	79.5	-2	-	-	-33	94.3
E22	16	Deformación a L/2	με	-44	-33	-	-	75.0	-2	-	-	-31	93.9
D310	08	Descenso de apoyo	mm	-	-1.01	-	-	-	-0.01	-	-	-1.00	99.0
D31	09	Flecha a L/2	mm	-11.32	-8.32	-0.55	-7.77	68.6	-0.02	-0.02	0.00	-7.77	100.0
D32	10	Flecha a L/2	mm	-11.32	-8.54	-0.55	-7.99	70.6	-0.15	-0.02	-0.13	-7.86	98.4
D323	12	Descenso de apoyo	mm	-	-1.07	-	-	-	-0.02	-	-	-1.05	98.1
E31	17	Deformación a L/2	με	99	78	-	-	78.8	1	-	-	77	98.7
E32	18	Deformación a L/2	με	99	79	-	-	79.8	2	-	-	77	97.5

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 01	1, 2 y 3	2 y 4	20/6/2007

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D210	04	Descenso de apoyo	mm	-	-0.88	-	-	-	0.00	-	-	-0.88	100.0
D21	05	Flecha a L/2	mm	-11.14	-9.02	-0.33	-8.70	78.0	-0.08	0.00	-0.08	-8.62	99.1
D22	06	Flecha a L/2	mm	-11.14	-8.89	-0.33	-8.57	76.9	-0.14	0.00	-0.14	-8.43	98.4
D223	19	Descenso de apoyo	mm	-	-0.83	-	-	-	0.00	-	-	-0.83	100.0
E21	15	Deformación a L/2	με	92	72	-	-	78.3	0	-	-	72	100.0
E22	16	Deformación a L/2	με	92	69	-	-	75.0	0	-	-	69	100.0
D310	08	Descenso de apoyo	mm	-	0.27	-	-	-	0.00	-	-	0.27	100.0
D31	09	Flecha a L/2	mm	8.56	5.33	-0.09	5.42	63.3	0.01	0.01	0.00	5.42	100.0
D32	10	Flecha a L/2	mm	8.56	5.47	-0.09	5.56	64.9	0.02	0.01	0.01	5.55	99.8
D323	12	Descenso de apoyo	mm	-	0.38	-	-	-	0.01	-	-	0.37	97.4
E31	17	Deformación a L/2	με	-54	-46	-	-	85.2	-1	-	-	-45	97.8
E32	18	Deformación a L/2	με	-54	-44	-	-	81.5	0	-	-	-44	100.0

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 02	1, 2 y 3	1 y 2	20/6/2007

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D110	00	Descenso de apoyo	mm	-	-0.46	-	-	-	-0.06	-	-	-0.40	87.0
D11	01	Flecha a L/2	mm	-1.89	-1.80	-0.54	-1.27	66.9	-0.09	-0.04	-0.05	-1.22	96.0
D12	02	Flecha a L/2	mm	-1.89	-1.73	-0.54	-1.20	63.2	-0.04	-0.04	0.00	-1.20	100.0
D123	03	Descenso de apoyo	mm	-	-0.65	-	-	-	-0.02	-	-	-0.63	96.9
E11	13	Deformación a L/2	με	26	23	-	-	88.5	0	-	-	23	100.0
E12	14	Deformación a L/2	με	26	21	-	-	80.8	0	-	-	21	100.0
D210	04	Descenso de apoyo	mm	-	-0.88	-	-	-	-0.02	-	-	-0.86	97.7
D21	05	Flecha a L/2	mm	-7.72	-6.76	-0.85	-5.92	76.6	-0.07	-0.02	-0.05	-5.87	99.2
D22	06	Flecha a L/2	mm	-7.72	-6.70	-0.85	-5.86	75.9	-0.02	-0.02	0.00	-5.86	100.0
D223	19	Descenso de apoyo	mm	-	-0.71	-	-	-	-0.02	-	-	-0.69	97.2
E21	15	Deformación a L/2	με	76	60	-	-	78.9	0	-	-	60	100.0
E22	16	Deformación a L/2	με	76	57	-	-	75.0	0	-	-	57	100.0

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 03	1, 2 y 3	2 y 3	20/6/2007

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D210	04	Descenso de apoyo	mm	-	-0.64	-	-	-	0.00	-	-	-0.64	100.0
D21	05	Flecha a L/2	mm	-5.48	-5.39	-0.49	-4.91	89.6	0.00	0.00	0.00	-4.91	100.0
D22	06	Flecha a L/2	mm	-5.48	-5.32	-0.49	-4.84	88.3	0.00	0.00	0.00	-4.84	100.0
D223	19	Descenso de apoyo	mm	-	-0.79	-	-	-	0.00	-	-	-0.79	100.0
E21	15	Deformación a L/2	με	57	52	-	-	91.2	0	-	-	52	100.0
E22	16	Deformación a L/2	με	57	50	-	-	87.7	0	-	-	50	100.0
D310	08	Descenso de apoyo	mm	-	-0.94	-	-	-	-0.13	-	-	-0.81	86.2
D31	09	Flecha a L/2	mm	-6.29	-4.99	-0.56	-4.43	70.4	0.00	0.0	0.00	-4.43	100.0
D32	10	Flecha a L/2	mm	-6.29	-5.23	-0.56	-4.67	74.2	-0.08	0.0	-0.08	-4.59	98.3
D323	12	Descenso de apoyo	mm	-	-0.65	-	-	-	-0.01	-	-	-0.64	98.5
E31	17	Descenso de apoyo	με	67	46	-	-	68.7	0	-	-	46	100.0
E32	18	Deformación a L/2	με	67	48	-	-	71.6	0	-	-	48	100.0

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 04	4 y 5	2 y 4	21/6/2007

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D410	00	Descenso de apoyo	mm	-	-0.88	-	-	-	0.00	-	-	-0.88	100.0
D41	01	Flecha a L/2	mm	-11.62	-10.18	-0.24	-9.95	85.6	-0.09	0.00	-0.09	-9.86	99.1
D42	02	Flecha a L/2	mm	-11.62	-9.24	-0.24	-9.01	77.5	-0.07	0.00	-0.07	-8.94	99.2
D413	03	Descenso de apoyo	mm	-	-0.74	-	-	-	0.00	-	-	-0.74	100.0
E41	12	Deformación a L/2	με	101	79	-	-	78.2	1	-	-	78	98.7
E42	13	Deformación a L/2	με	101	80	-	-	79.2	2	-	-	78	97.5
D520	04	Descenso de apoyo	mm	-	0.10	-	-	-	0.00	-	-	0.10	100.0
D51	05	Flecha a L/2	mm	4.22	3.07	-0.11	3.18	75.4	0.02	0.01	0.01	3.17	99.7
D52	06	Flecha a L/2	mm	4.22	2.83	-0.11	2.94	69.7	0.03	0.01	0.02	2.92	99.3
D513	07	Descenso de apoyo	mm	-	0.30	-	-	-	0.02	-	-	0.28	93.3
E51	14	Deformación a L/2	με	-47	-43	-	-	91.5	0	-	-	-43	100.0
E52	15	Deformación a L/2	με	-47	-41	-	-	87.2	0	-	-	-41	100.0

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 05	4 y 5	3 y 5	21/6/2007

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D410	00	Descenso de apoyo	mm	-	0.14	-	-	-	0.00	-	-	0.14	100.0
D41	01	Flecha a L/2	mm	7.10	5.45	-0.24	5.69	80.1	0.10	0.07	0.03	5.66	99.5
D42	02	Flecha a L/2	mm	7.10	5.08	-0.24	5.32	74.9	0.09	0.07	0.02	5.30	99.6
D413	03	Descenso de apoyo	mm	-	0.18	-	-	-	0.04	-	-	0.14	77.8
E41	12	Deformación a L/2	με	-44	-40	-	-	90.9	-1	-	-	-39	97.5
E42	13	Deformación a L/2	με	-44	-39	-	-	88.6	-1	-	-	-38	97.4
D520	04	Descenso de apoyo	mm	-	0.49	-	-	-	0.00	-	-	0.49	100.0
D51	05	Flecha a L/2	mm	-6.28	-5.49	-0.11	-5.39	85.7	-0.01	-0.01	0.00	-5.39	100.0
D52	06	Flecha a L/2	mm	-6.28	-5.23	-0.11	-5.13	81.6	-0.01	-0.01	0.00	-5.13	100.0
D513	07	Descenso de apoyo	mm	-	-0.64	-	-	-	-0.01	-	-	-0.63	98.4
E51	14	Deformación a L/2	με	89	77	-	-	86.5	0	-	-	77	100.0
E52	15	Deformación a L/2	με	89	75	-	-	84.3	1	-	-	74	98.7

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 06	4 y 5	4 y 5	21/6/2007

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D410	00	Descenso de apoyo	mm	-	-0.62	-	-	-	0.00	-	-	-0.62	100.0
D41	01	Flecha a L/2	mm	-6.94	-6.50	-0.64	-5.86	84.5	0.00	0.00	0.00	-5.86	100.0
D42	02	Flecha a L/2	mm	-6.94	-5.77	-0.64	-5.13	74.0	-0.01	0.00	-0.01	-5.12	99.8
D413	03	Descenso de apoyo	mm	-	-0.64	-	-	-	0.00	-	-	-0.64	100.0
E41	12	Deformación a L/2	με	66	56	-	-	84.8	2	-	-	54	96.4
E42	13	Deformación a L/2	με	66	55	-	-	83.3	2	-	-	53	96.4
D520	04	Descenso de apoyo	mm	-	-0.39	-	-	-	-0.01	-	-	-0.38	97.4
D51	05	Flecha a L/2	mm	-2.51	-2.17	-0.28	-1.90	75.6	-0.04	-0.01	-0.03	-1.87	98.4
D52	06	Flecha a L/2	mm	-2.51	-2.13	-0.28	-1.86	74.0	-0.04	-0.01	-0.03	-1.83	98.4
D513	07	Descenso de apoyo	mm	-	-0.35	-	-	-	-0.01	-	-	-0.34	97.1
E51	14	Deformación a L/2	με	37	39	-	-	105.4	6	-	-	33	84.6
E52	15	Deformación a L/2	με	37	36	-	-	97.3	5	-	-	31	86.1

ENSAYO	VANOS	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 00/07	1, 2 y 3/4 y 5	Velocidad lenta	12,5 / 14,0	20-21/06/2007

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D110	00	Descenso de apoyo	mm	-	-0.67	-0.03	-
D11	01	Flecha a L/2	mm	-	-3.75	-0.02	-
D12	02	Flecha a L/2	mm	-	-1.99	-0.02	-
D123	03	Descenso de apoyo	mm	-	-0.99	0.00	-
E11	13	Deformación a L/2	μs	-	39	0	-
E12	14	Deformación a L/2	μs	-	28	0	-
D210	04	Descenso de apoyo	mm	-	-1.06	-0.05	-
D21	05	Flecha a L/2	mm	-	-4.51	-0.03	-
D22	06	Flecha a L/2	mm	-	-2.47	0.00	-
D223	19	Descenso de apoyo	mm	-	0.64	0.01	-
E21	15	Deformación a L/2	μs	-	39	0	-
E22	16	Deformación a L/2	μs	-	35	0	-
D310	08	Descenso de apoyo	mm	-	-1.22	-0.01	-
D31	09	Flecha a L/2	mm	-	-5.17	-0.03	-
D32	10	Flecha a L/2	mm	-	-3.75	-0.02	-
D323	12	Descenso de apoyo	mm	-	-0.47	0.00	-
E31	17	Deformación a L/2	mm	-	36	0	-
E32	18	Deformación a L/2	μs	-	26	1	-
D410	00	Descenso de apoyo	mm	-	-1.04	-0.03	-
D41	01	Flecha a L/2	mm	-	-4.45	-0.03	-
D42	02	Flecha a L/2	mm	-	-2.30	0.00	-
D413	03	Descenso de apoyo	mm	-	-0.71	-0.01	-
E41	12	Deformación a L/2	μs	-	39	1	-
E42	13	Deformación a L/2	μs	-	33	2	-
D520	04	Descenso de apoyo	mm	-	0.32	0.02	-
D51	05	Flecha a L/2	mm	-	-2.65	0.00	-
D52	06	Flecha a L/2	mm	-	-1.72	-0.02	-
D513	07	Descenso de apoyo	mm	-	-0.41	0.00	-
E51	14	Deformación a L/2	μs	-	38	0	-
E52	15	Deformación a L/2	μs	-	27	0	-

ENSAYO	VANOS	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 01/08	1, 2 y 3/4 y 5	Velocidad media	30,9 / 26,6	20-21/06/2007

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D110	00	Descenso de apoyo	mm	-0.67	-0.66	0.00	-
D11	01	Flecha a L/2	mm	-3.75	-2.95	-0.05	0.79
D12	02	Flecha a L/2	mm	-1.99	-2.05	-0.08	1.03
D123	03	Descenso de apoyo	mm	-0.99	0.53	0.00	-
E11	13	Deformación a L/2	με	39	39	0	1.00
E12	14	Deformación a L/2	με	28	28	0	1.00
D210	04	Descenso de apoyo	mm	-1.06	-1.07	-0.01	-
D21	05	Flecha a L/2	mm	-4.51	-4.60	-0.01	1.02
D22	06	Flecha a L/2	mm	-2.47	-2.56	0.00	1.04
D223	19	Descenso de apoyo	mm	0.64	0.59	-0.02	-
E21	15	Deformación a L/2	με	39	41	1	1.05
E22	16	Deformación a L/2	με	35	37	1	1.06
D310	08	Descenso de apoyo	mm	-1.22	-1.24	0.00	-
D31	09	Flecha a L/2	mm	-5.17	-5.83	-0.01	1.13
D32	10	Flecha a L/2	mm	-3.75	-3.74	0.00	1.00
D323	12	Descenso de apoyo	mm	-0.47	-0.47	0.00	-
E31	17	Deformación a L/2	με	36	36	0	1.00
E32	18	Deformación a L/2	με	26	23	0	0.88
D410	00	Descenso de apoyo	mm	-1.04	-1.00	0.00	-
D41	01	Flecha a L/2	mm	-4.45	-4.36	0.00	0.98
D42	02	Flecha a L/2	mm	-2.30	-2.27	-0.01	0.99
D413	03	Descenso de apoyo	mm	-0.71	-0.72	0.00	-
E41	12	Deformación a L/2	με	39	38	1	0.97
E42	13	Deformación a L/2	με	33	28	1	0.85
D520	04	Descenso de apoyo	mm	0.32	0.31	0.00	-
D51	05	Flecha a L/2	mm	-2.65	-2.66	0.00	1.00
D52	06	Flecha a L/2	mm	-1.72	-1.75	-0.02	1.02
D513	07	Descenso de apoyo	mm	-0.41	-0.41	0.00	-
E51	14	Deformación a L/2	με	38	37	0	0.97
E52	15	Deformación a L/2	με	27	31	0	1.15

ENSAYO	VANOS	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 02/09	1, 2 y 3/4 y 5	Velocidad máxima	54,5 / 51,5	20-21/06/2007

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D110	00	Descenso de apoyo	mm	-0.67	-0.71	-0.04	-
D11	01	Flecha a L/2	mm	-3.75	-2.97	-0.01	0.79
D12	02	Flecha a L/2	mm	-1.99	-1.96	-0.02	0.98
D123	03	Descenso de apoyo	mm	-0.99	0.57	0.00	-
E11	13	Deformación a L/2	με	39	40	0	1.03
E12	14	Deformación a L/2	με	28	28	0	1.00
D210	04	Descenso de apoyo	mm	-1.06	-1.09	0.00	-
D21	05	Flecha a L/2	mm	-4.51	-4.60	0.00	1.02
D22	06	Flecha a L/2	mm	-2.47	-2.55	0.00	1.03
D223	19	Descenso de apoyo	mm	0.64	0.64	0.00	-
E21	15	Deformación a L/2	με	39	39	0	1.00
E22	16	Deformación a L/2	με	35	35	0	1.00
D310	08	Descenso de apoyo	mm	-1.22	-1.22	0.00	-
D31	09	Flecha a L/2	mm	-5.17	-5.47	-0.01	1.06
D32	10	Flecha a L/2	mm	-3.75	-3.72	-0.01	0.99
D323	12	Descenso de apoyo	mm	-0.47	-0.47	0.00	-
E31	17	Deformación a L/2	με	36	34	0	0.94
E32	18	Deformación a L/2	με	26	23	0	0.88
D410	00	Descenso de apoyo	mm	-1.04	-1.02	0.00	-
D41	01	Flecha a L/2	mm	-4.45	-4.44	0.00	1.00
D42	02	Flecha a L/2	mm	-2.30	-2.33	0.00	1.01
D413	03	Descenso de apoyo	mm	-0.71	-0.73	-0.01	-
E41	12	Deformación a L/2	με	39	35	0	0.90
E42	13	Deformación a L/2	με	33	28	0	0.85
D520	04	Descenso de apoyo	mm	0.32	0.30	0.00	-
D51	05	Flecha a L/2	mm	-2.65	-2.70	-0.03	1.02
D52	06	Flecha a L/2	mm	-1.72	-1.79	-0.04	1.04
D513	07	Descenso de apoyo	mm	-0.41	-0.43	0.00	-
E51	14	Deformación a L/2	με	38	39	1	1.03
E52	15	Deformación a L/2	με	27	32	1	1.19

ENSAYO	VANOS	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 03, 04, 05, 10 y 11	1, 2 y 3	Vmáx + Frenado	-	20-21/06/2007

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D110	00	Descenso de apoyo	mm	-0.67	-0.66	0.00	-
D11	01	Flecha a L/2	mm	-3.75	-2.93	-0.02	0.78
D12	02	Flecha a L/2	mm	-1.99	-2.01	-0.04	1.01
D123	03	Descenso de apoyo	mm	-0.99	0.62	0.00	-
E11	13	Deformación a L/2	µε	39	40	0	1.03
E12	14	Deformación a L/2	µε	28	29	0	1.04
D210	04	Descenso de apoyo	mm	-1.06	-1.10	0.00	-
D21	05	Flecha a L/2	mm	-4.51	-4.59	-0.01	1.02
D22	06	Flecha a L/2	mm	-2.47	-2.66	-0.01	1.08
D223	19	Descenso de apoyo	mm	0.64	0.65	-0.01	-
E21	15	Deformación a L/2	µε	39	40	0	1.03
E22	16	Deformación a L/2	µε	35	35	0	1.00
D310	08	Descenso de apoyo	mm	-1.22	-1.23	0.00	-
D31	09	Flecha a L/2	mm	-5.17	-5.58	0.00	1.08
D32	10	Flecha a L/2	mm	-3.75	-3.72	0.00	0.99
D323	12	Descenso de apoyo	mm	-0.47	-0.47	0.00	-
E31	17	Deformación a L/2	µε	36	36	0	1.00
E32	18	Deformación a L/2	µε	26	24	0	0.92
D410	00	Descenso de apoyo	mm	-1.04	-1.06	-0.02	-
D41	01	Flecha a L/2	mm	-4.45	-4.48	-0.02	1.01
D42	02	Flecha a L/2	mm	-2.30	-2.33	0.00	1.01
D413	03	Descenso de apoyo	mm	-0.71	-0.68	-0.01	-
E41	12	Deformación a L/2	µε	39	35	1	0.90
E42	13	Deformación a L/2	µε	33	27	0	0.82
D520	04	Flecha a L/2	mm	0.32	0.31	0.01	0.97
D51	05	Flecha a L/2	mm	-2.65	-2.67	-0.01	1.01
D52	06	Descenso de apoyo	mm	-1.72	-1.73	-0.02	-
D513	07	Descenso de apoyo	mm	-0.41	-0.42	0.00	-
E51	14	Deformación a L/2	µε	38	36	1	0.95
E52	15	Deformación a L/2	µε	27	33	1	1.22

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1. PRUEBAS ESTÁTICAS

En las pruebas estáticas realizadas en la **Estructura del Viaducto sobre el Río Llobregat** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Gelida – Can Tunis, Subtramo IV a, se han medido unos valores de flecha y deformación unitaria en centro de vano, cuyos porcentajes respecto a las magnitudes previstas en el cálculo teórico para la Prueba de Carga están comprendidos entre:

FLECHAS EN CENTRO DE VANO

Prueba	Vanos cargados	Vanos cargados		Vanos adyacentes	
		%Obtenidos	%Medio	%Obtenidos	%Medio
ESTÁTICA 00	1 y 3	65,0 - 76,8	70,7	67,6 - 68,1	67,8
ESTÁTICA 01	2 y 4	76,9 - 78,0	77,4	59,5 - 63,1	61,3
ESTÁTICA 02	1 y 2	63,2 - 76,6	86,9	-	-
ESTÁTICA 03	2 y 3	70,4 - 89,6	80,1	-	-
ESTÁTICA 04	2 y 4	75,4 - 85,5	80,5	67,2 - 75,0	71,1
ESTÁTICA 05	3 y 5	71,5 - 86,0	34,2	-	-
ESTÁTICA 06	4 y 5	66,2 - 78,8	75,4	-	-
		Media	72,2	Media	66,7

DEFORMACIONES UNITARIAS EN CENTRO DE VANO

Prueba	Vanos cargados	Vanos cargados		Vanos adyacentes	
		%Obtenidos	%Medio	%Obtenidos	%Medio
ESTÁTICA 00	1 y 3	78,8 - 82,7	80,0	75,0 - 79,5	77,3
ESTÁTICA 01	2 y 4	75,0 - 85,2	76,6	81,5 - 85,2	81,5 - 85,2
ESTÁTICA 02	1 y 2	75,0 - 88,5	84,6	-	-
ESTÁTICA 03	2 y 3	68,7 - 91,2	79,0	-	-
ESTÁTICA 04	2 y 4	78,2 - 79,2	78,7	89,4 - 91,5	90,4
ESTÁTICA 05	3 y 5	84,3 - 90,9	81,1	-	-
ESTÁTICA 06	4 y 5	86,4 - 105,4	92,2	-	-
		Media	81,8	Media	83,8

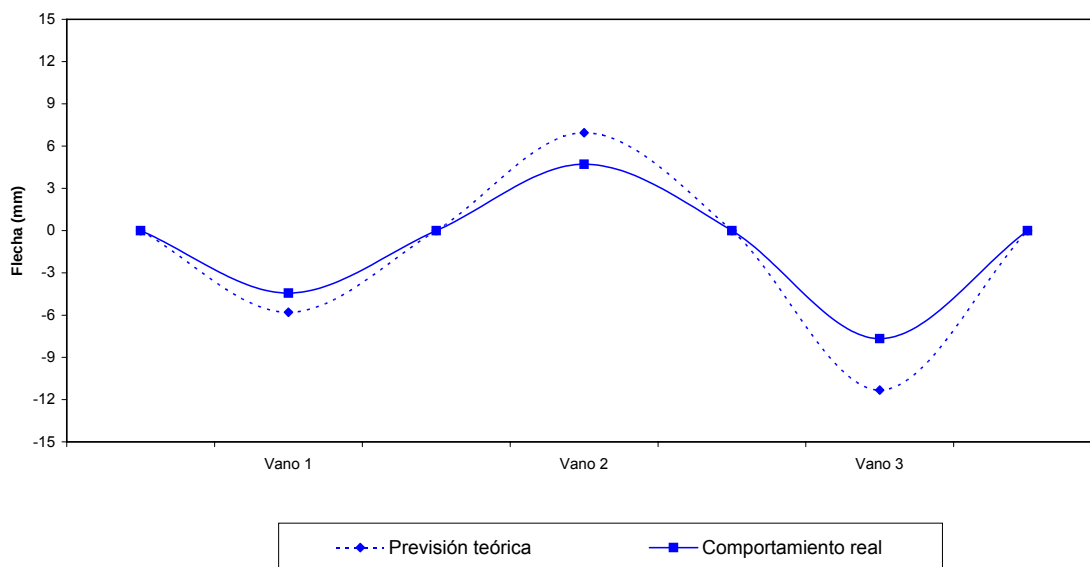
Como se puede apreciar el valor medio de las flechas y deformaciones unitarias medidas son inferiores a los calculados en el Proyecto de Prueba de carga, siendo por tanto la rigidez longitudinal real superior a la teórica.

En cuanto a las diferencias que se aprecian entre los porcentajes alcanzados en flecha y los obtenidos en deformación, debe señalarse que la medida de flecha integra una serie de características del hormigón, tales como microfisuras, heterogeneidades del hormigón, etc., que la medida puntual de una banda no llega a homogeneizar. A pesar de los factores indicados, se aprecia la similitud existente en los porcentajes obtenidos a partir de la medida de flechas y deformaciones.

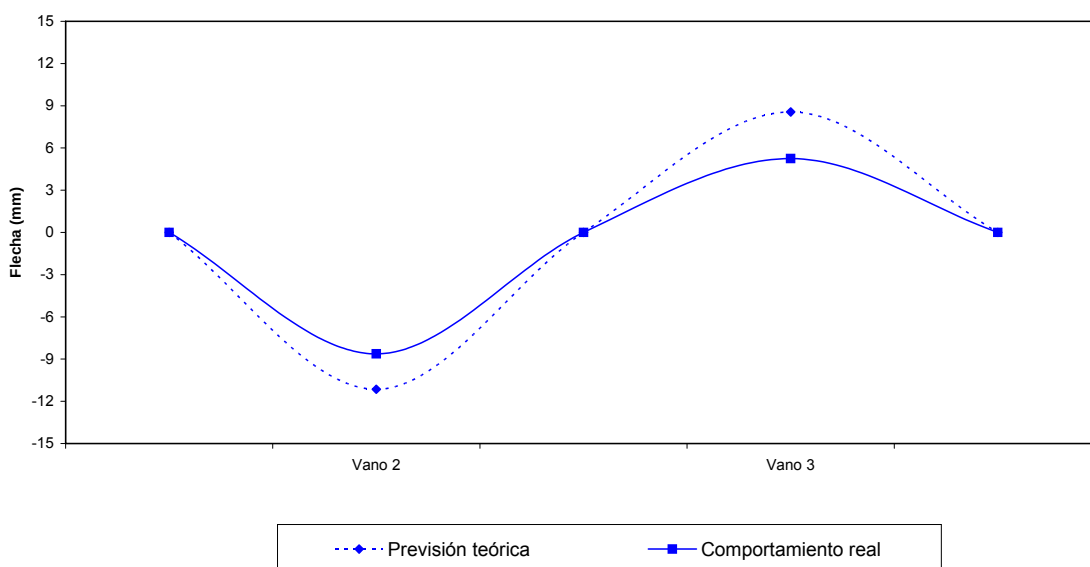
La diferencia entre el comportamiento teórico previsto en el Proyecto de Prueba de Carga y el medido durante la realización del ensayo se aprecia en los siguientes gráficos:

Reparto longitudinal para valores de flecha

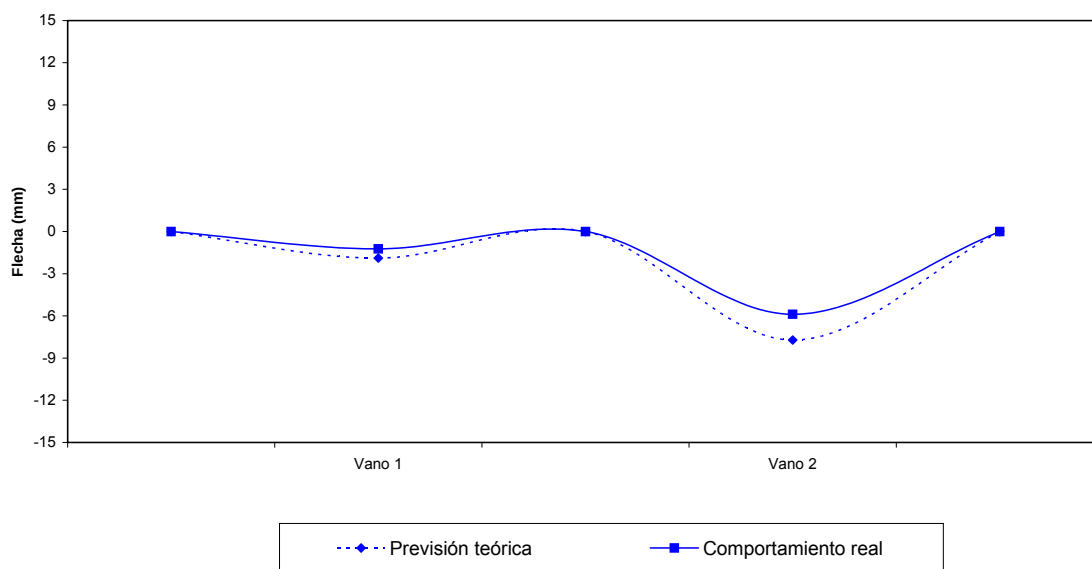
EST 00 (CARGA EN VANOS 1 y 3)



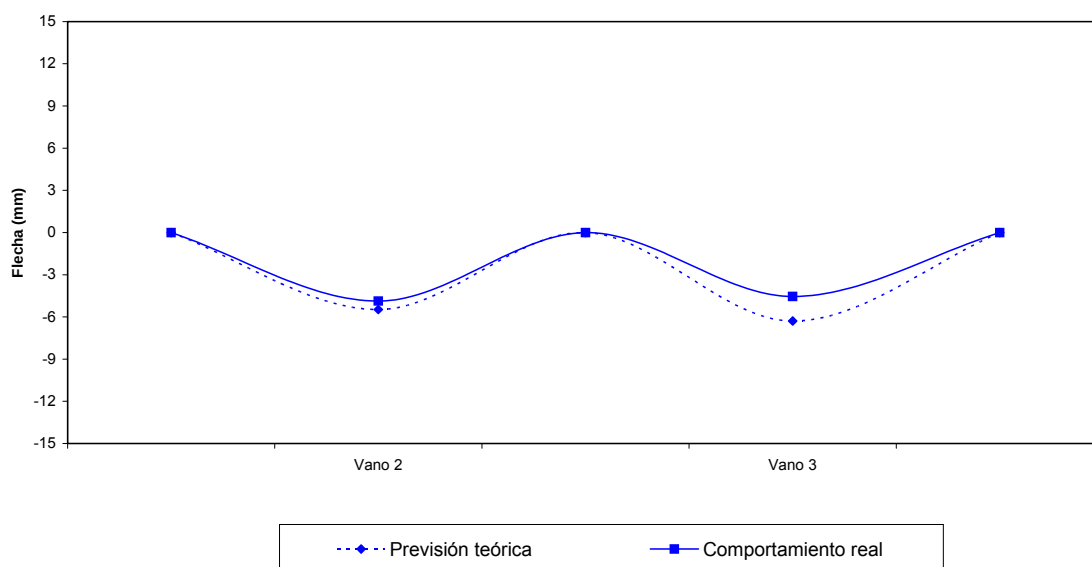
EST 01 (CARGA EN VANOS 2 y 3)



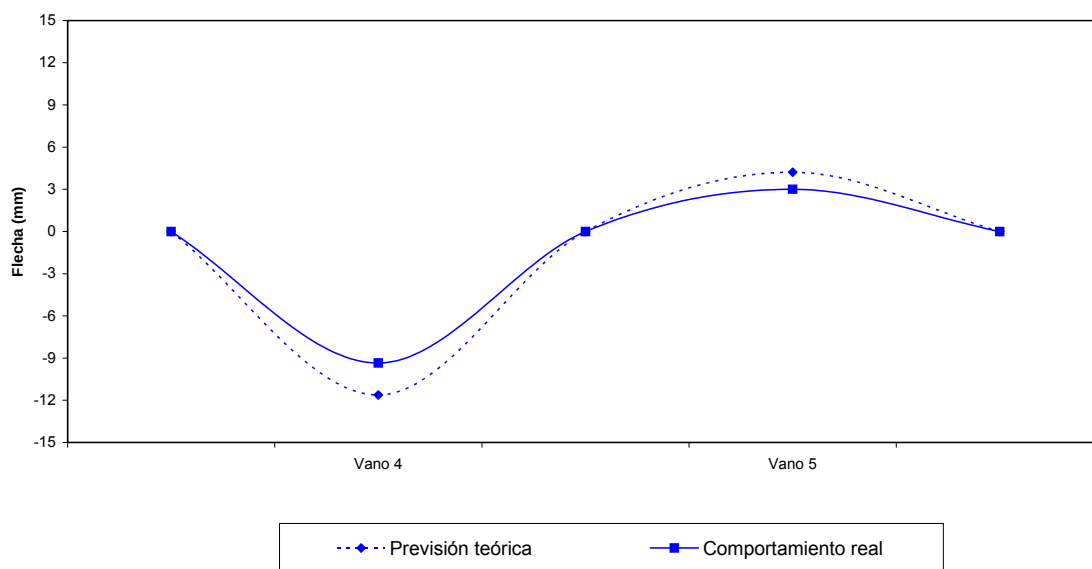
EST 02 (CARGA EN VANOS 1 y 2)



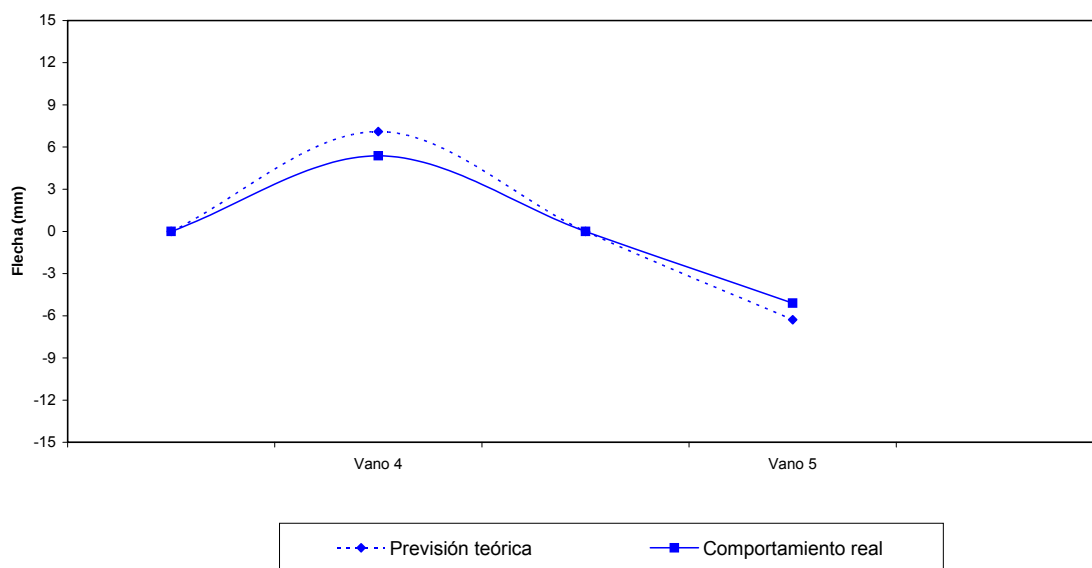
EST 03 (CARGA EN VANO 2)



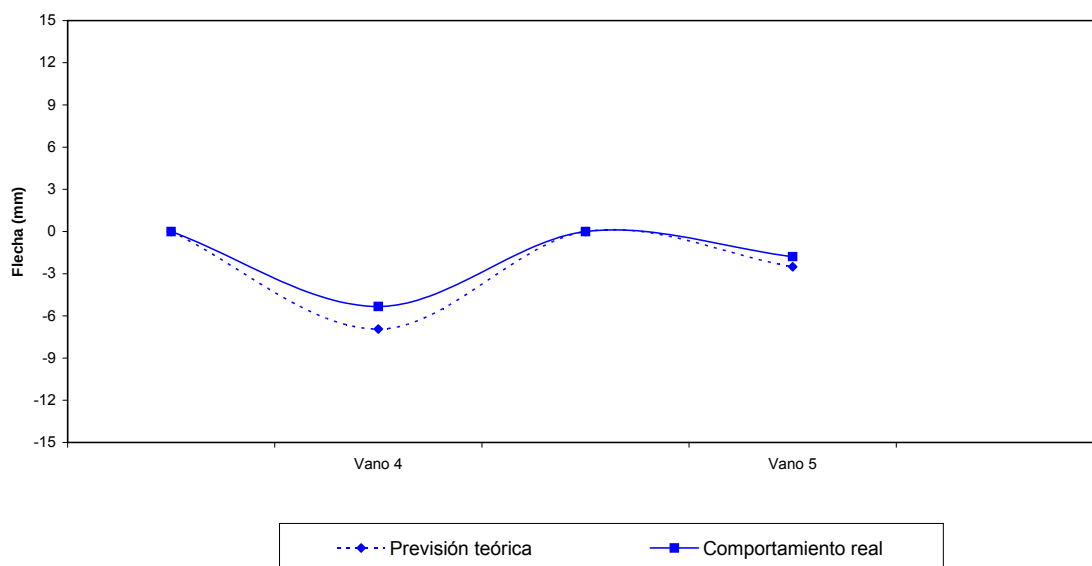
EST 04 (CARGA EN VANOS 2 y 4)



EST 05 (CARGA EN VANOS 3 y 5)

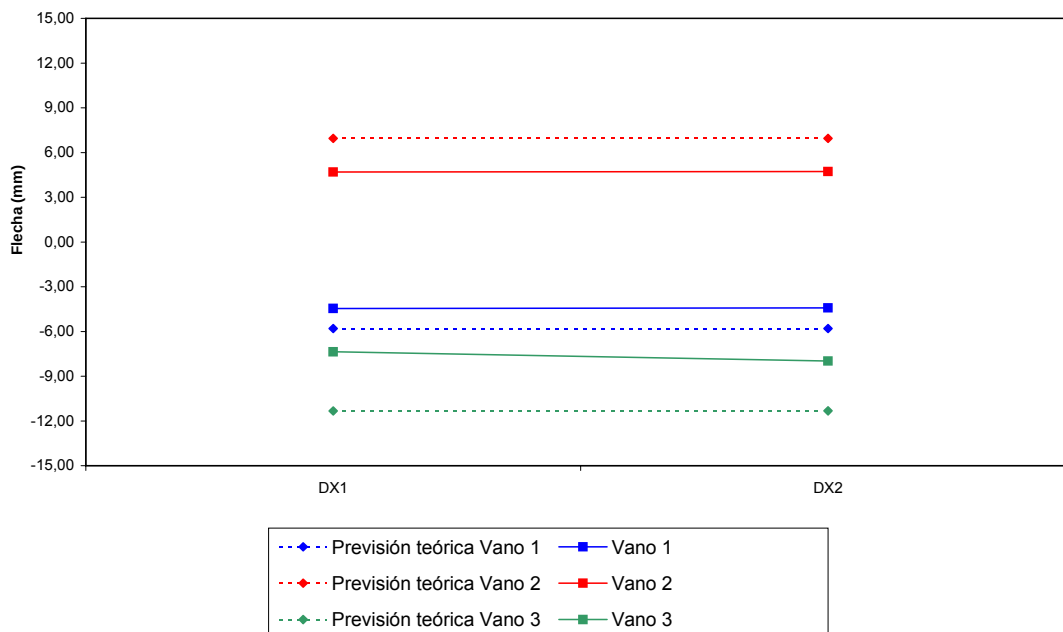


EST 06 (CARGA EN VANOS 4 y 5)

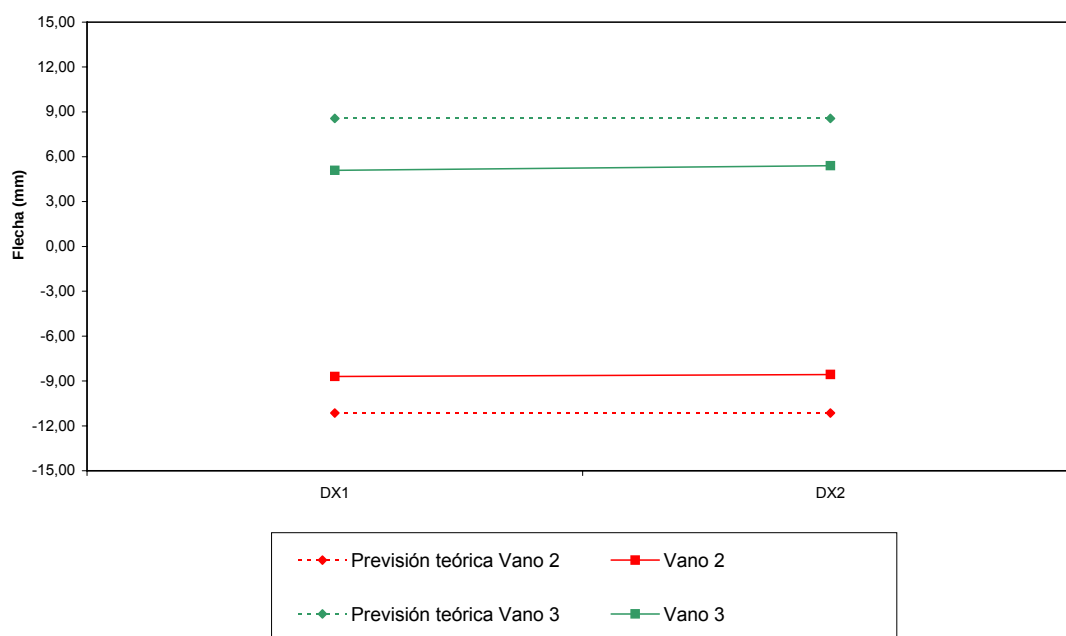


Reparto transversal para valores de flecha

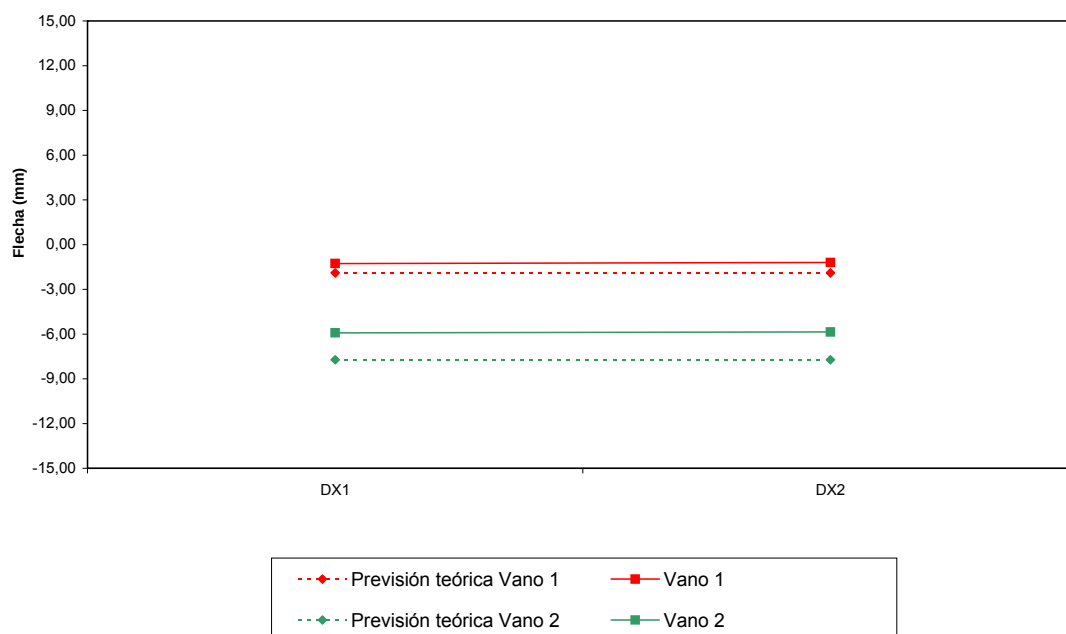
EST 00 (CARGA EN VANOS 1 y 3)



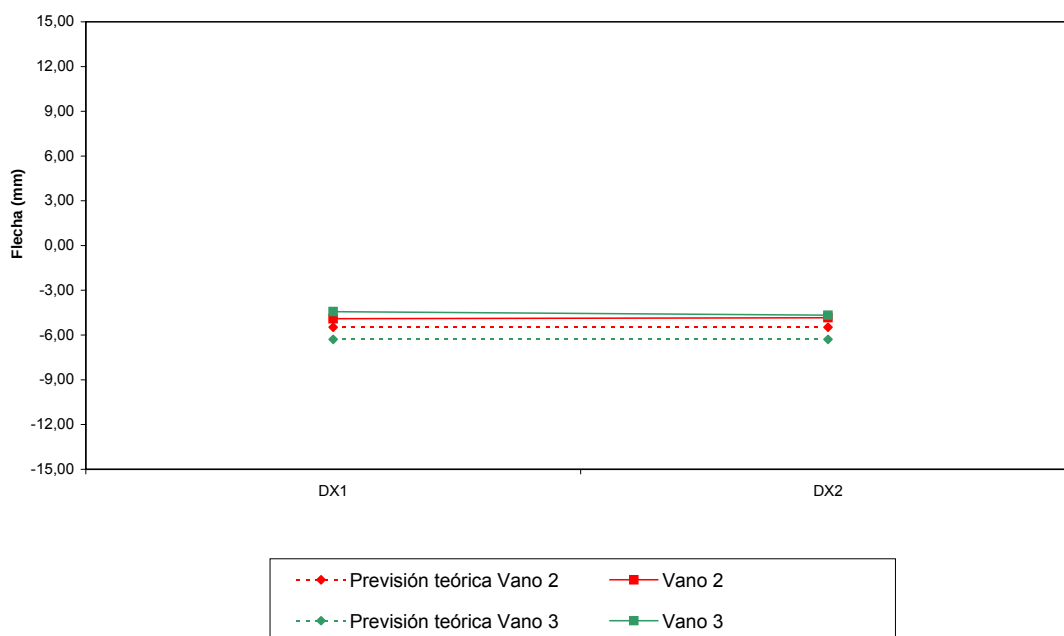
EST 01 (CARGA EN VANOS 2 y 4)



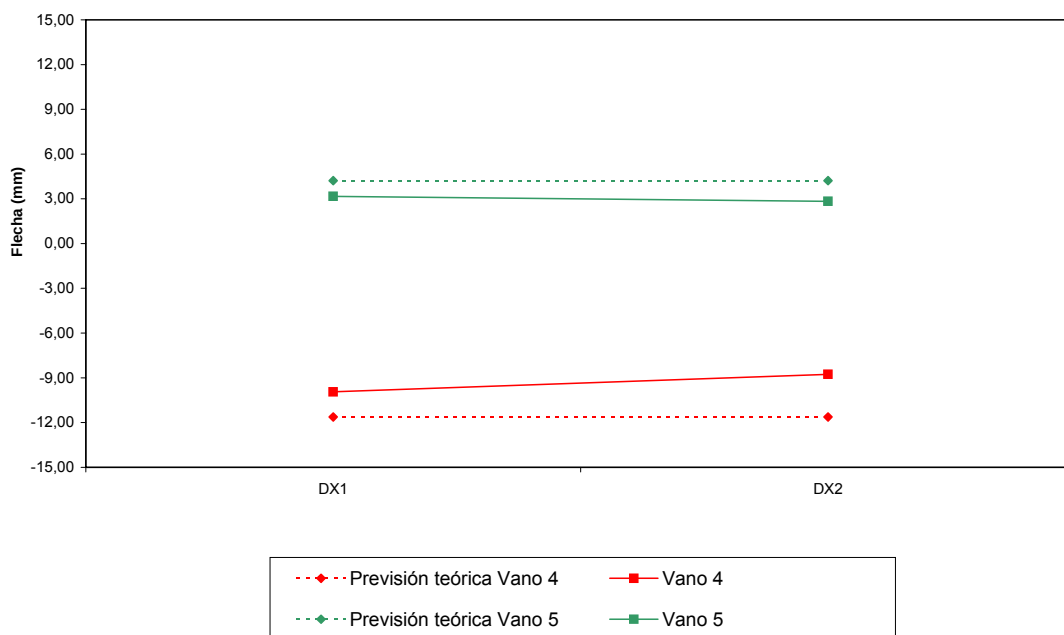
EST 02 (CARGA EN VANOS 1 y 2)



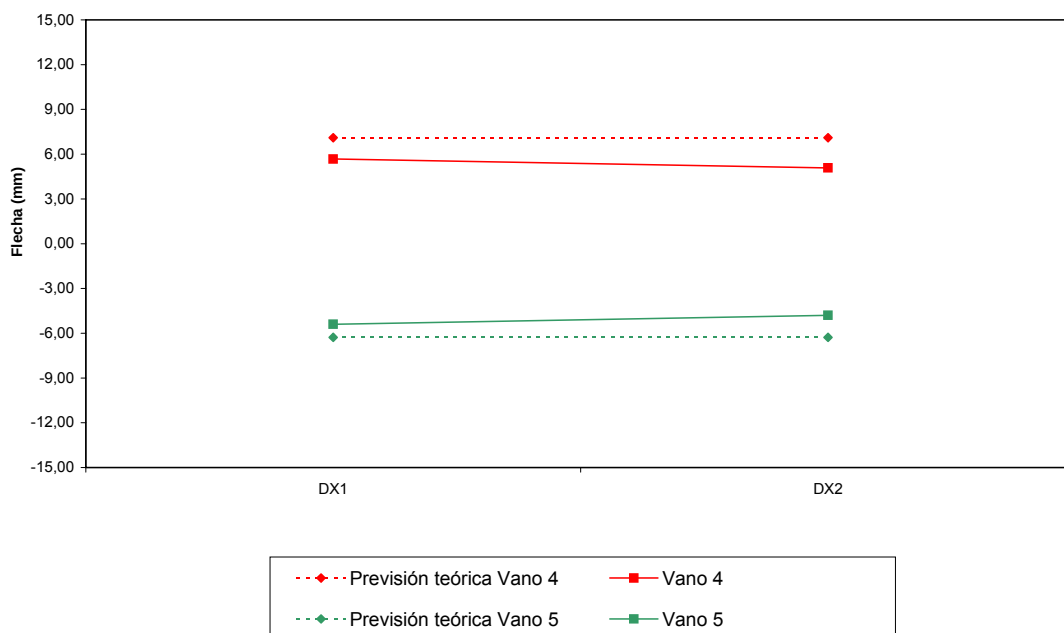
EST 03 (CARGA EN VANOS 2 y 3)



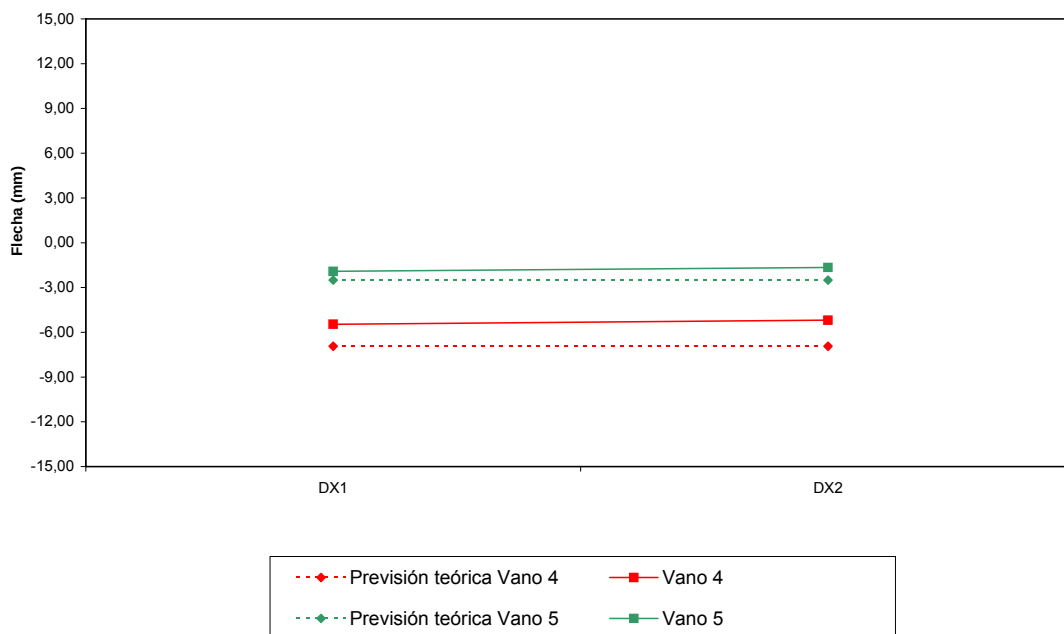
EST 04 (CARGA EN VANOS 2 y 4)



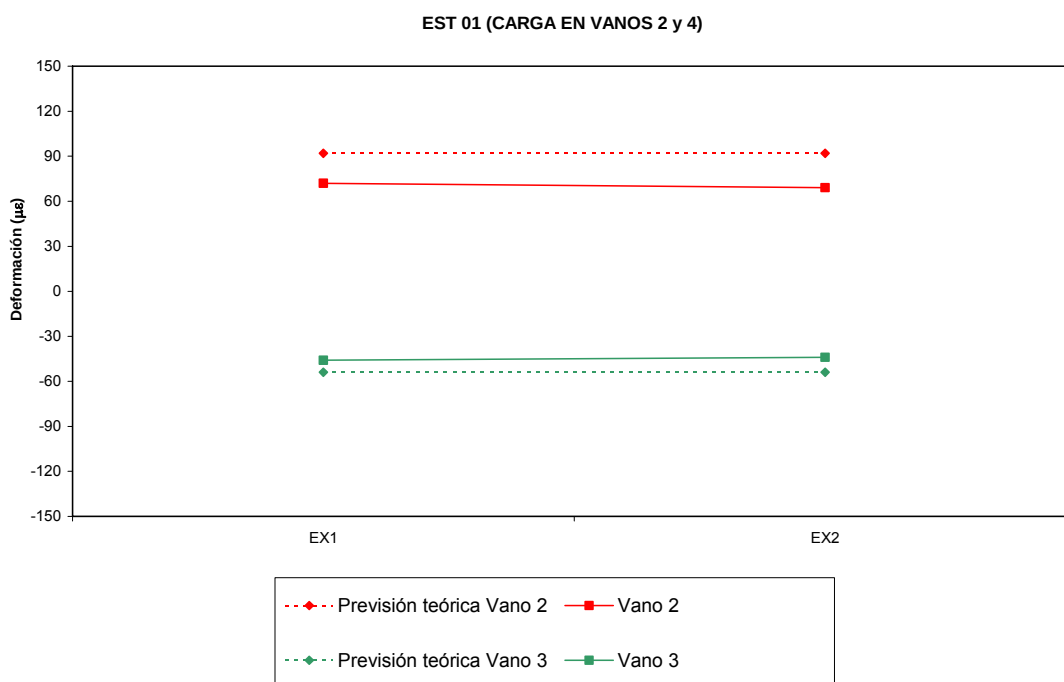
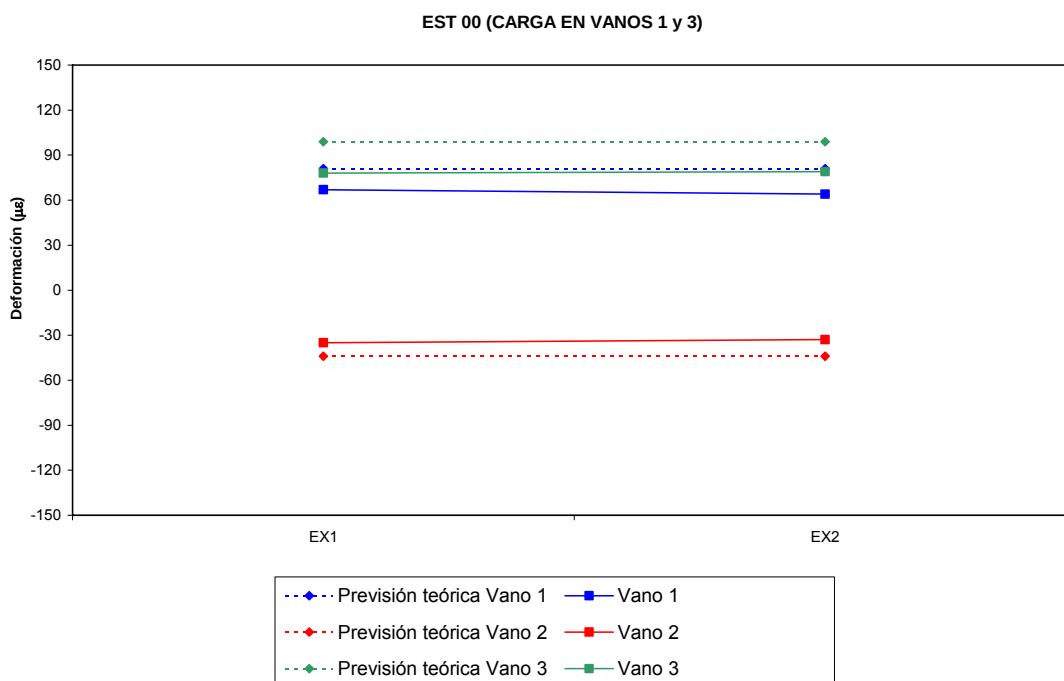
EST 05 (CARGA EN VANOS 3 y 5)



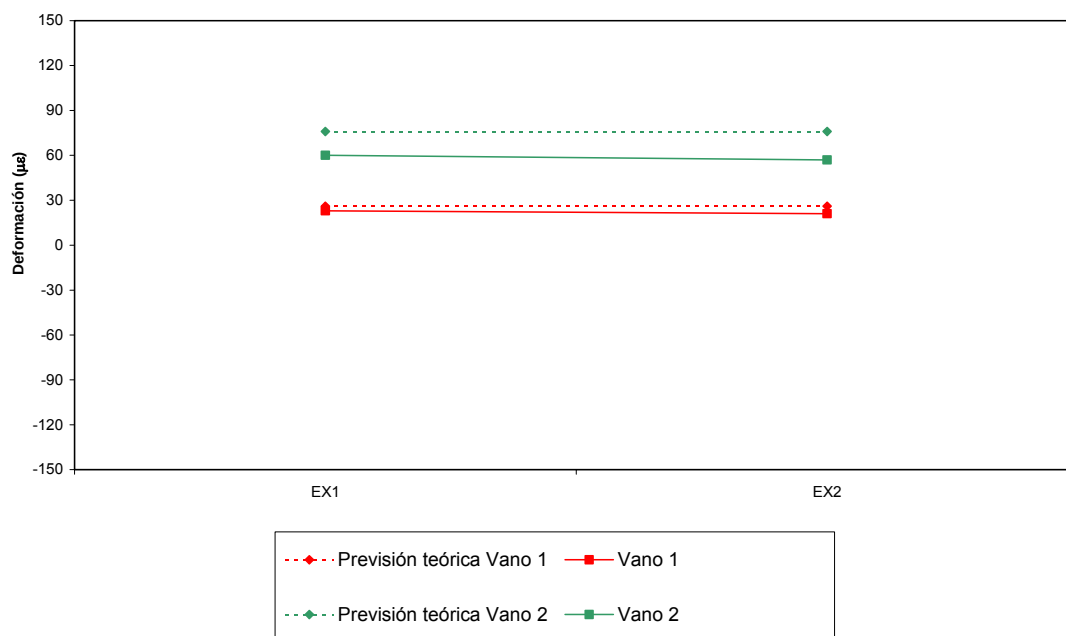
EST 06 (CARGA EN VANOS 4 y 5)



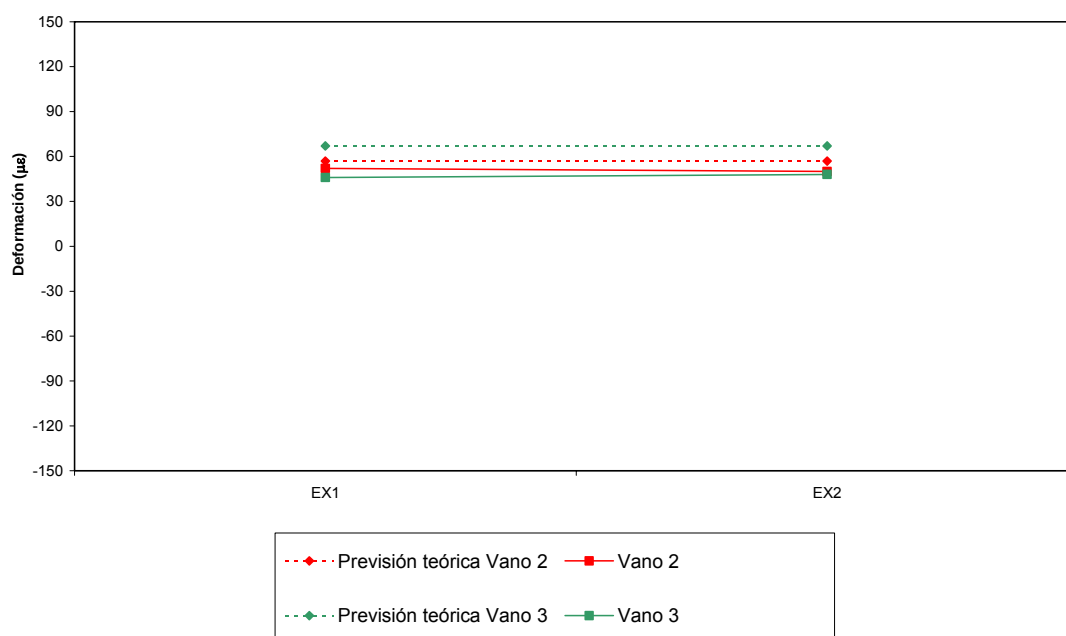
Reparto transversal para valores de deformación unitaria



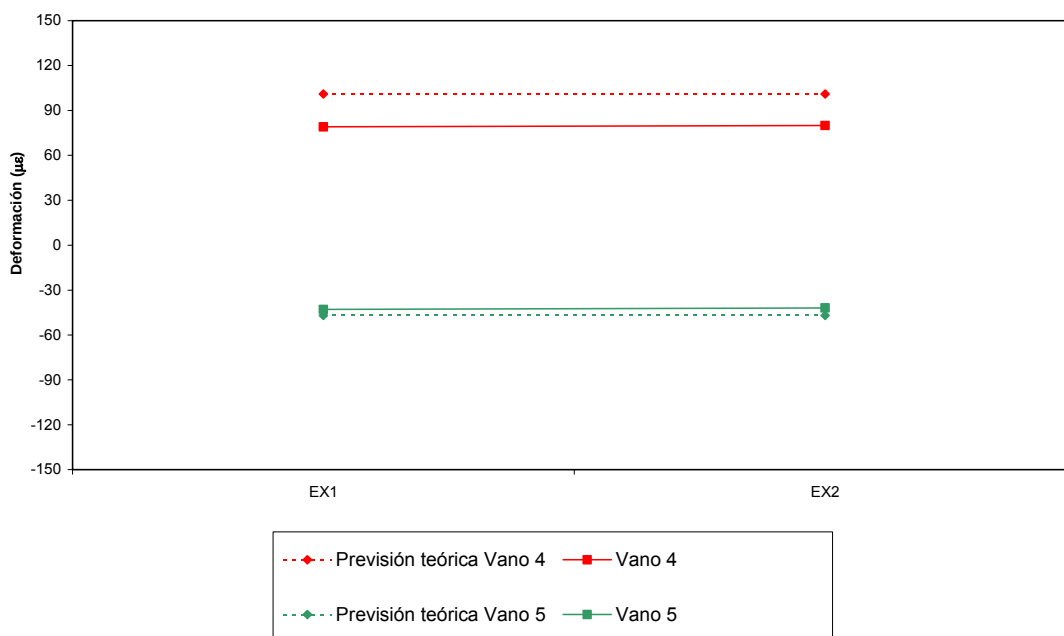
EST 02 (CARGA EN VANOS 1 y 2)



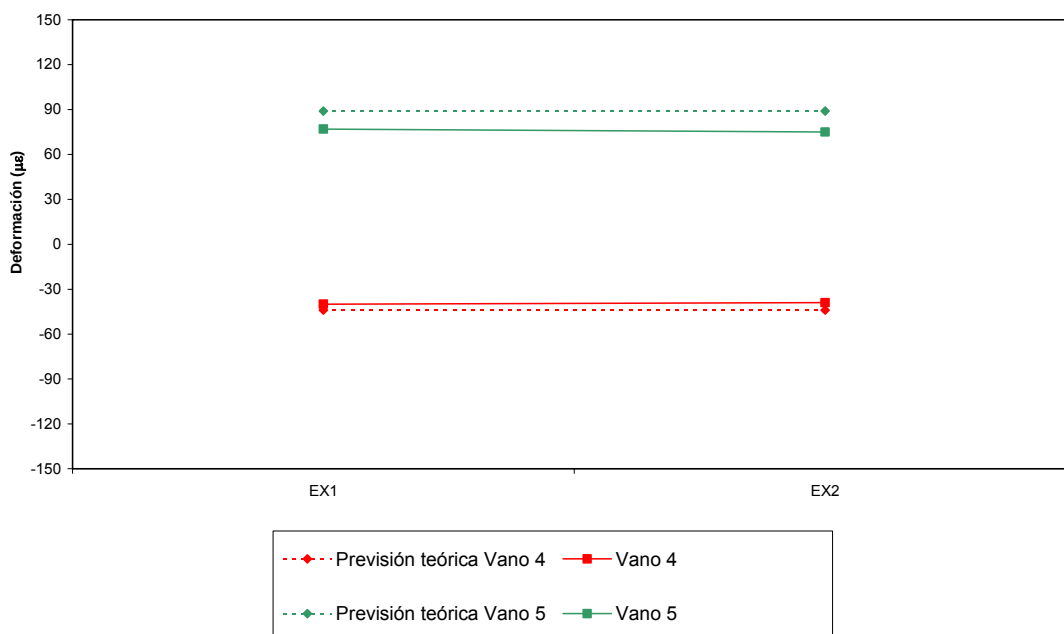
EST 03 (CARGA EN VANOS 2 y 3)

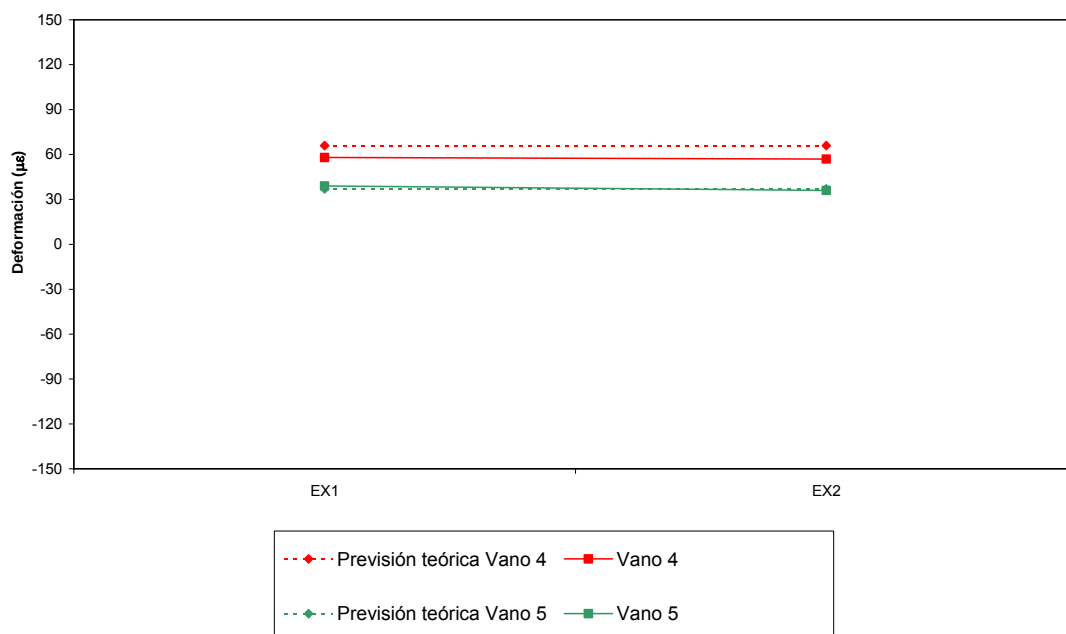


EST 04 (CARGA EN VANOS 2 y 4)



EST 05 (CARGA EN VANO 3 y 5)



EST 06 (CARGA EN VANOS 4 y 5)


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

PORCENTAJES DE RECUPERACIÓN EN FLECHAS

Prueba	Vanos cargados	Vanos cargados		Vanos adyacentes	
		%Obtenidos	%Medio	%Obtenidos	%Medio
ESTÁTICA 00	1 y 3	96,8 - 100,3	98,3	99,8 - 99,8	99,8
ESTÁTICA 01	2 y 4	98,4 - 99,1	98,8	98,9 - 100,2	98,9
ESTÁTICA 02	1 y 2	96,0 - 100,2	98,9	-	-
ESTÁTICA 03	2 y 3	98,3 - 100,0	99,6	-	-
ESTÁTICA 04	2 y 4	99,1 - 99,2	99,2	100,0 - 100,3	100,2
ESTÁTICA 05	3 y 5	99,5 - 100,2	99,8	-	-
ESTÁTICA 06	4 y 5	96,4 - 98,3	75,4	-	-
		Media	95,7	Media	99,6

PORCENTAJES DE RECUPERACIÓN EN DEFORMACIONES UNITARIAS

Prueba	Vanos cargados	Vanos cargados		Vanos adyacentes	
		%Obtenidos	%Medio	%Obtenidos	%Medio
ESTÁTICA 00	1 y 3	97,5 - 100,0	99,1	93,9 - 94,3	94,1
ESTÁTICA 01	2 y 4	100,0 - 100,0	100,0	97,8 - 100,0	98,9
ESTÁTICA 02	1 y 2	100,0 - 100,0	100,0	-	-
ESTÁTICA 03	2 y 3	100,0 - 100,0	100,0	-	-
ESTÁTICA 04	2 y 4	97,5 - 98,7	98,1	100,0 - 104,8	102,4
ESTÁTICA 05	3 y 5	97,4 - 100,0	98,4	-	-
ESTÁTICA 06	4 y 5	84,6 - 91,2	87,9	-	-
		Media	97,6	Media	98,5

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

Vano	Luz de cálculo (m)	Máxima flecha (mm)	RELACIÓN FLECHA/LUZ	Relación Flecha / Luz
1	33,50	-4,46	0,000132985	1/7.520
2	45,00	-8,70	0,000193222	1/5.175
3	45,00	-7,98	0,000177333	1/5.639
4	45,00	-9,94	0,000220889	1/4.527
5	33,50	-5,40	0,000161194	1/6.204

Estas relaciones son muy inferiores a las admisibles para este tipo de estructuras que pueden llegar a ser de hasta 1/700.

8.2. PRUEBAS DINÁMICAS

Del estudio de las pruebas dinámicas efectuadas a diferentes velocidades (ensayo cuasiestático, ensayo a velocidad media y ensayo a velocidad máxima) se obtienen los siguientes valores experimentales del coeficiente de impacto en los puntos instrumentados:

COEFICIENTES DE IMPACTO A VELOCIDAD MEDIA

V media				
Vano	Flechas		Deformaciones	
	Coef. Impacto	Coef. Medio	Coef. Impacto	Coef. Medio
1	0,79 - 1,03	0,91	1,00 - 1,00	1,00
2	1,02 - 1,04	1,03	1,05 - 1,06	1,06
3	1,00 - 1,04	1,02	0,88 - 1,00	0,94
4	0,98 - 0,99	0,99	0,85 - 0,97	0,91
5	1,00 - 1,02	1,01	0,97 - 1,15	1,06
	Media	0,99	Media	0,99

COEFICIENTES DE IMPACTO A VELOCIDAD MÁXIMA

V máxima				
Vano	Flechas		Deformaciones	
	Coef. Impacto	Coef. Medio	Coef. Impacto	Coef. Medio
1	0,79 - 0,98	0,89	1,00 - 1,03	1,02
2	1,02 - 1,03	1,03	1,00 - 1,00	1,00
3	0,99 - 1,07	1,03	0,88 - 0,94	0,91
4	1,00 - 1,01	1,01	0,85 - 0,90	0,88
5	1,02 - 1,04	1,03	1,03 - 1,19	1,11
	Media	1,00	Media	0,98

El factor de amplificación dinámica experimenta variación (sobrevaloración o infravaloración) en función de la distancia a los bordes del tablero y la rigidez transversal. Dependiendo de la tipología de la estructura y características de la carga de excitación dinámica aplicada, los efectos señalados se pueden evitar estudiando los factores de amplificación en el eje longitudinal o analizando los valores medios resultantes. Consideramos como cifras representativas del coeficiente de impacto el valor medio calculado a partir de las medidas registradas en los puntos de medida situados en centro de vano.

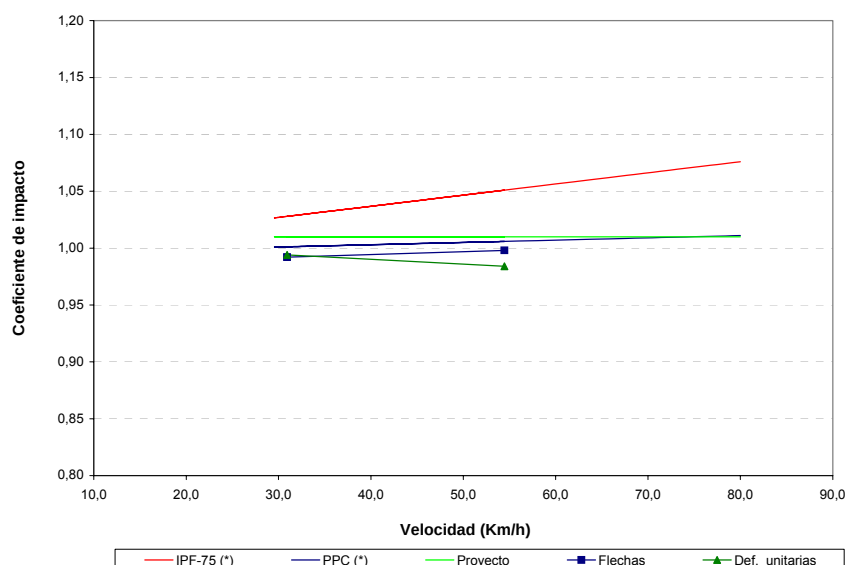
A modo de resumen, en las siguientes tablas se comparan los valores medios de los coeficientes de impacto obtenidos con los valores teóricos calculados mediante el modelo de cálculo, así como con los coeficientes recogidos en la IAPF-75 y en el Proyecto de la estructura:

Prueba	Velocidad (Km/h)	IPF-75 (*)	PPC (*)	Pry (**)	Flechas	Def. unitarias
					Media	Media
Velocidad media (DIN 01)	30,9	1,03	1,001	1,01	0,99	0,99
Velocidad máxima (DIN 02)	54,5	1,05	1,006	1,01	1,00	0,98

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

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

NOTA: Los valores incluidos en las columnas de coeficientes de impacto se refieren al máximo y al mínimo de los medidos y a la media de los coeficientes en el eje, para todos los vanos de la estructura.



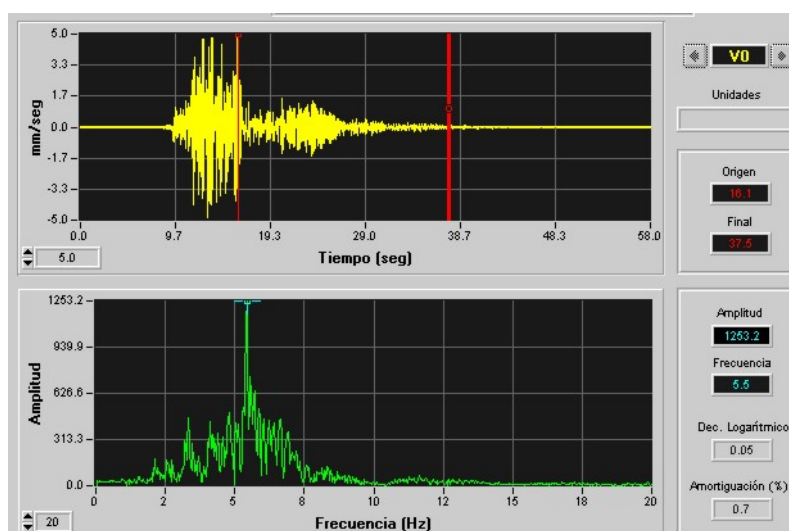
Los valores obtenidos son correctos y habituales en éste tipo de estructuras. Las diferencias puntuales entre los coeficientes de impacto calculados a partir de las medidas de flecha y de deformación que responden a que, dada la magnitud de los valores medidos, variaciones en las medidas del orden de la precisión del sistema de medida dan lugar a importantes variaciones en los coeficientes calculados.

Del registro obtenido en la prueba de frenado mediante sismómetro situado en la sección central de cada vano se determina la frecuencia propia de vibración de la estructura.

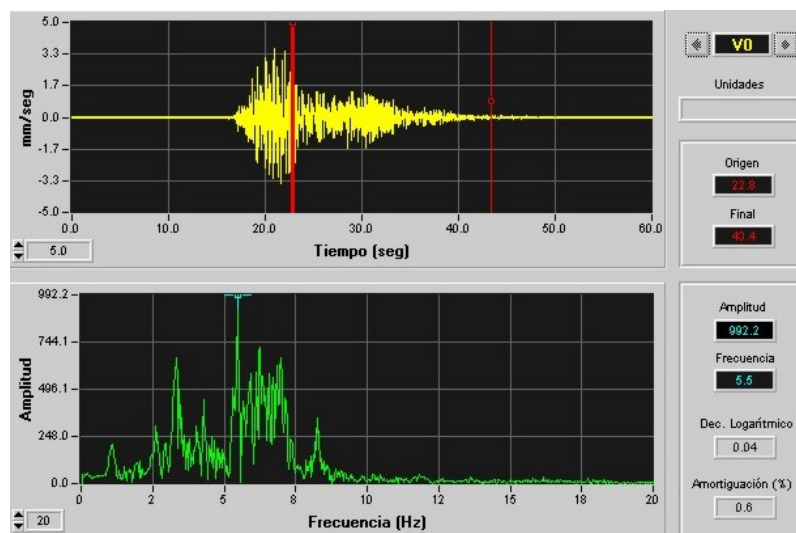
El cálculo de la frecuencia de vibración de la estructura se realiza mediante el análisis de la señal utilizando la **Transformada Rápida de Fourier (FFT)**. Posteriormente, como resultado del análisis del espectro de frecuencia por el **método del ancho eficaz de banda**, se estiman los valores de decremento logarítmico y amortiguación. Los valores calculados son los que se presentan en la siguiente tabla:

Vano	Frecuencia (Hz)	Frecuencia teórica (Hz)	Decremento logarítmico	Amortiguación (%)
1	5,50	0,05	0,7	1
2	5,50	0,04	0,6	2
3	4,20	0,15	2,4	3
4	5,90	0,09	1,4	4
5	5,80	0,16	2,6	5
Media	4,38	2,34	0,10	1,54

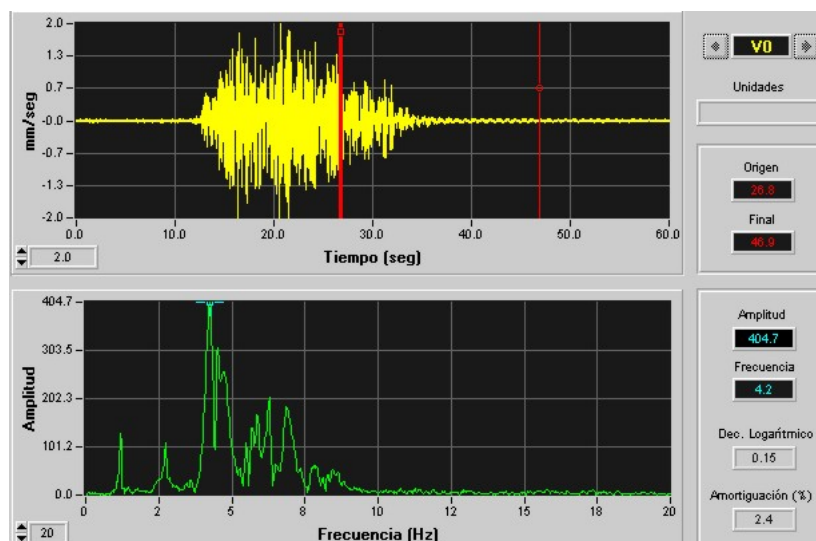
Vano 1



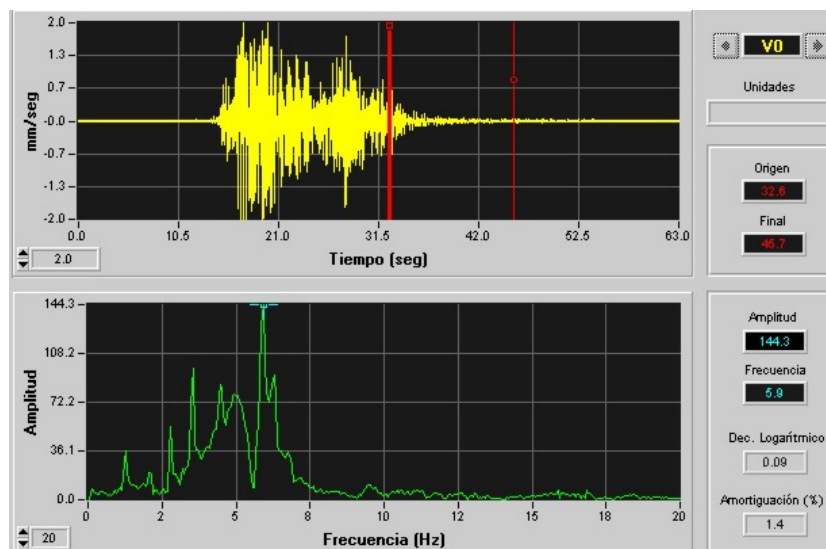
Vano 2



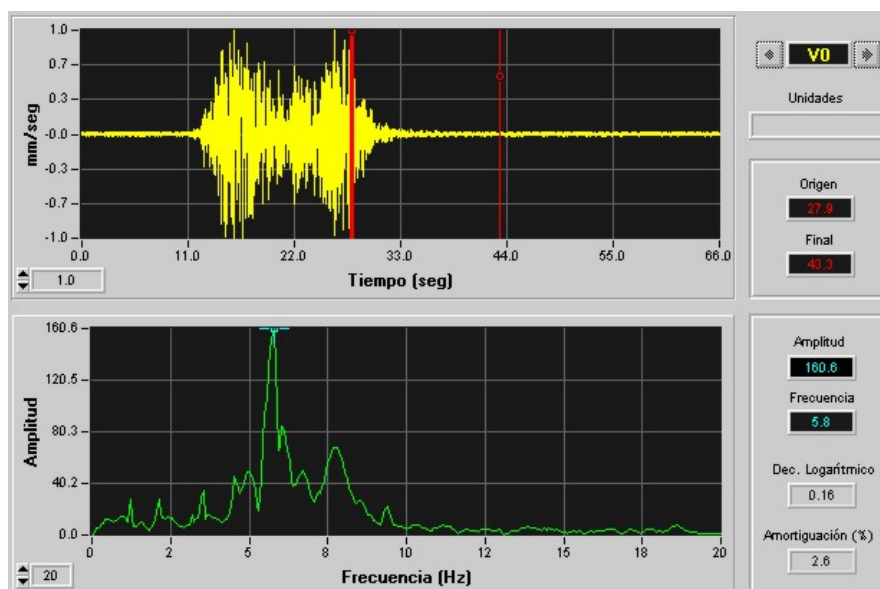
Vano 3



Vano 4



Vano 5



Los valores medidos son superiores a la frecuencia de vibración longitudinal estimada teóricamente, lo cual confirma las medidas registradas tanto en flechas como en deformaciones unitarias, indicando una rigidez longitudinal real superior a la del modelo de cálculo.

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

A la vista de los resultados, debe indicarse que se ha realimentado el modelo de cálculo dinámico con los valores de la amortiguación medida (0.99%) en lugar de con el valor teórico considerado inicialmente en el cálculo (2,00%), sin que se hayan registrado variaciones significativas en los resultados obtenidos. Por tanto, no se considera necesario incluir el recálculo en el análisis incluido en las páginas anteriores.

El valor de la amortiguación se puede considerar normal. En los registros no se observa ningún comportamiento que pueda considerarse anormal desde el punto de vista de los fenómenos de amplificación dinámica.

9. CONCLUSIONES

9. CONCLUSIONES

De todo lo expuesto en el presente Informe de la Prueba de Carga realizada en la **Estructura Viaducto sobre el Río Llobregat** de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Gelida – Can Tunis, Subtramo IV a, destacamos lo siguiente:

- ❑ Se comprobó que las dimensiones principales de la estructura eran coincidentes con lo indicado en los planos de la estructura, así como que estos valores geométricos eran los empleados en la definición de los modelos de cálculo. No existen anomalías que afecten a la capacidad resistente desde el punto de vista dimensional.
- ❑ Durante la inspección no se ha observado ninguna patología que afecte a los niveles de seguridad resistentes de la estructura.
- ❑ Los valores de flecha y deformación unitaria alcanzados han sido inferiores a los valores teóricos calculados. Las magnitudes medidas se consideran correctas y habituales en este tipo de estructuras.
- ❑ Los valores remanentes de flechas y deformaciones han sido inferiores al 15 %, pudiendo afirmarse en consecuencia que el comportamiento de la estructura ha sido esencialmente elástico.
- ❑ Los coeficientes de impacto obtenidos de la relación entre los valores de flecha alcanzados en las pruebas cuasiestáticas y ensayos dinámicos a mayor velocidad, han sido acordes con los obtenidos realizando el estudio en deformaciones, y con los valores previstos, según la IAPF-75 y el análisis dinámico incluido en el Proyecto de Prueba de Carga. Los valores calculados para el factor de amplificación dinámica se consideran correctos y habituales en este tipo de estructuras.
- ❑ Se ha obtenido la frecuencia propia de vibración de cada uno de los vanos de la estructura. Los valores de frecuencia obtenidos son en todos los casos superiores a la prevista en el modelo de teórico, lo cual confirma las medidas registradas tanto en flechas como en deformaciones unitarias, que indican una rigidez real superior a la teórica.

A la vista de todo lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que la Prueba de Carga realizada sobre la **Estructura Viaducto sobre el Río Llobregat** de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Gelida – Can Tunis, Subtramo IV a ha proporcionado resultados satisfactorios, quedando constancia de su capacidad resistente, cumpliendo con los niveles de seguridad exigidos.

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

El presente documento consta de **NOVENTA Y CINCO (95)** páginas numeradas y **NUEVE (9)** Anejos sin paginar.

Madrid, Agosto de 2007



Fdo.: Manuel Ciordia Pérez
Ingeniero Técnico de Obras Públicas



Fdo.: Juan Manuel García Guerra
Ingeniero de Caminos

ANEJOS

ANEJO N° 1: DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL ADIF

ANEJO Nº1: DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL ADIF

La documentación, facilitada a IIC por el ADIF, que ha sido utilizada para la elaboración de Proyecto y el Informe de Prueba de Carga de la **Estructura del Viaducto sobre el Río Llobregat** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Gelida – Can Tunis, Subtramo IV a, es la que se ha detallado en el apartado nº 5 del presente documento.

ANEJO N° 2: PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

**CONTRATO DE CONSULTORÍA Y ASISTENCIA
PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE CARGA
PARA LA RECEPCIÓN DE PUENTES DE LA
LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA.
TRAMO VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA**



PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

**TRAMO: GELIDA - CAN TUNIS. SUBTRAMO IV a
VIADUCTO SOBRE EL RÍO LLOBREGAT
57VI01**

P.K. Obra: 400+010 Línea: 589+103

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. DATOS DE LA ESTRUCTURA	4
3. JUSTIFICACIÓN DE LA CARGA DE PRUEBA	6
4. MEDIDAS A REALIZAR	9
4.1. Sobre flechas.....	10
4.2. Sobre Deformaciones Unitarias	10
4.3. Sobre aceleraciones.....	11
4.4. Otras medidas	11
5. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO	12
5.1. Pruebas Estáticas.....	13
5.2. Pruebas Dinámicas	14
6. PREVISIÓN DE RESULTADOS.....	15

ANEJOS

Anejo A: Documentación gráfica utilizada

Anejo B: Evaluación de flechas, deformaciones y frecuencias de vibración

Anejo C: Tren de cargas y situación de los aparatos de medida

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la ITPF-05: *“Instrucción sobre las Inspecciones Técnicas en los Puentes de Ferrocarril”*, se deben realizar las correspondientes pruebas de carga estáticas y dinámicas en los puentes de ferrocarril que se proyectan y construyen, previamente a la puesta en servicio de los mismos. De esta forma se verifica si los parámetros de comportamiento son correctos y ajustados a los previstos según el modelo teórico de cálculo empleado en el Proyecto de la estructura.

A instancia del ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS (ADIF), INGENIERÍA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL (IIC, S.A), redacta el presente documento, cuyo objeto es la descripción y definición de los trabajos y procedimientos para la prueba de carga definitiva previa a la puesta en servicio de la estructura **Viaducto sobre el Río Llobregat (57VI01)** de la “Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza - Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Gelida – Can Tunis. Subtramo IV a”.

La elaboración del presente documento se inscribe dentro del marco del contrato de *“Consultoría y Asistencia Técnica para la Realización de Pruebas de Carga para la recepción de puentes de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Vilafranca del Penedés - Barcelona”* (Expediente: AV 004/06) suscrito con el ADIF por la UTE PC ADIF VILAFRANCA.

2. DATOS DE LA ESTRUCTURA

2. DATOS DE LA ESTRUCTURA

A continuación se describen las principales características de la **Estructura Viaducto sobre el Río Llobregat** de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Gelida – Can Tunis. Subtramo IV a, de acuerdo con la documentación facilitada a IIC y con la Inspección Previa realizada.

La estructura es una solución hiperestática de cinco vanos de luces de 33,50 m para los vanos laterales y de 45,00 m para los centrales. La longitud total del tablero es de 202,00 m entre ejes de apoyo de estribos. La planta de la estructura es recta y el ancho total de la losa de compresión es de 14,00 m.

La sección transversal del tablero está definida por dos vigas cajón pretensadas (HP-50/F/12/IIa) de 2,20 m de canto en la zona central de vano y 3,00 m en el apoyo en pila, con un intereje de 3,60 m, sobre las que se apoya una losa de compresión ejecutada in situ (HA-30/P/20/IIa) de 0,30 m de espesor medio.

La estructura está preparada para el paso de una doble vía de Alta Velocidad (ancho internacional 1,435 m), con separación entre ejes de 4,70 m.

Estructura	Tipo de Estructura	Nº de vanos	Luces (m)	Longitud (m)	P.K. Obra	P.K. Línea
57VI01	Viaducto	5	33,5 + 3*45,0 + 33,5	202,0	400+010	589+103

En el *Anejo A* se incluyen los planos de la estructura.

3. JUSTIFICACIÓN DE LA CARGA DE PRUEBA

3. JUSTIFICACIÓN DE LA CARGA DE PRUEBA

Para la ejecución del ensayo será necesario que se proporcionen, para la reproducción de los estados de sollicitación previstos en el presente Proyecto de Prueba de Carga, DOS (2) composiciones formadas por una locomotora (dos bogies de tres ejes; peso total 1200 kN) y cinco tolvas (dos bogies de dos ejes; peso total 800 kN).

En el *Anejo C* se ha incluido un croquis en el que se definen las características geométricas y la distribución de pesos de las composiciones, así como un esquema referente al posicionamiento de las mismas sobre la estructura durante la realización de la prueba.

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

Con las disposiciones de carga recogidas en el *Anejo C* se ha realizado el cálculo de la estructura (ver *Anejo B*), obteniendo a partir del mismo los valores esperados para las medidas que se realizarán durante el ensayo.

Del cálculo de la estructura sometida a los estados de carga definidos para la prueba, se obtiene que la zona más sollicitada a momento flector positivo se encuentra en la sección central de cada vano y a momento flector negativo en las secciones intermedias de apoyo en pila. Considerando solamente los momentos de sollicitación producidos por las sobrecargas de prueba, se obtiene:

	Momento de sobrecarga en Proyecto (kN m)	Momento de sobrecarga en Prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
CDV lateral (33,5 m)	15.924	7.473	46,9%
CDV central (45,0 m)	16.964	8.496	50,1%
Apoyo pila central	-26.847	-13.445	50,1%

Si se consideran, además, los momentos flectores producidos por las cargas permanentes, se obtendrán:

	Mom. CP en Proyecto (kN m)	Mom. SC en Proyecto (kN m)	Mom. Total en Proyecto (kN m)	Mom. SC en Prueba (kN m)	Mom. Total en prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
CDV lateral (33,5 m)	11.794	15.924	27.717	7.473	19.266	69,5%
CDV central (45,0 m)	13.384	16.964	30.349	8.496	21.880	72,1%
Apoyo pila central	-33.650	-26.847	-60.497	-13.445	-47.095	77,8%

4. MEDIDAS A REALIZAR

4. MEDIDAS A REALIZAR

Los puntos de la estructura que se instrumentarán durante la prueba, y en los que se efectuarán medidas, quedan reflejados en el croquis que se incluye en el *Anejo C* del presente documento.

4.1. SOBRE FLECHAS

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

Flecha en L/2	Descenso en apoyos
2 puntos / vano	2 puntos / vano

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

Mediante estos dispositivos se realizan mediciones tanto durante las pruebas estáticas como en las dinámicas.

4.2. SOBRE DEFORMACIONES UNITARIAS

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

Deformaciones unitarias en L/2
2 puntos / vano

Las deformaciones unitarias, se medirán mediante bandas extensométricas, que una vez pegadas sobre la superficie de hormigón, previa preparación de la misma, se dejarán convenientemente protegidas.

Mediante estos dispositivos se realizan mediciones tanto durante las pruebas estáticas como en las dinámicas.

4.3. SOBRE ACELERACIONES

Con la finalidad de determinar la frecuencia propia de vibración de la estructura se instalará un sismómetro o un acelerómetro en la sección central de cada vano, para la medida de velocidades o aceleraciones de vibración durante las pruebas dinámicas de frenado.

4.4. OTRAS MEDIDAS

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

5. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO

5. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO

5.1. PRUEBAS ESTÁTICAS

Las medidas se realizarán de acuerdo con las siguientes fases:

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

En la **Estructura Viaducto sobre el Río Llobregat** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza - Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Gelida – Can Tunis. Subtramo IV a, se realizarán **SIETE (7)** pruebas estáticas con el fin de alcanzar la sollicitación de momento flector positivo en sección a $L/2$ en cada vano de la estructura y a momento flector negativo en las secciones intermedias de apoyo en pila.

5.2. PRUEBAS DINÁMICAS

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

- ❑ Ensayo dinámico nº 1: Paso de una locomotora circulando sobre la estructura a una velocidad constante menor o igual a 5 km/h (*ensayo cuasiestático*).
- ❑ Ensayo dinámico nº 2: Paso de una locomotora sobre la estructura circulando a una velocidad media constante de aproximadamente 30 km/h (*ensayo a velocidad media*).
- ❑ Ensayo dinámico nº 3: Paso de una locomotora sobre la estructura circulando a la máxima velocidad constante (≥ 80 km/h) que sea posible alcanzar, teniendo en cuenta las exigencias de seguridad de la obra (*ensayo a máxima velocidad*).
- ❑ Ensayo dinámico nº 4: Paso de una locomotora sobre la estructura circulando a la máxima velocidad constante que sea posible alcanzar, teniendo en cuenta las exigencias de seguridad de la obra, efectuando el frenado en la sección central de la estructura (*ensayo de frenado*).

6. PREVISIÓN DE RESULTADOS

6. PREVISIÓN DE RESULTADOS

En el Anejo B se incluyen los cálculos justificativos realizados para evaluar las flechas, deformaciones unitarias, coeficientes de impacto y frecuencias propias de vibración previstas durante la realización de la prueba de carga. Para el cálculo se ha empleado un programa de estructuras basado en el método de los elementos finitos.

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

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

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

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

En nuestro caso, para la obtención de las flechas, deformaciones unitarias, coeficientes de impacto y frecuencias propias de vibración y para la evaluación de los momentos de sollicitación, se ha optado por el desarrollo de un modelo unidimensional (*modelo viga*). En los cálculos se ha empleado un módulo instantáneo de deformación de 38.709 N/mm^2 . El módulo de deformación se ha calculado de acuerdo a la información del Anejo de Cálculo del Proyecto de la estructura y a las

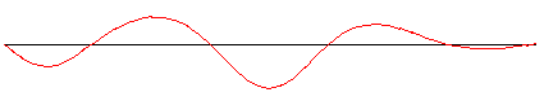
consideraciones referidas en el Artículo 39.6 de la EHE–98 “Instrucción de Hormigón Estructural”. En el modelo se han considerado secciones resistentes no fisuradas.

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

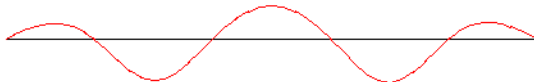
- **Flechas y deformaciones unitarias**

Los valores de flechas y deformaciones unitarias esperados, para cada una de las hipótesis de carga considerada, son los recogidos en las siguientes tablas (valores negativos de flecha indican descenso y valores positivos de deformación unitaria indican tracción):

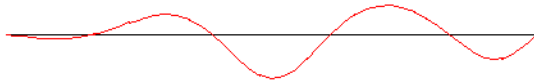
Hipótesis 5: Momento positivo en vanos 1 y 3			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
1	L/2	-5,80	81
2	L/2	6,95	-44
3	L/2	-11,32	99

Hipótesis de Cálculo 5: Momento positivo en vanos 1 y 3	
Composiciones en vías 1 y 2	

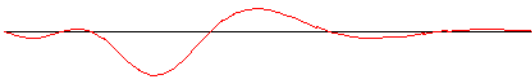
Hipótesis 6: Momento positivo en vanos 2 y 4			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
2	L/2	-11,14	92
3	L/2	8,56	-54
4	L/2	-11,62	101
5	L/2	4,22	-47

Hipótesis de Cálculo 6: Momento positivo en vanos 2 y 4	
Composiciones en vías 1 y 2	

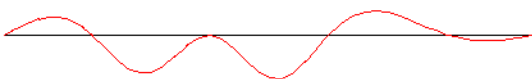
Hipótesis 7: Momento positivo en vano 5			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
4	L/2	7,10	-44
5	L/2	-6,28	89

Hipótesis de Cálculo 7: Momento positivo en vano 5	
Composiciones en vías 1 y 2	

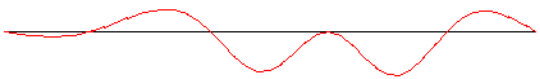
Hipótesis 8: Momento negativo en pila 1			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
1	L/2	-1,89	26
2	L/2	-7,71	76

Hipótesis de Cálculo 8: Momento negativo en pila 1	
Composiciones en vías 1 y 2	

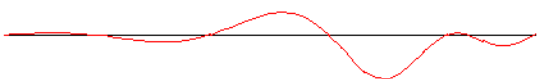
Hipótesis 9: Momento negativo en pila 2			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
2	L/2	-5,48	57
3	L/2	-6,29	67

Hipótesis de Cálculo 9: Momento negativo en pila 2	
Composiciones en vías 1 y 2	

Hipótesis 10: Momento negativo en pila 3			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
3	L/2	-5,58	58
4	L/2	-6,16	67

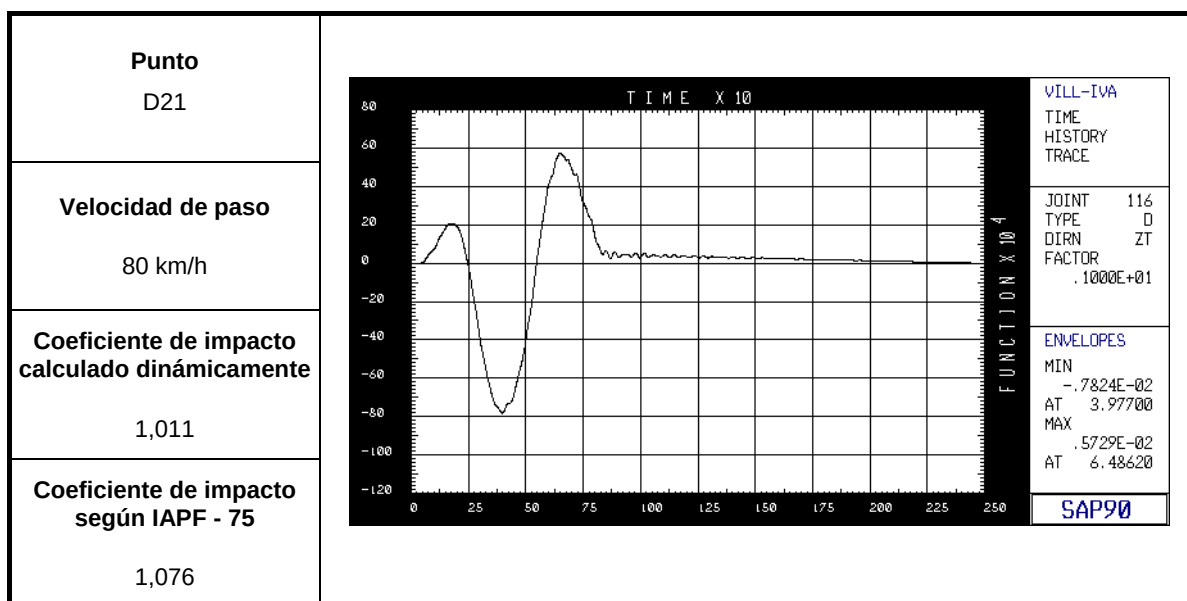
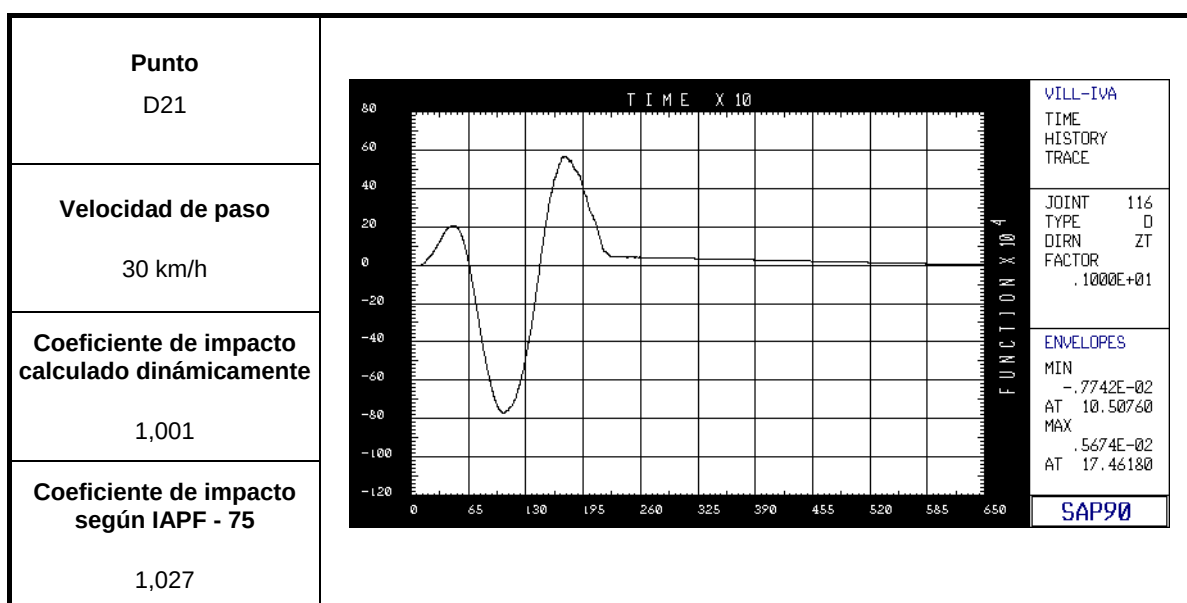
Hipótesis de Cálculo 10: Momento negativo en pila 3	
Composiciones en vías 1 y 2	

Hipótesis 11: Momento negativo en pila 4			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
4	L/2	-6,94	66
5	L/2	-2,51	37

Hipótesis de Cálculo 11: Momento negativo en pila 4	
Composiciones en vías 1 y 2	

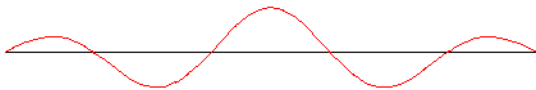
- Coeficientes de impacto**

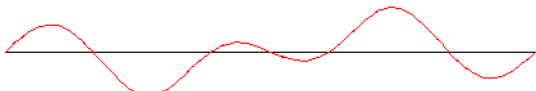
A continuación se incluyen los valores de los coeficientes de impacto de la estructura, calculados a partir de las flechas del punto D21 para el paso de la circulación a velocidad media (30 km/h) y a velocidad máxima (80 km/h), considerando un coeficiente de amortiguación del 2 %. A su vez, el valor teórico obtenido del cálculo anterior se compara con el calculado según la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril” de 1975.

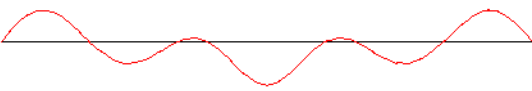


- **Frecuencias y modos propios de vibración**

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

Primer Modo	
Tipo Longitudinal	
Frecuencia 2,34 Hz	
Periodo 0,427 sg	

Segundo Modo	
Tipo Longitudinal	
Frecuencia 3,08 Hz	
Periodo 0,325 sg	

Tercer Modo	
Tipo Longitudinal	
Frecuencia 4,12 Hz	
Periodo 0,243 sg	

El presente documento consta de **VEINTICUATRO (24)** páginas numeradas y de **TRES (3)** Anejos sin paginar.

Madrid, Junio de 2007

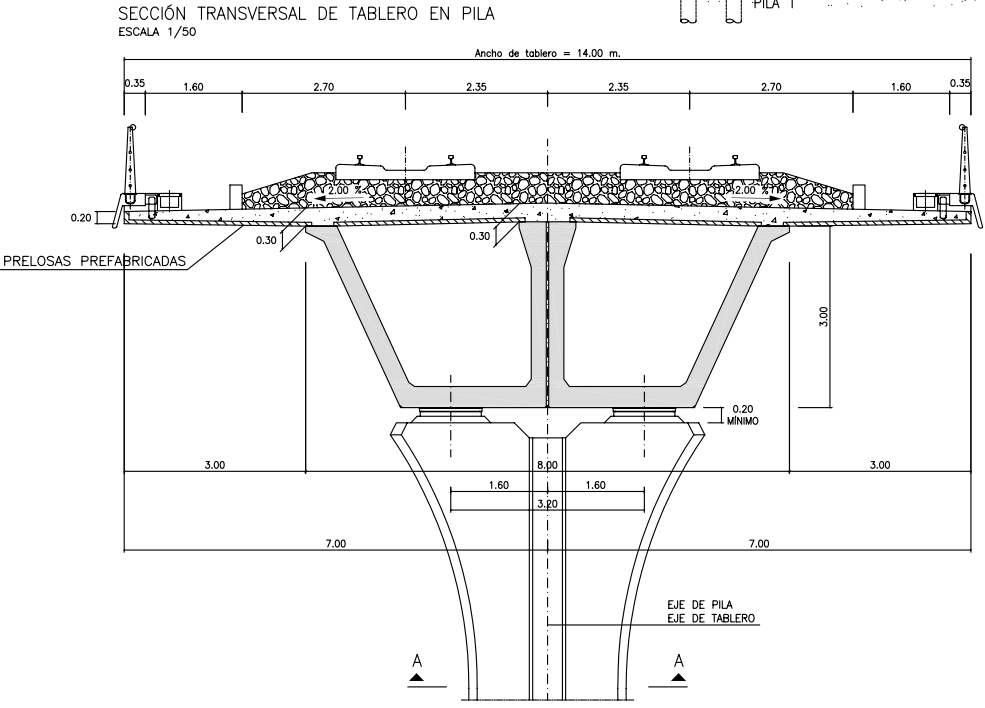
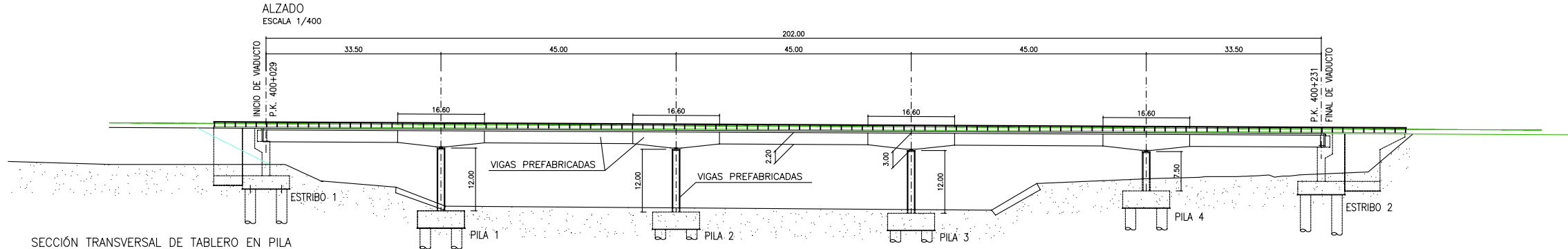
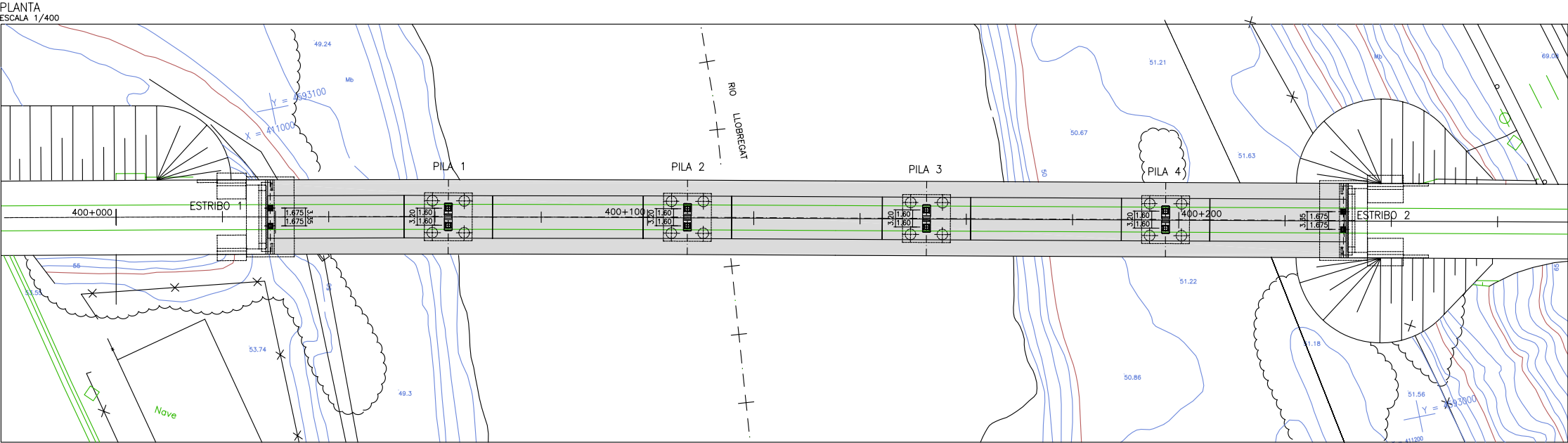
Por la Oficina Técnica de IIC, S.A.



Fdo.: Juan Manuel García
Ingeniero de Caminos

ANEJOS

ANEJO A: DOCUMENTACIÓN GRÁFICA UTILIZADA



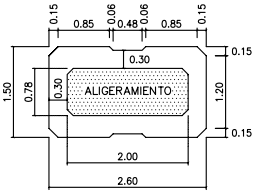
MATERIALES (según EHE)								
CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES TECNOLÓGICAS							COEF. PARCIAL DE SEGURIDAD	NIVEL DE CONTROL
	ORIGEN	ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	f_{ck} N/mm ²	Consistencia	$f_{t, max. \text{ (mm)}}$ (**)	Ambiente	Recubrimiento (mm)
HORMIGÓN	PREF.	VIGAS	HP	50	F (*)	12	Ila	25
		PRELOSAS	HA	35	F	12	Ila	25
		E. PERDIDO (No colaborante)	HP	35	S	12	Ila	17.5
		PILAS	HA	50	F (*)	20	Ila	25
	IN-SITU	LOSA	HA	30	B	20	Ila	30
ACERO	PASIVO	BARRAS CORRUGADAS			B 500 S			
		MALLAS ELECTROSOL.			B 500 T			
	ACTIVO	CORDONES			Y 1860S7			
		ALAMBRES			Y 1860C			
		BARRAS			Y 1050			

(*) Se puede sustituir por $\underline{L}$ si se usa hormigón autocompactable.

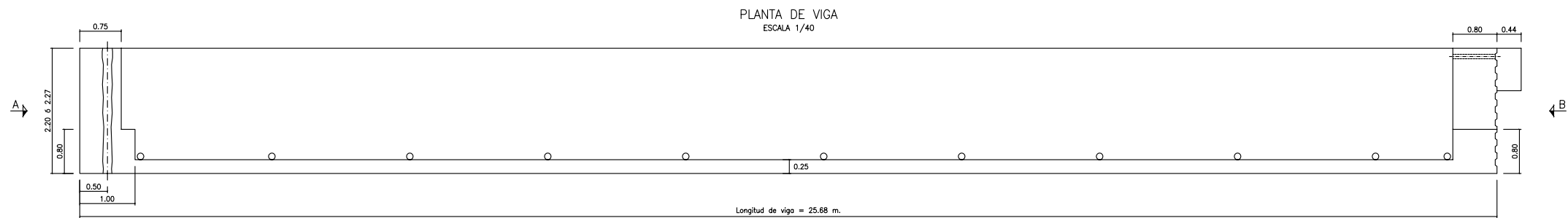
(**) Tamaño máximo del árido compatible con el armado de la pieza.
(Se puede utilizar un tamiz inferior)

TIPO DE ACCION	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD DE ACCIONES (Según IAP 98)		NIVEL DE CONTROL DE EJECUCION (Según EHE)
	PERMANENTE	$\gamma_G = 1,35$	
	VARIABLE	$\gamma_Q = 1,50$	INTENSO

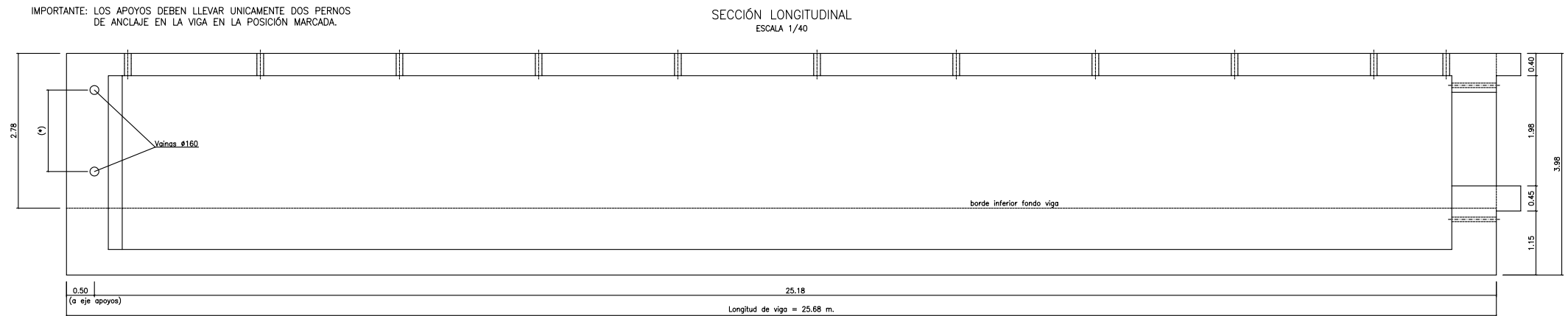
SECCIÓN DE PILA (CORTE A-A)
ESCALA 1/50



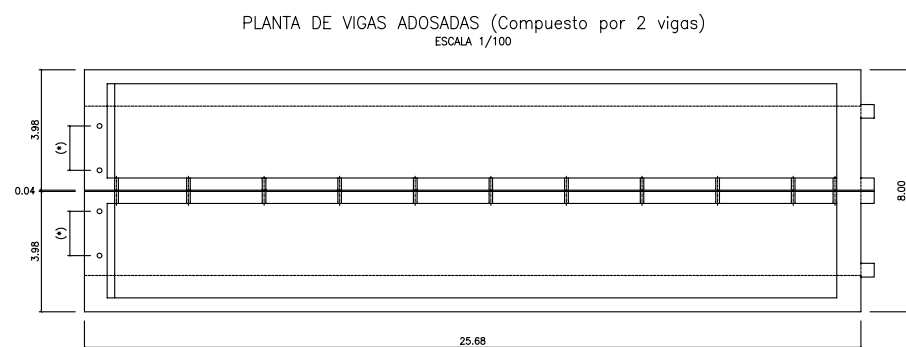
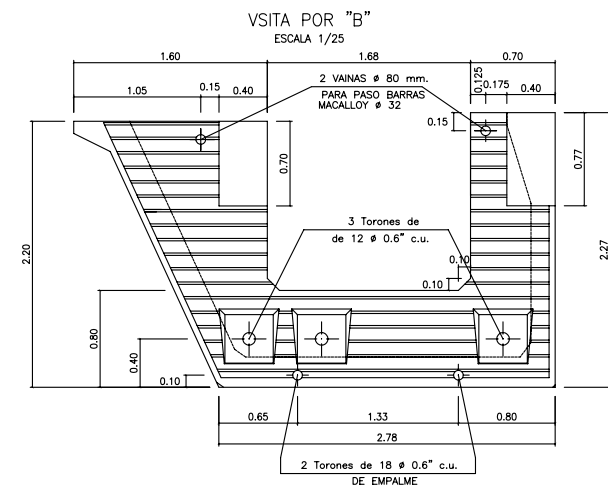
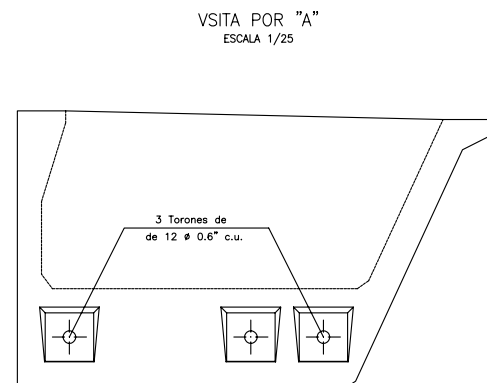
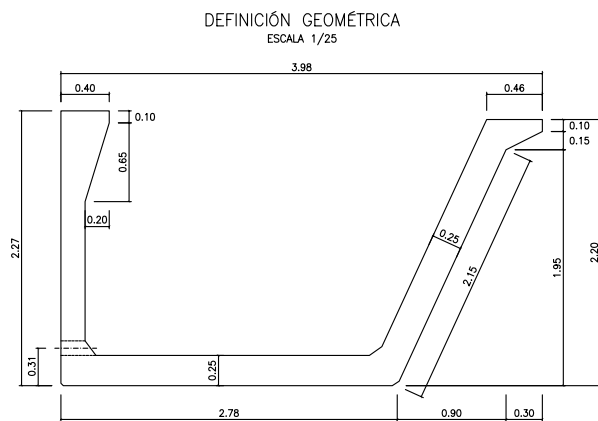
Prefabricado de ALVISA



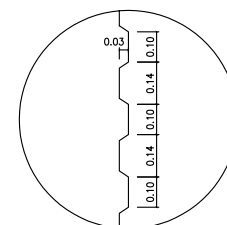
IMPORTANTE: LOS APOYOS DEBEN LLEVAR ÚNICAMENTE DOS PERNOS DE ANCLAJE EN LA VIGA EN LA POSICIÓN MARCADA.



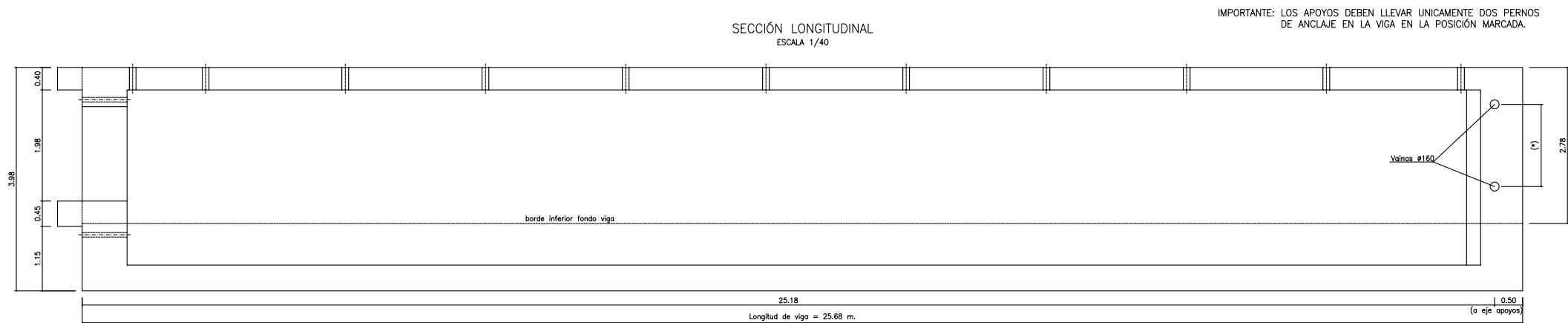
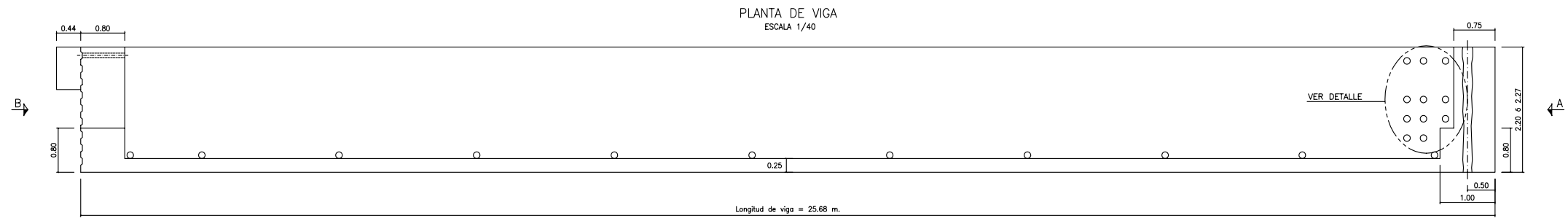
(*) DISTANCIA A DEFINIR POR EL FABRICANTE DE APOYOS



DETALLE DE ESTRÍAS EN LATERAL DE VIGA
ESCALA 1/10

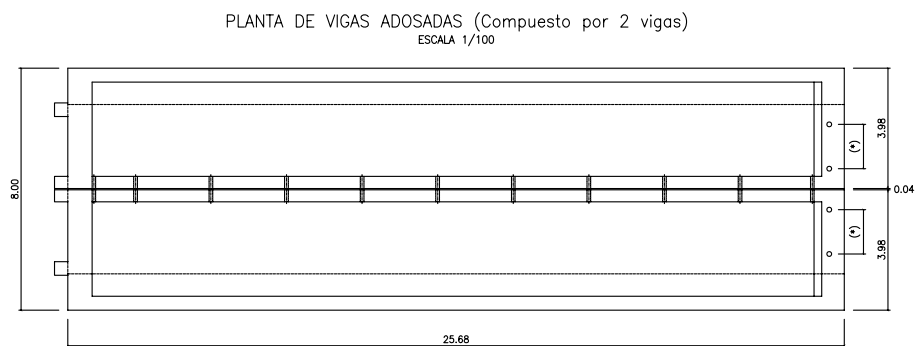
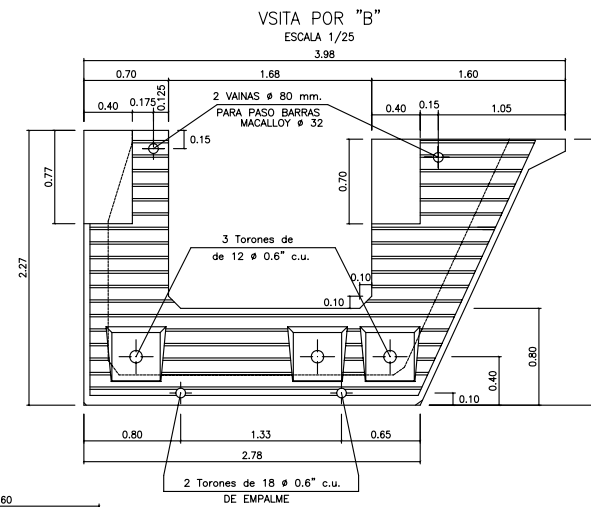
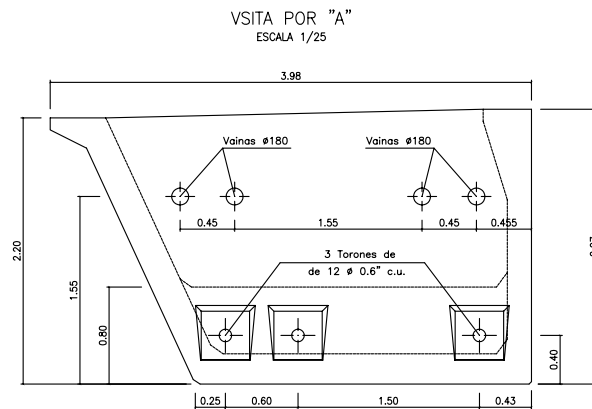
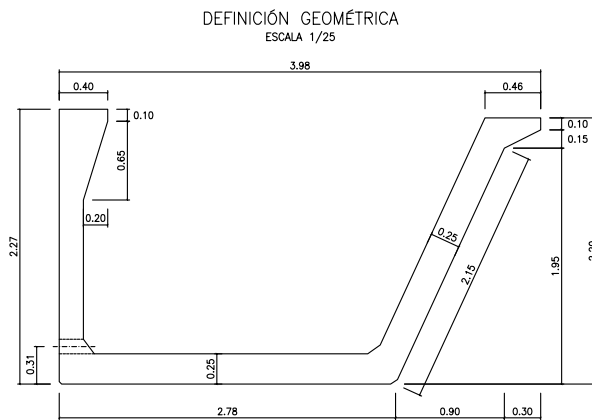


Prefabricado de: ALVISA

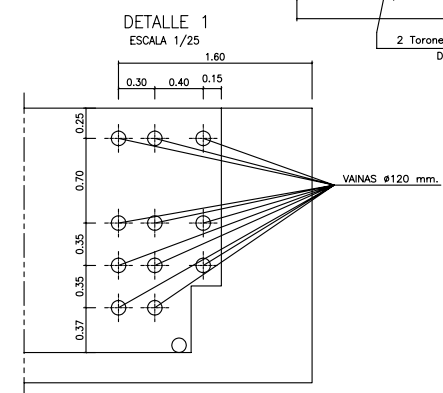
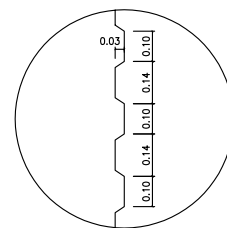


IMPORTANTE: LOS APOYOS DEBEN LLEVAR UNICAMENTE DOS PERNOS DE ANCLAJE EN LA VIGA EN LA POSICIÓN MARCADA.

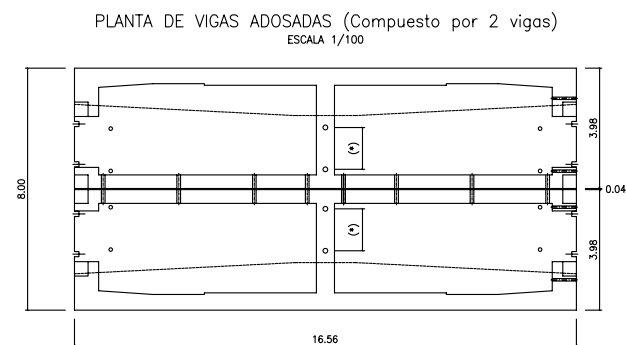
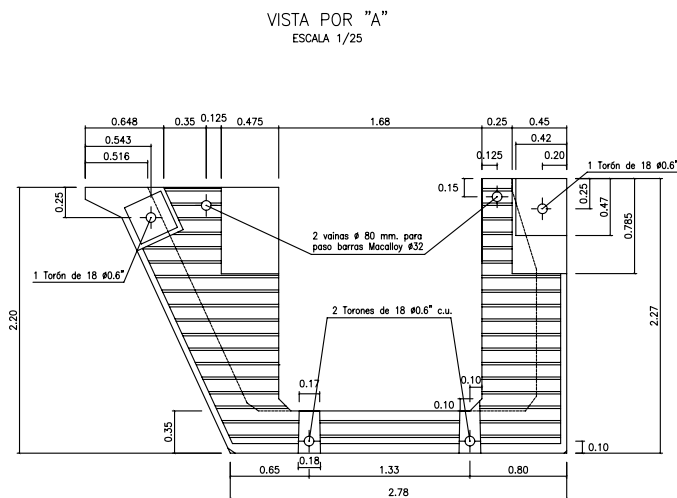
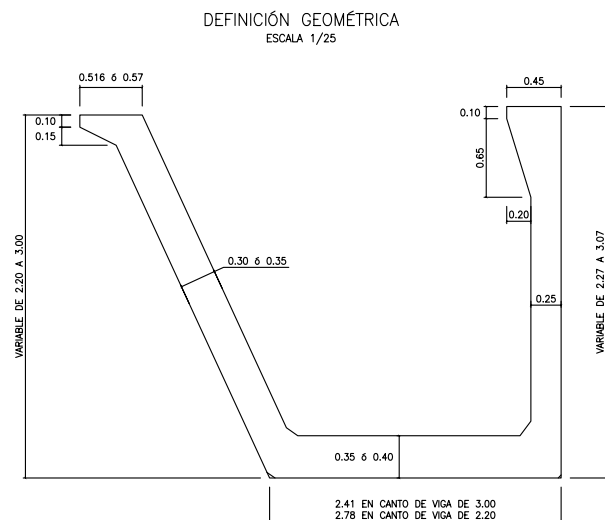
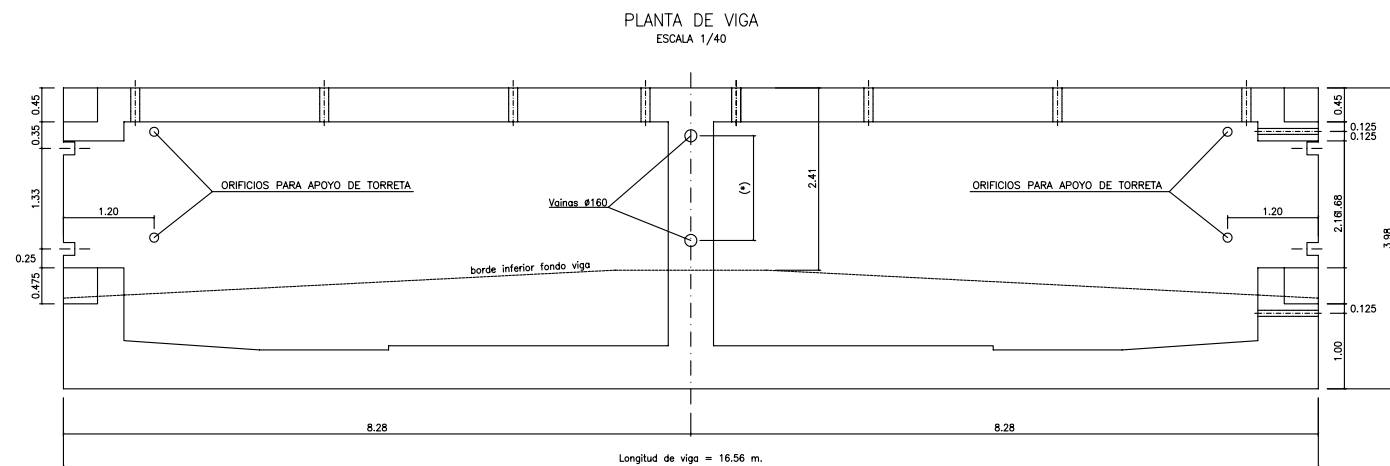
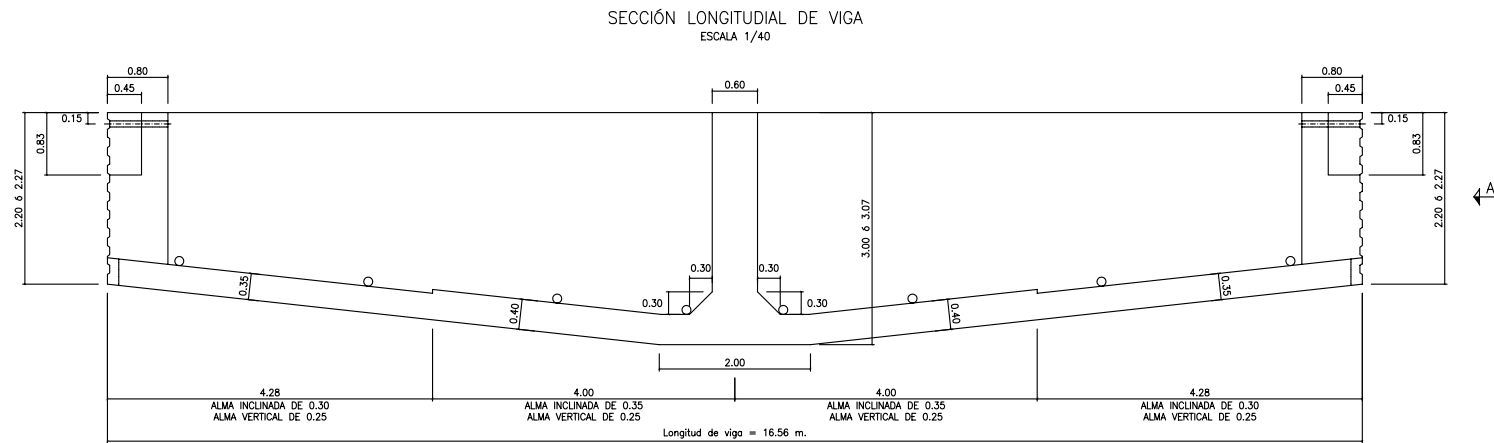
(*) DISTANCIA A DEFINIR POR EL FABRICANTE DE APOYOS



DETALLE DE ESTRÍAS EN LATERAL DE VIGA
ESCALA 1/10



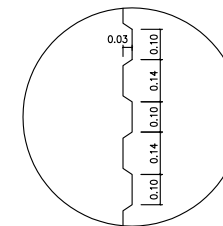
Prefabricado de: ALVISA



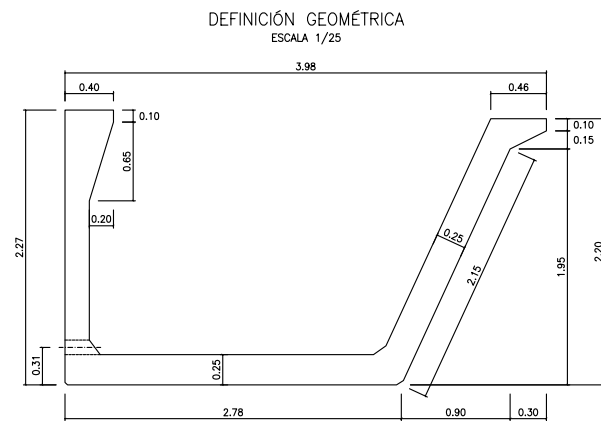
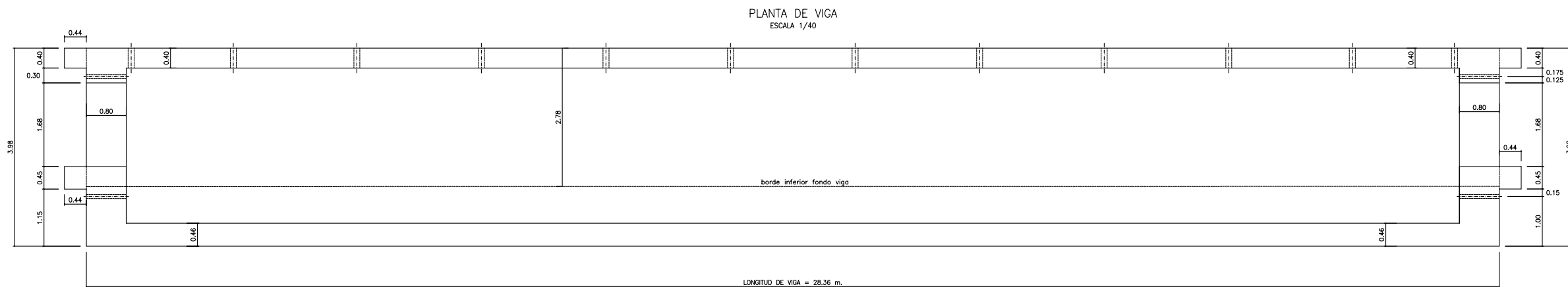
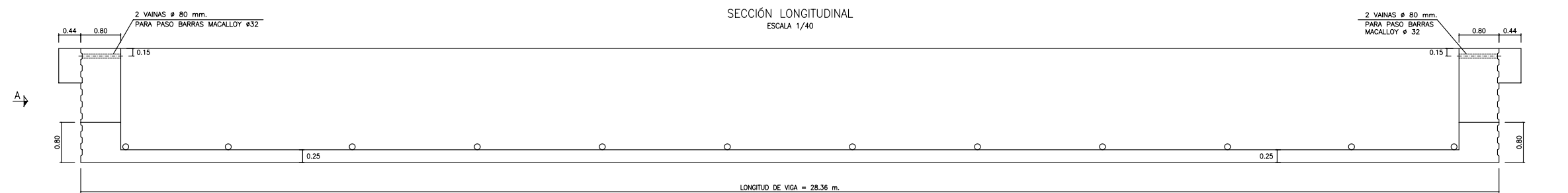
(*) DISTANCIA A DEFINIR POR EL FABRICANTE DE APOYOS

IMPORTANTE: LOS APOYOS DEBEN LLEVAR ÚNICAMENTE DOS PERNOS DE ANCLAJE EN LA VIGA EN LA POSICIÓN MARCADA.

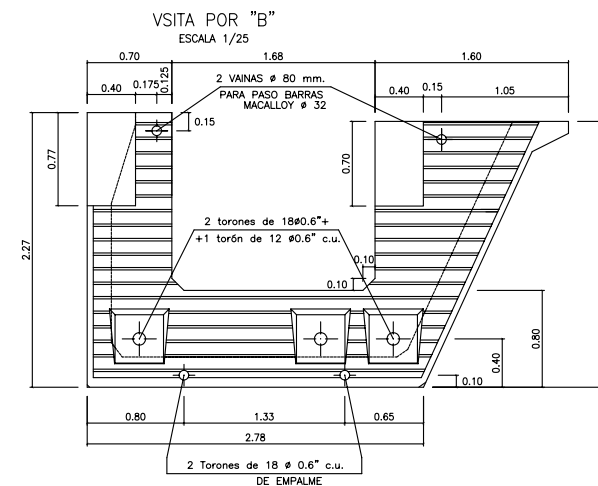
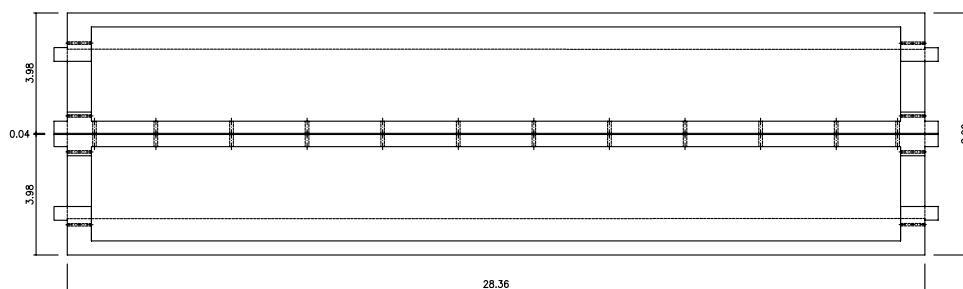
DETALLE DE ESTRÍAS EN LATERAL DE VIGA
ESCALA 1/10



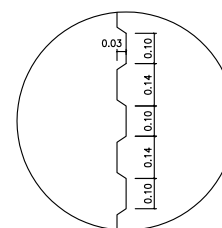
Prefabricado de: ALVISA



PLANTA DE VIGAS ADOSADAS (Compuesto por 2 vigas)
ESCALA 1/100

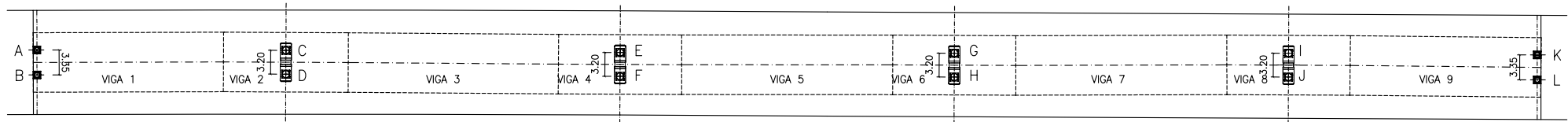


DETALLE DE ESTRÍAS EN LATERAL DE VIGA
ESCALA 1/10

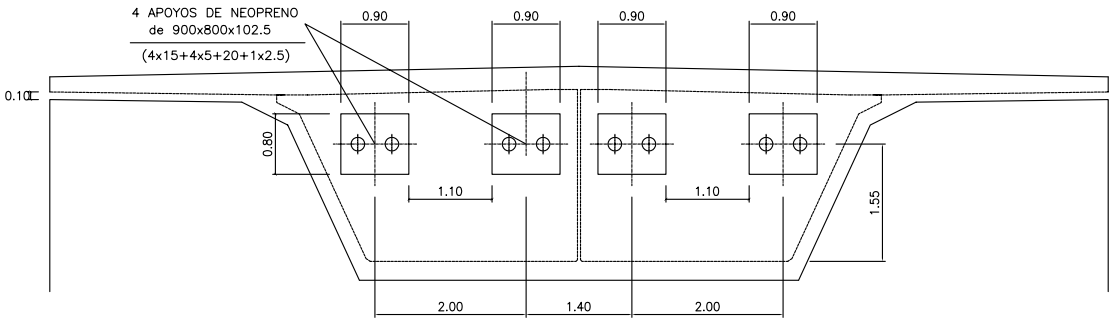


Prefabricado de: ALVISA

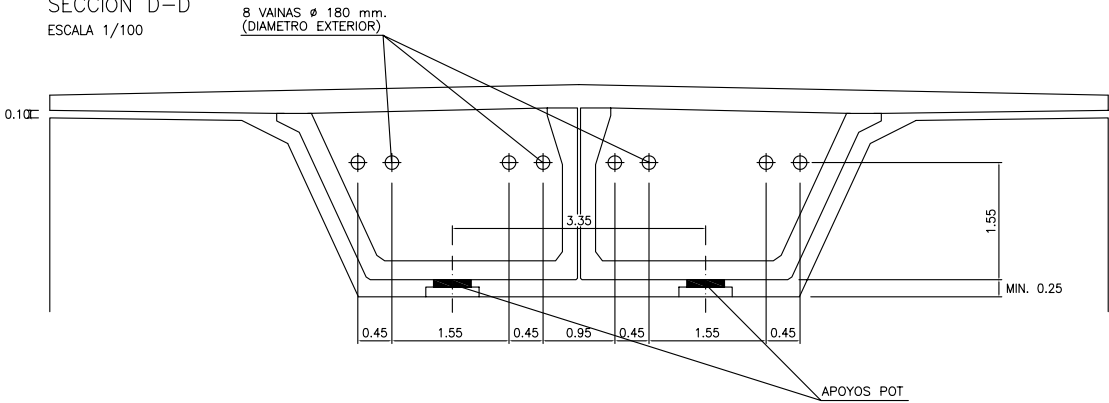
DISPOSICIÓN DE APOYOS EN PLANTA
ESCALA 1/800



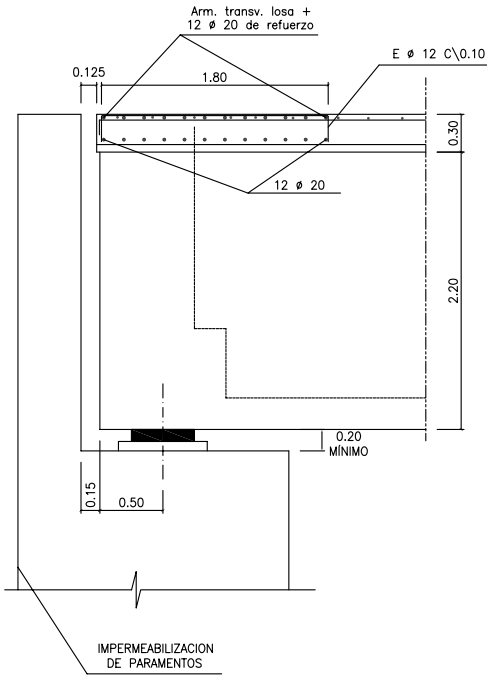
ESTRIBO E-2
SECCIÓN C-C
ESCALA 1/100



SECCIÓN D-D
ESCALA 1/100



ESTRIBO 1
ALZADO LATERAL
ESCALA 1/60

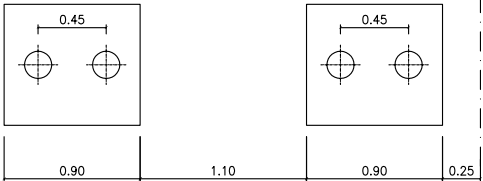


LADO DERECHO: APOYOS OD (B,D,F,H,J,L)

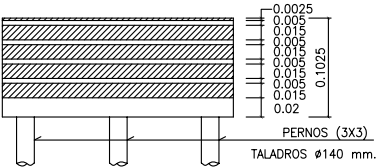
	TIPO/ Nº UDS	REF.	C.Máxima vertical	C.Mínima vertical	Carga transversal	Δx máximo	Δx mínimo	Δy máximo	Δy mínimo
E-1	UD/1ud	A	569.58 Tn.	39.60Tn.	31.60 Tn.	152 mm.	-51mm.	0	0
	OD/1ud	B	569.58 Tn.	39.60 Tn.	0 Tn.	152 mm.	-51mm.	2 mm.	-1 mm.
P-1	UD/1ud	C	1630.97 Tn.	355.29Tn.	64.00Tn.	126 mm.	-42mm.	0	0
	OD/1ud	D	1630.97 Tn.	355.29Tn.	0 Tn.	126 mm.	-42mm.	2 mm.	-1 mm.
P-2	UD/1ud	E	1722.26 Tn.	370.28Tn.	71.20Tn.	93 mm.	-31mm.	0	0
	OD/ud	F	1722.26 Tn.	370.28Tn.	0 Tn.	93 mm.	-31mm.	2 mm.	-1 mm.
P-3	UD/ud	G	1722.26 Tn.	370.28Tn.	55.00Tn.	59 mm.	-20mm.	0	0
	OD/1ud	H	1722.26 Tn.	370.28Tn.	0 Tn.	59 mm.	-20mm.	2 mm.	-1 mm.
P-4	UD/ud	I	1630.97 Tn.	355.29Tn.	49.00Tn.	25 mm.	-8 mm.	0	0
	OD/1ud	J	1630.97 Tn.	355.29Tn.	0 Tn.	25 mm.	-8 mm.	2 mm.	-1 mm.
E-2	UD/ud	K	569.58 Tn.	39.60 Tn.	26.00 Tn.	0 mm.	0 mm.	0	0
	OD/1ud	L	569.58 Tn.	39.60 Tn.	0 Tn.	0 mm.	0 mm.	2 mm.	-1 mm.

UD - Unidireccional (fijo transversalmente)
OD - Omnidireccional

DETALLE DE NEOPRENOS
PLANTA



Eje longitudinal tablero



[illegible]

ESQUEMA 7/20

Diagram illustrating the reinforcement details for a structural element, likely a bridge pier or column, showing various reinforcement bars and dimensions.

Reinforcement Details:

- PARRILLAS # 14 ϕ 12**: Reinforcement grid bars.
- PARRILLA # 14 ϕ 12**: Reinforcement grid bar.
- ϕ 12C/0.15**: Circular reinforcement bar with center-to-center spacing of 0.15m.
- 2x10 ϕ 25**: Two longitudinal reinforcement bars with diameter of 25mm.
- 15 ϕ 20**: Fifteen longitudinal reinforcement bars with diameter of 20mm.
- ϕ 12C/0.15**: Circular reinforcement bar with center-to-center spacing of 0.15m.
- 5 ϕ 16**: Five longitudinal reinforcement bars with diameter of 16mm.
- ϕ 16 c/0.15**: Circular reinforcement bar with diameter of 16mm and center-to-center spacing of 0.15m.

Dimensions:

- Overall width: 0.50m.
- Top flange width: 0.20m.
- Top flange thickness: 0.075m.
- Stem width at top: 0.20m.
- Stem width at bottom: 0.90m.
- Stem length: 1.00m.
- Bottom section width: 0.20m.
- Bottom section length: 1.30m + 2.20m = 3.50m.
- Vertical spacing between reinforcement layers: 0.15m.
- Horizontal spacing between reinforcement layers: 0.20m.

Technical drawing of a roof plan showing a gabled roof structure. The drawing includes dimensions and annotations:

- Top horizontal dimension: 0.20 | 1.23 a 2.25 | 0.20
- Left vertical dimension: 0.04
- Bottom horizontal dimension: 0.04
- Right vertical dimension: 0.15
- Bottom horizontal dimension: 0.04
- Bottom right dimension: 0.20 | 1.23 a 2.25 | 0.20
- Annotations: # 16, c/0.15, and ϕ

Technical drawing of a rectangular reinforcement cage for a concrete slab. The cage is composed of longitudinal bars (E ø12 c/0.20) and transverse bars (1 ø32). The overall dimensions are 1.40m by 1.08m. The drawing shows the cage with dimensions and labels for the reinforcement bars and their spacing.

Labels and dimensions:

- Top horizontal spacing: 0.05, 0.468, 0.468, 0.468, 0.468, 0.05
- Right vertical spacing: 0.05, 0.31, 0.31, 0.31, 0.05
- Left vertical spacing: 1.08, 1.08
- Bottom horizontal spacing: 1.40
- Reinforcement labels:
 - Top: $\phi 12 \text{ c}/0.20$
 - Left: $1 \phi 32$
 - Bottom: $2 \phi 32$, $2 \phi 32$, $E \phi 12 \text{ c}/0.10$
 - Right: $2 \phi 32$

Technical drawing of a rectangular reinforced concrete slab with chamfered corners. The drawing shows a plan view of the slab with dimensions and reinforcement details.

Dimensions:

- Overall width: 12.0m
- Overall height: 10.0m
- Inner width: 10.0m
- Inner height: 8.0m
- Chamfer radius: 0.20m

Reinforcement Details:

- Top reinforcement: 12 Ø25
- Bottom reinforcement: 10 Ø25
- Corner reinforcement: 1 Ø32
- Edge reinforcement: 1 Ø25
- Internal reinforcement: 12 Ø16

Section Line E-E:

The section line E-E is indicated by a dashed line with arrows pointing to the section view. The section view shows the slab thickness and the reinforcement layout.

Detail View:

The detail view shows the corner chamfer with a radius of 0.20m. The reinforcement consists of 1 Ø32 and 1 Ø25.

Technical drawing of a reinforced concrete slab cross-section. The drawing shows a rectangular slab with a central rectangular opening. The outer perimeter is reinforced with 12 bars of diameter 25 and 10 bars of diameter 20. The inner perimeter is reinforced with 12 bars of diameter 16. The slab is supported by a central column and four corner columns. The drawing includes labels for reinforcement bars, dimensions, and material specifications.

Labels and dimensions:

- 12 $\varnothing 25 + 10 \varnothing 20$ (Top outer reinforcement)
- 1 $\varnothing 25$ (Top outer reinforcement corner bars)
- 1 $\varnothing 25$ (Top outer reinforcement corner bars)
- 1 $\varnothing 25$ (Top outer reinforcement corner bars)
- 1 $\varnothing 25$ (Top outer reinforcement corner bars)
- 9 $\varnothing 25 + 9 \varnothing 20$ (Top outer reinforcement side bars)
- 9 $\varnothing 25 + 9 \varnothing 20$ (Top outer reinforcement side bars)
- 9 $\varnothing 25 + 9 \varnothing 20$ (Top outer reinforcement side bars)
- 9 $\varnothing 25 + 9 \varnothing 20$ (Top outer reinforcement side bars)
- 12 $\varnothing 16$ (Top inner reinforcement)
- 23 $\varnothing 16$ (Top inner reinforcement)
- 23 $\varnothing 16$ (Top inner reinforcement)
- 12 $\varnothing 16$ (Top inner reinforcement)
- 5 $\varnothing 20$ (Top inner reinforcement corner bars)
- 5 $\varnothing 20$ (Top inner reinforcement corner bars)
- 5 $\varnothing 20$ (Top inner reinforcement corner bars)
- 5 $\varnothing 20$ (Top inner reinforcement corner bars)
- 12 $\varnothing 25 + 10 \varnothing 20$ (Bottom outer reinforcement)
- 1 $\varnothing 25$ (Bottom outer reinforcement corner bars)
- 1 $\varnothing 25$ (Bottom outer reinforcement corner bars)
- 1 $\varnothing 25$ (Bottom outer reinforcement corner bars)
- 1 $\varnothing 25$ (Bottom outer reinforcement corner bars)
- 9 $\varnothing 25 + 9 \varnothing 20$ (Bottom outer reinforcement side bars)
- 9 $\varnothing 25 + 9 \varnothing 20$ (Bottom outer reinforcement side bars)
- 9 $\varnothing 25 + 9 \varnothing 20$ (Bottom outer reinforcement side bars)
- 9 $\varnothing 25 + 9 \varnothing 20$ (Bottom outer reinforcement side bars)
- 12 $\varnothing 16$ (Bottom inner reinforcement)
- 23 $\varnothing 16$ (Bottom inner reinforcement)
- 23 $\varnothing 16$ (Bottom inner reinforcement)
- 12 $\varnothing 16$ (Bottom inner reinforcement)
- 5 $\varnothing 20$ (Bottom inner reinforcement corner bars)
- 5 $\varnothing 20$ (Bottom inner reinforcement corner bars)
- 5 $\varnothing 20$ (Bottom inner reinforcement corner bars)
- 5 $\varnothing 20$ (Bottom inner reinforcement corner bars)

Material specifications:

- E $\varnothing 12$ c/0.20 (Top outer reinforcement)
- E $\varnothing 12$ c/0.20 (Bottom outer reinforcement)

ARMADURA VISTA INTERIOR
ESCALA 1/25

Technical drawing of a rectangular structure with dimensions and a central area labeled "ALIGERAMIENTO". The drawing shows a rectangular frame with a central rectangular area. The dimensions are as follows:

- Overall width: 2.60
- Overall height: 1.50
- Top horizontal segments (from left to right): 0.15, 0.85, 0.06, 0.48, 0.06, 0.85, 0.15
- Right vertical segments (from top to bottom): 0.15, 1.20, 0.15
- Bottom horizontal segments (from right to left): 0.06, 2.00, 0.06
- Left vertical segments (from top to bottom): 0.78, 0.30, 0.78
- Inner rectangular area dimensions: 2.00 (width) and 0.78 (height)
- Central area label: "ALIGERAMIENTO"

ARIADURA VISTA INTERIOR
ESCALA 1/25

Technical drawing of the interior view of the Ariadura structure. The drawing shows a rectangular layout with dimensions and annotations. The top edge is labeled "ARIADURA VISTA INTERIOR" and "ESCALA 1/25". The drawing includes a central dashed rectangle and a solid outer rectangle. Dimensions are provided for the top edge (0.08, 0.05), the bottom edge (0.05, 0.08), and the width (0.13, 0.468, 0.468, 0.468, 0.468). Annotations include "15" on the left, "2" in a circle on the left, and "1" in a circle at the top right. The drawing is a technical drawing of a structure, likely a bridge or a walkway, showing a plan view with dimensions and annotations.

Prefabricado de: ALVISA

**ANEJO B: EVALUACIÓN DE FLECHAS, DEFORMACIONES Y FRECUENCIAS DE
VIBRACIÓN**

**MODELO UNIDIMENSIONAL PARA LA OBTENCIÓN DE FLECHAS, DEFORMACIONES
UNITARIAS, COEFICIENTES DE IMPACTO Y FRECUENCIAS PROPIAS DE VIBRACIÓN Y
EVALUACIÓN DE PORCENTAJES DE SOLICITACIÓN**

```

      $$$$$$      $$$$$$$$$$      $$$$$$      $$$$$$$$      $$$$$$
    $$$$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$$$$$$$
      $$$$      $$$$      $$$$      $$$$      $$$$      $$$$
    $$$$      $$$$      $$$$      $$$$      $$$$      $$$$
  $$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$      $$$$
      $$$$      $$$$      $$$$      $$$$      $$$$      $$$$
    $$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$      $$$$
      $$$$      $$$$      $$$$      $$$$      $$$$      $$$$
    $$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$      $$$$
      $$$$      $$$$      $$$$      $$$$      $$$$      $$$$
    $$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$$$$$$$    $$$$$$$$$$
    $$$$$$$$    $$$$      $$$$      $$$$      $$$$$$$$$$    $$$$$$$$$$

```

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

GENERATED JOINT COORDINATES

JOINT	X	Y	Z
101	.000	.000	.000
102	3.350	.000	.000
103	6.700	.000	.000
104	10.050	.000	.000
105	13.400	.000	.000
106	16.750	.000	.000
107	20.100	.000	.000
108	23.450	.000	.000
109	26.800	.000	.000
110	30.150	.000	.000
111	33.500	.000	.000
112	38.000	.000	.000
113	42.500	.000	.000
114	47.000	.000	.000
115	51.500	.000	.000
116	56.000	.000	.000
117	60.500	.000	.000
118	65.000	.000	.000
119	69.500	.000	.000
120	74.000	.000	.000
121	78.500	.000	.000
122	83.000	.000	.000
123	87.500	.000	.000
124	92.000	.000	.000
125	96.500	.000	.000
126	101.000	.000	.000
127	105.500	.000	.000
128	110.000	.000	.000
129	114.500	.000	.000
130	119.000	.000	.000
131	123.500	.000	.000
132	128.000	.000	.000
133	132.500	.000	.000
134	137.000	.000	.000
135	141.500	.000	.000
136	146.000	.000	.000
137	150.500	.000	.000
138	155.000	.000	.000
139	159.500	.000	.000
140	164.000	.000	.000
141	168.500	.000	.000
142	171.850	.000	.000
143	175.200	.000	.000
144	178.550	.000	.000
145	181.900	.000	.000
146	185.250	.000	.000
147	188.600	.000	.000
148	191.950	.000	.000
149	195.300	.000	.000
150	198.650	.000	.000
151	202.000	.000	.000

RESTRAINT DATA

JOINT	RX	RY	RZ	RXX	RYY	RZZ
101	1	1	1	1	0	0
102	0	1	0	1	0	0
103	0	1	0	1	0	0
104	0	1	0	1	0	0
105	0	1	0	1	0	0
106	0	1	0	1	0	0
107	0	1	0	1	0	0
108	0	1	0	1	0	0
109	0	1	0	1	0	0
110	0	1	0	1	0	0
111	1	1	1	1	0	0
112	0	1	0	1	0	0
113	0	1	0	1	0	0
114	0	1	0	1	0	0
115	0	1	0	1	0	0
116	0	1	0	1	0	0
117	0	1	0	1	0	0
118	0	1	0	1	0	0
119	0	1	0	1	0	0
120	0	1	0	1	0	0
121	1	1	1	1	0	0
122	0	1	0	1	0	0
123	0	1	0	1	0	0
124	0	1	0	1	0	0
125	0	1	0	1	0	0
126	0	1	0	1	0	0
127	0	1	0	1	0	0
128	0	1	0	1	0	0
129	0	1	0	1	0	0
130	0	1	0	1	0	0
131	1	1	1	1	0	0
132	0	1	0	1	0	0
133	0	1	0	1	0	0
134	0	1	0	1	0	0
135	0	1	0	1	0	0
136	0	1	0	1	0	0
137	0	1	0	1	0	0
138	0	1	0	1	0	0
139	0	1	0	1	0	0
140	0	1	0	1	0	0
141	1	1	1	1	0	0
142	0	1	0	1	0	0
143	0	1	0	1	0	0
144	0	1	0	1	0	0
145	0	1	0	1	0	0
146	0	1	0	1	0	0
147	0	1	0	1	0	0
148	0	1	0	1	0	0
149	0	1	0	1	0	0
150	0	1	0	1	0	0
151	1	1	1	1	0	0

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

NUMBER OF MEMBER SECTION PROPERTIES 3
NUMBER OF SPAN LOADING PATTERNS 1

LOAD COND	GRAVITATIONAL MULTIPLIERS			TEMPERATURE MULTIPLIERS	PRESTRESS MULTIPLIERS
	X	Y	Z		
1	.000	.000	-1.000	.000	.000
2	.000	.000	.000	.000	.000
3	.000	.000	.000	.000	.000
4	.000	.000	.000	.000	.000
5	.000	.000	.000	.000	.000
6	.000	.000	.000	.000	.000
7	.000	.000	.000	.000	.000
8	.000	.000	.000	.000	.000
9	.000	.000	.000	.000	.000
10	.000	.000	.000	.000	.000
11	.000	.000	.000	.000	.000

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

PROP ID	AREA	TORSIONAL INERTIA	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR AREAS	
			I33	I22	A2	A3
1	.353E+01	.46409E+01	.10000E+03	.32925E+01	.000E+00	.000E+00
2	.375E+01	.55671E+01	.10000E+03	.43307E+01	.000E+00	.000E+00
3	.405E+01	.68473E+01	.10000E+03	.58009E+01	.000E+00	.000E+00

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

PROP ID	MODULUS OF ELASTICITY	SHEAR MODULUS	WEIGHT PER UNIT LEN	MASS PER UNIT LEN	THERMAL EXPANSION
1	.3871E+08	.1489E+08	.1798E+03	.1833E+02	.0000E+00
2	.3871E+08	.1489E+08	.1855E+03	.1891E+02	.0000E+00
3	.3871E+08	.1489E+08	.1931E+03	.1968E+02	.0000E+00

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

UNIFORM LOAD DATA						
PATTERN ID	1-DIR	2-DIR	3-DIR	X-DIR	Y-DIR	Z-DIR
1	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-106.5180

BEAM SPAN LOADING PATTERNS

[illegible]

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

ELT ID	LOAD 11
129	0
130	0

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

PROP	WEIGHT	MASS
1	24201.0800	2467.2180
2	6251.3500	637.2670
3	6507.4700	663.2160
TOTAL	36959.9000	3767.7010

JOINT LOADS

JOINT	LOAD	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
127	7	.000E+00	.000E+00	-.332E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
128	7	.000E+00	.000E+00	-.364E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
129	7	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
130	7	.000E+00	.000E+00	-.320E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
142	7	.000E+00	.000E+00	-.293E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
143	7	.000E+00	.000E+00	-.555E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
144	7	.000E+00	.000E+00	-.103E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
145	7	.000E+00	.000E+00	-.293E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
146	7	.000E+00	.000E+00	-.282E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
147	7	.000E+00	.000E+00	-.277E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
148	7	.000E+00	.000E+00	-.460E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
149	7	.000E+00	.000E+00	-.124E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
150	7	.000E+00	.000E+00	-.353E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
102	8	.000E+00	.000E+00	-.199E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
103	8	.000E+00	.000E+00	-.201E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
104	8	.000E+00	.000E+00	-.418E+01	.000E+00	.000E+00	.000E+00
105	8	.000E+00	.000E+00	-.293E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
106	8	.000E+00	.000E+00	-.207E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
107	8	.000E+00	.000E+00	-.293E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
108	8	.000E+00	.000E+00	-.418E+01	.000E+00	.000E+00	.000E+00
109	8	.000E+00	.000E+00	-.201E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
110	8	.000E+00	.000E+00	-.199E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
110	8	.000E+00	.000E+00	-.561E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
112	8	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
113	8	.000E+00	.000E+00	-.329E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
114	8	.000E+00	.000E+00	-.367E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
115	8	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
116	8	.000E+00	.000E+00	-.320E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
117	8	.000E+00	.000E+00	-.338E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
118	8	.000E+00	.000E+00	-.334E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
119	8	.000E+00	.000E+00	-.796E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
120	8	.000E+00	.000E+00	-.396E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
120	9	.000E+00	.000E+00	-.418E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
122	9	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
123	9	.000E+00	.000E+00	-.329E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
124	9	.000E+00	.000E+00	-.367E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
125	9	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
126	9	.000E+00	.000E+00	-.320E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
127	9	.000E+00	.000E+00	-.338E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
128	9	.000E+00	.000E+00	-.334E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
129	9	.000E+00	.000E+00	-.796E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
130	9	.000E+00	.000E+00	-.396E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
112	9	.000E+00	.000E+00	-.320E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
113	9	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
114	9	.000E+00	.000E+00	-.364E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
115	9	.000E+00	.000E+00	-.332E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
116	9	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
117	9	.000E+00	.000E+00	-.332E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
118	9	.000E+00	.000E+00	-.364E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
119	9	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
120	9	.000E+00	.000E+00	-.320E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
132	10	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00

J O I N T L O A D S

JOINT	LOAD	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
133	10	.000E+00	.000E+00	-.329E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
134	10	.000E+00	.000E+00	-.367E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
135	10	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
136	10	.000E+00	.000E+00	-.320E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
137	10	.000E+00	.000E+00	-.338E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
138	10	.000E+00	.000E+00	-.334E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
139	10	.000E+00	.000E+00	-.796E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
140	10	.000E+00	.000E+00	-.396E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
122	10	.000E+00	.000E+00	-.320E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
123	10	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
124	10	.000E+00	.000E+00	-.364E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
125	10	.000E+00	.000E+00	-.332E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
126	10	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
127	10	.000E+00	.000E+00	-.332E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
128	10	.000E+00	.000E+00	-.364E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
129	10	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
130	10	.000E+00	.000E+00	-.320E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
142	11	.000E+00	.000E+00	-.293E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
143	11	.000E+00	.000E+00	-.555E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
144	11	.000E+00	.000E+00	-.103E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
145	11	.000E+00	.000E+00	-.293E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
146	11	.000E+00	.000E+00	-.282E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
147	11	.000E+00	.000E+00	-.277E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
148	11	.000E+00	.000E+00	-.460E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
149	11	.000E+00	.000E+00	-.124E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
150	11	.000E+00	.000E+00	-.353E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
132	11	.000E+00	.000E+00	-.320E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
133	11	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
134	11	.000E+00	.000E+00	-.364E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
135	11	.000E+00	.000E+00	-.332E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
136	11	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
137	11	.000E+00	.000E+00	-.332E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
138	11	.000E+00	.000E+00	-.364E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
139	11	.000E+00	.000E+00	-.711E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
140	11	.000E+00	.000E+00	-.320E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00

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

TRANSIENT LOADING

TOTAL NUMBER OF TIME INCREMENTS	=	3000
TIME INCREMENT FOR OUTPUT OF RESULTS	=	.008
TOTAL TIME SPAN FOR DYNAMIC ANALYSIS	=	24.600
NUMBER OF MODES USED IN ANALYSIS	=	5
NUMBER OF FUNCTIONS	=	1
DAMPING RATIO USED FOR ALL MODES	=	.020

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

FUNCTION NUMBER	=	1
TIME INCREMENT	=	.082
FUNCTION PRINTING FLAG	=	OFF

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

LOAD CONDITION	FUNCTION NUMBER	SCALE FACTOR	ARRIVAL TIME	ANGLE (deg)
8	1	1.000	.000	.000

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

TYPE		FIRST ID	LAST ID	ID INC	CODE
1	(JOINT DISPL)	106	146	10	1
1	(JOINT DISPL)	102	142	10	1
1	(JOINT DISPL)	110	150	10	1
5	(FRAME ELEMT)	105	145	5	1

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

INPUT DATA ECHO	VILL-IVA.SAP
SOLUTION ERRORS AND WARNINGS	VILL-IVA.ERR
EQUATION NUMBERING	VILL-IVA.EQN
FREQUENCIES	VILL-IVA.EIG
DISPLACEMENTS AND REACTIONS	VILL-IVA.SOL
FRAME ELEMENT FORCES	VILL-IVA.F3F

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
105								
	1	.00			.00			
		.00	.00	.00		-324.54	11793.59	
		3.35	.00	.00		-926.87	9697.47	
		3.35			.00			
	2	.00			.00			
		.00	.00	.00		-121.79	14497.81	
		3.35	.00	.00		-121.79	14089.80	
		3.35			.00			
	3	.00			.00			
		.00	.00	.00		-445.77	-5973.28	
		3.35	.00	.00		-445.77	-7466.61	
		3.35			.00			
	4	.00			.00			
		.00	.00	.00		-321.51	-4308.19	
		3.35	.00	.00		-321.51	-5385.23	
		3.35			.00			
	5	.00			.00			
		.00	.00	.00		49.45	6636.73	
		3.35	.00	.00		49.45	6802.40	
		3.35			.00			
	6	.00			.00			
		.00	.00	.00		-226.09	-3029.62	
		3.35	.00	.00		-226.09	-3787.02	
		3.35			.00			
	7	.00			.00			
		.00	.00	.00		68.07	912.08	
		3.35	.00	.00		68.07	1140.10	
		3.35			.00			
	8	.00			.00			
		.00	.00	.00		-227.95	2919.51	
		3.35	.00	.00		-227.95	2155.88	
		3.35			.00			
	9	.00			.00			
		.00	.00	.00		-140.29	-1879.86	
		3.35	.00	.00		-140.29	-2349.82	
		3.35			.00			
	10	.00			.00			
		.00	.00	.00		43.49	582.74	
		3.35	.00	.00		43.49	728.43	
		3.35			.00			

\$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$
 \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$
 \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$
 \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$
 \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$
 \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$
 \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$
 \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$
 \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$
 \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$

STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS
VERSION 5.30

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

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE		AXIAL FORCE	1-3 PLANE		AXIAL TORQ
			SHEAR	MOMENT		SHEAR	MOMENT	
11		.00			.00			
		.00	.00	.00		-15.44	-206.93	
		3.35	.00	.00		-15.44	-258.66	
		3.35			.00			
110		-----						
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		-3355.29	-18897.04	
		3.35	.00	.00		-4002.17	-31220.78	
		3.35			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		-2045.05	-2706.72	
		3.35	.00	.00		-2401.89	-10155.34	
		3.35			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		-445.77	-13439.89	
		3.35	.00	.00		-445.77	-14933.21	
		3.35			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00		-321.51	-9693.42	
		3.35	.00	.00		-321.51	-10770.47	
		3.35			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		-853.84	1057.00	
		3.35	.00	.00		-853.84	-1803.35	
		3.35			.00			
6		.00			.00			
		.00	.00	.00		-226.09	-6816.64	
		3.35	.00	.00		-226.09	-7574.05	
		3.35			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00		68.07	2052.17	
		3.35	.00	.00		68.07	2280.19	
		3.35			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1187.36	-7306.75	
		3.35	.00	.00		-1187.36	-11284.41	
		3.35			.00			
9		.00			.00			
		.00	.00	.00		-140.29	-4229.68	
		3.35	.00	.00		-140.29	-4699.64	
		3.35			.00			

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE		AXIAL FORCE	1-3 PLANE		AXIAL TORQ
			SHEAR	MOMENT		SHEAR	MOMENT	
10		.00			.00			
		.00	.00	.00		43.49	1311.17	
		3.35	.00	.00		43.49	1456.85	
		3.35			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00		-15.44	-465.58	
		3.35	.00	.00		-15.44	-517.31	
		3.35			.00			
115		-----						
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		755.12	11806.70	
		4.20	.00	.00		- .00	13392.35	
		4.50	.00	.00		-53.98	13384.24	
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		295.83	-4830.37	
		4.50	.00	.00		295.83	-3499.13	
		4.50			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		201.63	14772.94	
		4.50	.00	.00		201.63	15680.28	
		4.50			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00		-175.90	12140.06	
		4.50	.00	.00		-175.90	11348.49	
		4.50			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		-82.91	-3295.69	
		4.50	.00	.00		-82.91	-3668.78	
		4.50			.00			
6		.00			.00			
		.00	.00	.00		106.05	7302.87	
		4.50	.00	.00		106.05	7780.09	
		4.50			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00		-206.80	-1442.19	
		4.50	.00	.00		-206.80	-2372.79	
		4.50			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00		364.68	4795.72	
		4.50	.00	.00		364.68	6436.76	
		4.50			.00			

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COND	DIST ENDI 4.50	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE .00	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
9	.00 .00 4.50 4.50			.00 .00 -154.62 -154.62		5485.29 4789.52	
10	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 -132.13 -132.13		-921.44 -1516.02	
11	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 46.92 46.92		327.19 538.32	
120	-----						
1	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 -3316.03 -4184.98		-16772.79 -33650.09	
2	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 295.83 295.83		1825.84 3157.09	
3	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 -2089.11 -2568.44		-3541.11 -14020.62	
4	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 -2466.65 -2945.98		-14668.53 -26846.94	
5	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 -124.69 -124.69		-5161.12 -5722.22	
6	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 -1052.17 -1052.17		333.00 -4401.76	
7	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 -206.80 -206.80		-6095.18 -7025.78	

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COND	DIST ENDI 4.50	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE .00	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
8	.00 .00 4.50 4.50			.00 .00 -1102.88 -1102.88		-681.15 -5644.13	
9	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 -1354.62 -1354.62		-7349.55 -13445.32	
10	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 -132.13 -132.13		-3894.31 -4488.89	
11	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 46.92 46.92		1382.83 1593.96	
125	-----						
1	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 809.10 .00		10349.11 12169.59	
2	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 -92.05 -92.05		1500.14 1085.90	
3	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 408.81 408.81		-6662.10 -4822.47	
4	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 888.14 408.81		6395.45 9313.57	
5	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 202.01 202.01		7429.90 8338.94	
6	.00 .00 4.50 4.50	.00 .00 .00 .00	.00 .00 .00 .00	.00 .00 -5.10 -5.10		-4493.48 -4516.41	

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
		4.50			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00		75.53	7301.78	
		4.50	.00	.00		75.53	7641.66	
		4.50			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00		164.57	-2681.89	
		4.50	.00	.00		164.57	-1941.33	
		4.50			.00			
9		.00			.00			
		.00	.00	.00		427.19	3760.15	
		4.50	.00	.00		427.19	5682.53	
		4.50			.00			
10		.00			.00			
		.00	.00	.00		-161.48	5572.41	
		4.50	.00	.00		-161.48	4845.73	
		4.50			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00		-148.92	-1086.59	
		4.50	.00	.00		-148.92	-1756.72	
		4.50			.00			
130								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		-3262.05	-17015.73	
		4.50	.00	.00		-4131.00	-33650.09	
		4.50			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		-92.05	-571.05	
		4.50	.00	.00		-92.05	-985.29	
		4.50			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		408.81	2536.04	
		4.50	.00	.00		408.81	4375.67	
		4.50			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1508.52	-583.83	
		4.50	.00	.00		-1987.85	-8450.66	
		4.50			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1265.55	-1706.99	
		4.50	.00	.00		-1265.55	-7401.97	

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
		4.50			.00			
6		.00			.00			
		.00	.00	.00		-46.88	-4608.12	
		4.50	.00	.00		-46.88	-4819.06	
		4.50			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1082.69	-354.79	
		4.50	.00	.00		-1082.69	-5226.90	
		4.50			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00		164.57	1020.91	
		4.50	.00	.00		164.57	1761.47	
		4.50			.00			
9		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1040.37	-310.04	
		4.50	.00	.00		-1040.37	-4991.68	
		4.50			.00			
10		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1319.70	-7416.99	
		4.50	.00	.00		-1319.70	-13355.66	
		4.50			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00		-148.92	-4437.27	
		4.50	.00	.00		-148.92	-5107.40	
		4.50			.00			
135								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		863.08	11320.84	
		4.50	.00	.00		53.98	13384.24	
		4.50			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		29.00	-463.26	
		4.50	.00	.00		29.00	-332.76	
		4.50			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		-128.80	2057.36	
		4.50	.00	.00		-128.80	1477.78	
		4.50			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00		248.74	-3973.34	
		4.50	.00	.00		248.74	-2854.01	

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
		4.50			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		217.87	-3480.27	
		4.50	.00	.00		217.87	-2499.84	
		4.50			.00			
6		.00			.00			
		.00	.00	.00		168.86	7736.35	
		4.50	.00	.00		168.86	8496.21	
		4.50			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00		65.74	-4043.64	
		4.50	.00	.00		65.74	-3747.83	
		4.50			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00		-51.85	828.21	
		4.50	.00	.00		-51.85	594.89	
		4.50			.00			
9		.00			.00			
		.00	.00	.00		146.93	-2347.00	
		4.50	.00	.00		146.93	-1685.82	
		4.50			.00			
10		.00			.00			
		.00	.00	.00		420.13	3722.60	
		4.50	.00	.00		420.13	5613.17	
		4.50			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00		-102.28	6019.49	
		4.50	.00	.00		-102.28	5559.22	
		4.50			.00			
140								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		-3208.07	-14829.35	
		4.50	.00	.00		-4077.02	-31220.78	
		4.50			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		29.00	189.27	
		4.50	.00	.00		29.00	319.77	
		4.50			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		-128.80	-840.53	
		4.50	.00	.00		-128.80	-1420.11	

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
		4.50			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00		248.74	1623.31	
		4.50	.00	.00		248.74	2742.64	
		4.50			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		217.87	1421.86	
		4.50	.00	.00		217.87	2402.29	
		4.50			.00			
6		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1298.70	-2146.42	
		4.50	.00	.00		-1298.70	-7990.58	
		4.50			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00		65.74	-2564.57	
		4.50	.00	.00		65.74	-2268.75	
		4.50			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00		-51.85	-338.36	
		4.50	.00	.00		-51.85	-571.68	
		4.50			.00			
9		.00			.00			
		.00	.00	.00		146.93	958.86	
		4.50	.00	.00		146.93	1620.04	
		4.50			.00			
10		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1047.43	-506.61	
		4.50	.00	.00		-1047.43	-5220.06	
		4.50			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1260.50	-5637.89	
		4.50	.00	.00		-1260.50	-11310.16	
		4.50			.00			
145								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		1529.20	5583.55	
		3.35	.00	.00		926.87	9697.47	
		3.35			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		-9.55	191.86	
		3.35	.00	.00		-9.55	159.89	

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDT 3.35	1-2 PLANE SHEAR	PLANE MOMENT	AXIAL FORCE .00	1-3 PLANE SHEAR	PLANE MOMENT	AXIAL TORQ
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		42.39	-852.07	
		3.35	.00	.00		42.39	-710.05	
		3.35			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00		-81.87	1645.58	
		3.35	.00	.00		-81.87	1371.32	
		3.35			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		-71.71	1441.37	
		3.35	.00	.00		-71.71	1201.14	
		3.35			.00			
6		.00			.00			
		.00	.00	.00		238.52	-4794.35	
		3.35	.00	.00		238.52	-3995.29	
		3.35			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00		205.21	6785.15	
		3.35	.00	.00		205.21	7472.61	
		3.35			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00		17.07	-343.01	
		3.35	.00	.00		17.07	-285.84	
		3.35			.00			
9		.00			.00			
		.00	.00	.00		-48.36	972.02	
		3.35	.00	.00		-48.36	810.02	
		3.35			.00			
10		.00			.00			
		.00	.00	.00		155.82	-3132.03	
		3.35	.00	.00		155.82	-2610.03	
		3.35			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00		475.10	1360.31	
		3.35	.00	.00		475.10	2951.91	
		3.35			.00			

\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$
\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$
\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$
\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$
\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$
\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$	\$\$\$\$	\$\$\$\$	\$\$\$\$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$	\$\$\$\$\$\$\$\$\$

STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS

VERSION 5.30

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

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

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

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
102	.000000	-.002836	.000792	.000000
106	.000000	-.006469	-.000315	.000000
110	.0000E+00	-.1042E-03	-.2014E-03	.0000E+00
112	.000000	-.001911	.000625	.000000
116	.000000	-.012704	-.000032	.000000
120	.000000	-.001551	-.000566	.000000
122	.0000E+00	-.9504E-03	.4340E-03	.0000E+00
126	.000000	-.010403	.000000	.000000
130	.0000E+00	-.9504E-03	-.4340E-03	.0000E+00
132	.000000	-.001551	.000566	.000000
136	.000000	-.012704	.000032	.000000
140	.000000	-.001911	-.000625	.000000
142	.0000E+00	-.1042E-03	.2014E-03	.0000E+00
146	.000000	-.006469	.000315	.000000
150	.000000	-.002836	-.000792	.000000

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

LOAD CONDITION 2 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
102	.000000	-.003924	.001122	.000000
106	.000000	-.011764	-.000109	.000000
110	.000000	-.002923	-.000910	.000000
112	.000000	.003234	-.000626	.000000
116	.000000	.006629	.000175	.000000
120	.000000	.001263	.000303	.000000
122	.000000	-.001004	.000194	.000000
126	.000000	-.002057	-.000055	.000000
130	.0000E+00	-.3911E-03	-.9401E-04	.0000E+00
132	.0000E+00	.3104E-03	-.5998E-04	.0000E+00
136	.0000E+00	.6304E-03	.1719E-04	.0000E+00
140	.0000E+00	.1172E-03	.2838E-04	.0000E+00
142	.0000E+00	-.7025E-04	.1874E-04	.0000E+00
146	.0000E+00	-.1689E-03	-.3077E-05	.0000E+00
150	.0000E+00	-.4504E-04	-.1316E-04	.0000E+00

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

LOAD CONDITION 3 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
102	.000000	.002103	-.000615	.000000
106	.000000	.007886	-.000144	.000000
110	.000000	.003281	.000875	.000000
112	.000000	-.005396	.001276	.000000
116	.000000	-.021242	.000012	.000000
120	.000000	-.005532	-.001298	.000000
122	.000000	.004460	-.000863	.000000
126	.000000	.009136	.000242	.000000
130	.000000	.001737	.000418	.000000
132	.000000	-.001379	.000266	.000000
136	.000000	-.002800	-.000076	.000000
140	.0000E+00	-.5205E-03	-.1260E-03	.0000E+00
142	.0000E+00	.3120E-03	-.8324E-04	.0000E+00
146	.0000E+00	.7499E-03	.1367E-04	.0000E+00
150	.0000E+00	.2000E-03	.5846E-04	.0000E+00

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

LOAD CONDITION 4 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
102	.000000	.001517	-.000443	.000000
106	.000000	.005688	-.000104	.000000
110	.000000	.002366	.000631	.000000
112	.000000	-.003871	.000906	.000000
116	.000000	-.013036	-.000212	.000000
120	.000000	-.001491	-.000517	.000000
122	.0000E+00	-.5577E-03	.3140E-03	.0000E+00
126	.000000	-.010154	.000242	.000000
130	.000000	-.003281	-.000760	.000000
132	.000000	.002662	-.000514	.000000
136	.000000	.005407	.000147	.000000
140	.000000	.001005	.000243	.000000
142	.0000E+00	-.6025E-03	.1608E-03	.0000E+00
146	.000000	-.001448	-.000026	.000000
150	.0000E+00	-.3863E-03	-.1129E-03	.0000E+00

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

LOAD CONDITION 5 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
102	.000000	-.001859	.000533	.000000
106	.000000	-.005801	-.000022	.000000
110	.000000	-.001635	-.000487	.000000
112	.000000	.002081	-.000442	.000000
116	.000000	.006952	-.000049	.000000
120	.000000	.002636	.000532	.000000
122	.000000	-.003073	.000709	.000000
126	.000000	-.011323	-.000009	.000000
130	.000000	-.002899	-.000680	.000000
132	.000000	.002332	-.000451	.000000
136	.000000	.004736	.000129	.000000
140	.0000E+00	.8805E-03	.2132E-03	.0000E+00
142	.0000E+00	-.5278E-03	.1408E-03	.0000E+00
146	.000000	-.001269	-.000023	.000000
150	.0000E+00	-.3383E-03	-.9889E-04	.0000E+00

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

LOAD CONDITION 6 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
102	.000000	.001067	-.000312	.000000
106	.000000	.004000	-.000073	.000000
110	.000000	.001664	.000444	.000000
112	.000000	-.002742	.000649	.000000
116	.000000	-.011144	.000042	.000000
120	.000000	-.003211	-.000726	.000000
122	.000000	.002885	-.000597	.000000
126	.000000	.008558	-.000003	.000000
130	.000000	.002921	.000602	.000000
132	.000000	-.003285	.000748	.000000
136	.000000	-.011621	-.000028	.000000
140	.000000	-.002890	-.000683	.000000
142	.000000	.001755	-.000468	.000000
146	.000000	.004220	.000077	.000000
150	.000000	.001125	.000329	.000000

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

LOAD CONDITION 7 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
102	.0000E+00	-.3211E-03	.9386E-04	.0000E+00
106	.000000	-.001204	.000022	.000000
110	.0000E+00	-.5009E-03	-.1337E-03	.0000E+00
112	.0000E+00	.8357E-03	-.2023E-03	.0000E+00
116	.000000	.004495	-.000123	.000000
120	.000000	.002213	.000428	.000000
122	.000000	-.002754	.000648	.000000
126	.000000	-.010881	.000024	.000000
130	.000000	-.003021	-.000691	.000000
132	.000000	.002627	-.000533	.000000
136	.000000	.007100	.000039	.000000
140	.000000	.002189	.000462	.000000
142	.000000	-.001739	.000520	.000000
146	.000000	-.006281	.000028	.000000
150	.000000	-.002029	-.000580	.000000

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

LOAD CONDITION 8 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
102	.0000E+00	-.5497E-03	.1503E-03	.0000E+00
106	.0000E+00	-.1892E-02	-.1114E-03	.0000E+00
110	.0000E+00	.4076E-03	.5726E-04	.0000E+00
112	.000000	-.001309	.000368	.000000
116	.000000	-.007719	.000088	.000000
120	.000000	-.002219	-.000516	.000000
122	.000000	.001796	-.000347	.000000
126	.000000	.003678	.000098	.000000
130	.0000E+00	.6992E-03	.1681E-03	.0000E+00
132	.0000E+00	-.5550E-03	.1072E-03	.0000E+00
136	.000000	-.001127	-.000031	.000000
140	.0000E+00	-.2095E-03	-.5073E-04	.0000E+00
142	.0000E+00	.1256E-03	-.3351E-04	.0000E+00
146	.0000E+00	.3019E-03	.5501E-05	.0000E+00
150	.0000E+00	.8051E-04	.2353E-04	.0000E+00

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

LOAD CONDITION 9 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
102	.0000E+00	.6619E-03	-.1935E-03	.0000E+00
106	.000000	.002482	-.000045	.000000
110	.000000	.001032	.000275	.000000
112	.000000	-.001688	.000394	.000000
116	.000000	-.005477	-.000113	.000000
120	.0000E+00	-.4190E-03	-.1871E-03	.0000E+00
122	.0000E+00	-.6163E-03	.2336E-03	.0000E+00
126	.000000	-.006290	.000125	.000000
130	.000000	-.001942	-.000450	.000000
132	.000000	.001573	-.000304	.000000
136	.000000	.003194	.000087	.000000
140	.0000E+00	.5938E-03	.1438E-03	.0000E+00
142	.0000E+00	-.3559E-03	.9496E-04	.0000E+00
146	.0000E+00	-.8555E-03	-.1559E-04	.0000E+00
150	.0000E+00	-.2282E-03	-.6669E-04	.0000E+00

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

LOAD CONDITION 10 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
102	.0000E+00	-.2052E-03	.5997E-04	.0000E+00
106	.0000E+00	-.7693E-03	.1402E-04	.0000E+00
110	.0000E+00	-.3201E-03	-.8540E-04	.0000E+00
112	.0000E+00	.5340E-03	-.1293E-03	.0000E+00
116	.000000	.002872	-.000078	.000000
120	.000000	.001414	.000273	.000000
122	.000000	-.001748	.000405	.000000
126	.000000	-.005584	-.000117	.000000
130	.0000E+00	-.4348E-03	-.1908E-03	.0000E+00
132	.0000E+00	-.5953E-03	.2283E-03	.0000E+00
136	.000000	-.006159	.000121	.000000
140	.000000	-.001874	-.000437	.000000
142	.000000	.001147	-.000306	.000000
146	.000000	.002757	.000050	.000000
150	.0000E+00	.7352E-03	.2149E-03	.0000E+00

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

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

NUMBER OF EQUATIONS	=	192
NUMBER OF MASSES	=	90
NUMBER OF VALUES TO BE EVALUATED	=	5
SIZE OF SUBSPACE	=	9

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

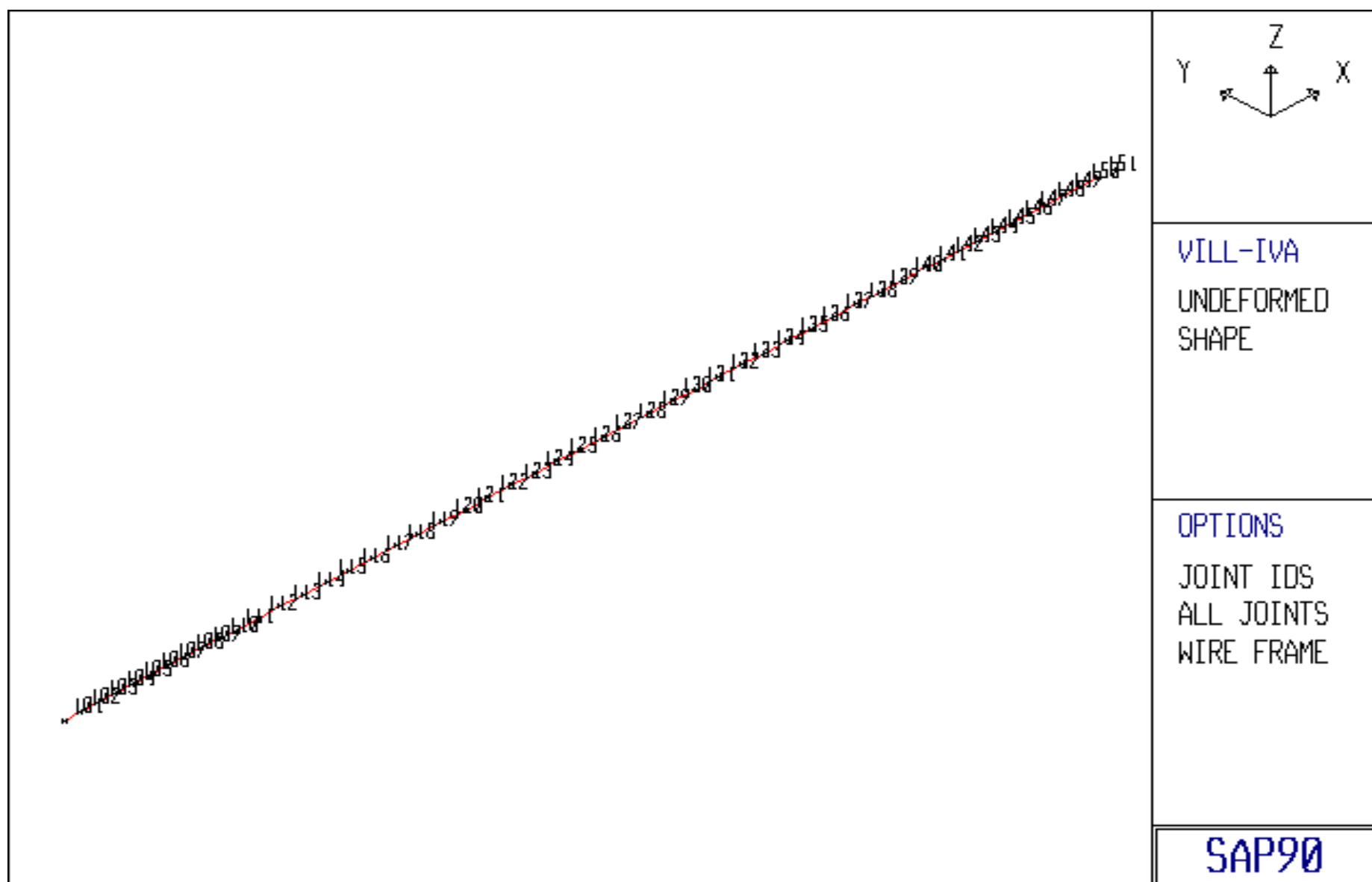
MODE NUMBER	EIGENVALUE (RAD/SEC)**2	CIRCULAR FREQ (RAD/SEC)	FREQUENCY (CYCLES/SEC)	PERIOD (SEC)
1	.216857E+03	.147261E+02	2.343725	.426671
2	.374653E+03	.193559E+02	3.080595	.324613
3	.668828E+03	.258617E+02	4.116019	.242953
4	.112883E+04	.335981E+02	5.347296	.187010
5	.130915E+04	.361822E+02	5.758574	.173654

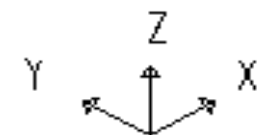
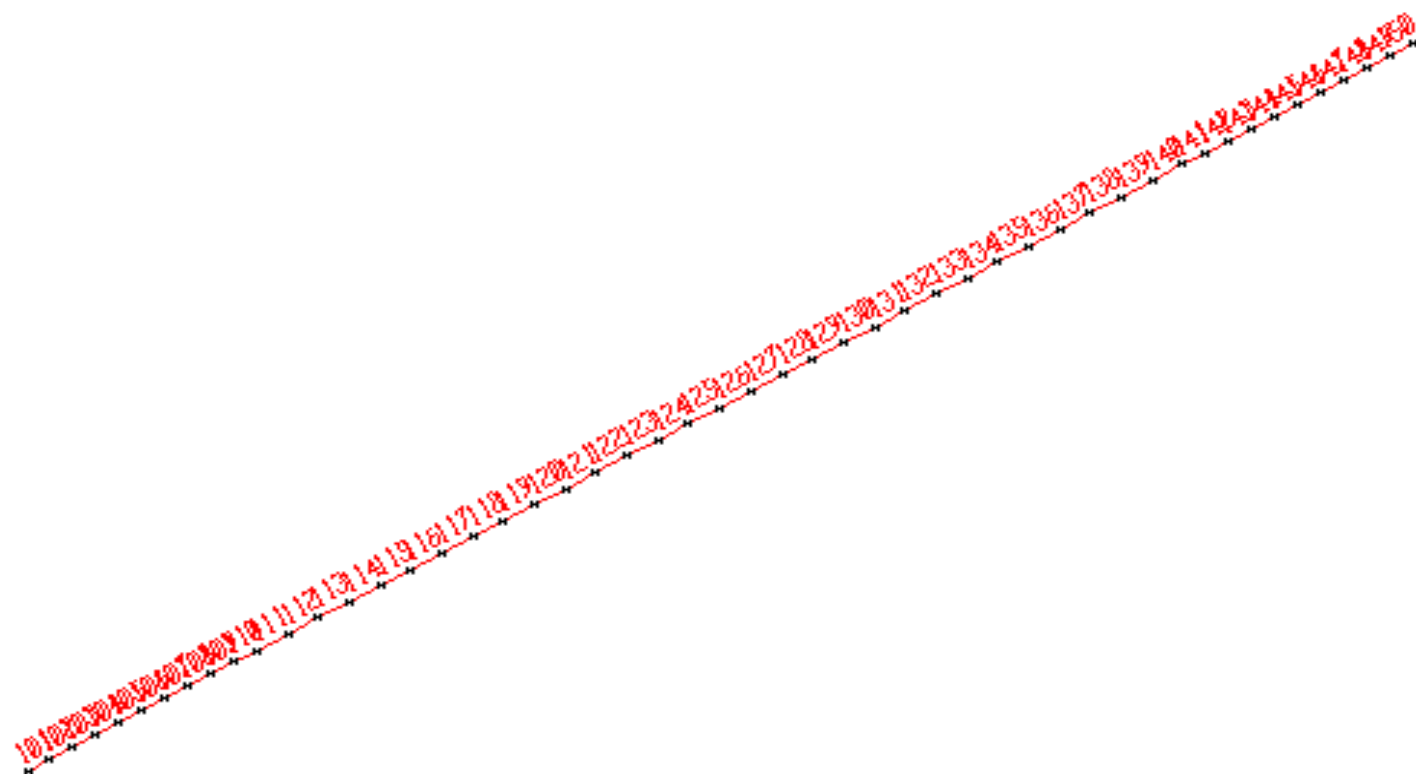
B A S E F O R C E R E A C T I O N F A C T O R S

MODE	PERIOD	X	Y	Z	X	Y	Z
# (sec)	DIRECTION	DIRECTION	DIRECTION	MOMENT	MOMENT	MOMENT	MOMENT
1	.427	-.158E-05	.000E+00	-.180E+01	.000E+00	.181E+03	.000E+00
2	.325	.523E-05	.000E+00	.206E-05	.000E+00	-.134E+03	.000E+00
3	.243	-.172E-03	.000E+00	-.103E+02	.000E+00	.104E+04	.000E+00
4	.187	-.429E-05	.000E+00	.111E-03	.000E+00	.275E+04	.000E+00
5	.174	.143E-02	.000E+00	.494E+02	.000E+00	-.498E+04	.000E+00

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

MODE	X-DIR	Y-DIR	Z-DIR	X-SUM	Y-SUM	Z-SUM
1	.000	00.000	.096	.000	00.000	.096
2	.000	00.000	.000	.000	00.000	.096
3	.000	00.000	3.137	.000	00.000	3.233
4	.000	00.000	.000	.000	00.000	3.233
5	.000	00.000	72.179	.000	00.000	75.412

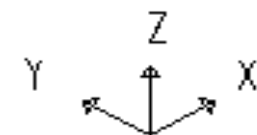
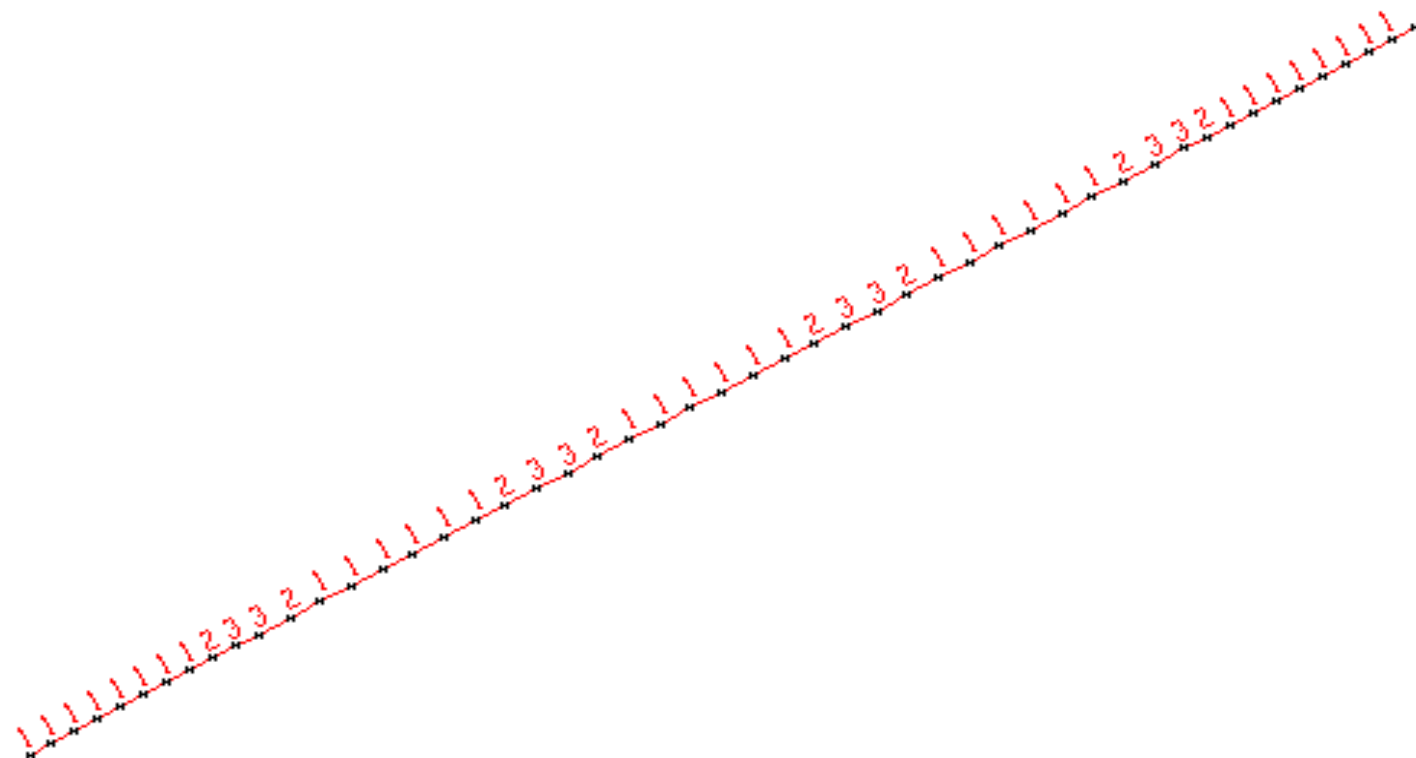




VILL-IVA
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
ALL JOINTS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

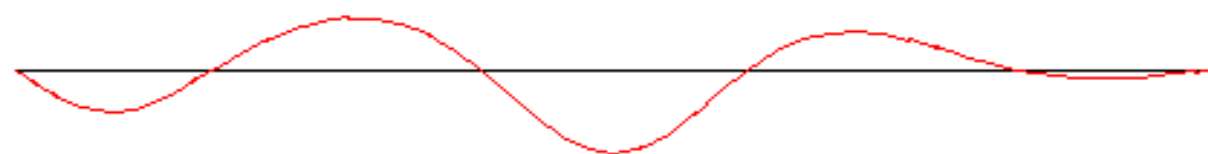
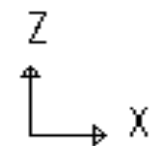
SAP90



VILL-IVA
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
ALL JOINTS
PROPERTY IDS
WIRE FRAME

SAP90



VILL-IVA

DEFORMED
SHAPE

LOAD 5

MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.1132E-01

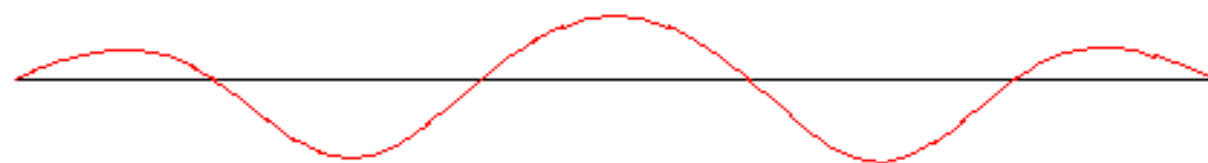
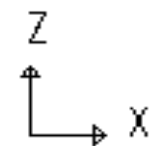
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z .6952E-02

SAP90



VILL-IVA

DEFORMED
SHAPE

LOAD 6

MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.1162E-01

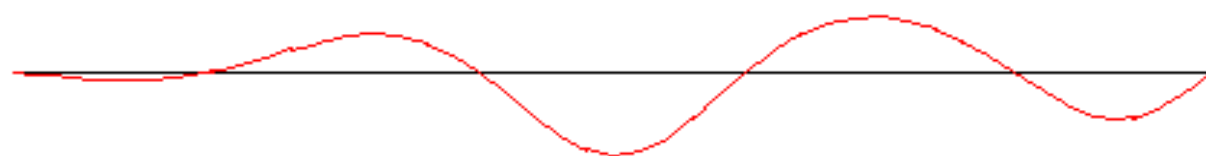
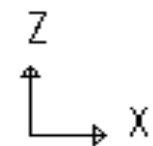
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z .8558E-02

SAP90



VILL-IVA

DEFORMED
SHAPE

LOAD 7

MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.1088E-01

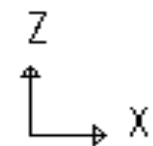
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z .7100E-02

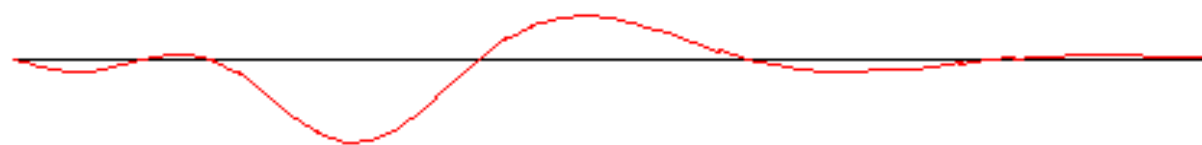
SAP90



VILL-IVA

DEFORMED
SHAPE

LOAD 8



MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z $-.7719 \times 10^{-2}$

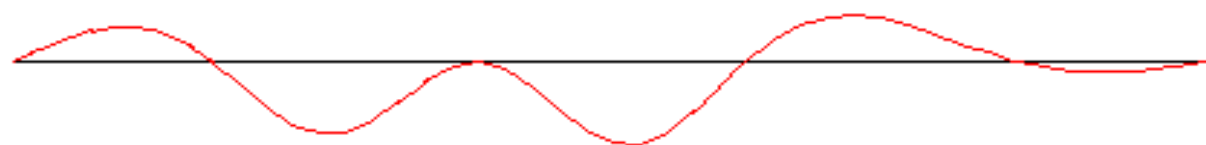
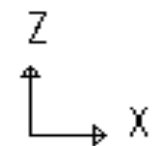
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z $.3943 \times 10^{-2}$

SAP90



VILL-IVA

DEFORMED
SHAPE

LOAD 9

MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.6388E-02

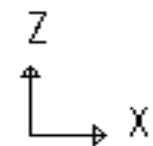
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z .3434E-02

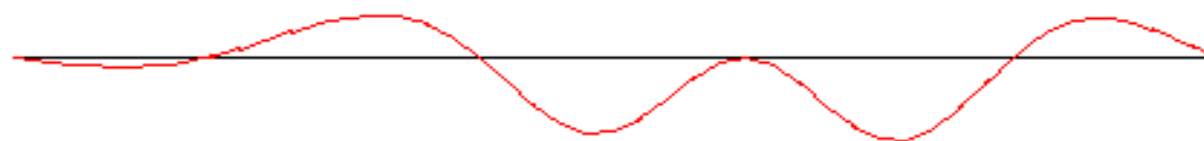
SAP90



VILL-IVA

DEFORMED
SHAPE

LOAD 10



MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.6244E-02

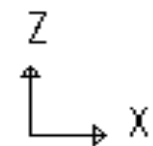
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z .3089E-02

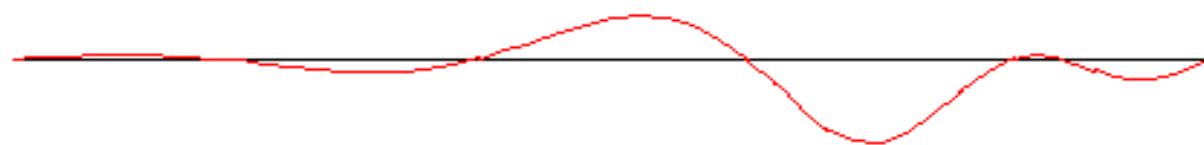
SAP90



VILL-IVA

DEFORMED
SHAPE

LOAD 11



MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.6936E-02

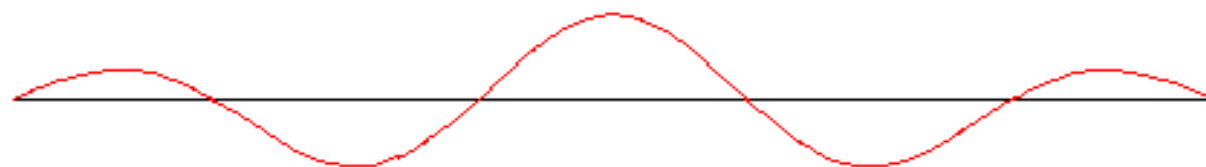
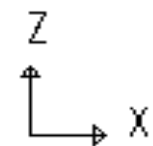
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z .3568E-02

SAP90



VILL-IVA

MODE

SHAPE

MODE 1

MINIMA

X $-.4720\text{E}-08$

Y $.0000\text{E}+00$

Z $-.2558\text{E}-01$

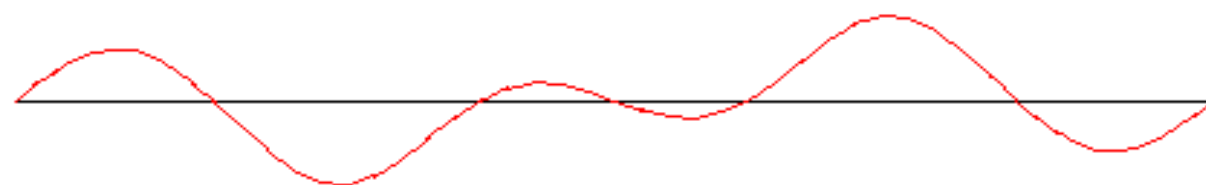
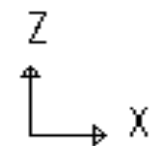
MAXIMA

X $.5583\text{E}-08$

Y $.0000\text{E}+00$

Z $.3135\text{E}-01$

SAP90



VILL-IVA

MODE

SHAPE

MODE 2

MINIMA

X $-.2691\text{E}-07$

Y $.0000\text{E}+00$

Z $-.3128\text{E}-01$

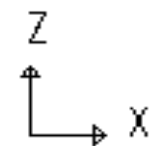
MAXIMA

X $.3280\text{E}-07$

Y $.0000\text{E}+00$

Z $.3128\text{E}-01$

SAP90

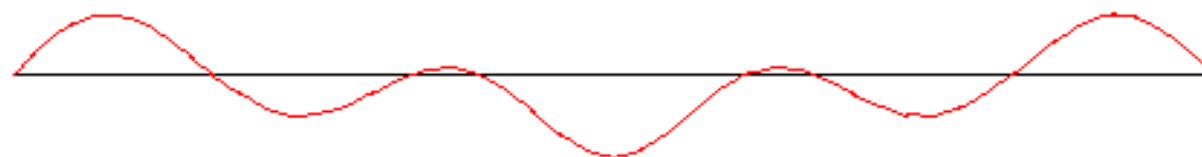


VILL-IVA

MODE

SHAPE

MODE 3



MINIMA

X $-.1819\text{E}-06$

Y $.0000\text{E}+00$

Z $-.3514\text{E}-01$

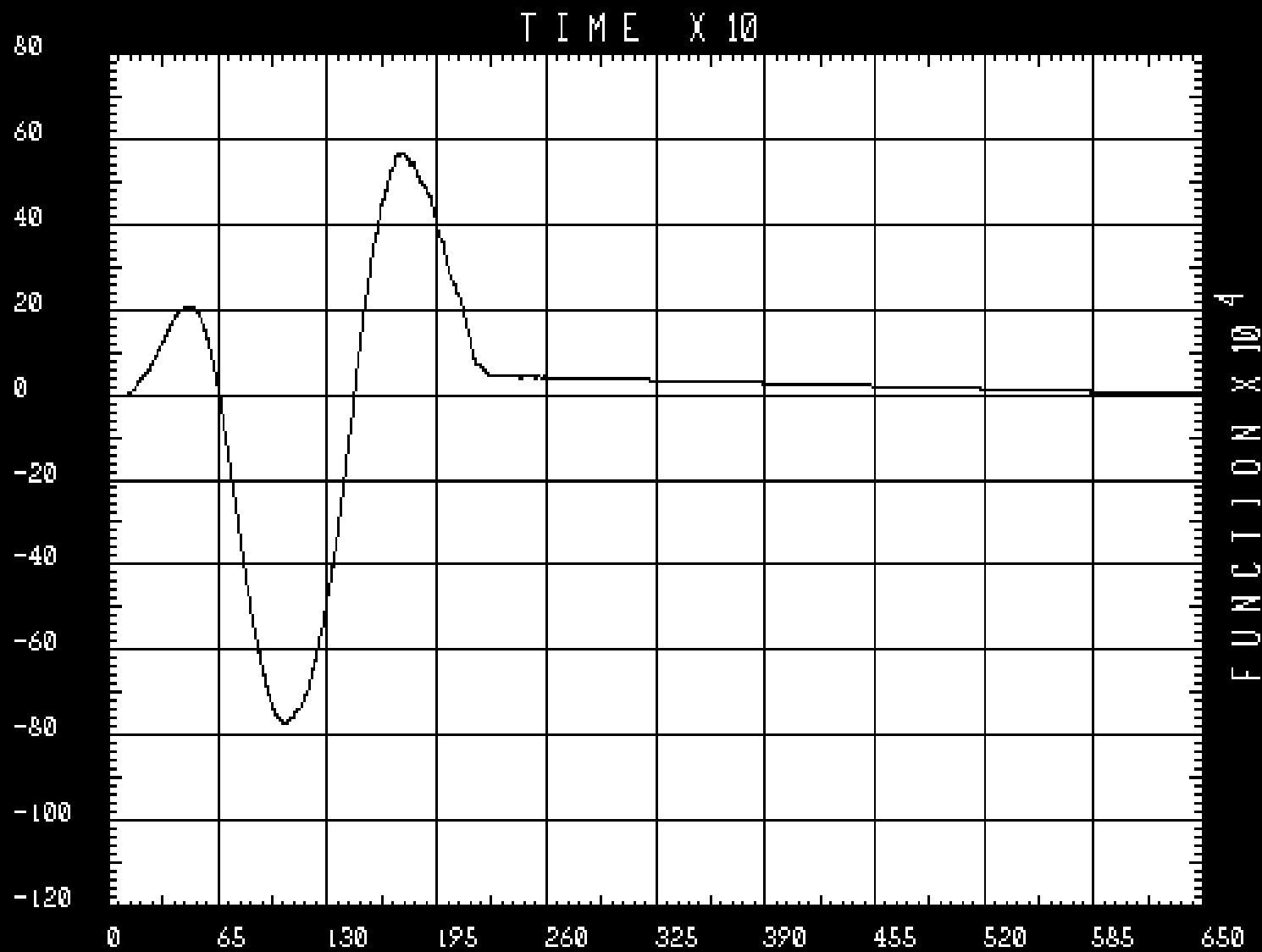
MAXIMA

X $.2154\text{E}-07$

Y $.0000\text{E}+00$

Z $.2466\text{E}-01$

SAP90



VILL-IVA

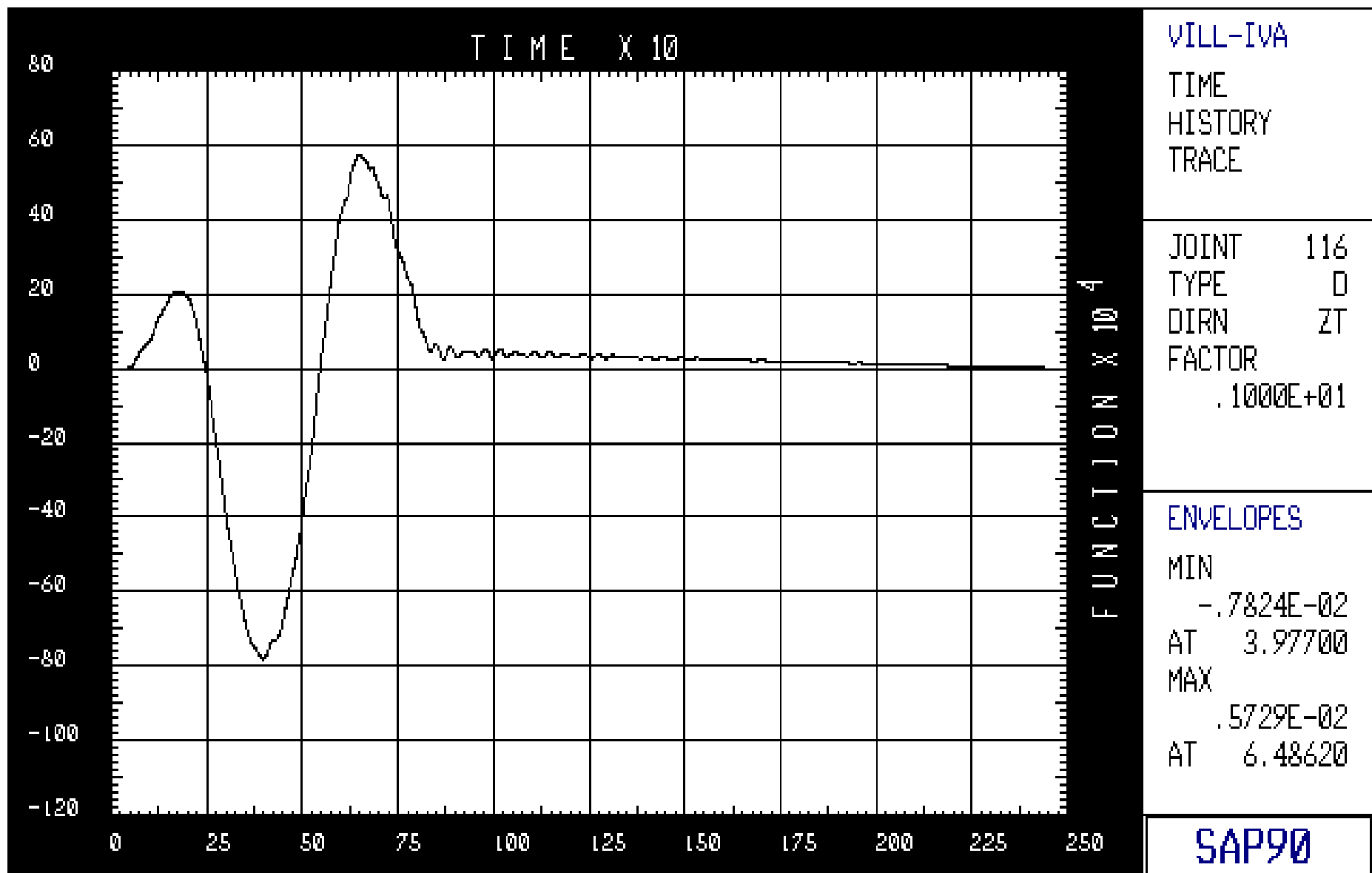
TIME
HISTORY
TRACE

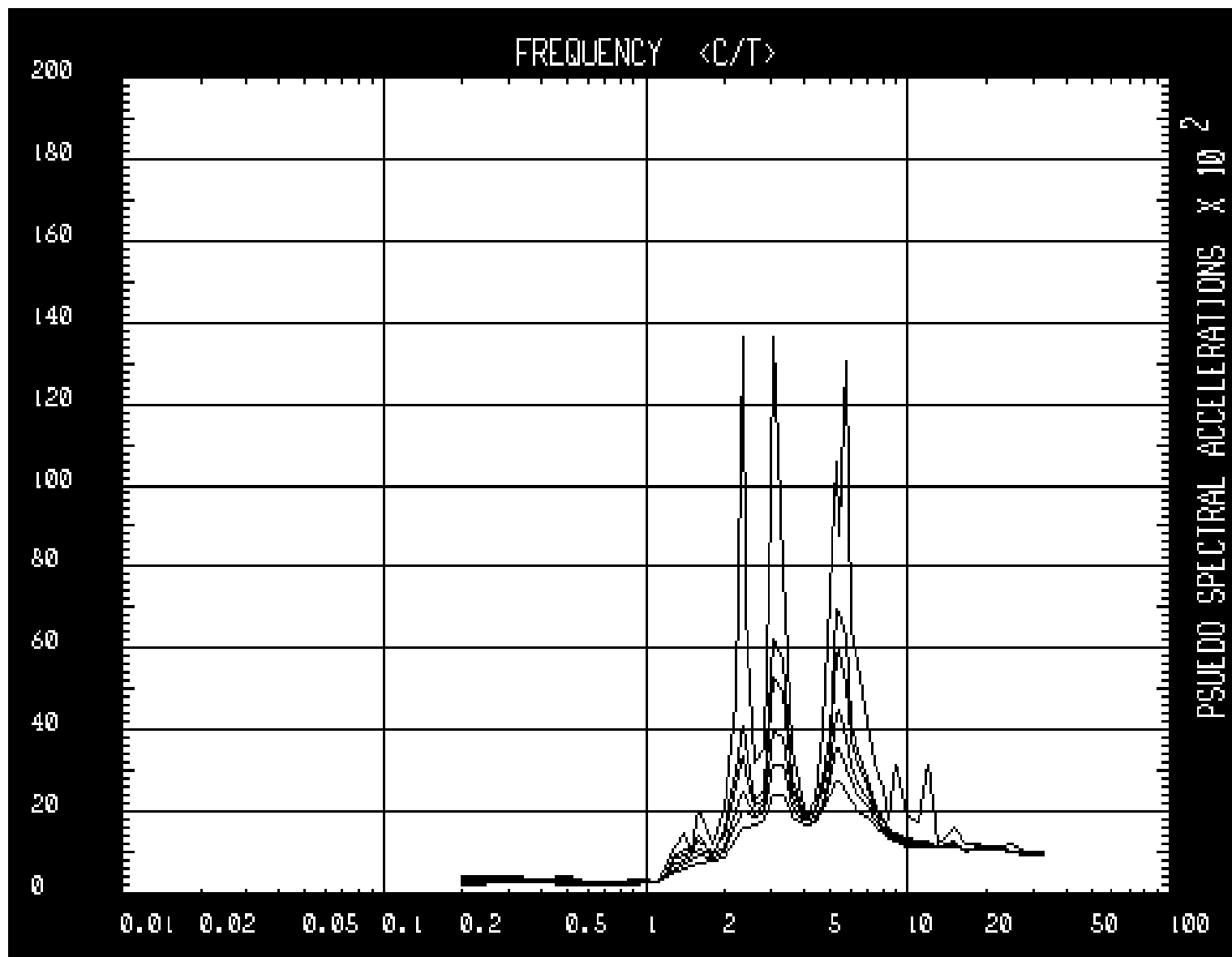
JOINT 116
TYPE 0
DIRN ZT
FACTOR
.1000E+01

ENVELOPES

MIN
-.7742E-02
AT 10.50760
MAX
.5674E-02
AT 17.46180

SAP90





VILL-IVA

RESPONSE
SPECTRUM
GENERATION

JOINT 116
DIRN ZT
FACTOR
.1000E+01

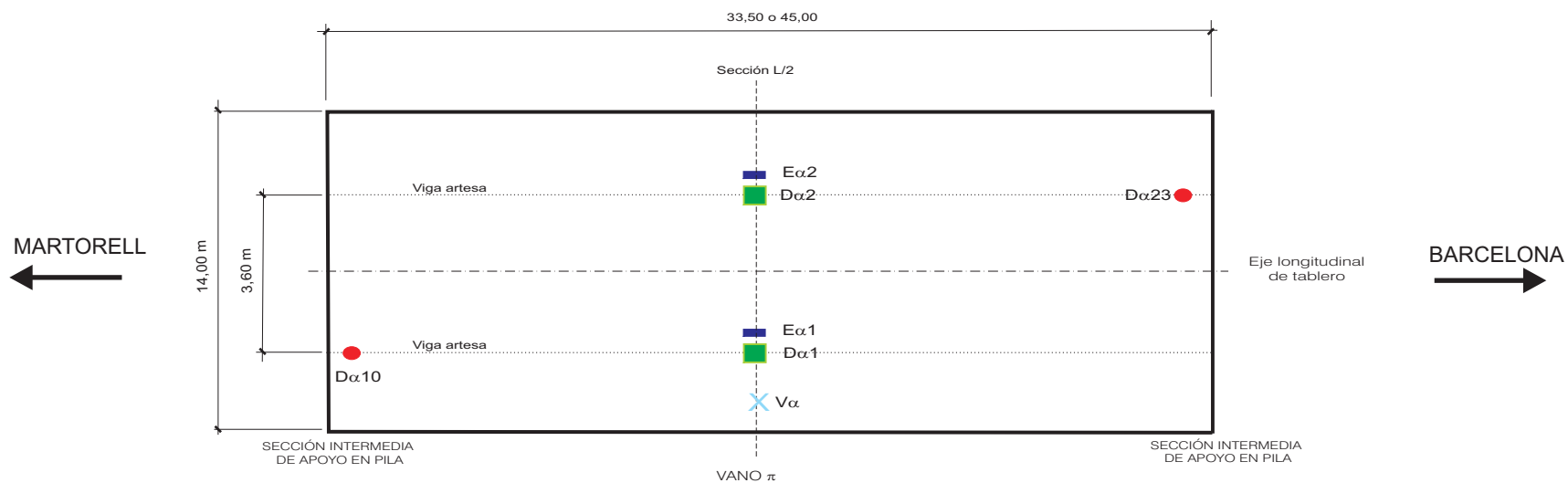
DAMPING
VALUES

MIN .000
.020
.030
.050
.070
MAX .100

SAP90

ANEJO C: TREN DE CARGAS Y SITUACIÓN DE LOS APARATOS DE MEDIDA

VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT CROQUIS INSTRUMENTACION



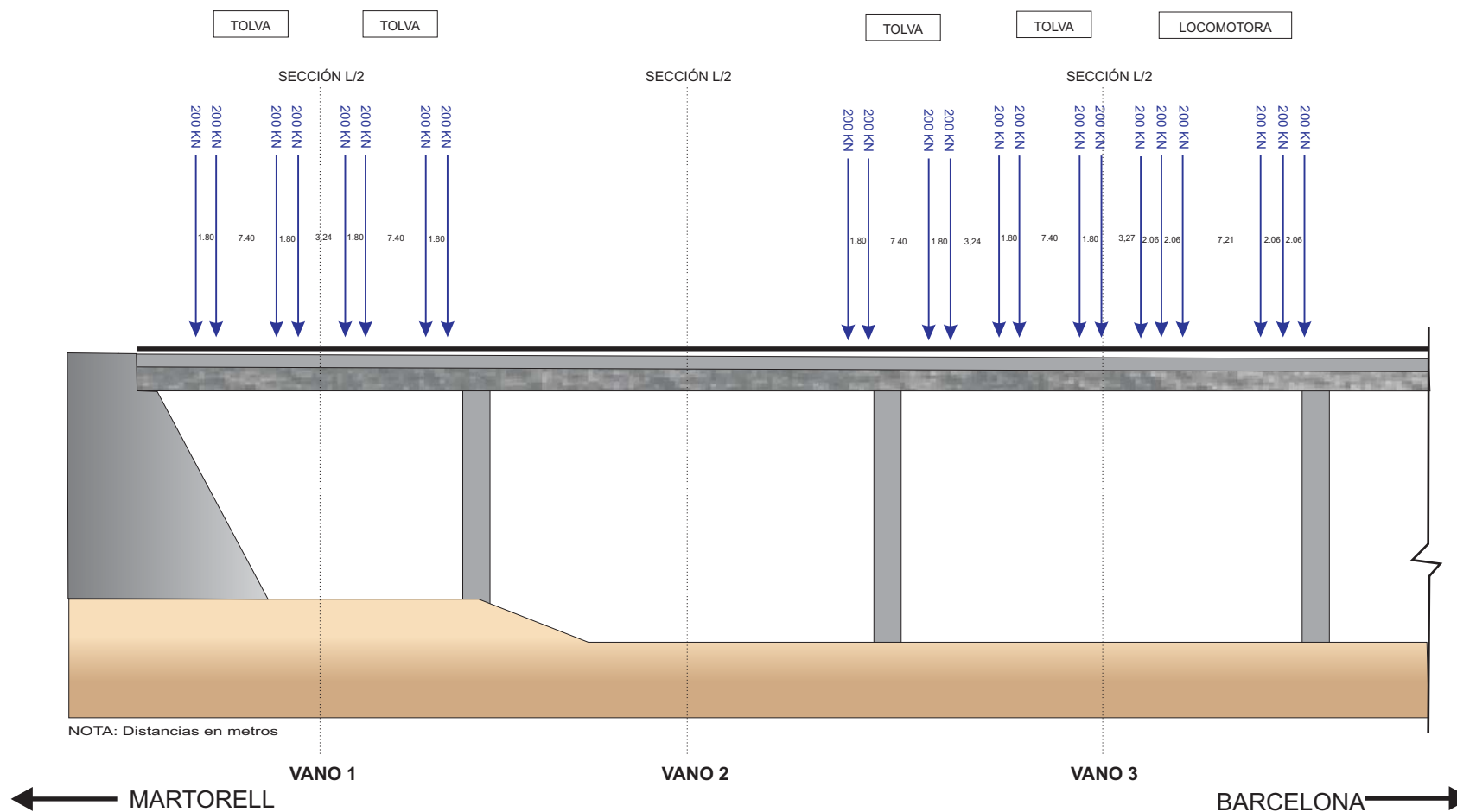
- Flecha en L/2
- Banda extensométrica
- X Vibraciones
- Flecha en apoyos

α : Caracter alfanumérico correlativo al nº de vanos
 II: Número de vano (1 al 5)

VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT

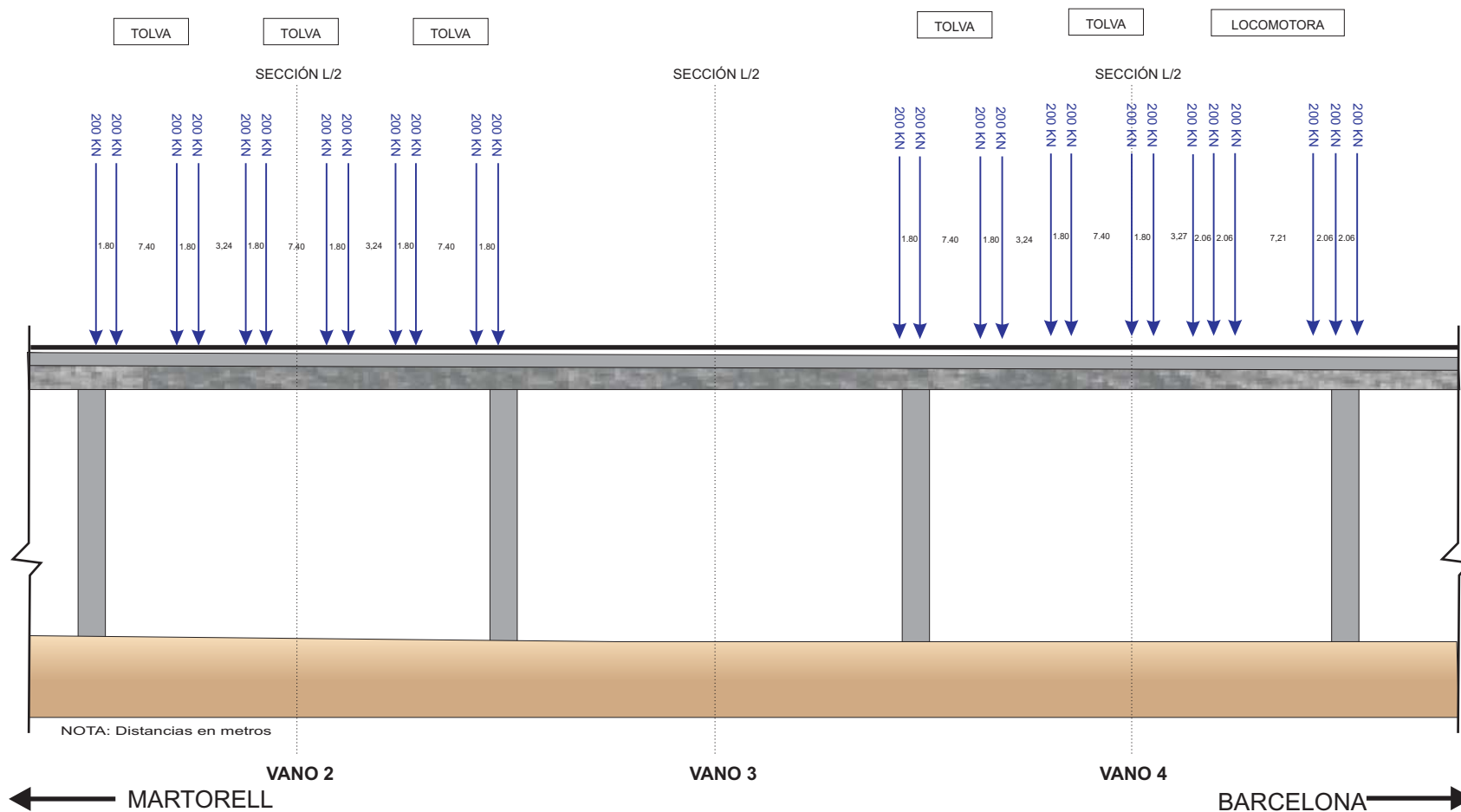
HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 5

LOCOMOTORA GIF+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



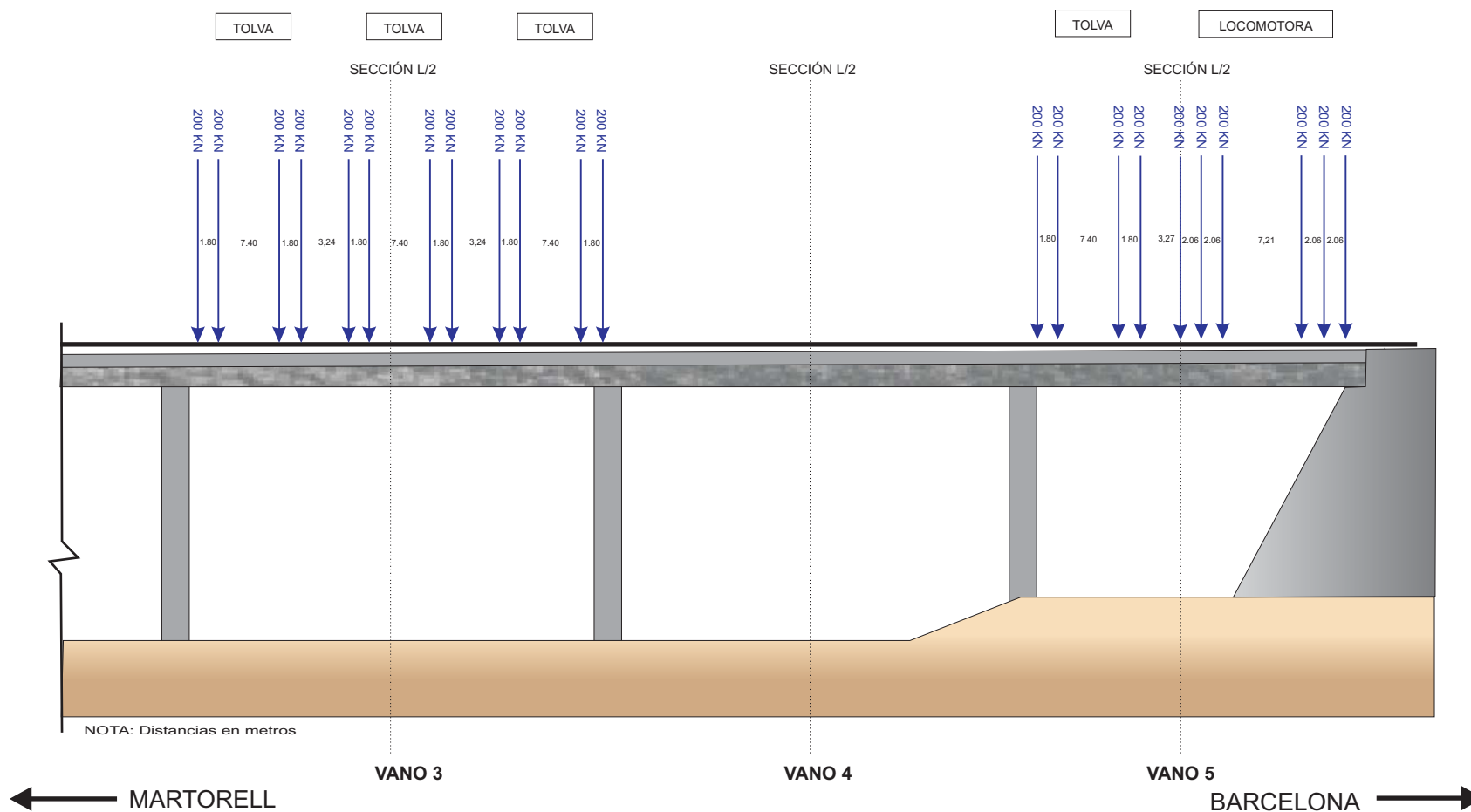
VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT

HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 6 LOCOMOTORA GIF+ 5 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



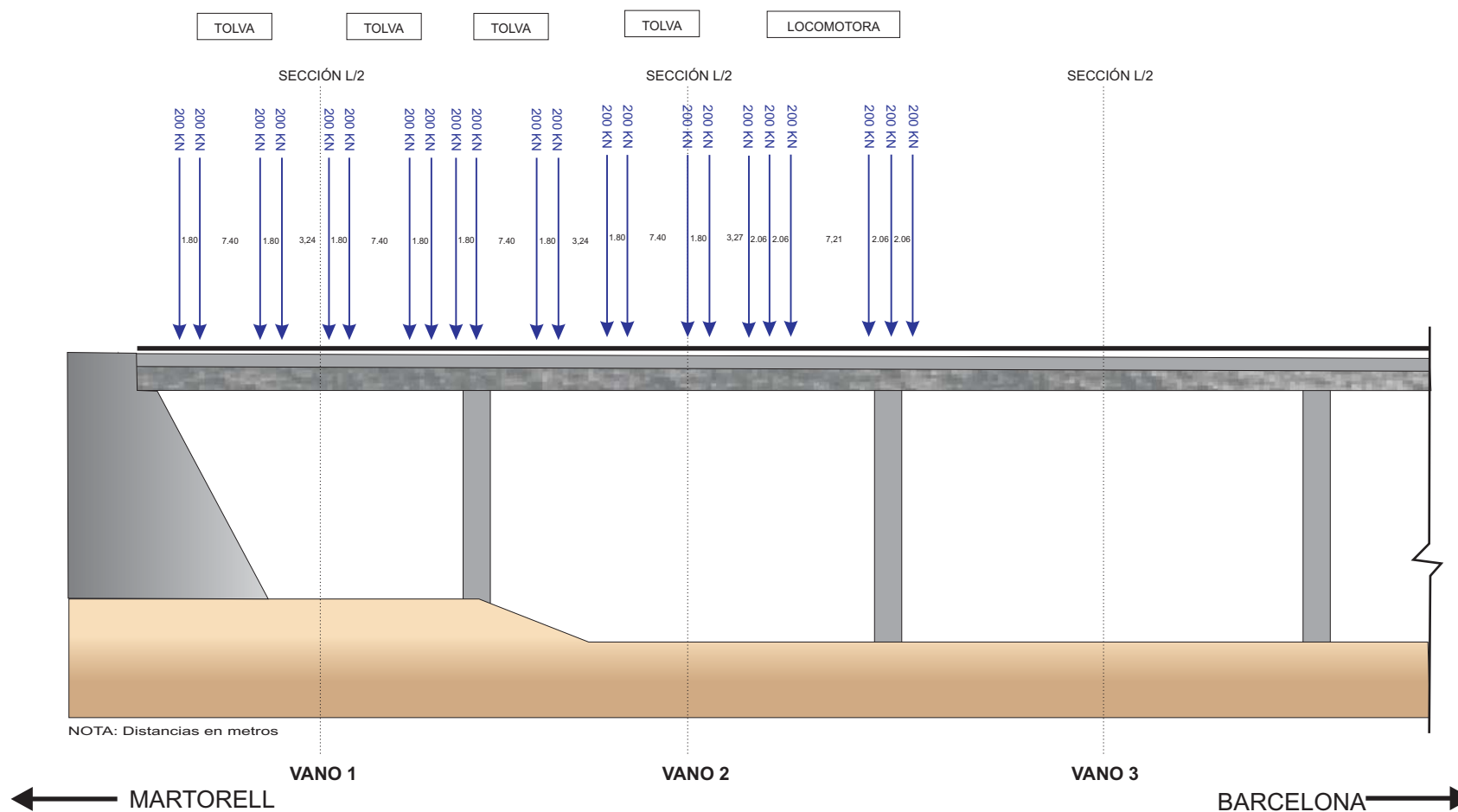
VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT

HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 7 LOCOMOTORA GIF+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



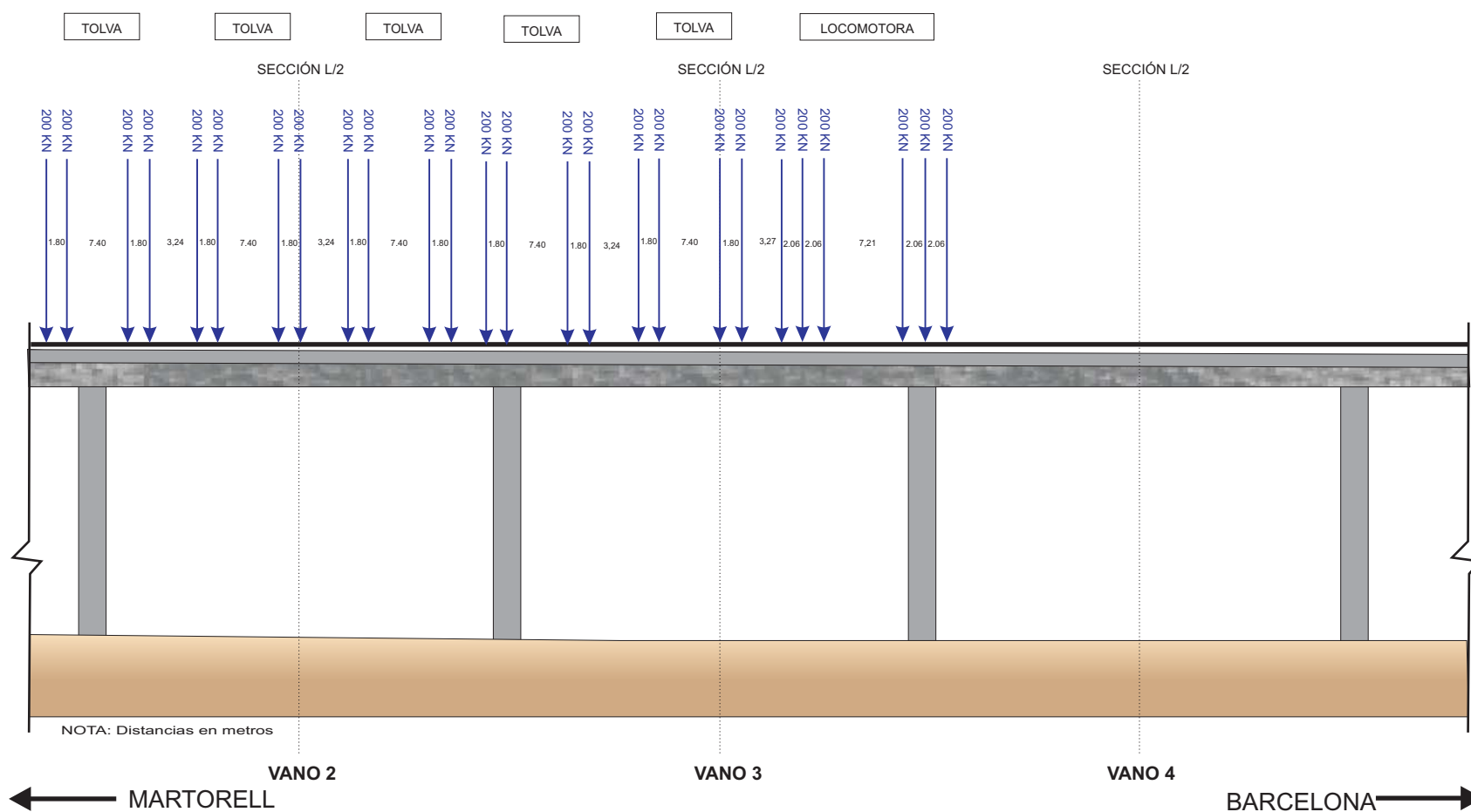
VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT

HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 8 LOCOMOTORA GIF+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



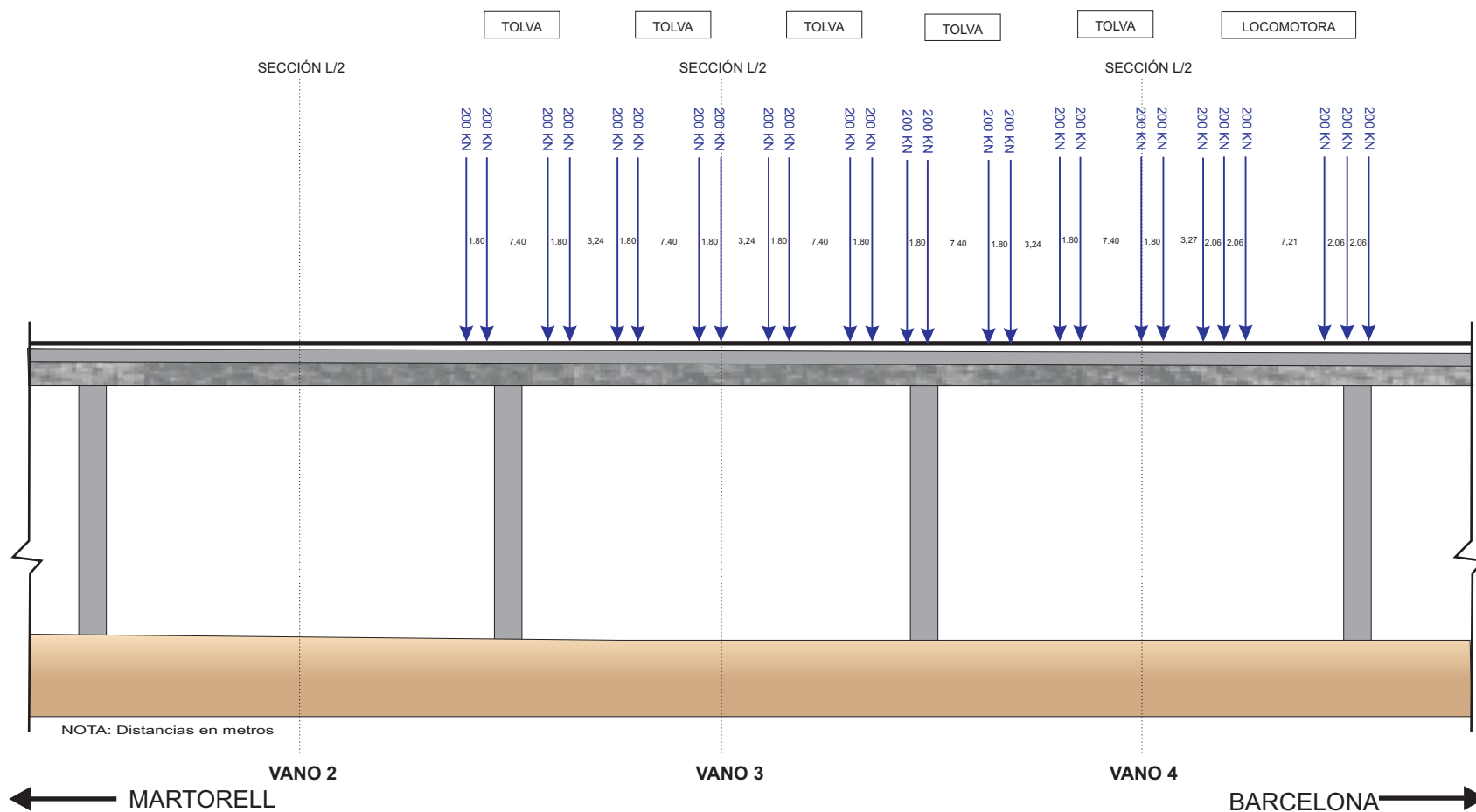
VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT

HIPOTESIS DE CÁLCULO Nº 9 LOCOMOTORA GIF+ 5 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT

HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 10 LOCOMOTORA GIF+ 5 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2

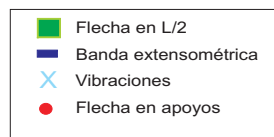
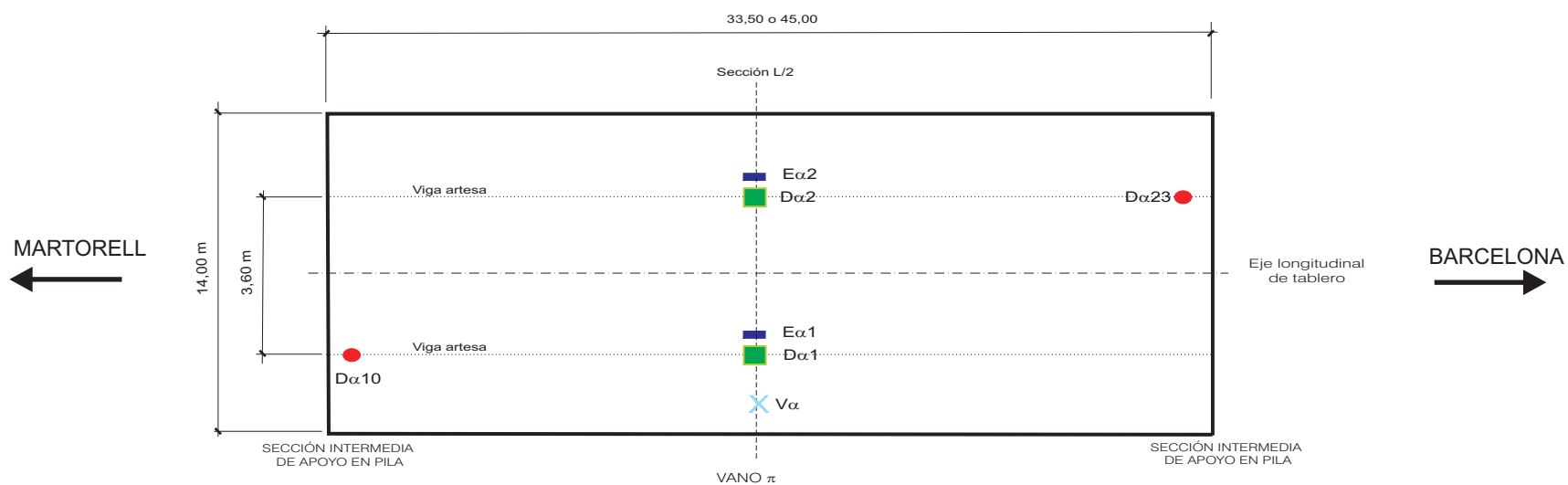


HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 11
LOCOMOTORA GIF+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



ANEJO Nº 3: ESQUEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y TREN DE CARGAS

VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT CROQUIS INSTRUMENTACION

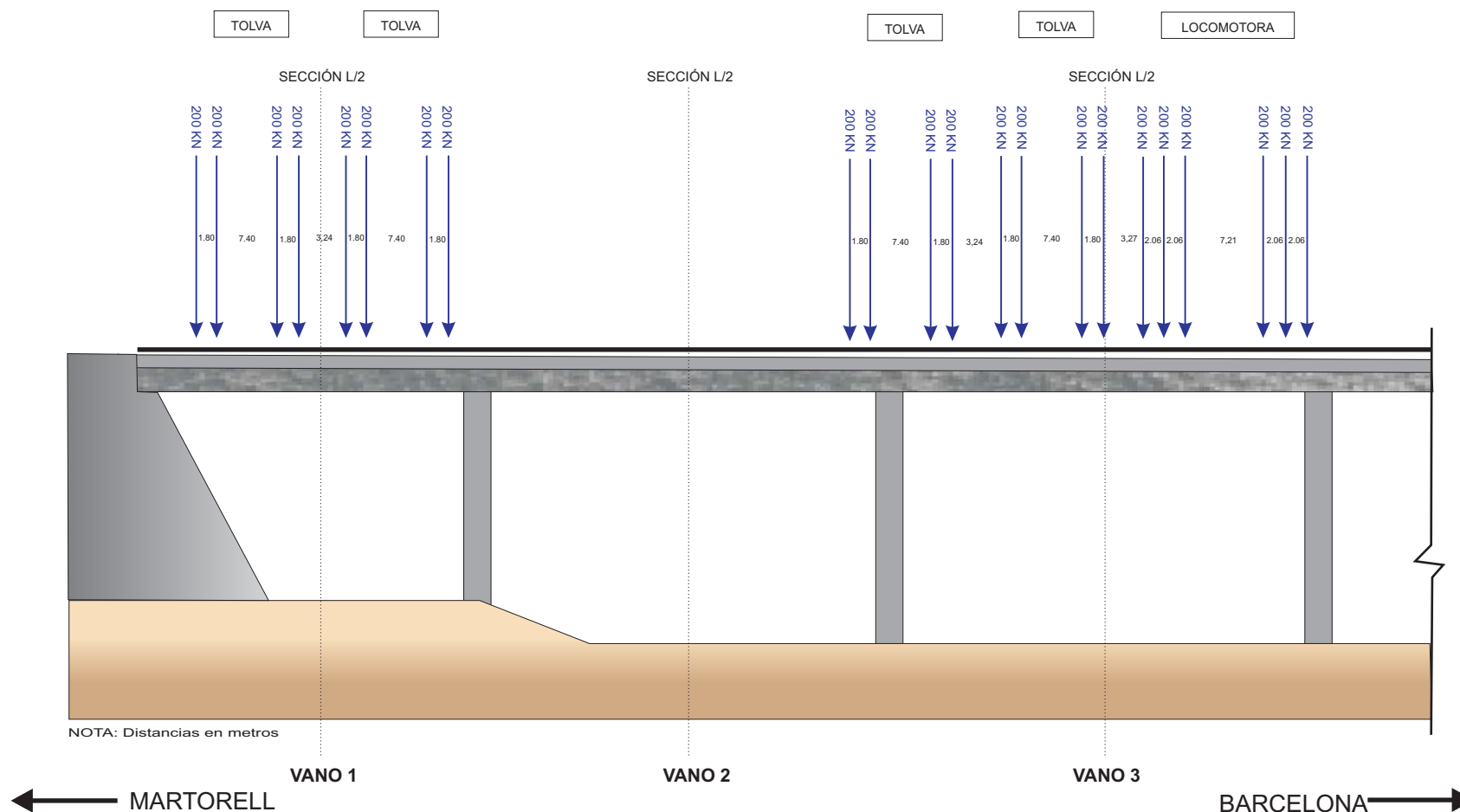


α: Caracter alfanumérico correlativo al nº de vanos
 II: Número de vano (1 al 5)

VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT

ESTÁTICA 00

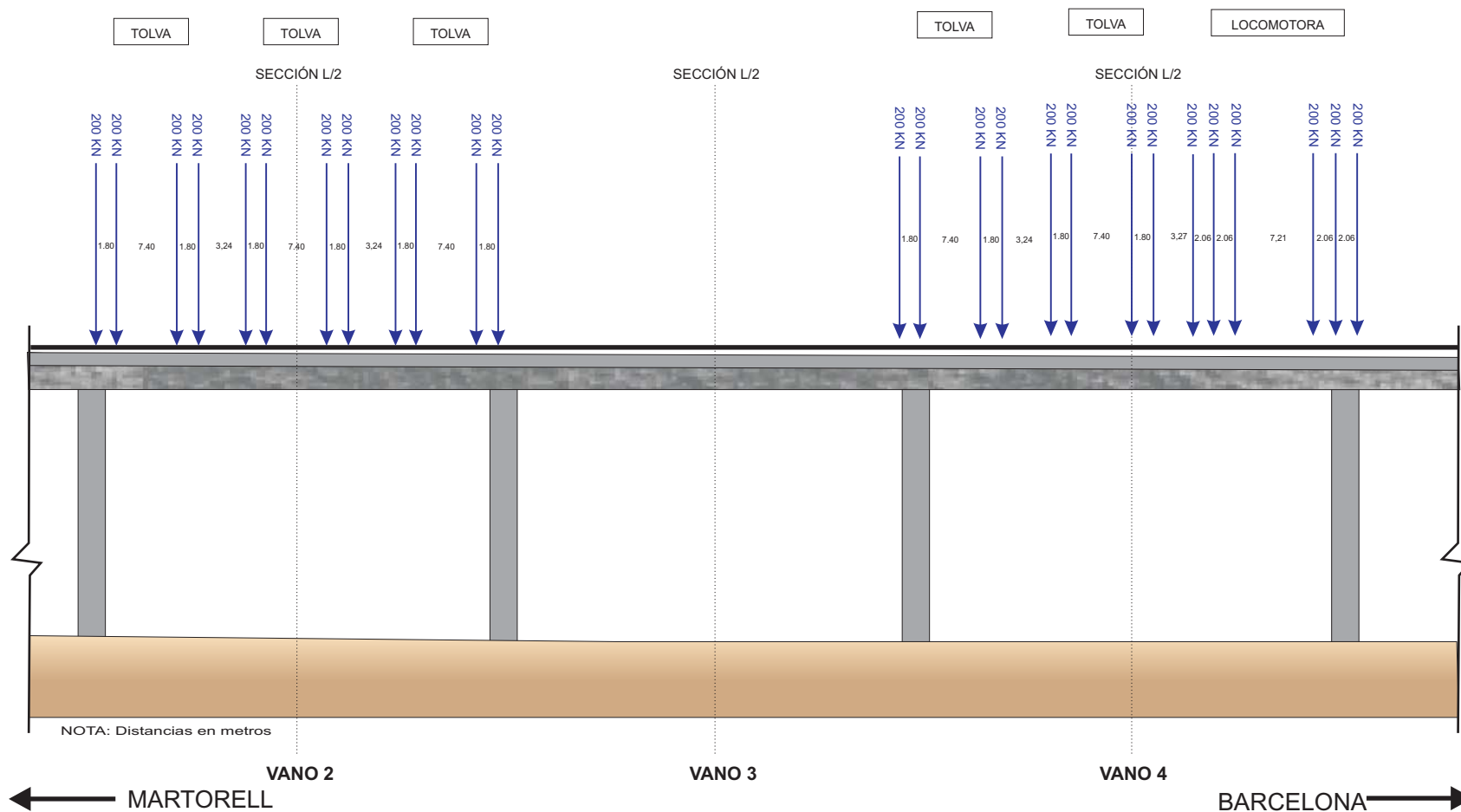
LOCOMOTORA GIF+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT

ESTÁTICA 01

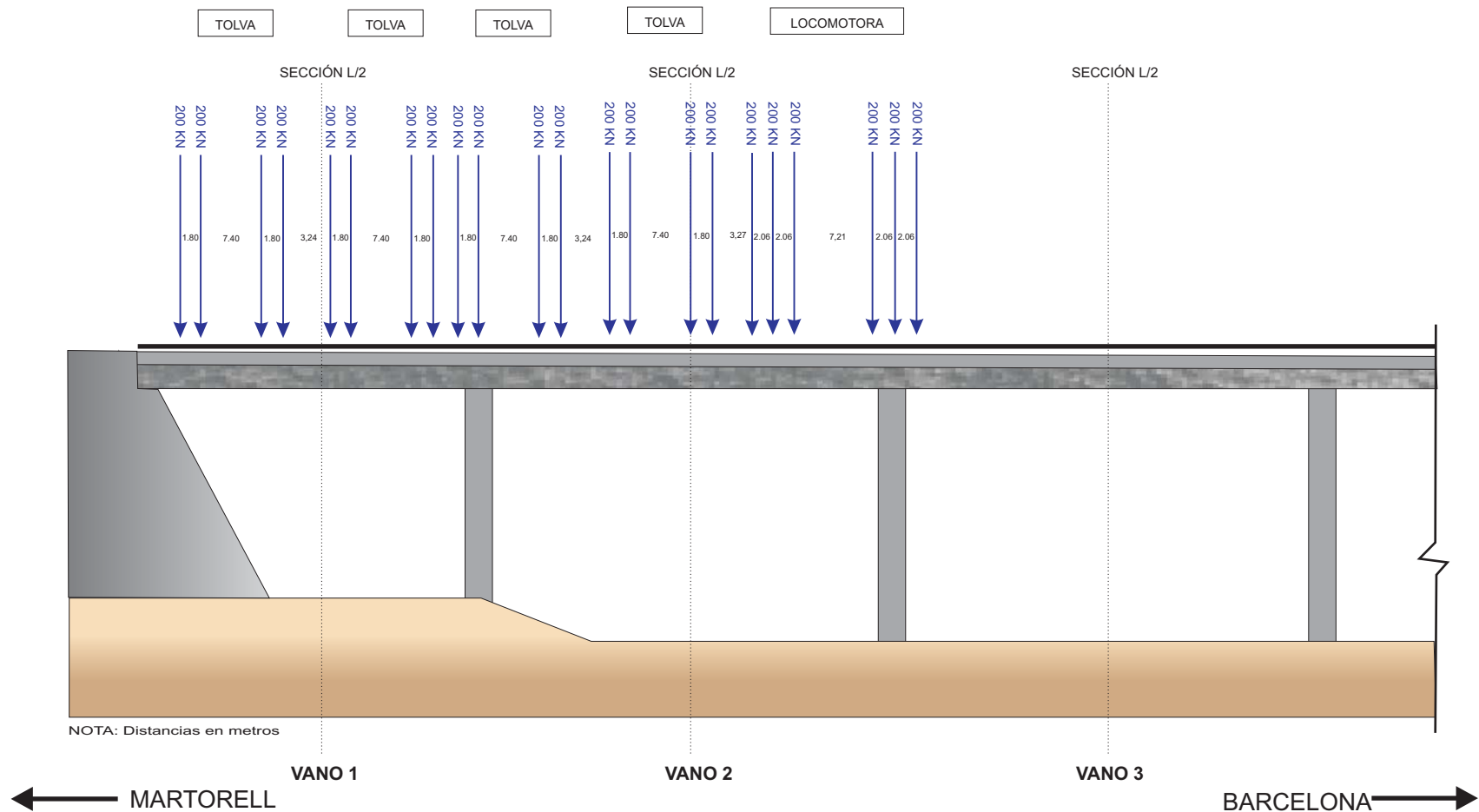
LOCOMOTORA GIF+ 5 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT

ESTÁTICA 02

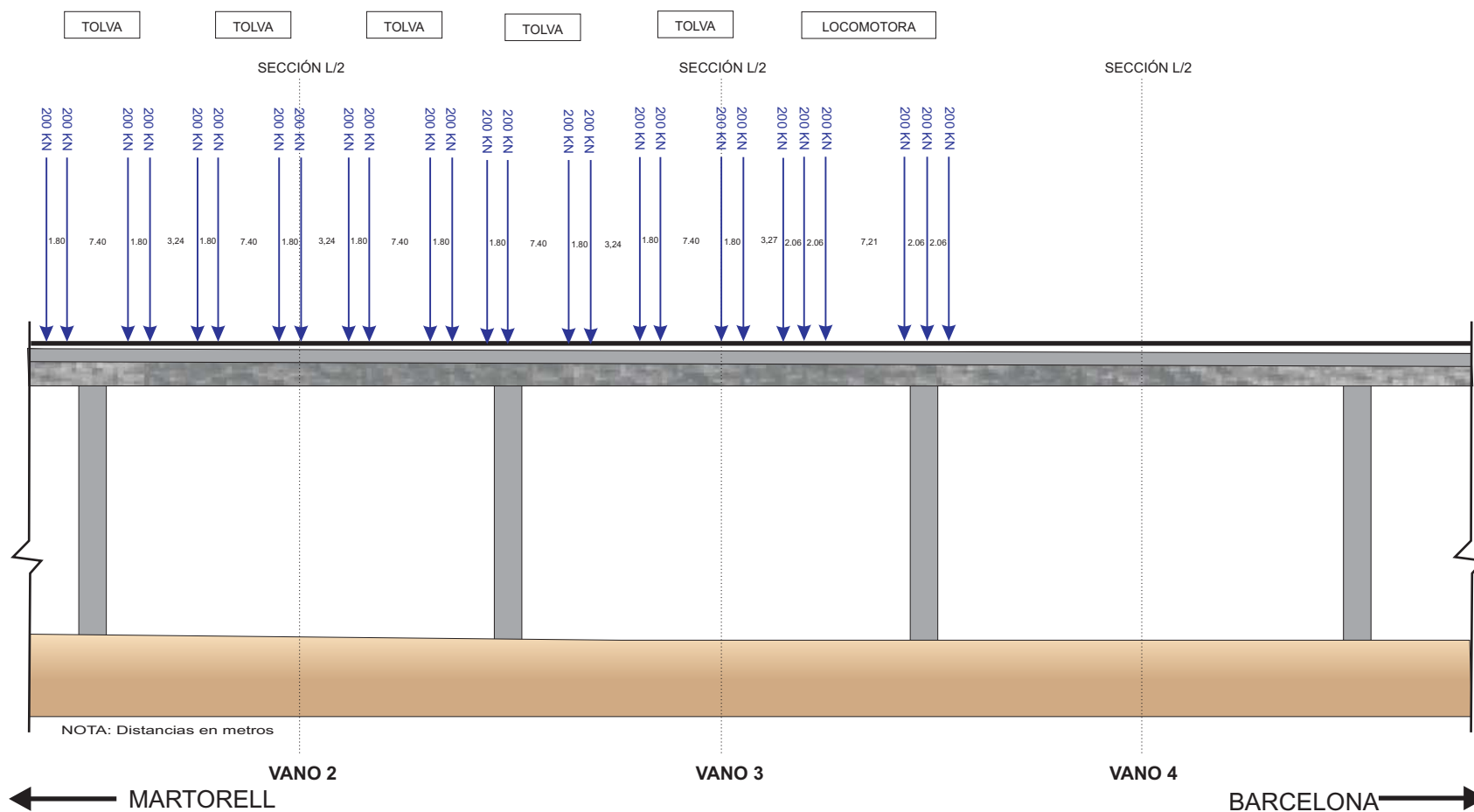
LOCOMOTORA GIF+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT

ESTÁTICA 03

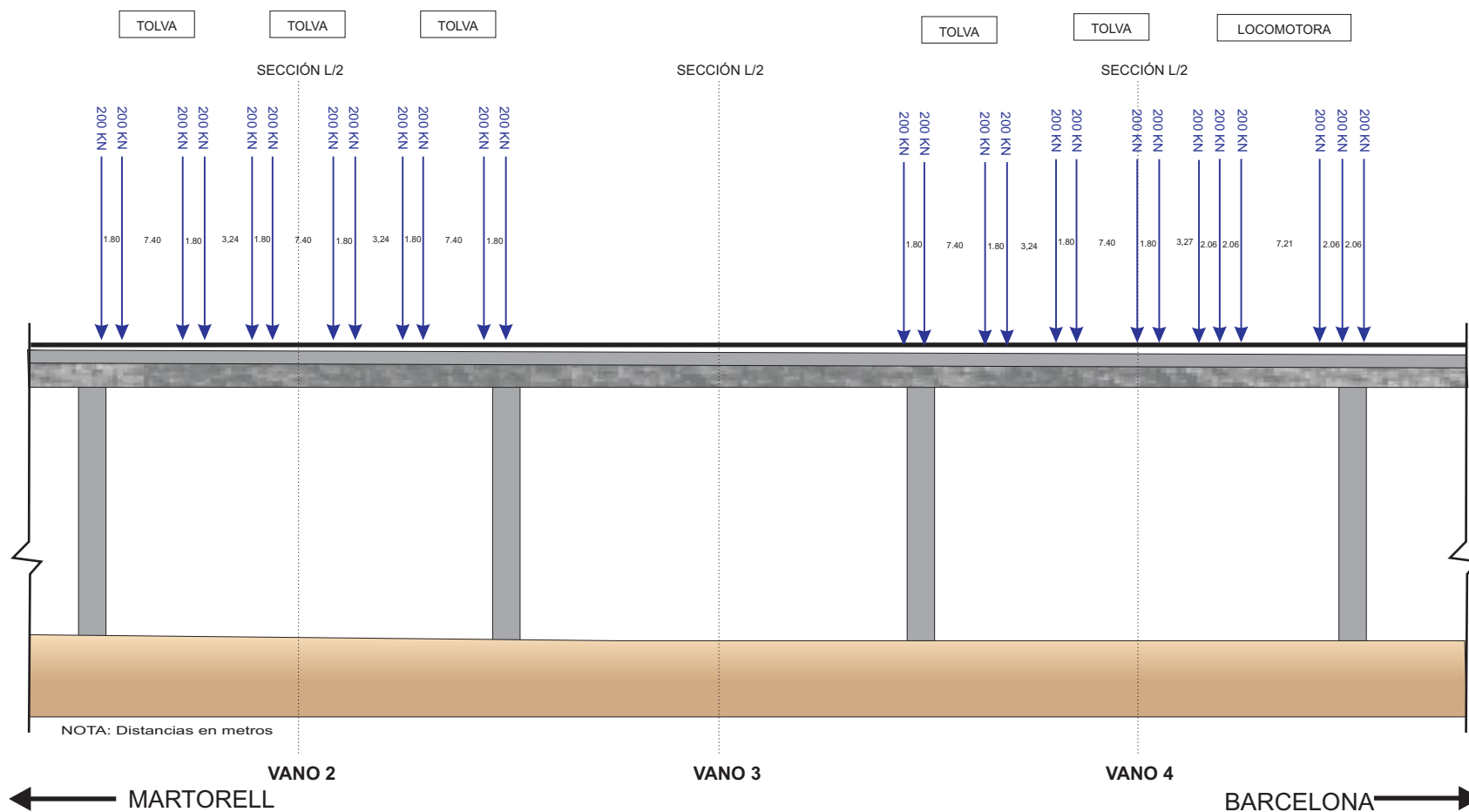
LOCOMOTORA GIF+ 5 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT

ESTÁTICA 04

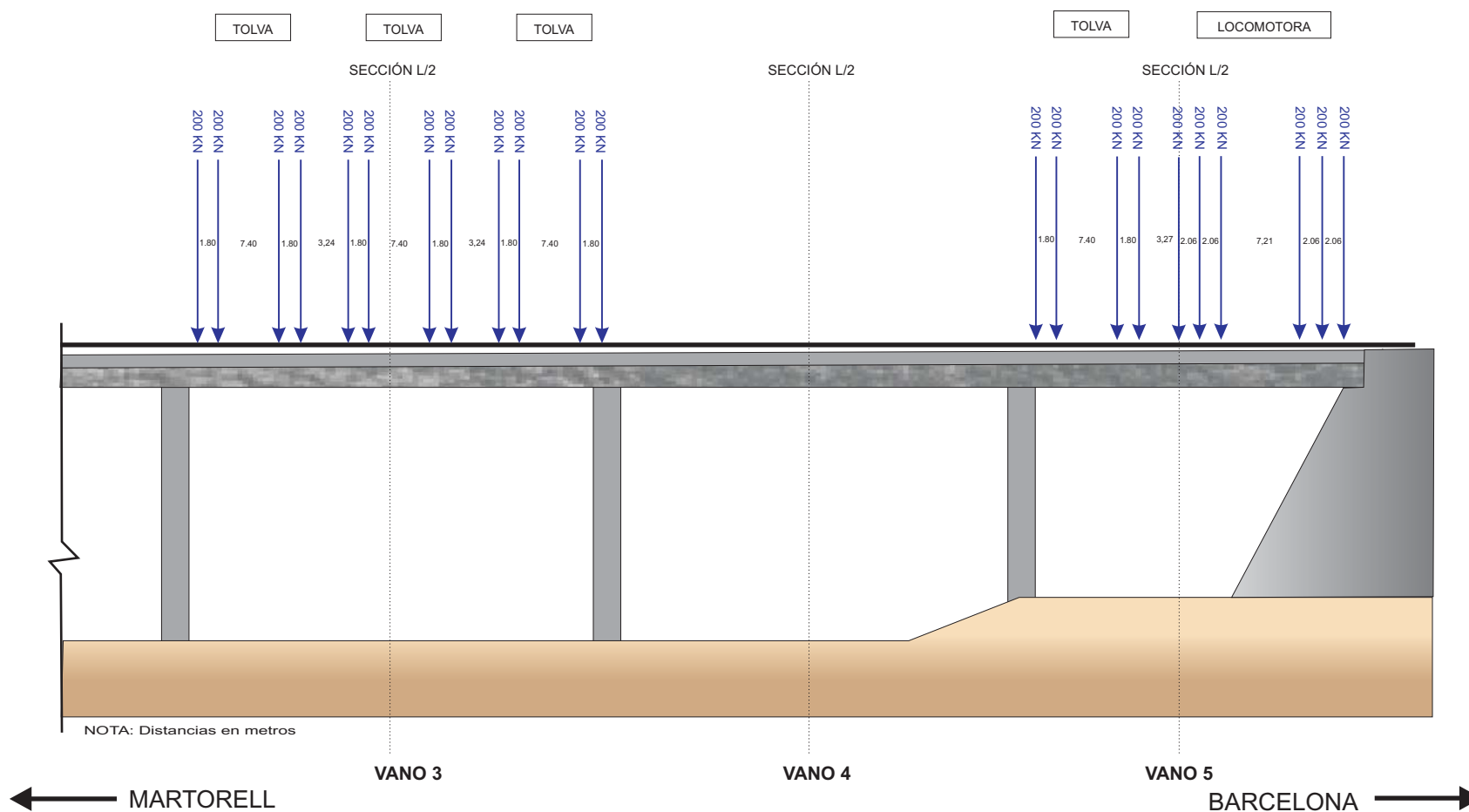
LOCOMOTORA GIF+ 5 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT

ESTÁTICA 05

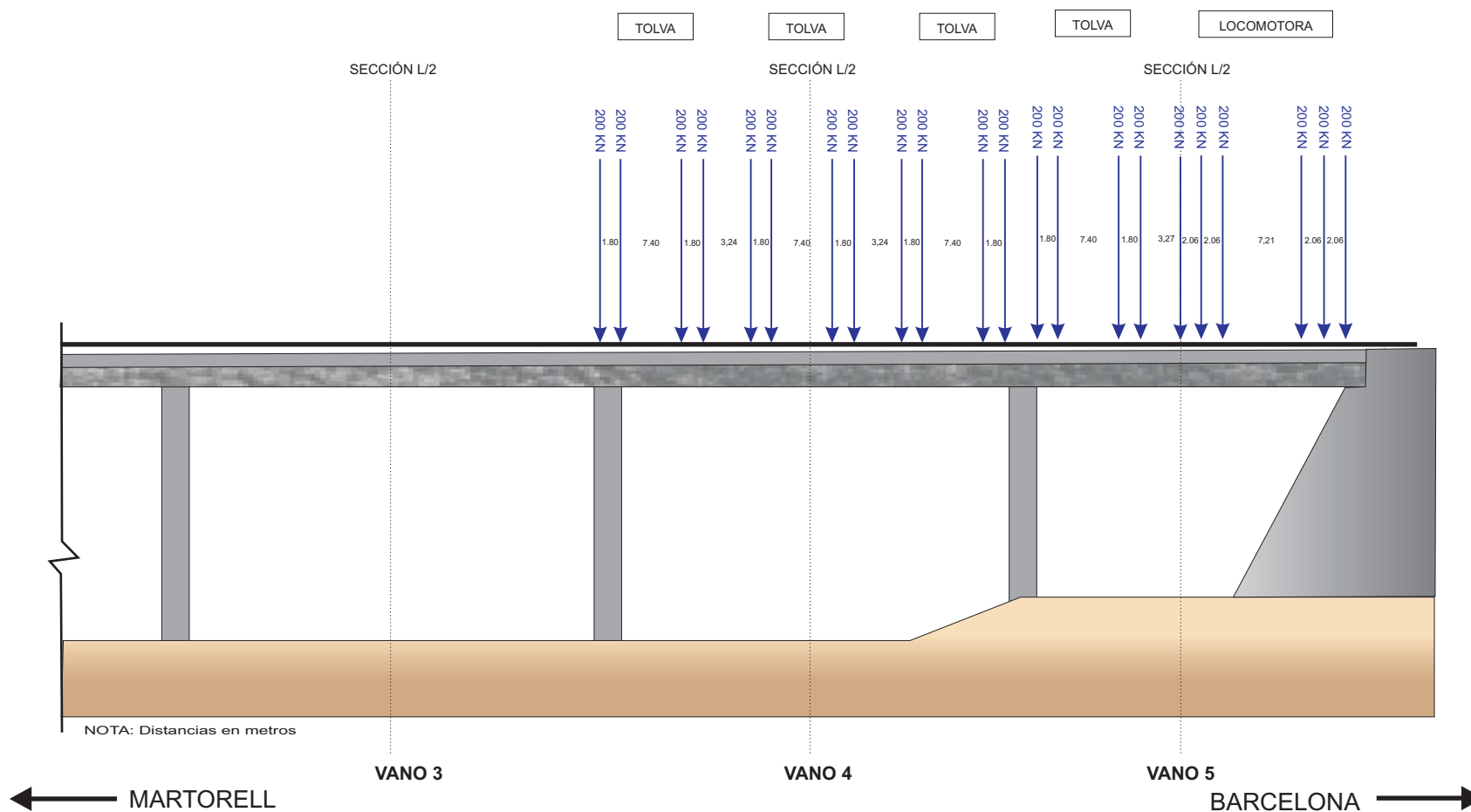
LOCOMOTORA GIF+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT

ESTÁTICA 06

LOCOMOTORA GIF+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2

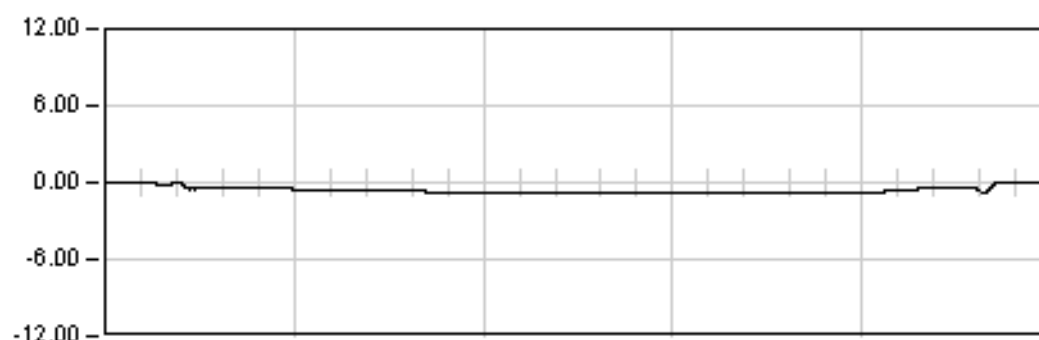


ANEJO Nº 4: REGISTRO DE MEDIDAS

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 1

Punto : D110 Canal : 00 Unidades : mm



ESTATICA 00

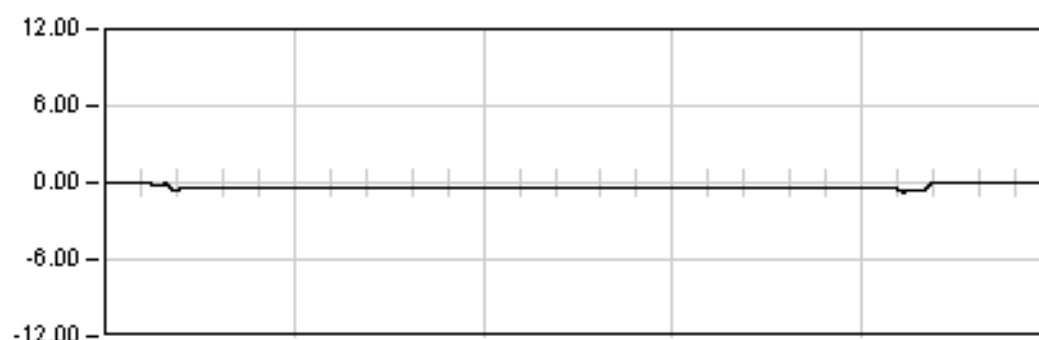
1620.0 Seg

Est: -0.83

Max: -0.87

Min: 0.04

Rem: -0.02



ESTATICA 02

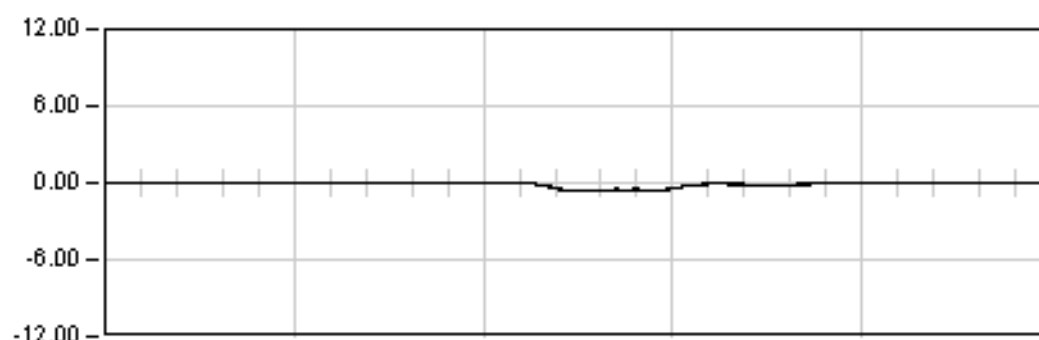
1020.0 Seg

Est: -0.46

Max: -0.74

Min: 0.02

Rem: -0.06



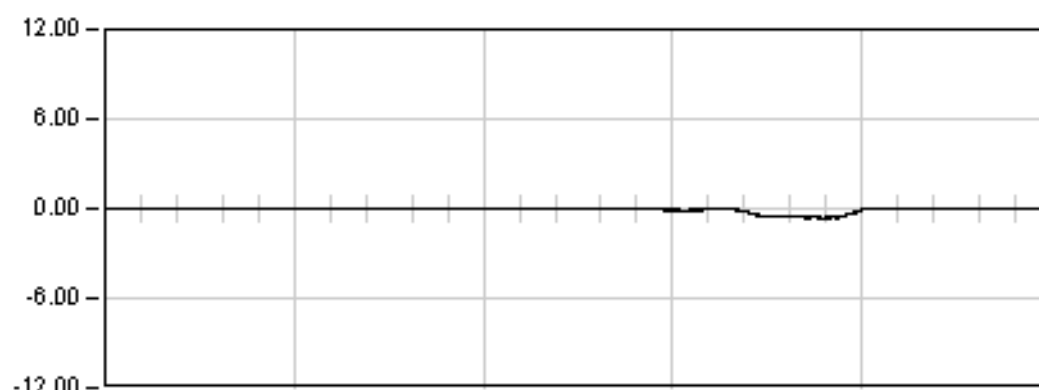
DINAMICA 00

183.0 Seg

Max: -0.67

Min: 0.02

Rem: -0.03



DINAMICA 01

98.0 Seg

Max: -0.66

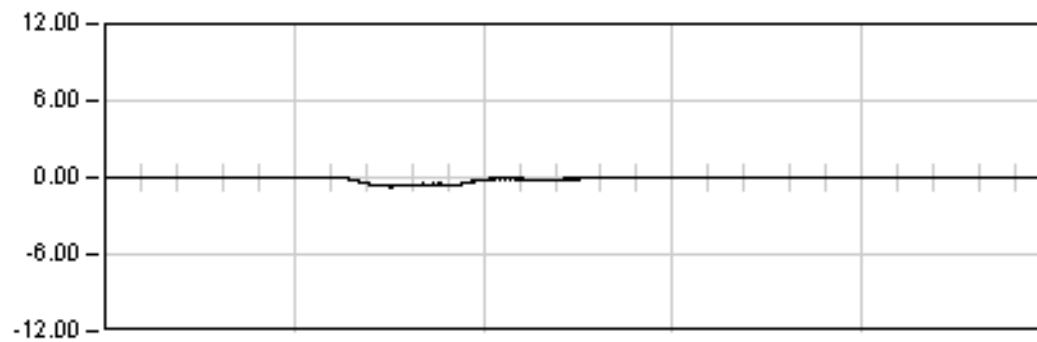
Min: 0.02

Rem: 0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 1

Punto : D110 Canal : 00 Unidades : mm



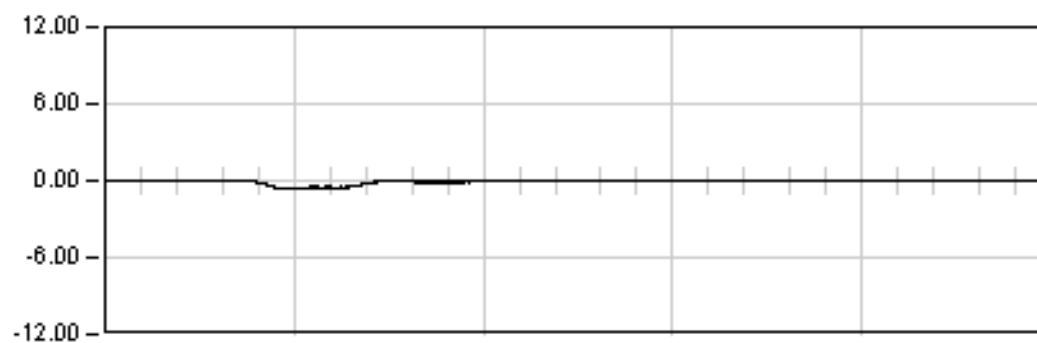
DINAMICA 02

51.0 Seg

Max: -0.71

Min: -0.01

Rem: -0.04



DINAMICA 05

58.0 Seg

Max: -0.66

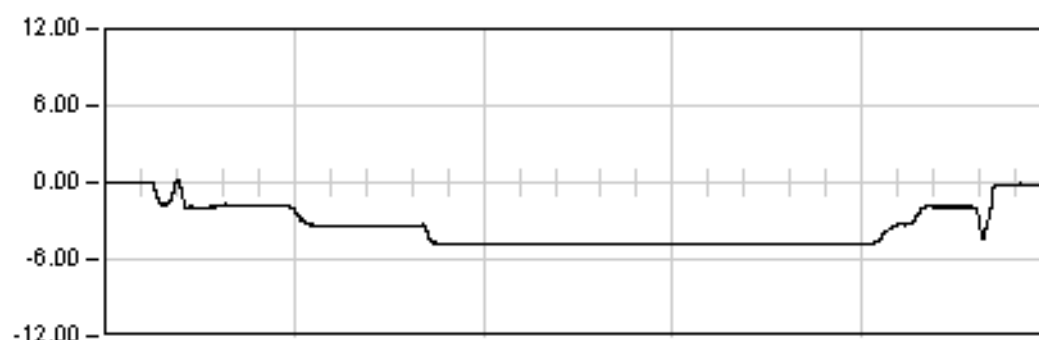
Min: 0.02

Rem: -0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 1

Punto : D11 Canal : 01 Unidades : mm



ESTATICA 00

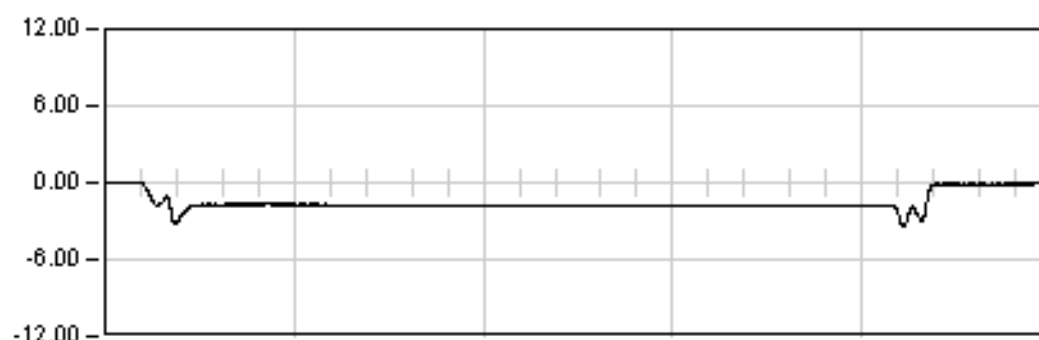
1620.0 Seg

Est: -4.84

Max: -4.87

Min: 0.18

Rem: -0.13



ESTATICA 02

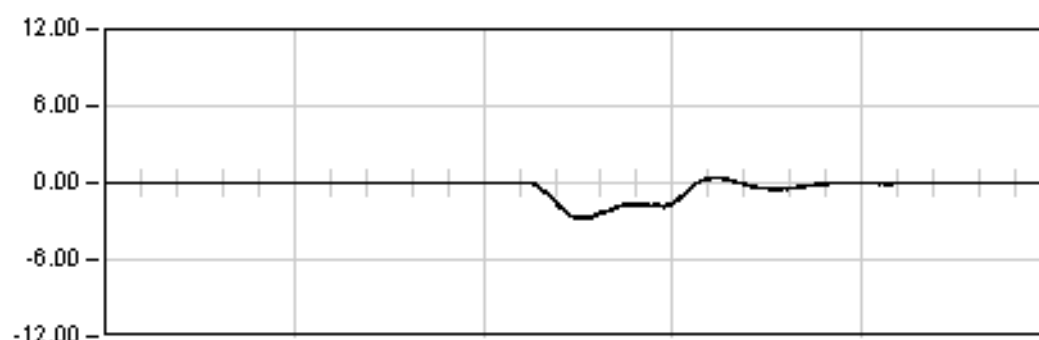
1020.0 Seg

Est: -1.80

Max: -3.48

Min: 0.03

Rem: -0.09



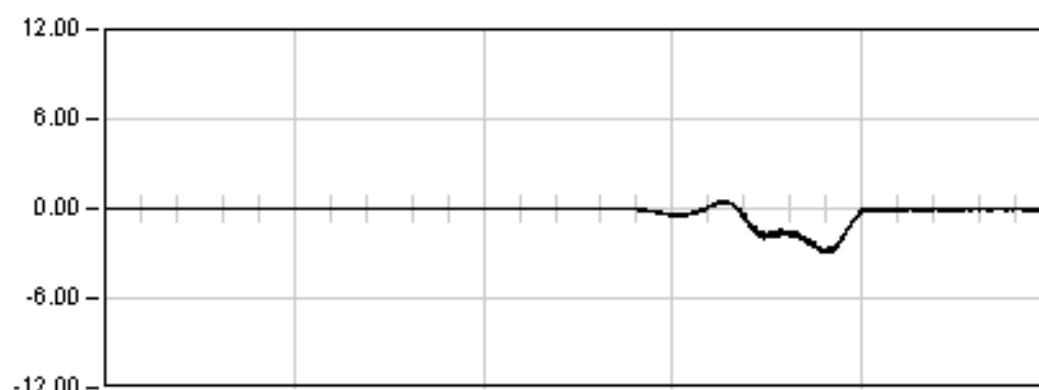
DINAMICA 00

183.0 Seg

Max: -3.75

Min: 0.45

Rem: -0.02



DINAMICA 01

98.0 Seg

Max: -2.95

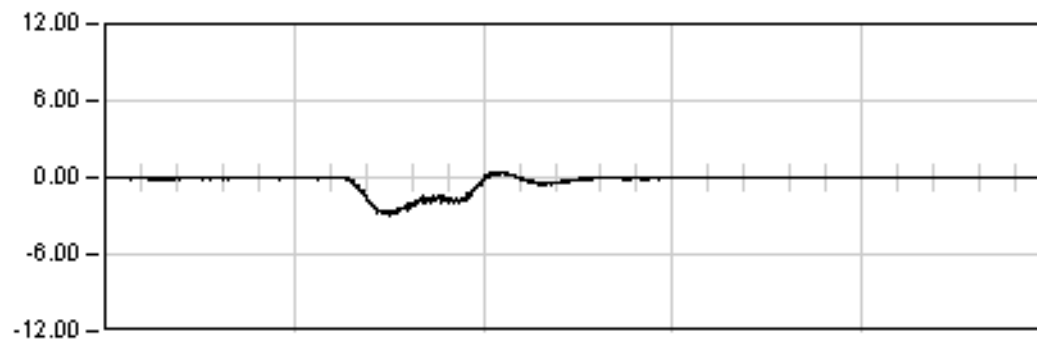
Min: 0.49

Rem: -0.05

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 1

Punto : D11 Canal : 01 Unidades : mm



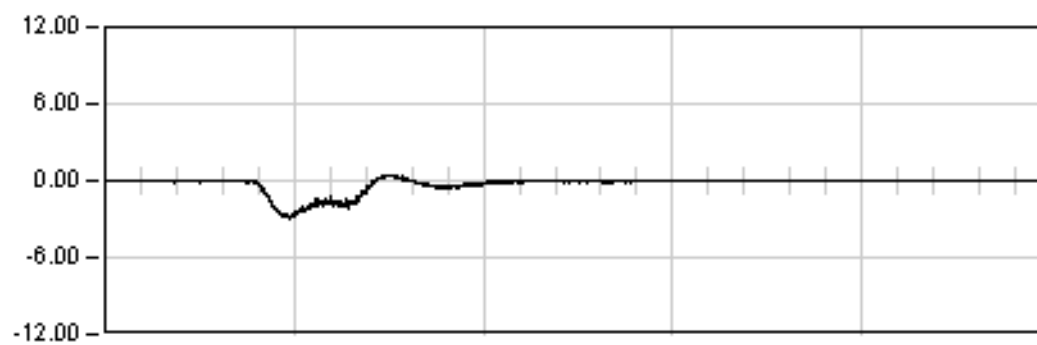
DINAMICA 02

51.0 Seg

Max: -2.97

Min: 0.46

Rem: -0.01



DINAMICA 05

58.0 Seg

Max: -2.93

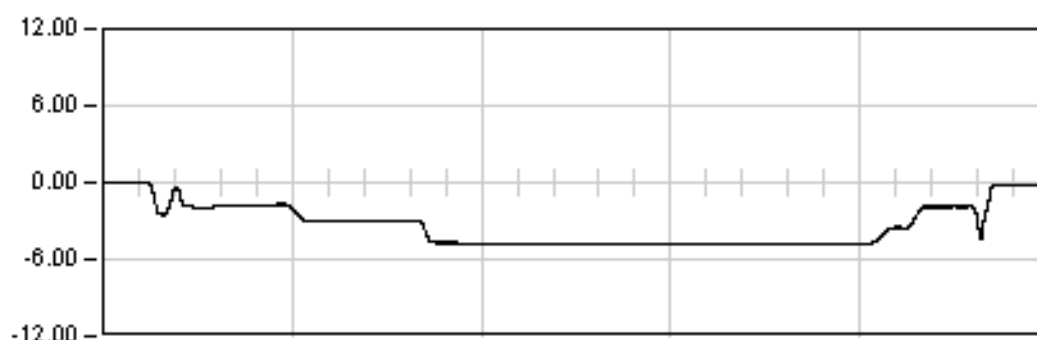
Min: 0.43

Rem: -0.02

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 1

Punto : D12 Canal : 02 Unidades : mm



ESTATICA 00

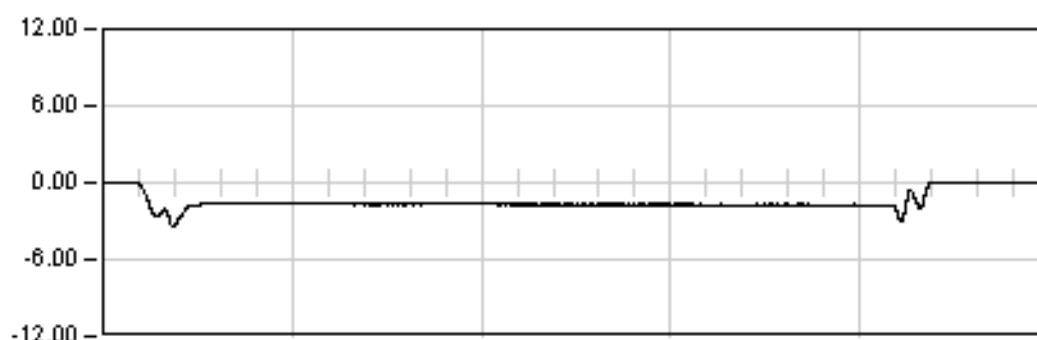
1620.0 Seg

Est: -4.80

Max: -4.83

Min: 0.03

Rem: -0.16



ESTATICA 02

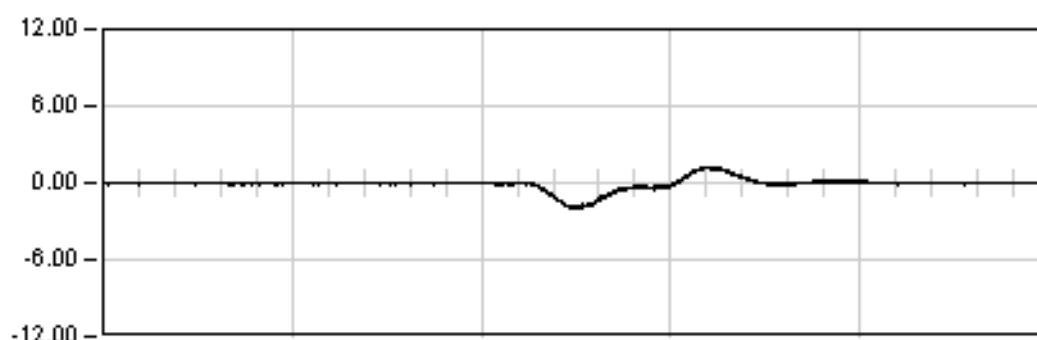
1020.0 Seg

Est: -1.73

Max: -3.46

Min: 0.03

Rem: -0.04



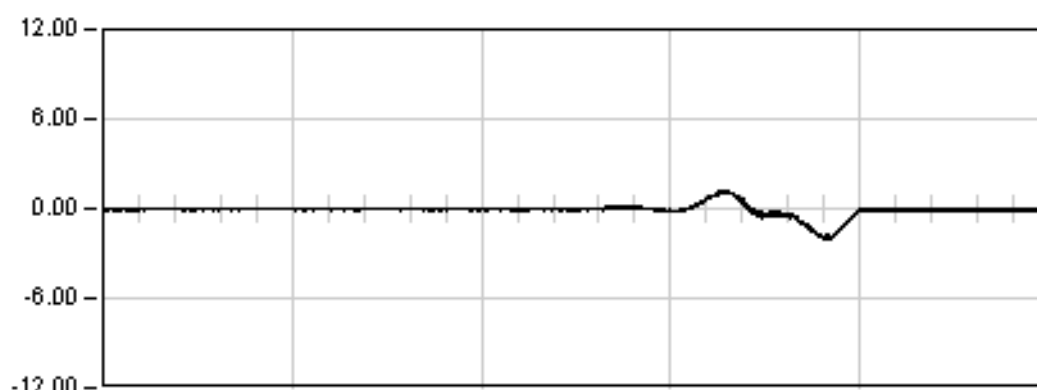
DINAMICA 00

183.0 Seg

Max: -1.99

Min: 1.23

Rem: -0.02



DINAMICA 01

98.0 Seg

Max: -2.05

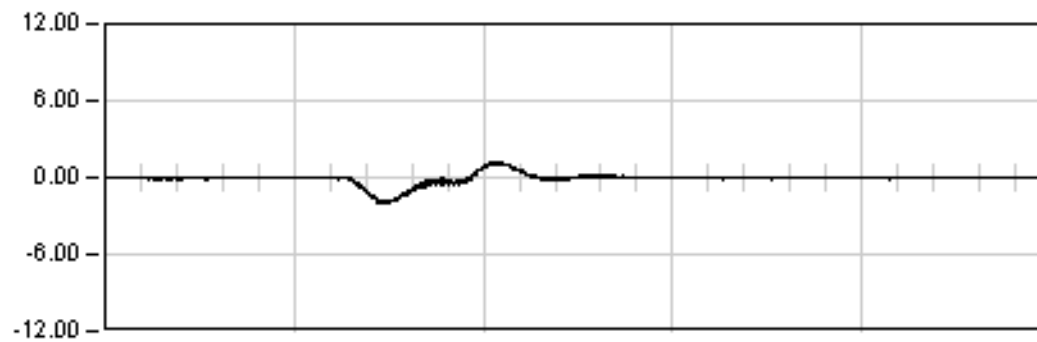
Min: 1.16

Rem: -0.08

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 1

Punto : D12 Canal : 02 Unidades : mm



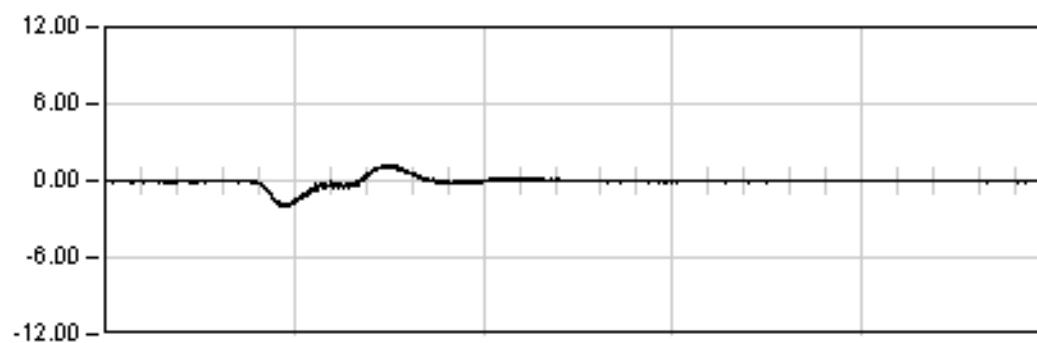
DINAMICA 02

51.0 Seg

Max: -1.96

Min: 1.22

Rem: -0.02



DINAMICA 05

58.0 Seg

Max: -2.01

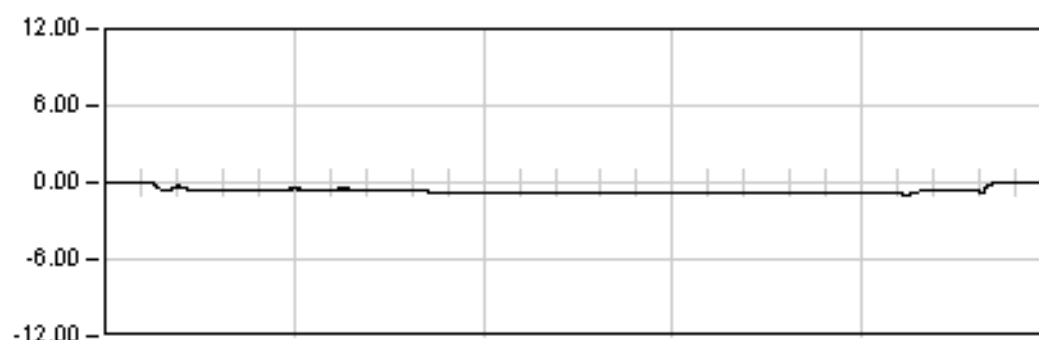
Min: 1.23

Rem: -0.04

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 1

Punto : D123 Canal : 03 Unidades : mm



ESTATICA 00

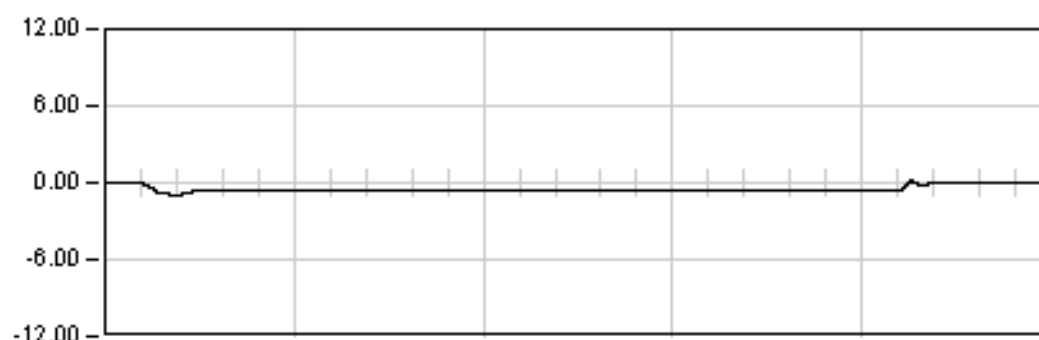
1620.0 Seg

Est: -0.82

Max: -0.92

Min: 0.01

Rem: -0.02



ESTATICA 02

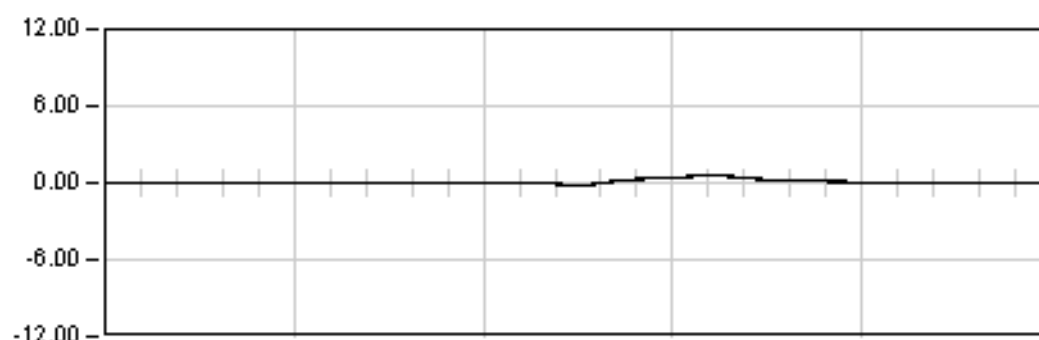
1020.0 Seg

Est: -0.65

Max: -1.04

Min: 0.13

Rem: -0.02



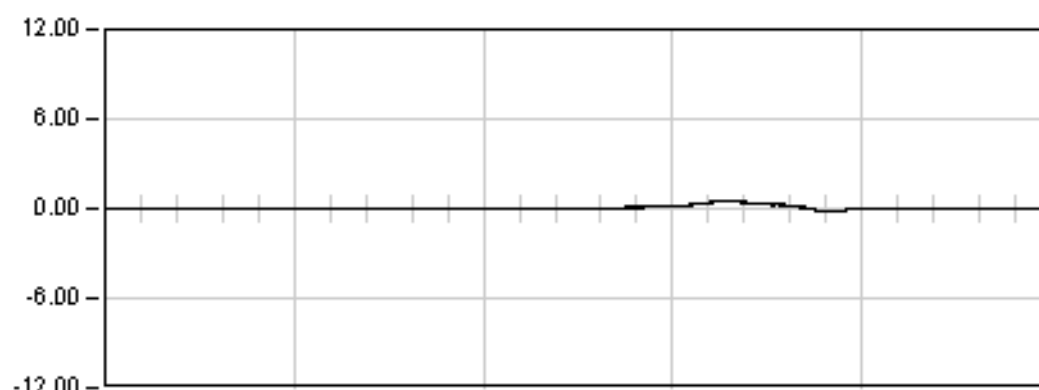
DINAMICA 00

183.0 Seg

Max: -0.99

Min: 0.61

Rem: -0.00



DINAMICA 01

98.0 Seg

Max: 0.53

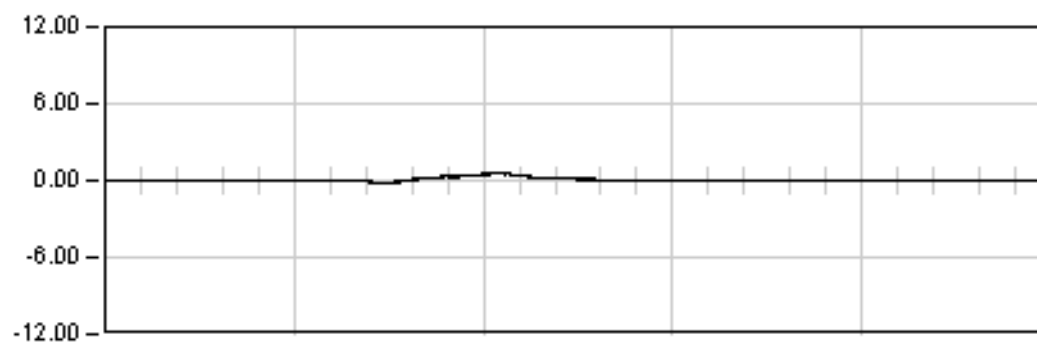
Min: -0.21

Rem: 0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 1

Punto : D123 Canal : 03 Unidades : mm



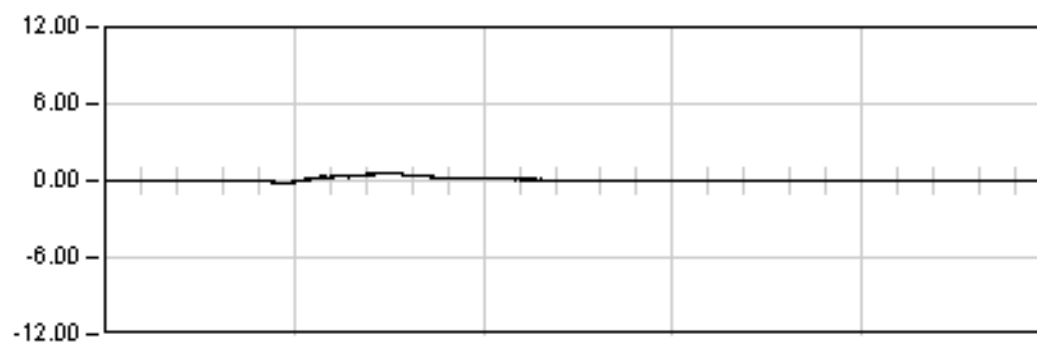
DINAMICA 02

51.0 Seg

Max: 0.57

Min: -0.22

Rem: 0.00



DINAMICA 05

58.0 Seg

Max: 0.62

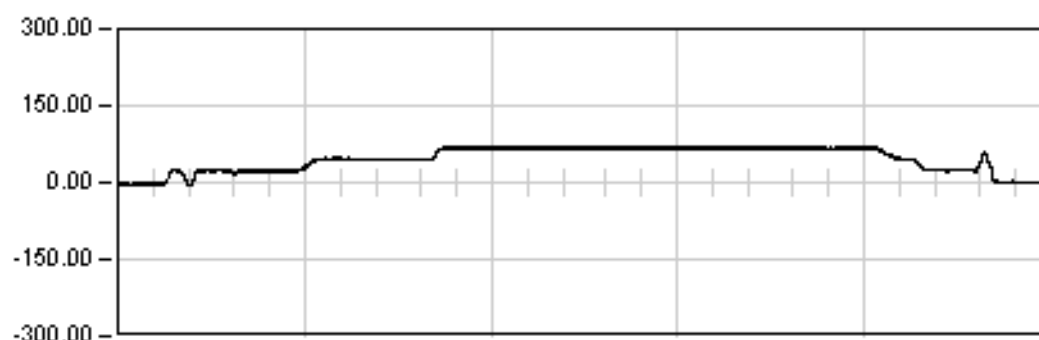
Min: -0.19

Rem: 0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 1

Punto : E11 Canal : 13 Unidades : μE



ESTATICA 00

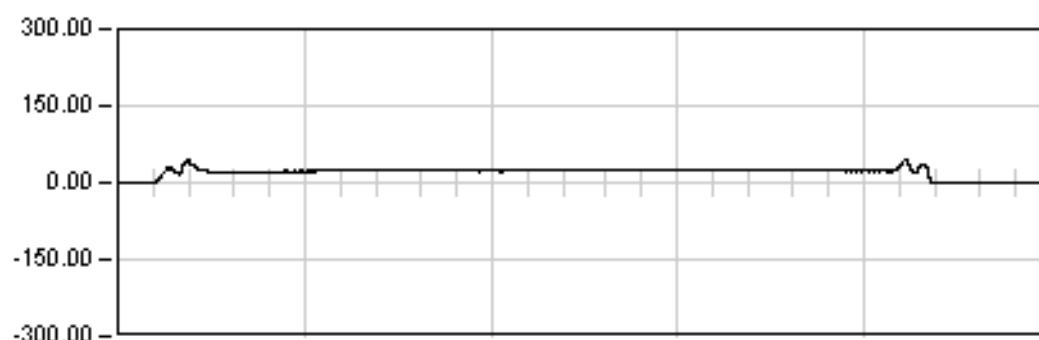
1620.0 Seg

Est: 67.19

Max: 71.03

Min: -7.01

Rem: -0.60



ESTATICA 02

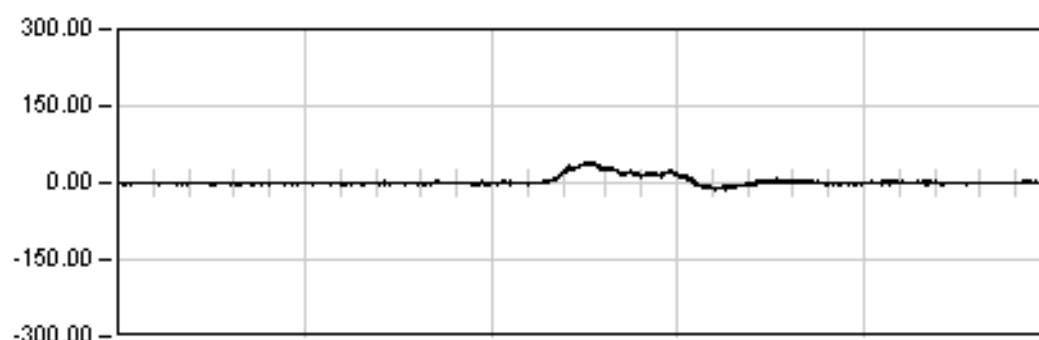
1020.0 Seg

Est: 22.68

Max: 45.49

Min: -1.32

Rem: -0.14



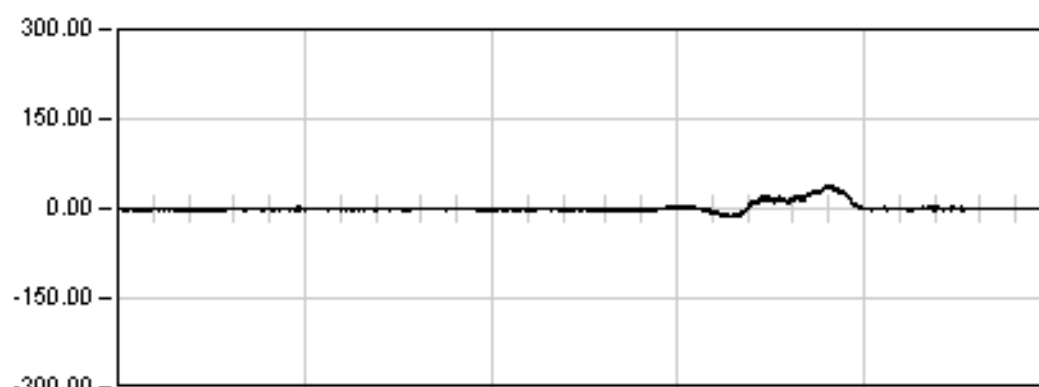
DINAMICA 00

183.0 Seg

Max: 39.40

Min: -12.74

Rem: -0.34



DINAMICA 01

98.0 Seg

Max: 38.74

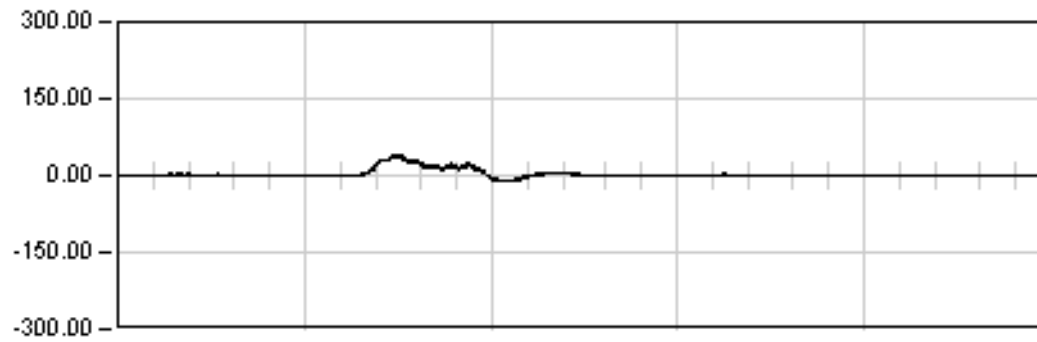
Min: -13.38

Rem: -0.06

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 1

Punto : E11 Canal : 13 Unidades : μE



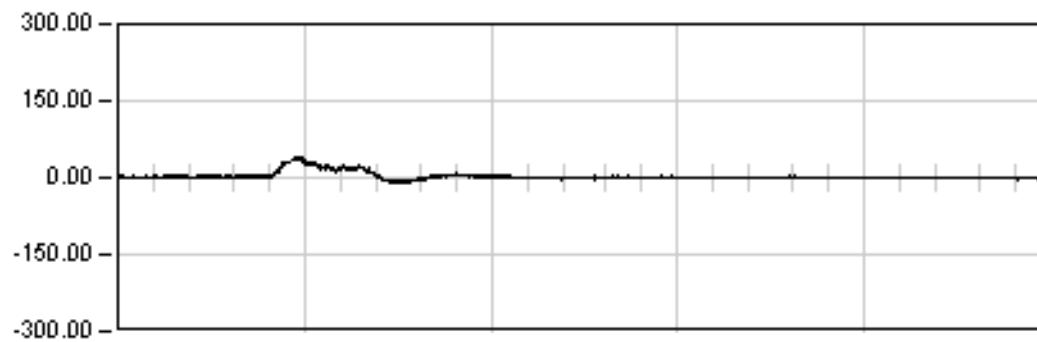
DINAMICA 02

51.0 Seg

Max: 40.33

Min: -11.03

Rem: 0.00



DINAMICA 05

58.0 Seg

Max: 40.65

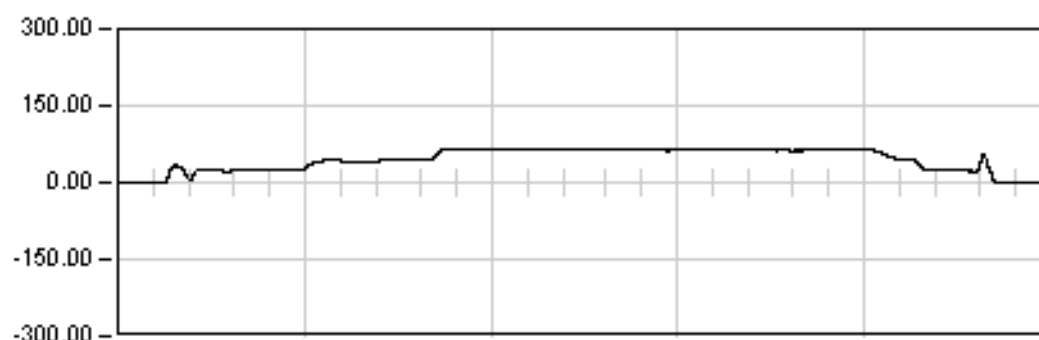
Min: -10.53

Rem: -0.30

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 1

Punto : E12 Canal : 14 Unidades : μE



ESTATICA 00

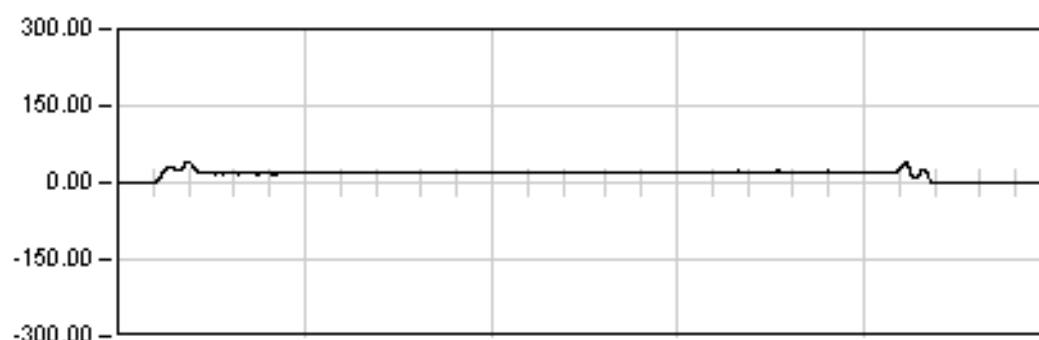
1620.0 Seg

Est: 63.68

Max: 67.32

Min: -0.93

Rem: -0.27



ESTATICA 02

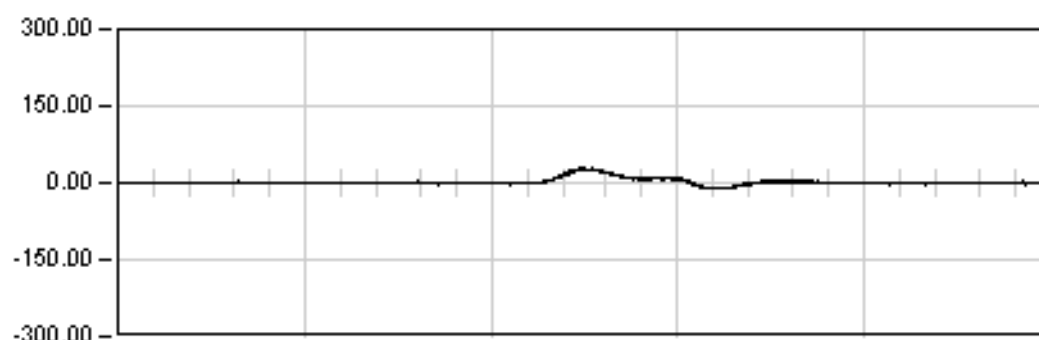
1020.0 Seg

Est: 20.78

Max: 41.65

Min: -2.19

Rem: -0.46



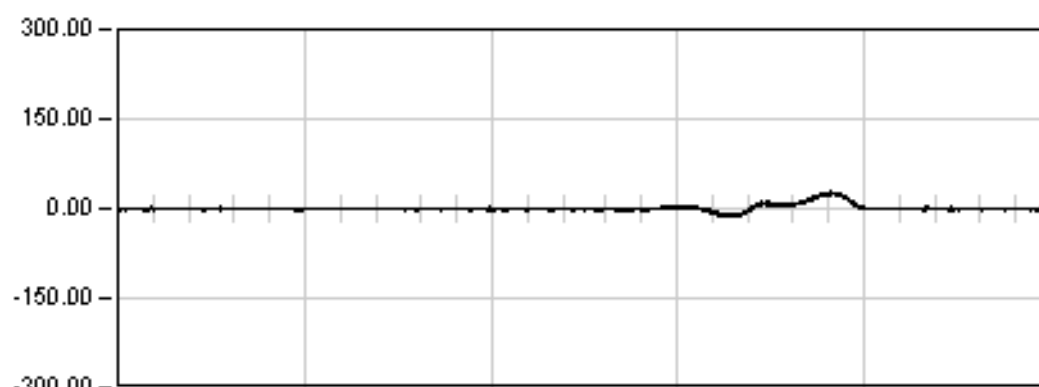
DINAMICA 00

183.0 Seg

Max: 28.28

Min: -12.10

Rem: -0.24



DINAMICA 01

98.0 Seg

Max: 28.36

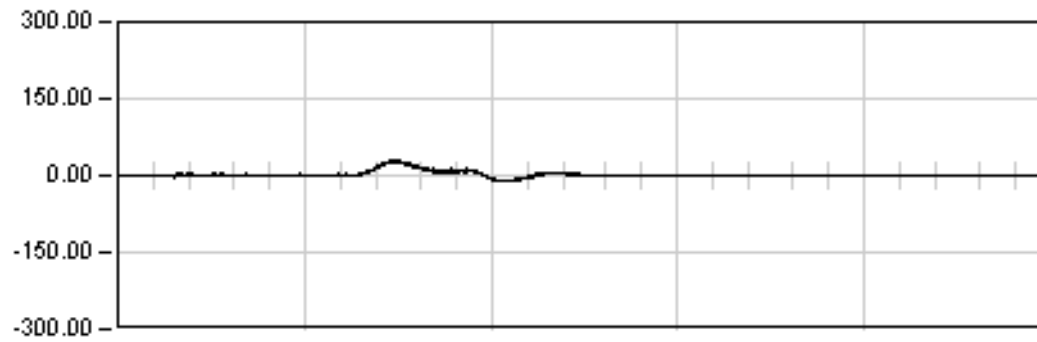
Min: -13.82

Rem: -0.14

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 1

Punto : E12 Canal : 14 Unidades : μE



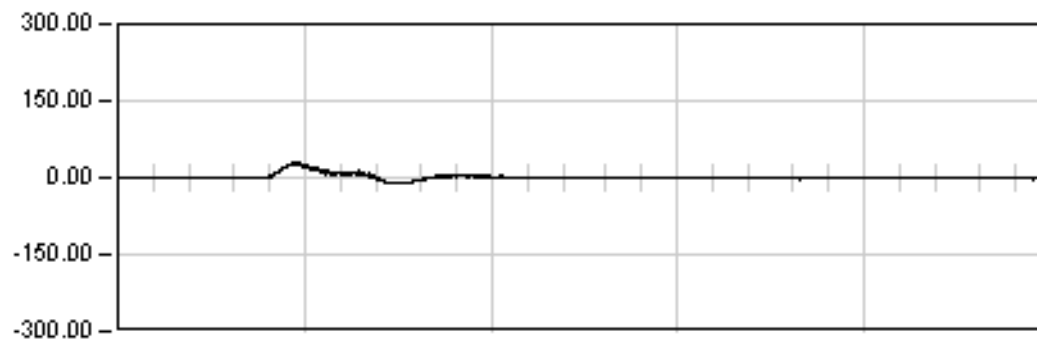
DINAMICA 02

51.0 Seg

Max: 28.48

Min: -12.07

Rem: -0.34



DINAMICA 05

58.0 Seg

Max: 28.77

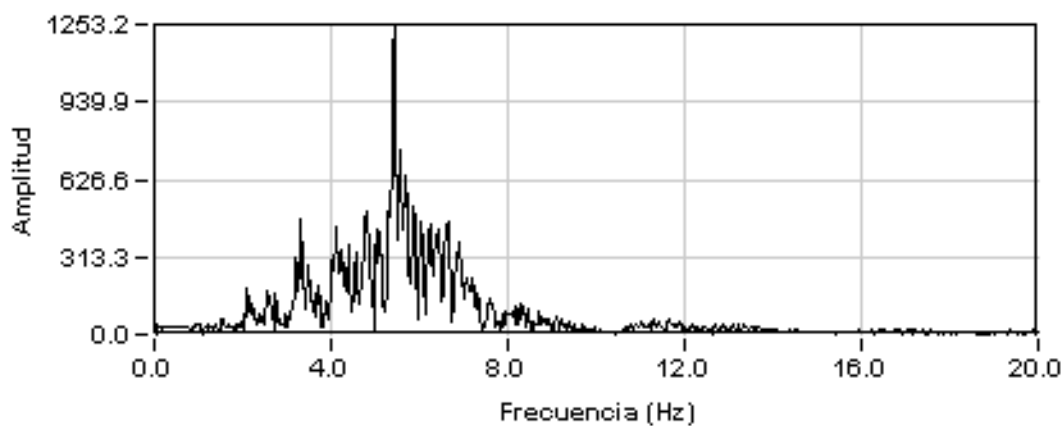
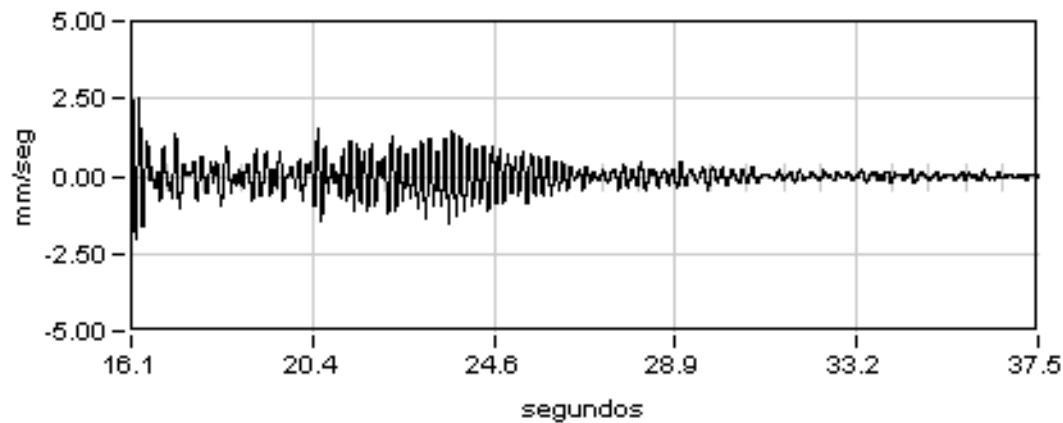
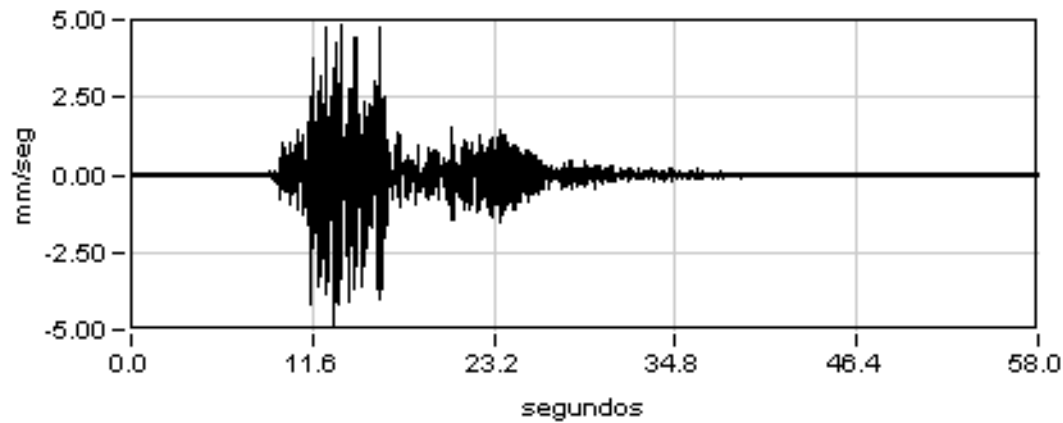
Min: -12.25

Rem: -0.41

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MARTORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 1

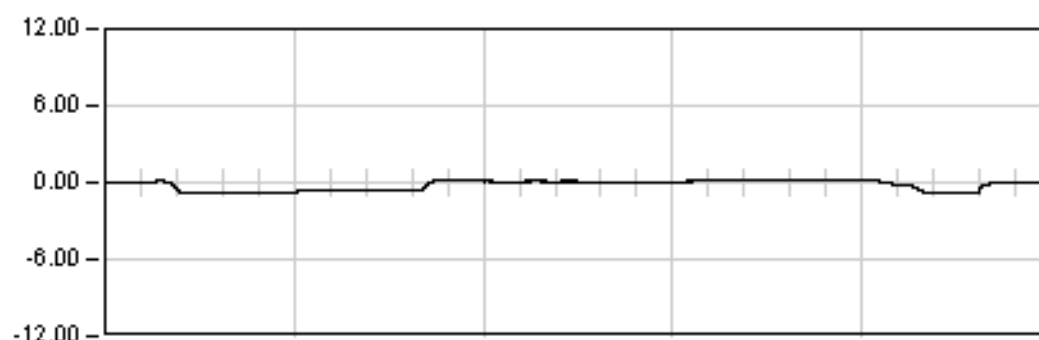
Prueba: din05 Punto: V0 Canal: 22



LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 2

Punto : D210 Canal : 04 Unidades : mm



ESTATICA 00

1620.0 Seg

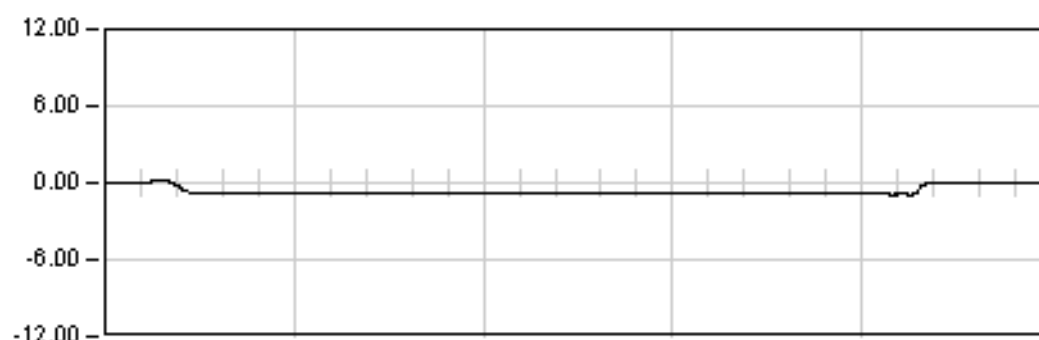
Est: 0.15
Max: -0.90
Min: 0.17
Rem: -0.00



ESTATICA 01

1260.0 Seg

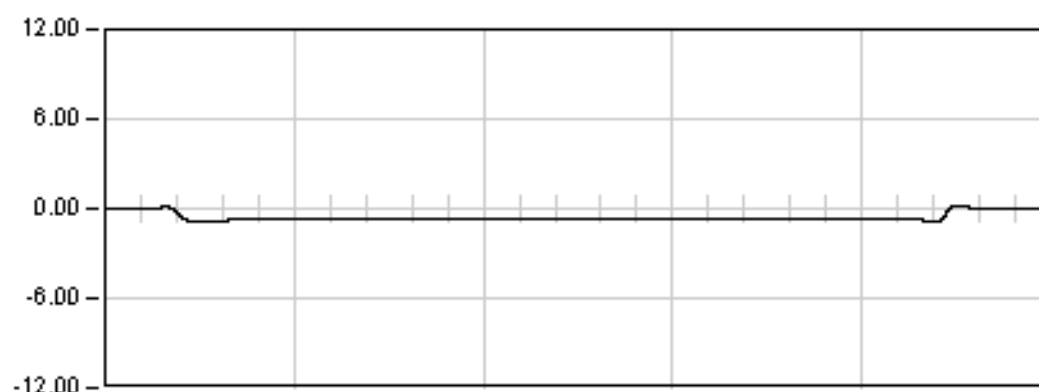
Est: -0.88
Max: -0.93
Min: 0.20
Rem: 0.00



ESTATICA 02

1020.0 Seg

Est: -0.88
Max: -0.95
Min: 0.20
Rem: -0.02



ESTATICA 03

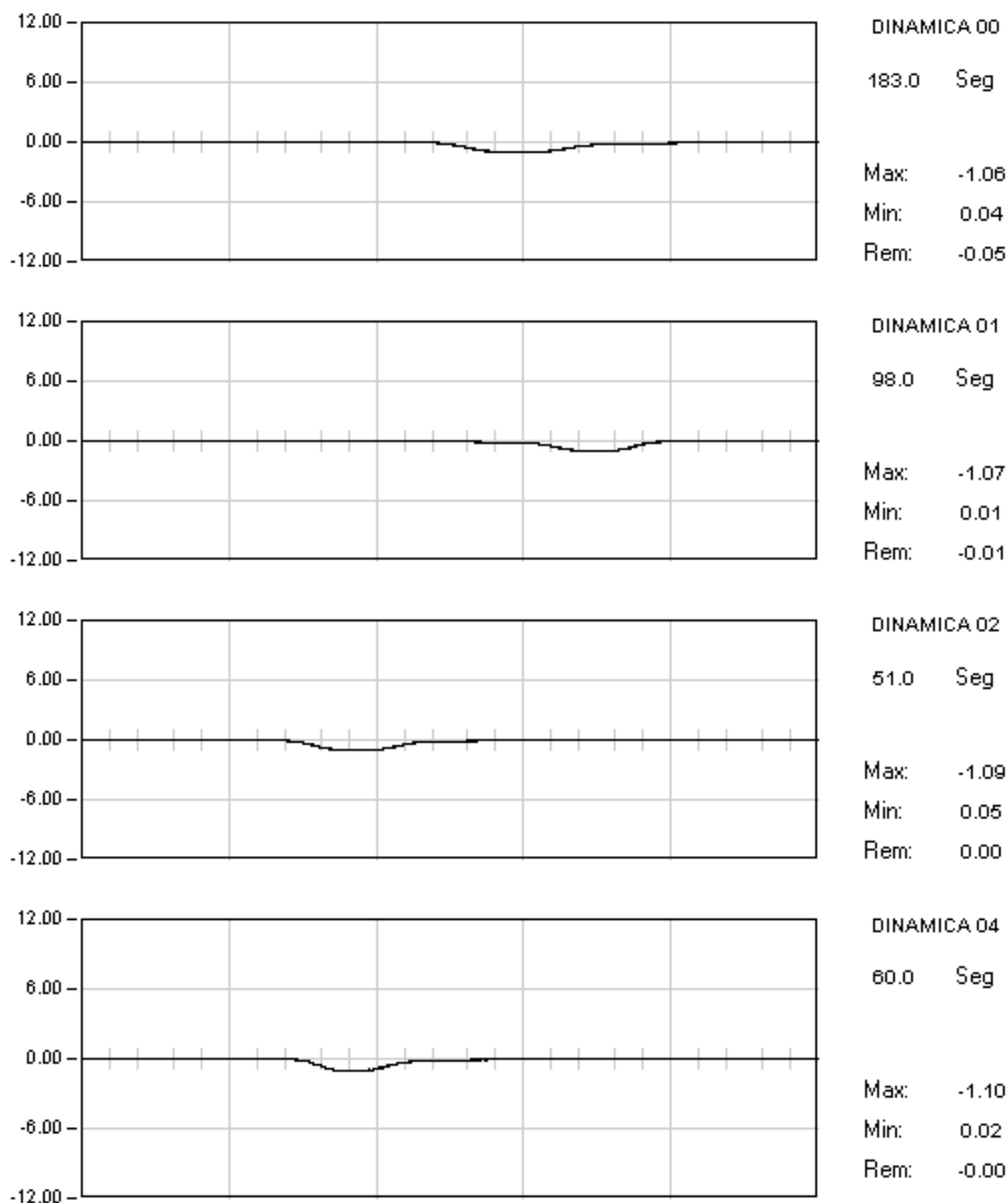
960.0 Seg

Est: -0.64
Max: -0.94
Min: 0.17
Rem: -0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 2

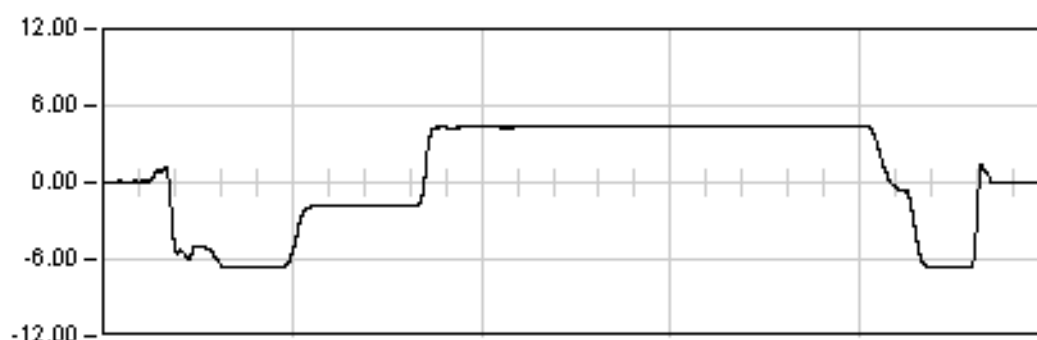
Punto : D210 Canal : 04 Unidades : mm



LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 2

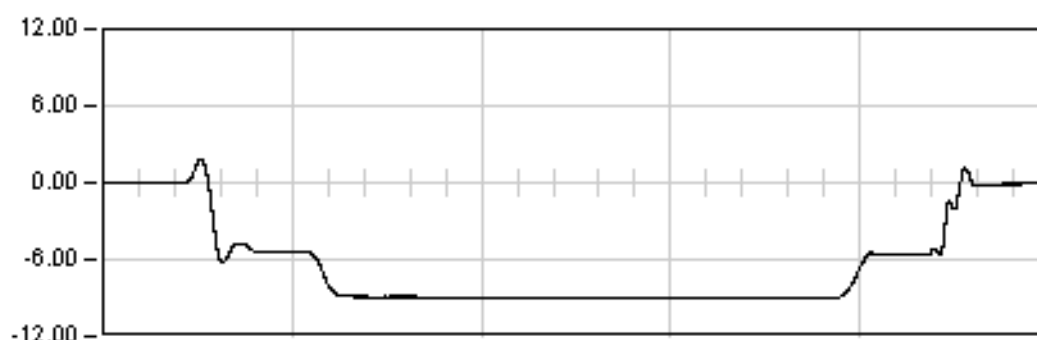
Punto : D21 Canal : 05 Unidades : mm



ESTATICA 00

1620.0 Seg

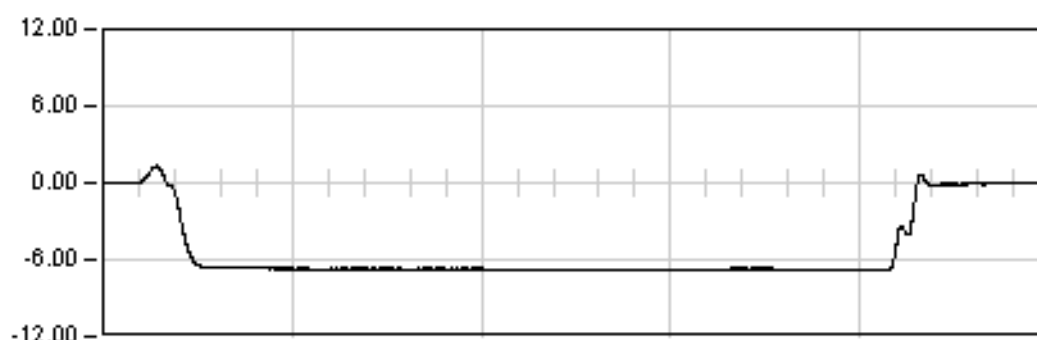
Est: 4.43
Max: -6.68
Min: 4.46
Rem: 0.00



ESTATICA 01

1260.0 Seg

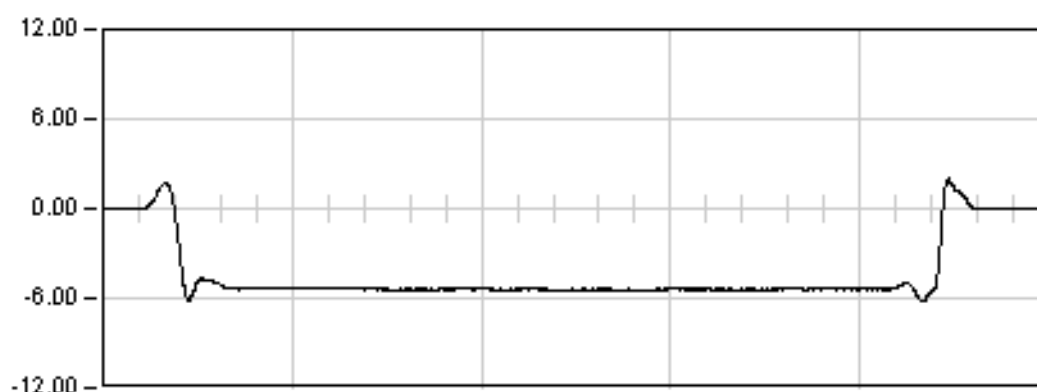
Est: -9.02
Max: -9.05
Min: 1.84
Rem: -0.08



ESTATICA 02

1020.0 Seg

Est: -6.76
Max: -6.81
Min: 1.31
Rem: -0.07



ESTATICA 03

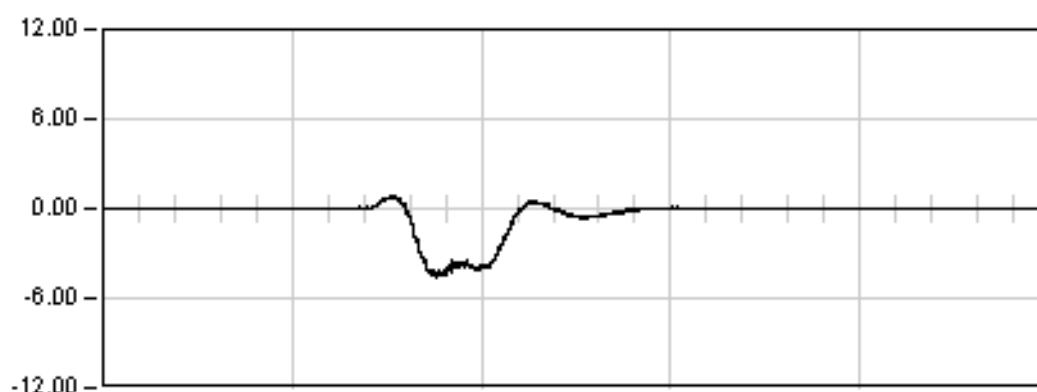
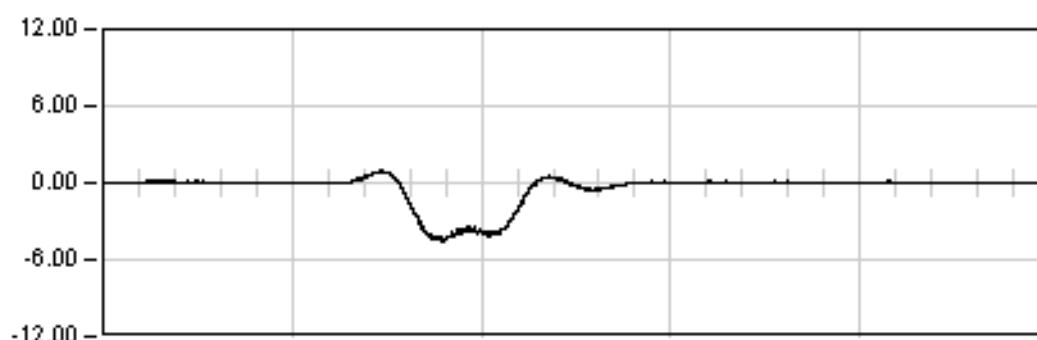
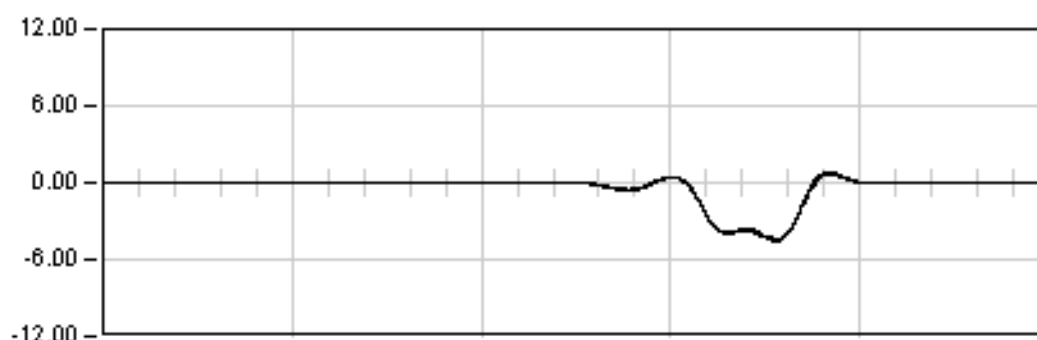
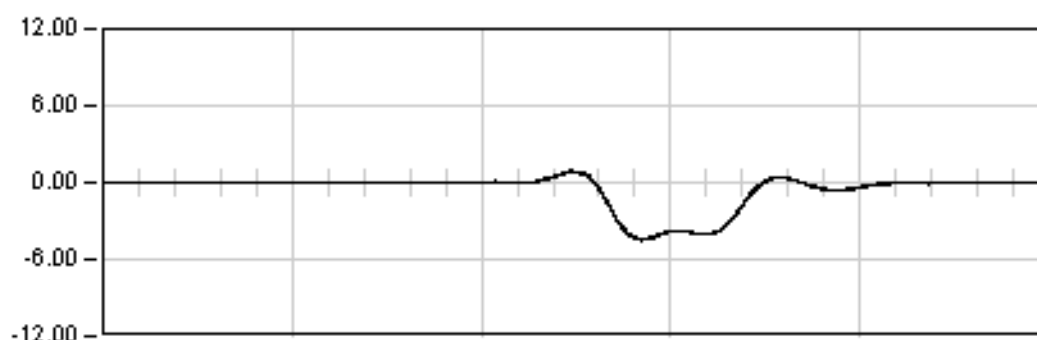
960.0 Seg

Est: -5.39
Max: -6.25
Min: 1.98
Rem: 0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 2

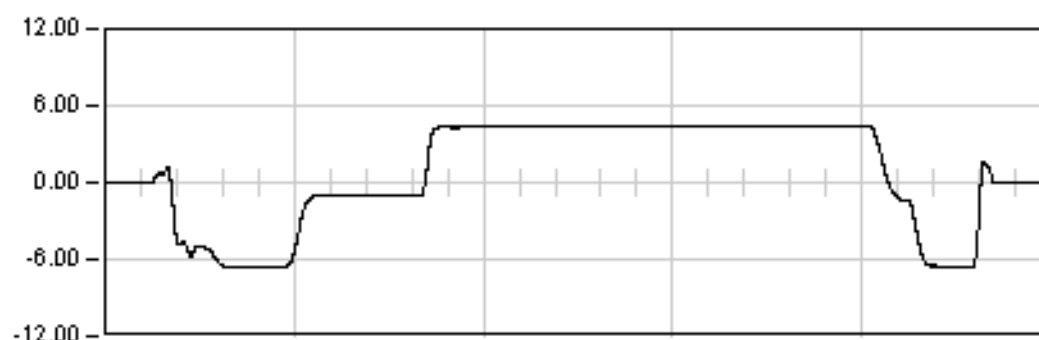
Punto : D21 Canal : 05 Unidades : mm



LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 2

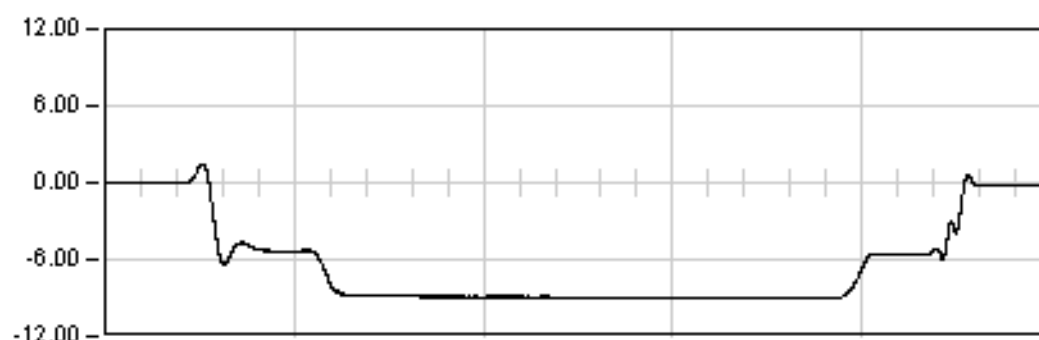
Punto : D22 Canal : 06 Unidades : mm



ESTATICA 00

1620.0 Seg

Est: 4.48
Max: -6.69
Min: 4.48
Rem: -0.00



ESTATICA 01

1260.0 Seg

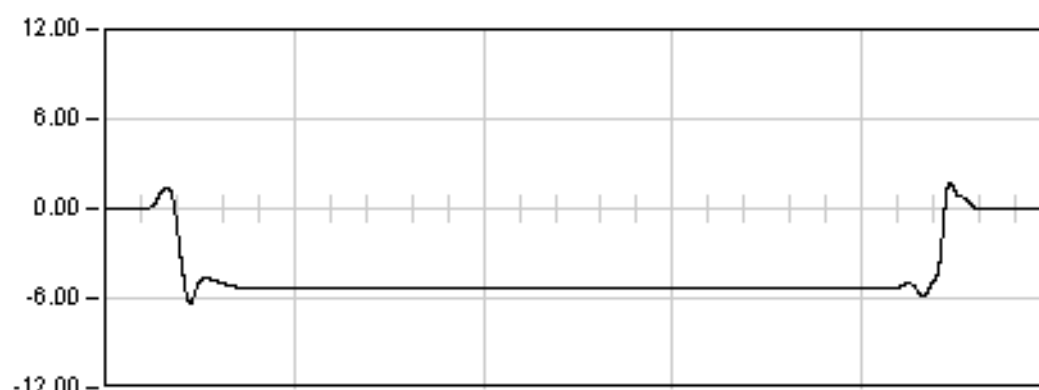
Est: -8.98
Max: -9.01
Min: 1.49
Rem: -0.14



ESTATICA 02

1020.0 Seg

Est: -6.70
Max: -6.72
Min: 1.14
Rem: -0.01



ESTATICA 03

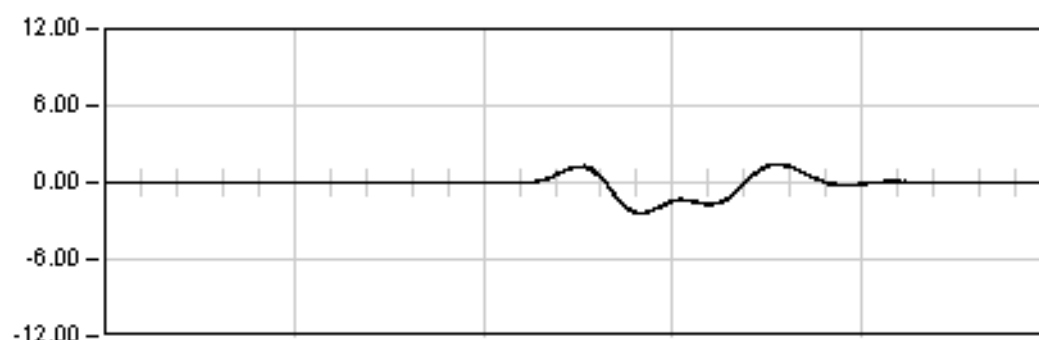
960.0 Seg

Est: -5.32
Max: -6.31
Min: 1.76
Rem: -0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 2

Punto : D22 Canal : 06 Unidades : mm



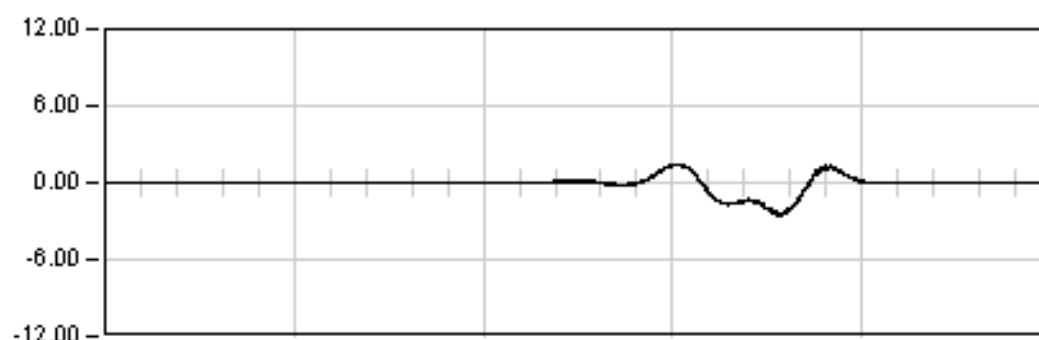
DINAMICA 00

183.0 Seg

Max: -2.47

Min: 1.48

Rem: 0.00



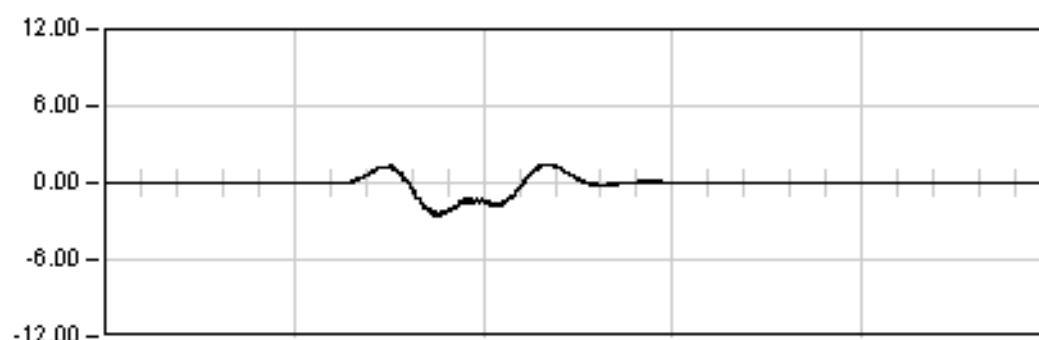
DINAMICA 01

98.0 Seg

Max: -2.56

Min: 1.46

Rem: 0.00



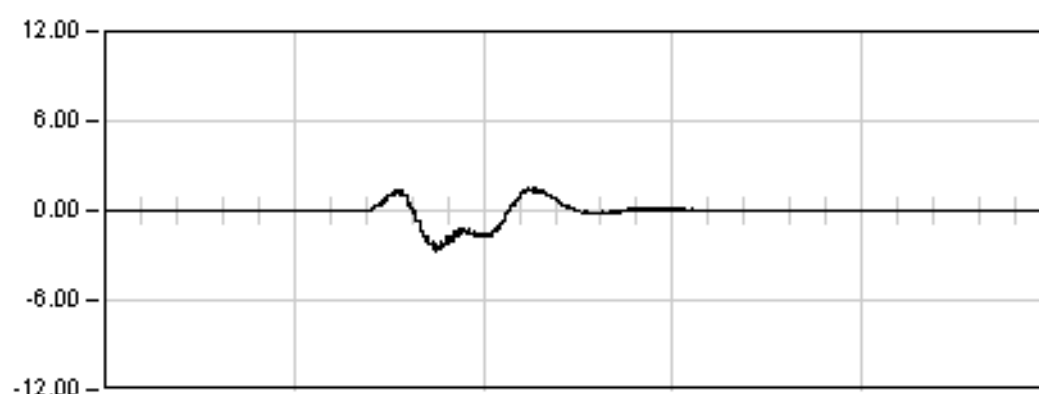
DINAMICA 02

51.0 Seg

Max: -2.55

Min: 1.45

Rem: -0.00



DINAMICA 04

60.0 Seg

Max: -2.66

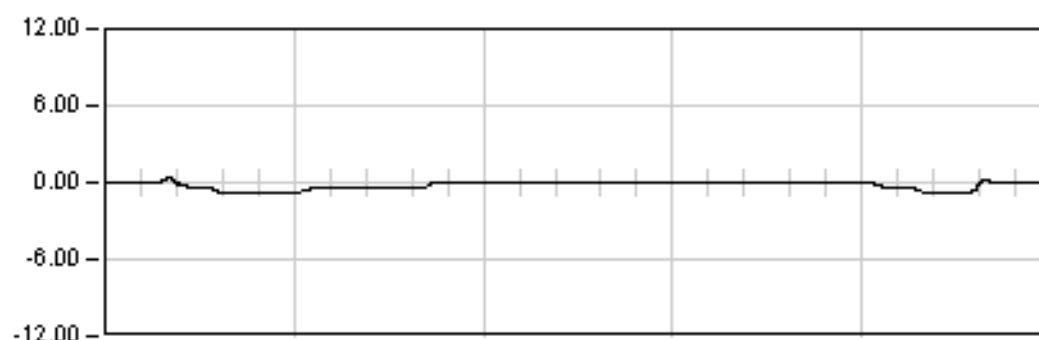
Min: 1.48

Rem: -0.01

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 2

Punto : D223 Canal : 19 Unidades : mm



ESTATICA 00

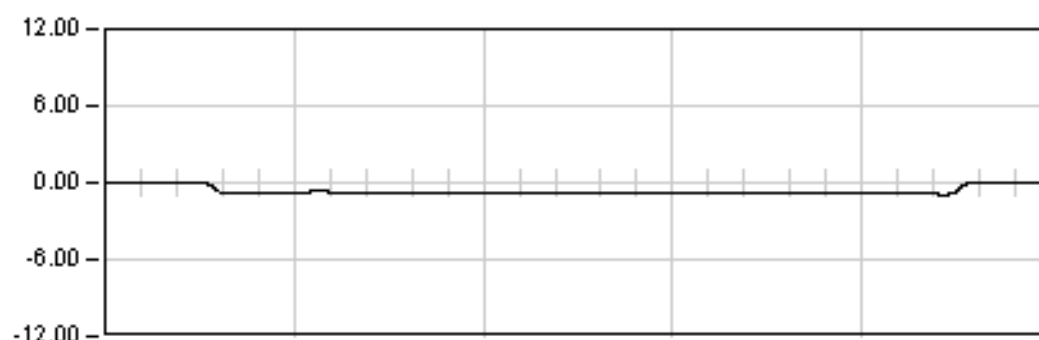
1620.0 Seg

Est: -0.02

Max: -0.86

Min: 0.37

Rem: -0.01



ESTATICA 01

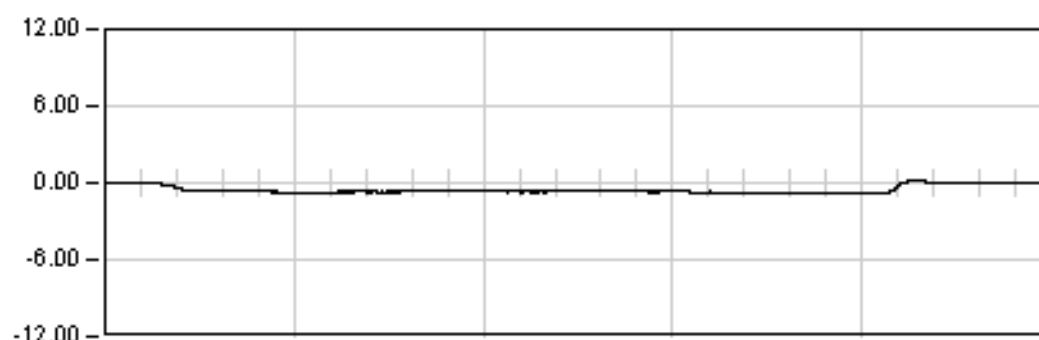
1260.0 Seg

Est: -0.83

Max: -1.01

Min: 0.01

Rem: -0.00



ESTATICA 02

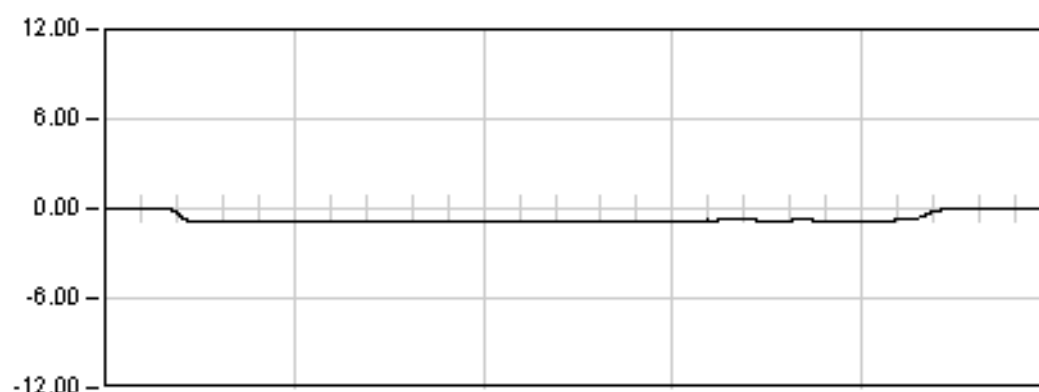
1020.0 Seg

Est: -0.71

Max: -0.73

Min: 0.20

Rem: -0.02



ESTATICA 03

960.0 Seg

Est: -0.79

Max: -0.93

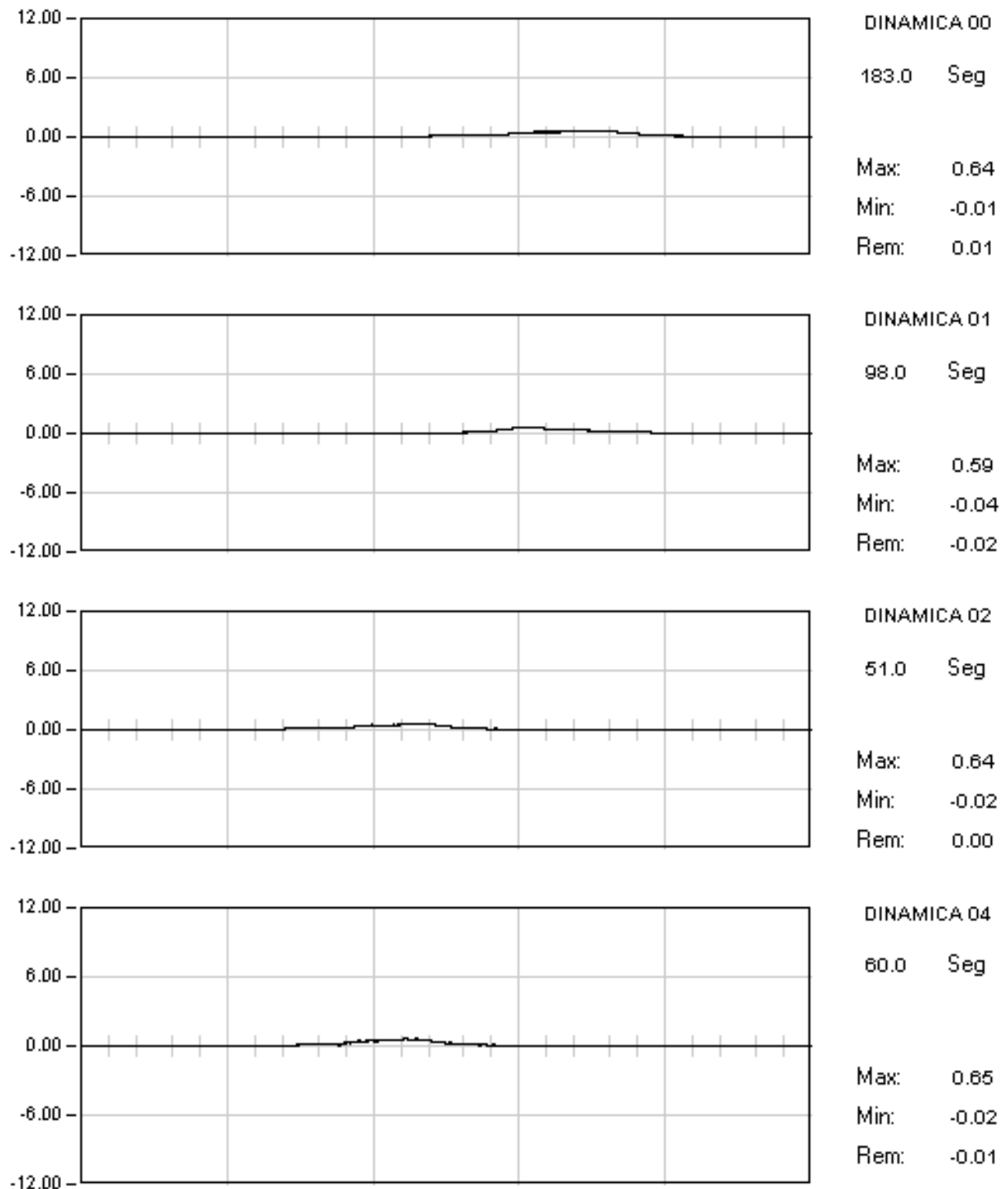
Min: 0.07

Rem: -0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 2

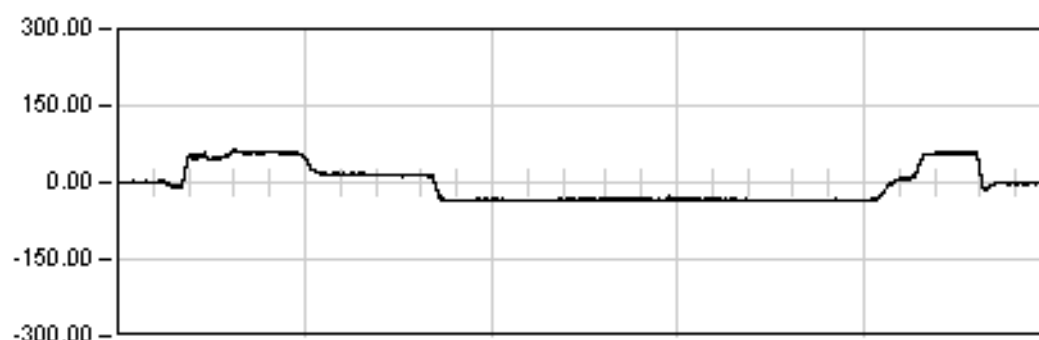
Punto : D223 Canal : 19 Unidades : mm



LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 2

Punto : E21 Canal : 15 Unidades : μE



ESTATICA 00

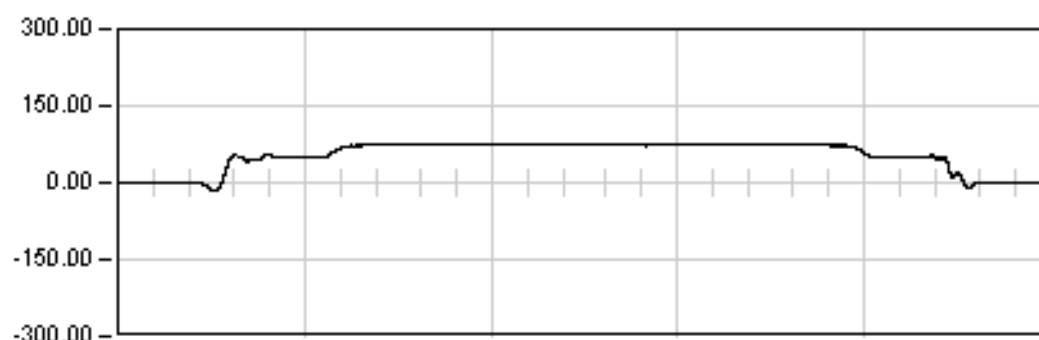
1620.0 Seg

Est: -35.18

Max: 63.16

Min: -37.26

Rem: -1.61



ESTATICA 01

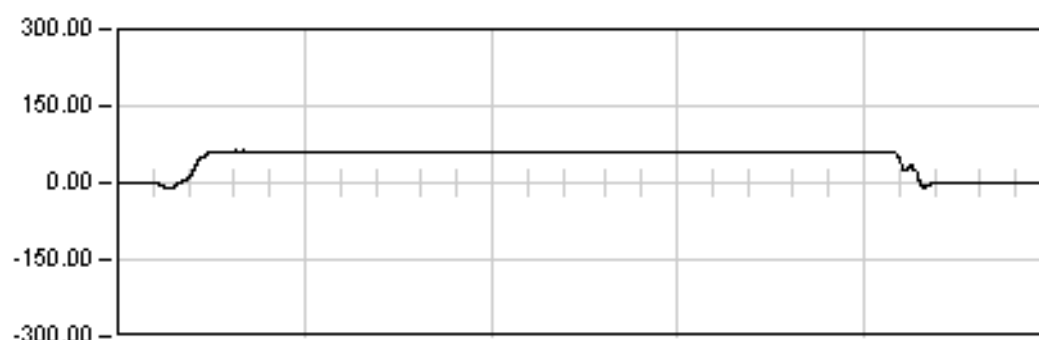
1260.0 Seg

Est: 72.62

Max: 75.64

Min: -17.09

Rem: -0.35



ESTATICA 02

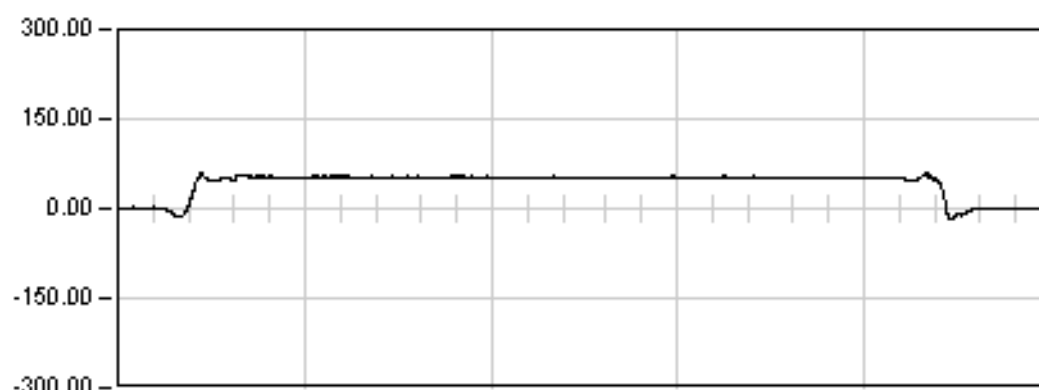
1020.0 Seg

Est: 59.74

Max: 62.71

Min: -9.97

Rem: -0.03



ESTATICA 03

960.0 Seg

Est: 51.78

Max: 58.53

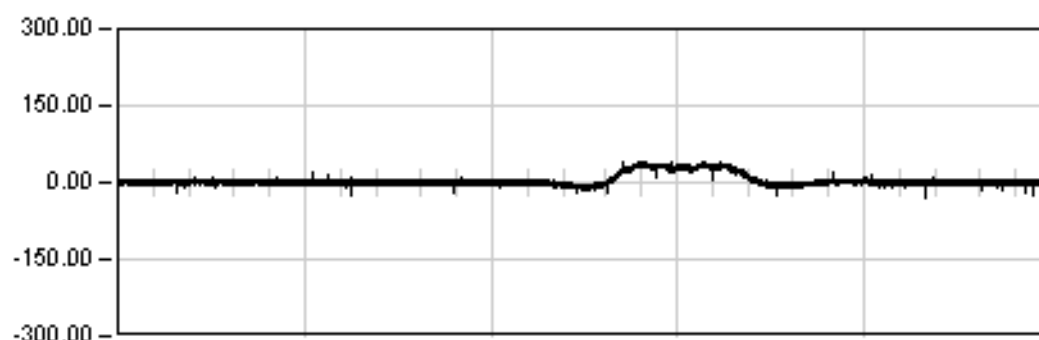
Min: -16.83

Rem: -0.30

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 2

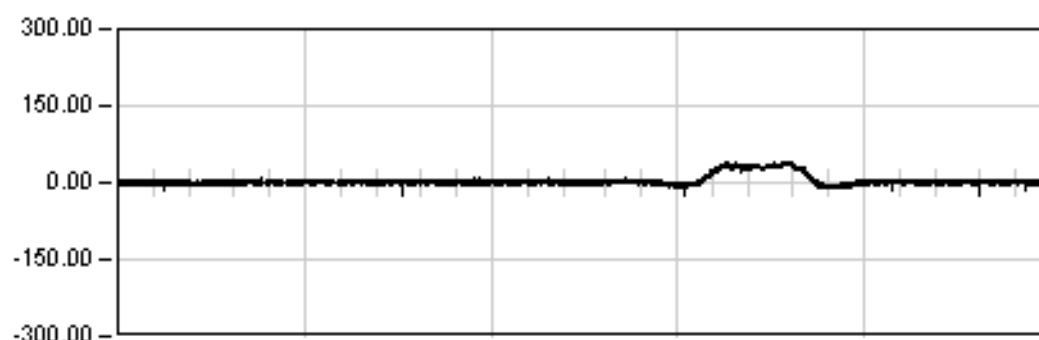
Punto : E21 Canal : 15 Unidades : μE



DINAMICA 00

183.0 Seg

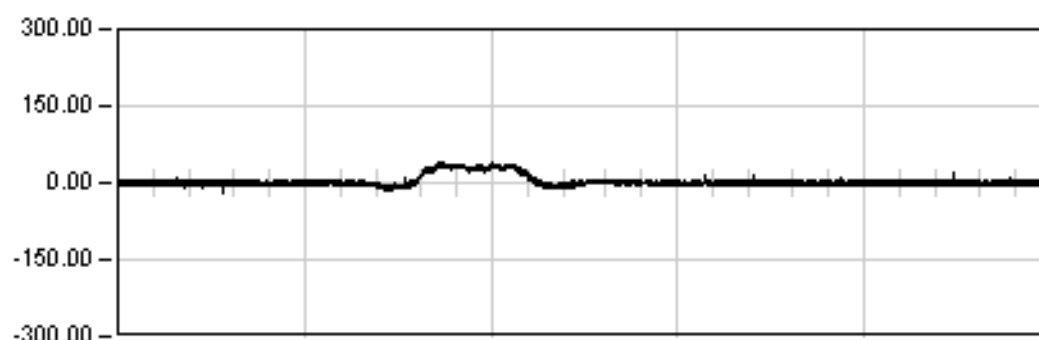
Max: 39.46
Min: -37.26
Rem: -0.32



DINAMICA 01

98.0 Seg

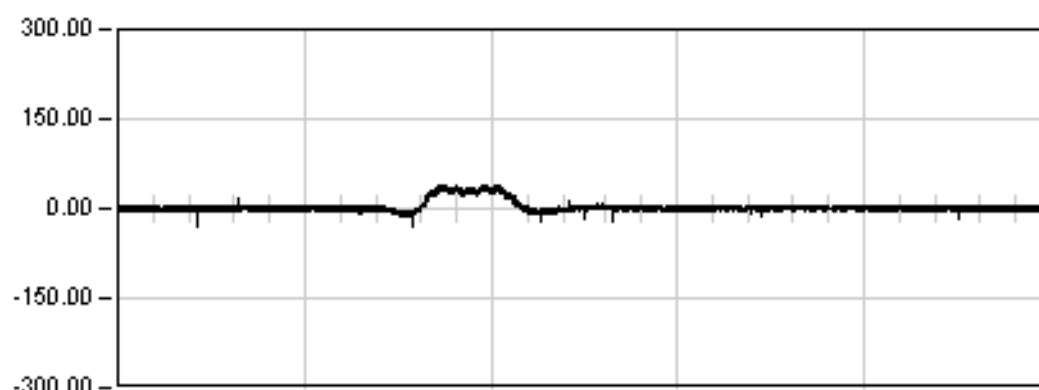
Max: 41.11
Min: -37.26
Rem: 0.87



DINAMICA 02

51.0 Seg

Max: 39.14
Min: -37.26
Rem: -0.16



DINAMICA 04

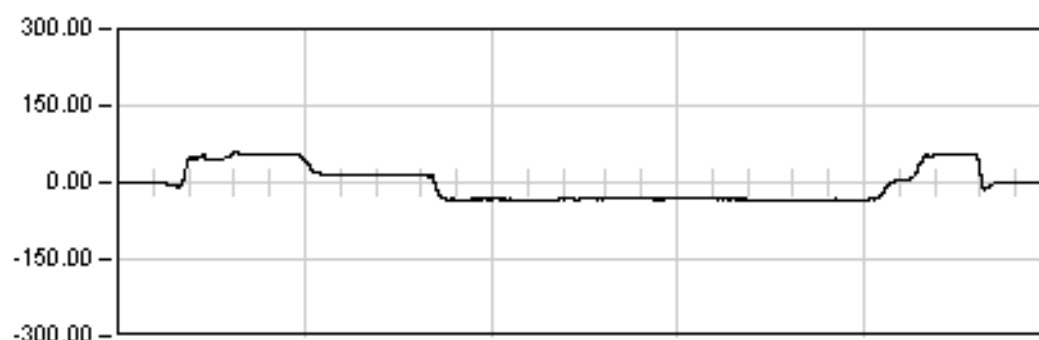
60.0 Seg

Max: 39.79
Min: -37.26
Rem: -0.24

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 2

Punto : E22 Canal : 16 Unidades : μE



ESTATICA 00

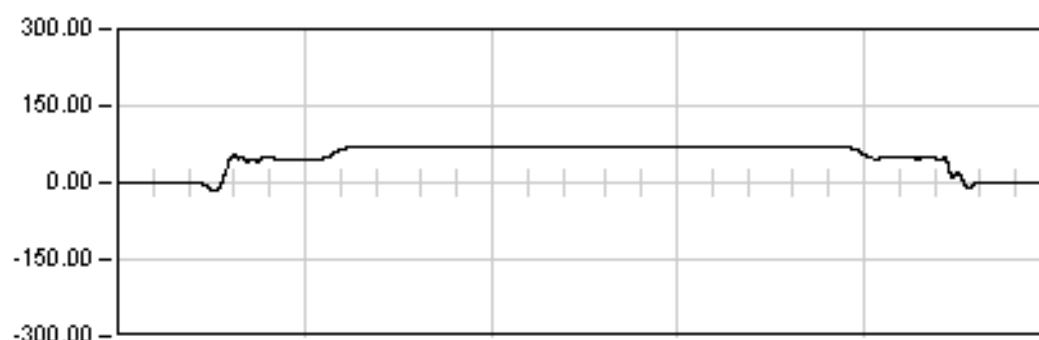
1620.0 Seg

Est: -33.17

Max: 58.69

Min: -34.31

Rem: -1.52



ESTATICA 01

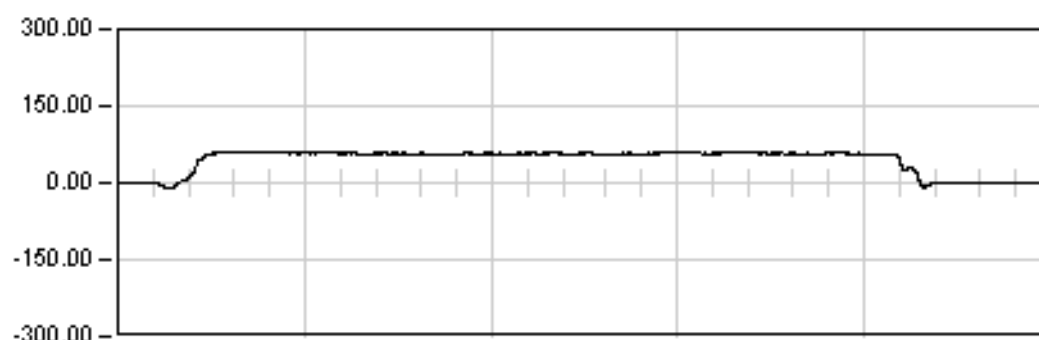
1260.0 Seg

Est: 69.35

Max: 71.91

Min: -15.78

Rem: -0.00



ESTATICA 02

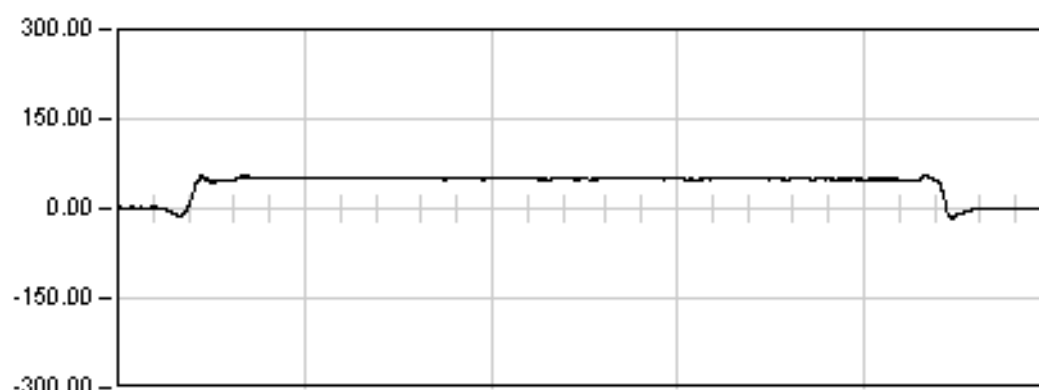
1020.0 Seg

Est: 56.74

Max: 59.29

Min: -9.28

Rem: 0.00



ESTATICA 03

960.0 Seg

Est: 49.57

Max: 55.98

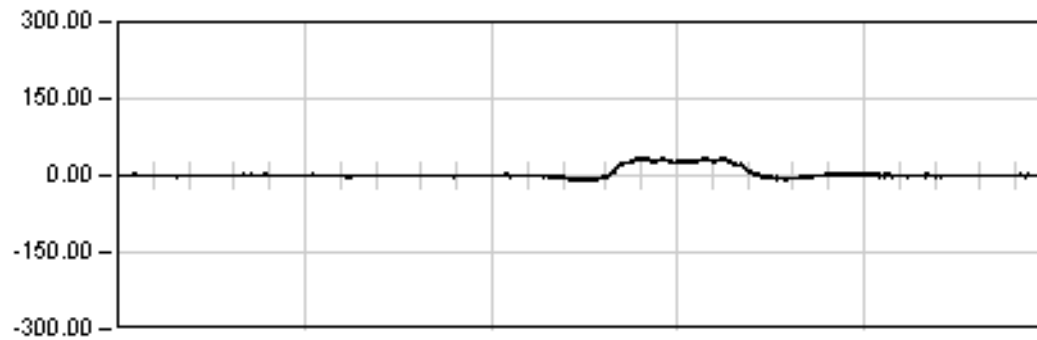
Min: -15.61

Rem: 0.09

LAV M-Z-B-FF. TRAMO VILAFRANCA BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 2

Punto : E22 Canal : 16 Unidades : μE



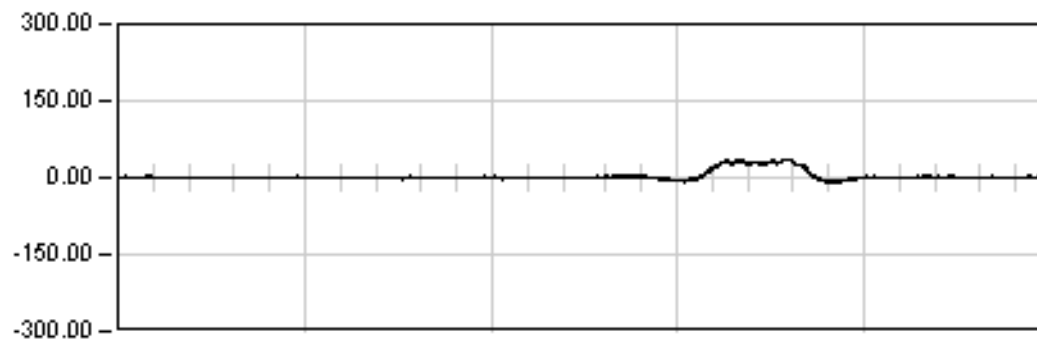
DYNAMICA 00

183.0 Seg

Max: 35.48

Min: -10.18

Rem: 0.00



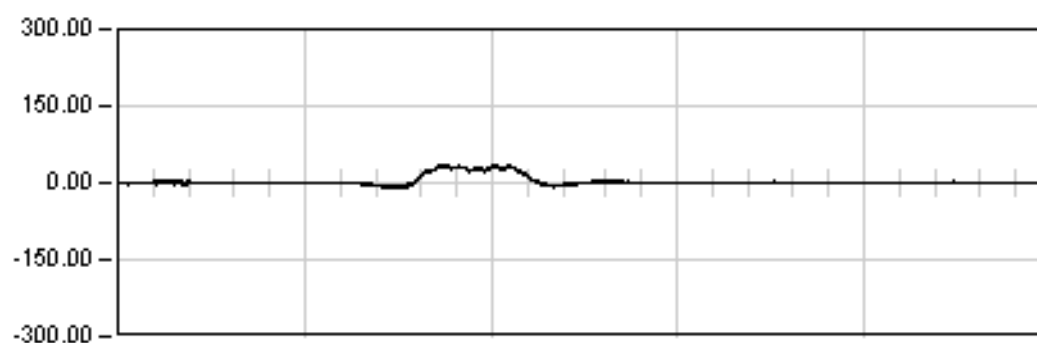
DYNAMICA 01

98.0 Seg

Max: 36.86

Min: -9.12

Rem: 0.81



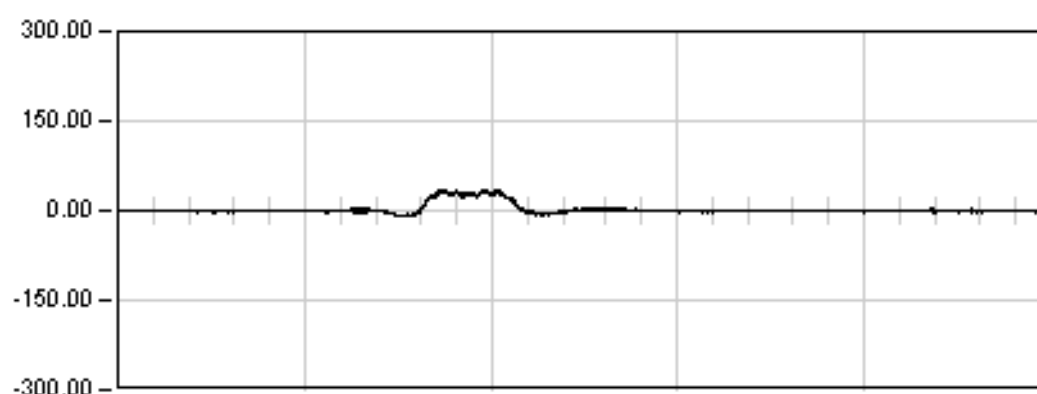
DYNAMICA 02

51.0 Seg

Max: 34.83

Min: -10.32

Rem: -0.00



DYNAMICA 04

60.0 Seg

Max: 34.84

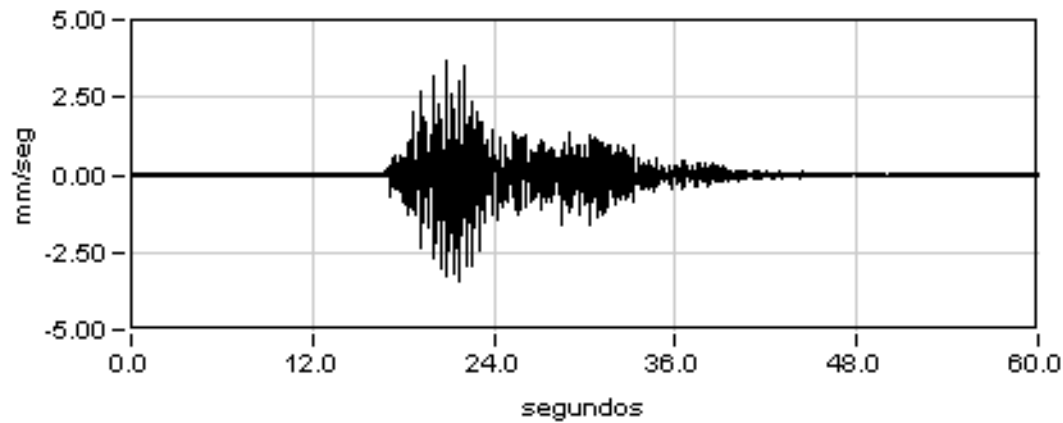
Min: -10.64

Rem: -0.20

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MARTORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 2

Prueba: din04 Punto: V0 Canal: 22

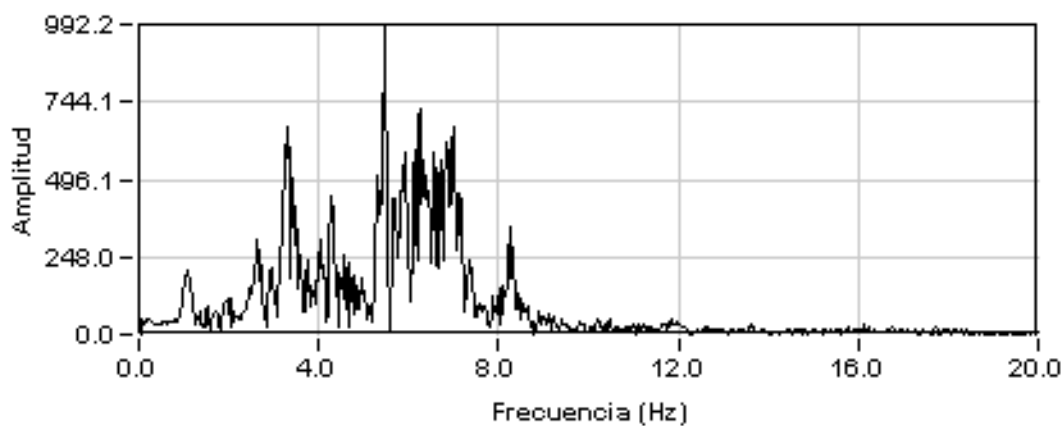
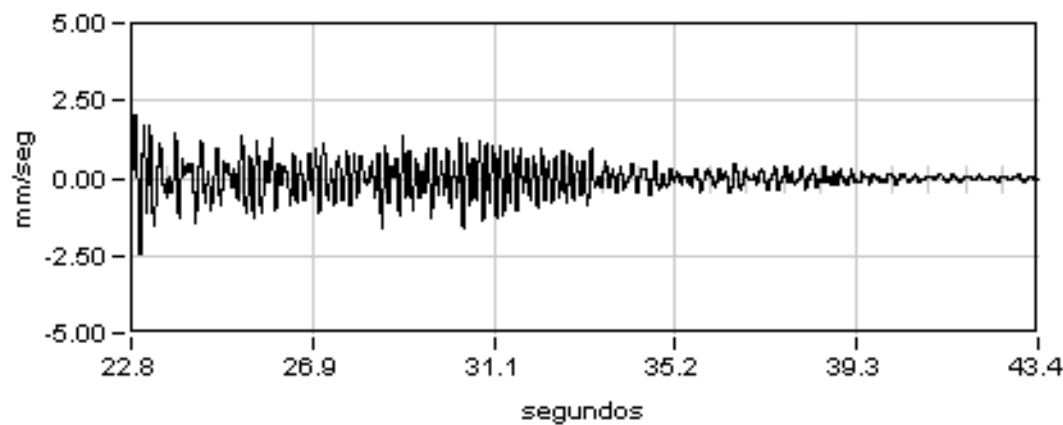


Máximo

3.65

Mínimo

-3.47



Amplitud

992.20

Frecuencia

5.48

Dec.Logarit.

0.04

Amortiguac.

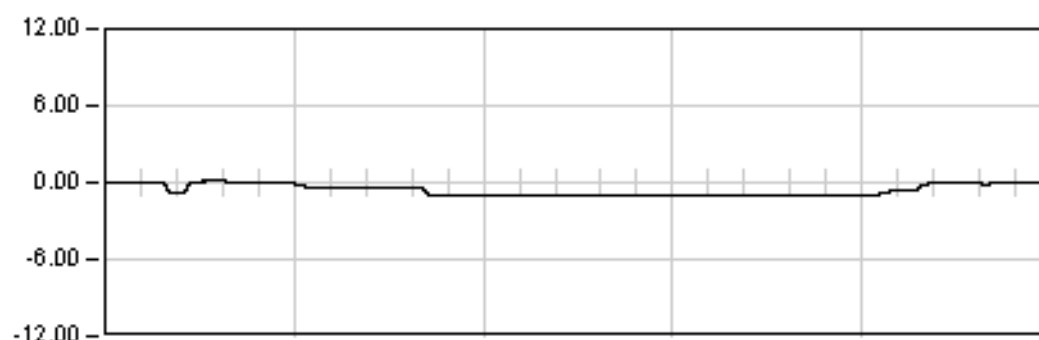
0.57

%

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 3

Punto : D310 Canal : 08 Unidades : mm



ESTATICA 00

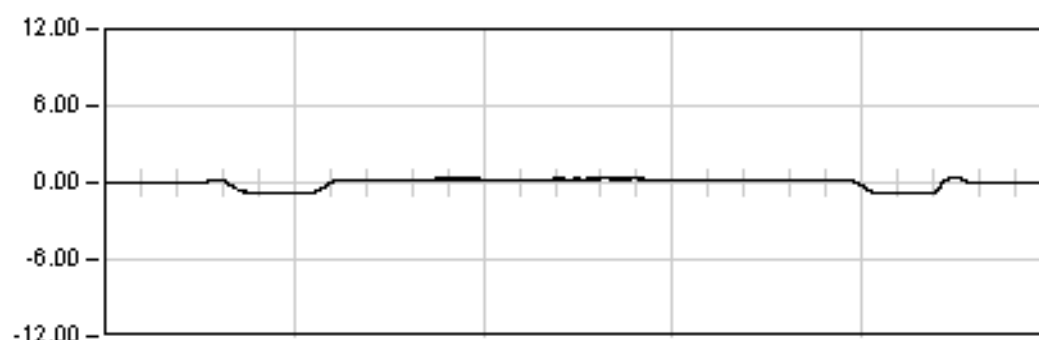
1620.0 Seg

Est: -1.01

Max: -1.04

Min: 0.18

Rem: -0.01



ESTATICA 01

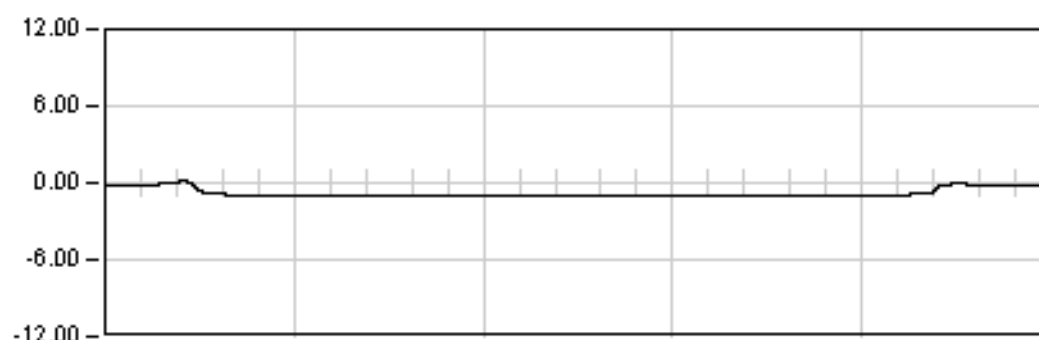
1260.0 Seg

Est: 0.27

Max: -0.83

Min: 0.45

Rem: 0.00



ESTATICA 03

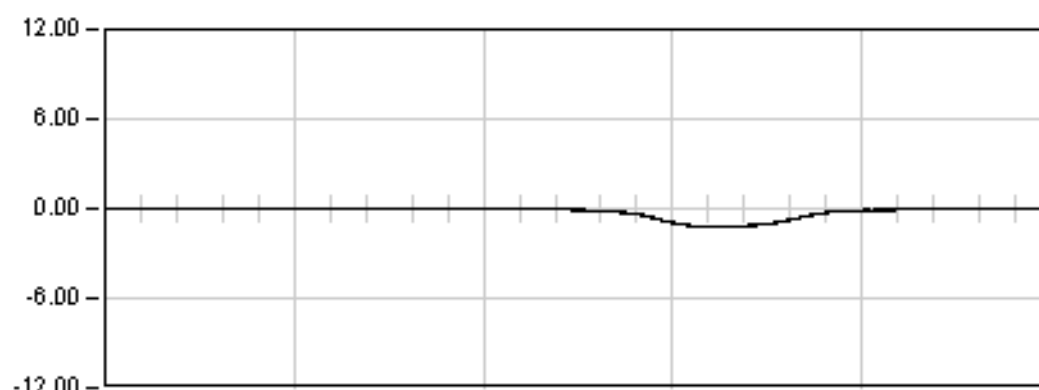
960.0 Seg

Est: -0.94

Max: -0.97

Min: 0.15

Rem: -0.13



DINAMICA 00

183.0 Seg

Max: -1.22

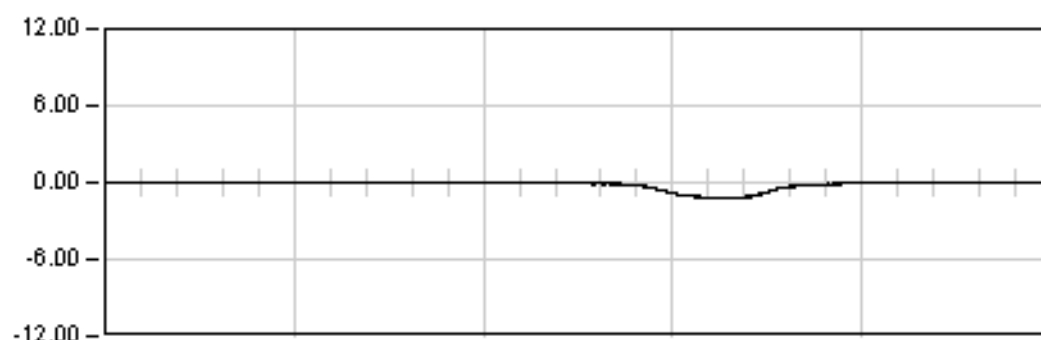
Min: 0.05

Rem: -0.01

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 3

Punto : D310 Canal : 08 Unidades : mm



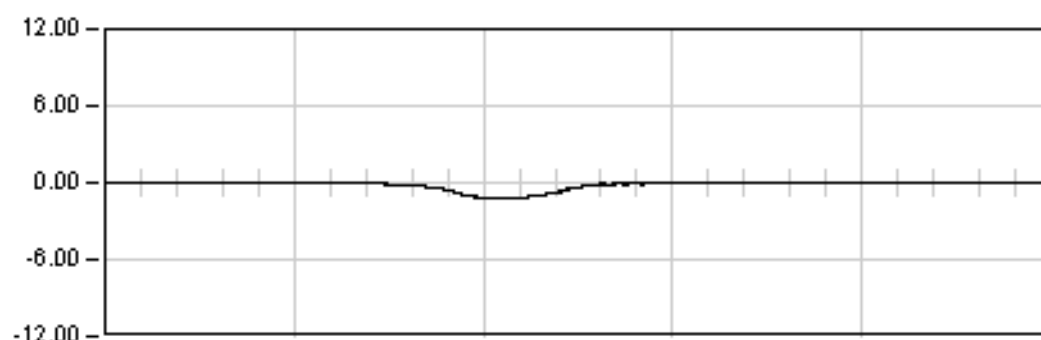
DINAMICA 01

98.0 Seg

Max: -1.24

Min: 0.04

Rem: -0.00



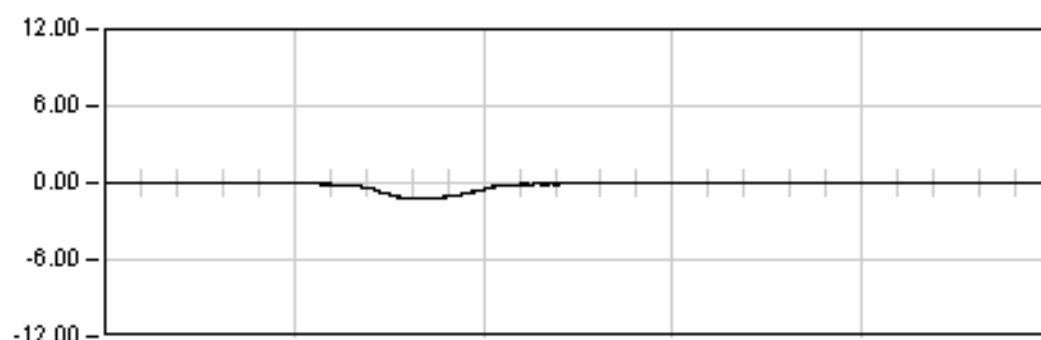
DINAMICA 02

51.0 Seg

Max: -1.22

Min: 0.04

Rem: -0.00



DINAMICA 03

60.0 Seg

Max: -1.23

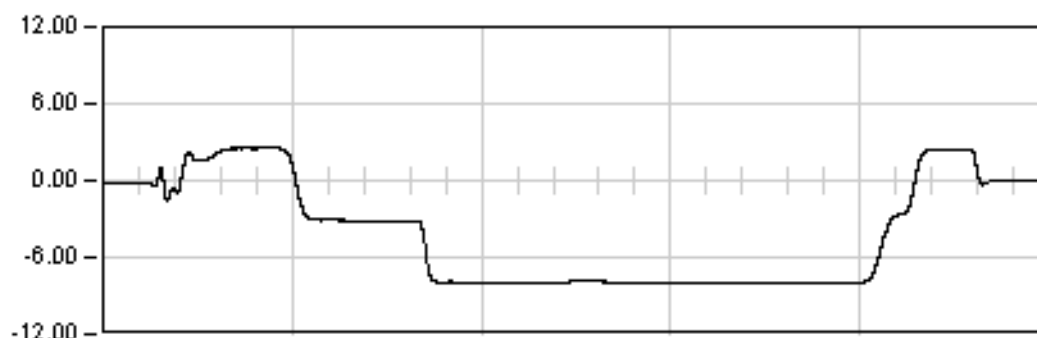
Min: 0.03

Rem: -0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 3

Punto : D31 Canal : 09 Unidades : mm



ESTATICA 00

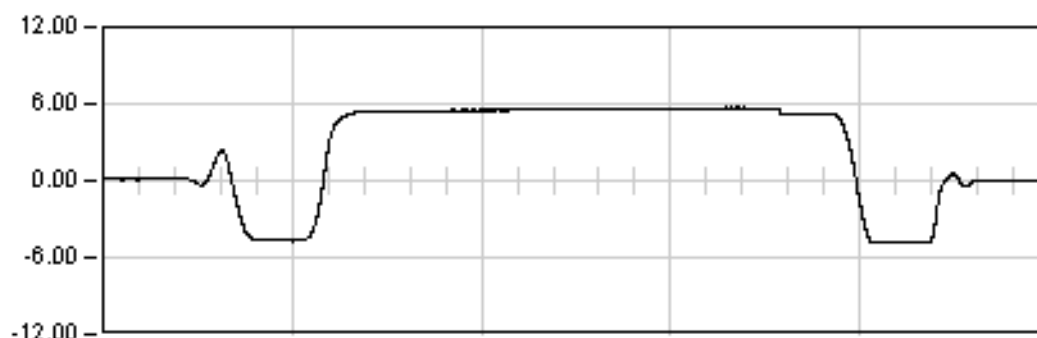
1620.0 Seg

Est: -7.92

Max: -8.01

Min: 2.55

Rem: -0.00



ESTATICA 01

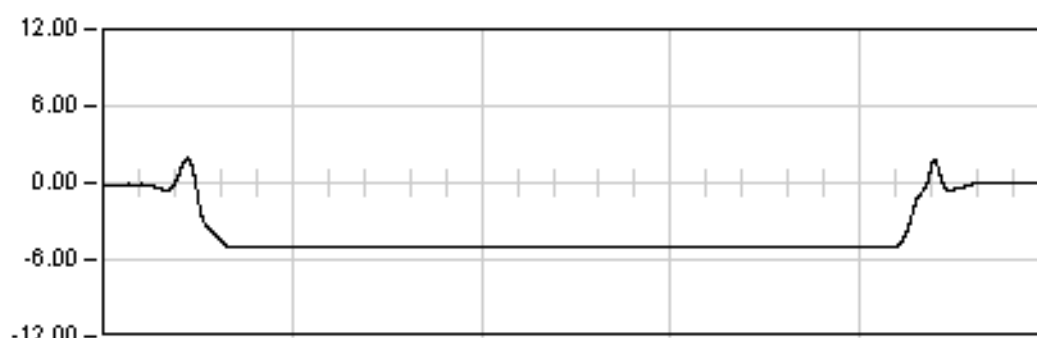
1260.0 Seg

Est: 5.16

Max: 5.72

Min: -4.87

Rem: 0.00



ESTATICA 03

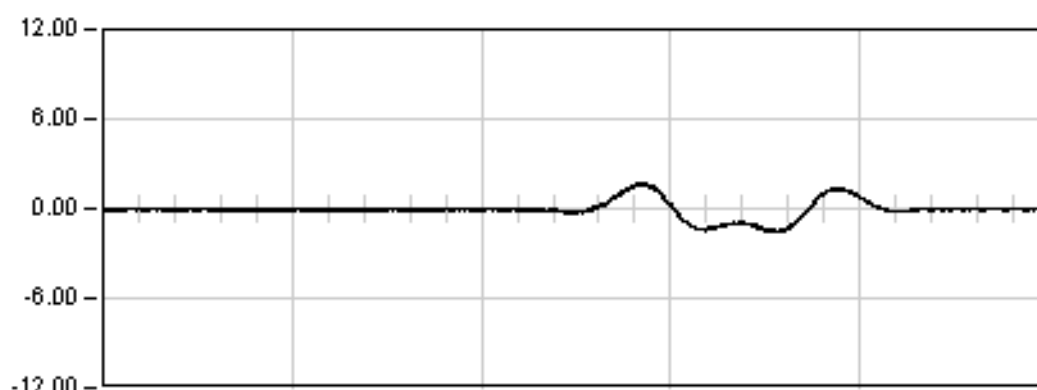
960.0 Seg

Est: -4.99

Max: -5.08

Min: 1.94

Rem: -0.00



DINAMICA 00

183.0 Seg

Max: 1.68

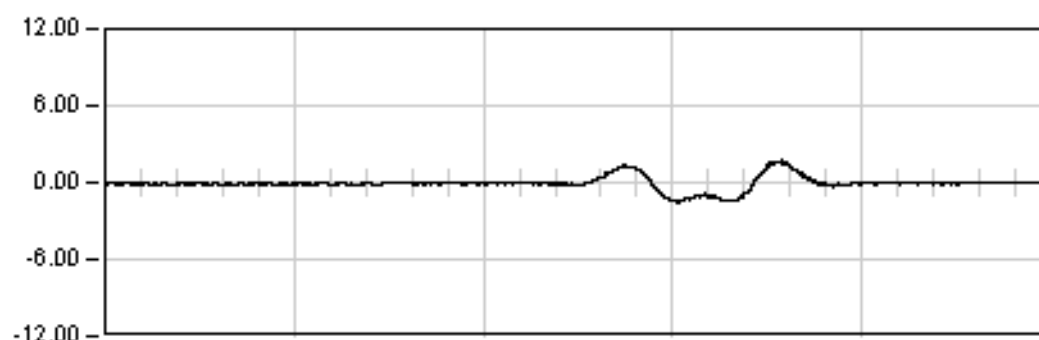
Min: -1.56

Rem: 0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 3

Punto : D31 Canal : 09 Unidades : mm



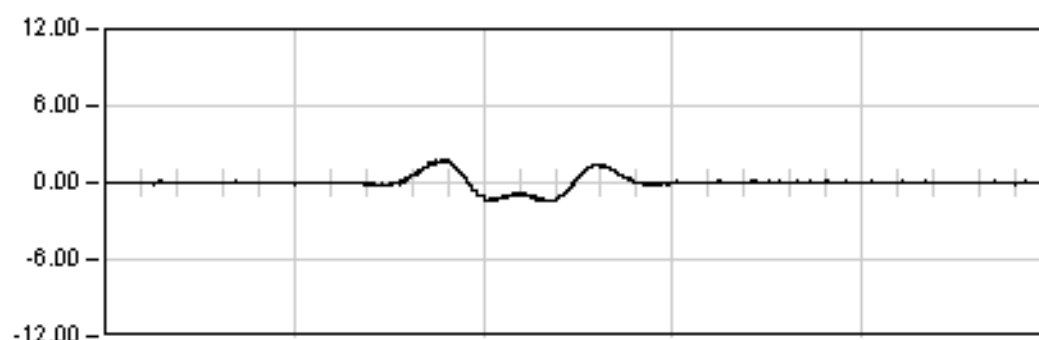
DINAMICA 01

98.0 Seg

Max: 1.74

Min: -1.52

Rem: 0.00



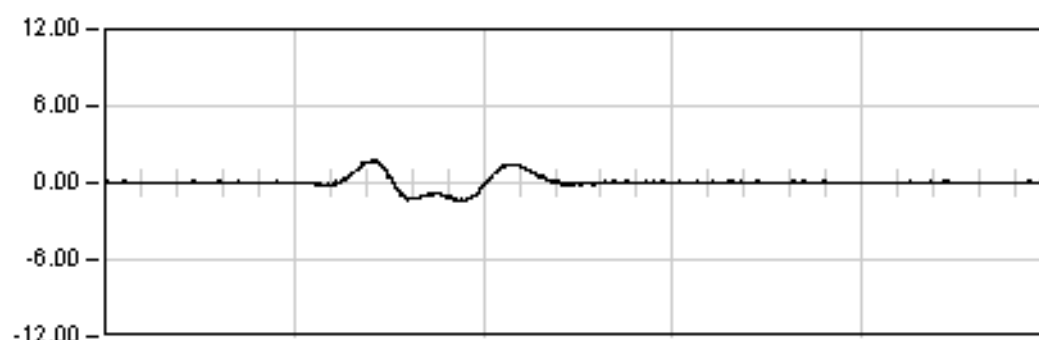
DINAMICA 02

51.0 Seg

Max: 1.79

Min: -1.55

Rem: 0.02



DINAMICA 03

60.0 Seg

Max: 1.75

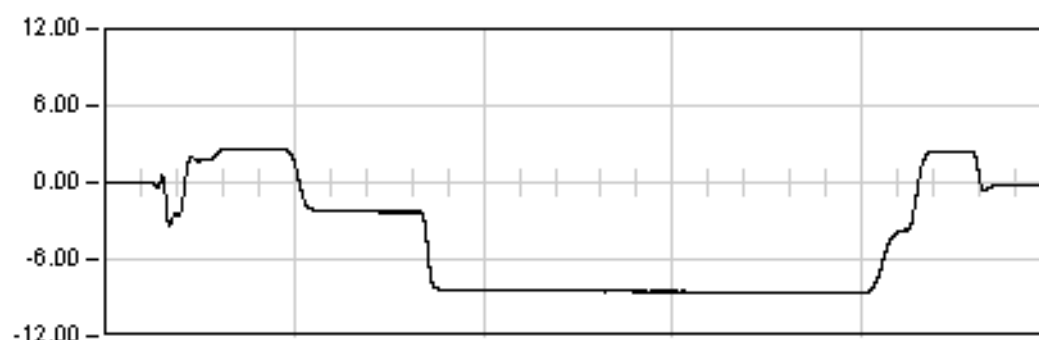
Min: -1.45

Rem: -0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 3

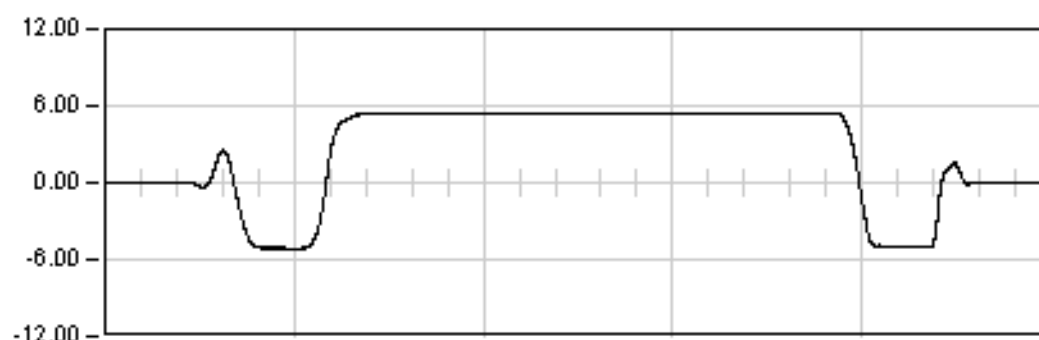
Punto : D32 Canal : 10 Unidades : mm



ESTATICA 00

1620.0 Seg

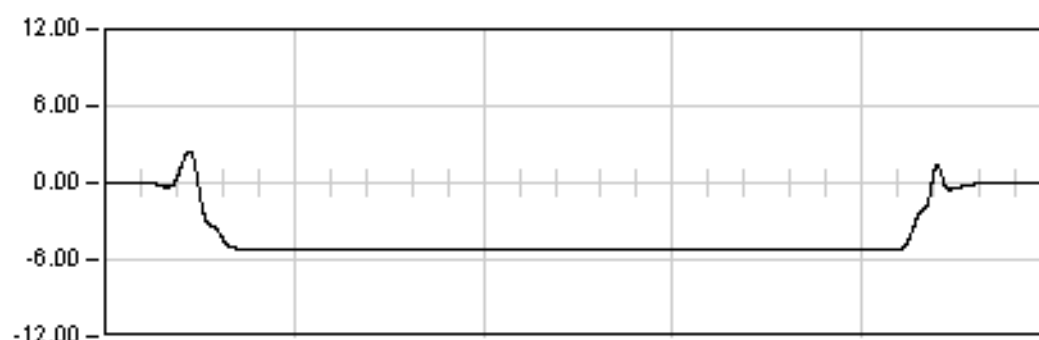
Est: -8.54
Max: -8.56
Min: 2.66
Rem: -0.15



ESTATICA 01

1260.0 Seg

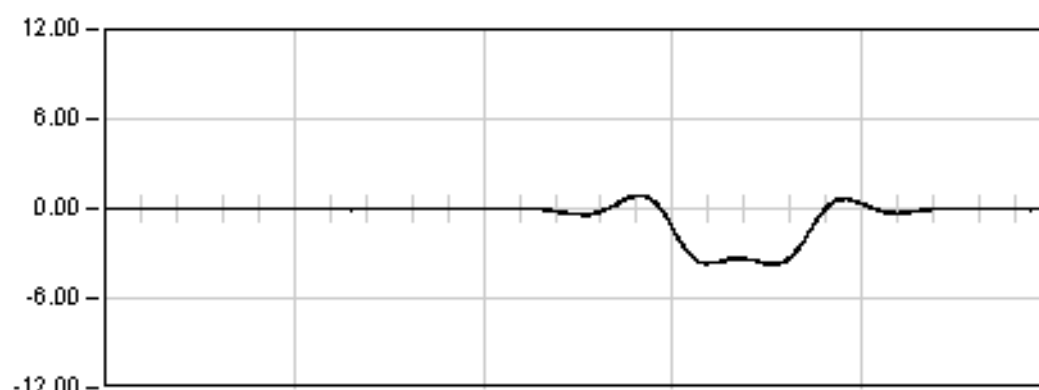
Est: 5.47
Max: 5.49
Min: -5.15
Rem: 0.07



ESTATICA 03

960.0 Seg

Est: -5.23
Max: -5.25
Min: 2.47
Rem: -0.08



DINAMICA 00

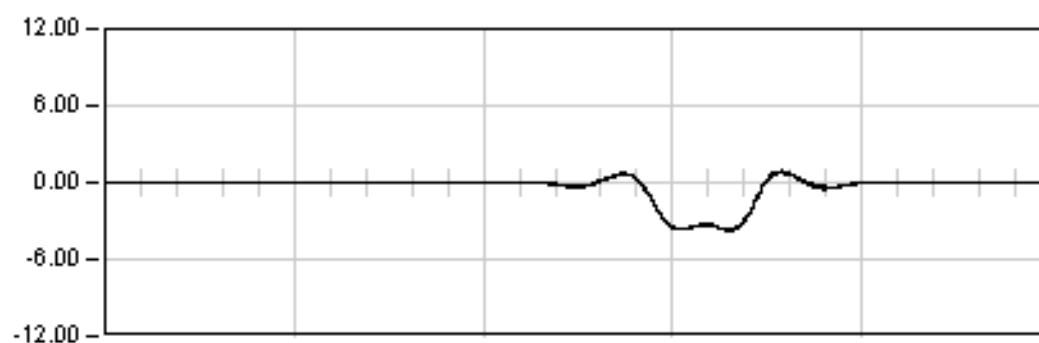
183.0 Seg

Max: -3.75
Min: 0.94
Rem: -0.02

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 3

Punto : D32 Canal : 10 Unidades : mm



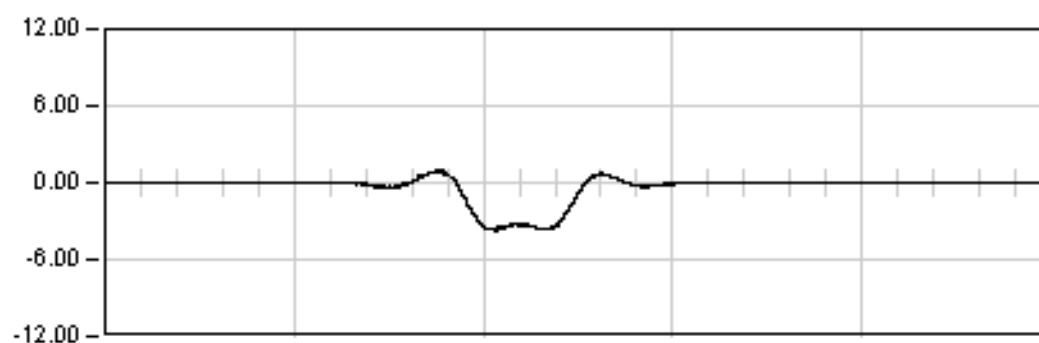
DINAMICA 01

98.0 Seg

Max: -3.74

Min: 0.96

Rem: -0.00



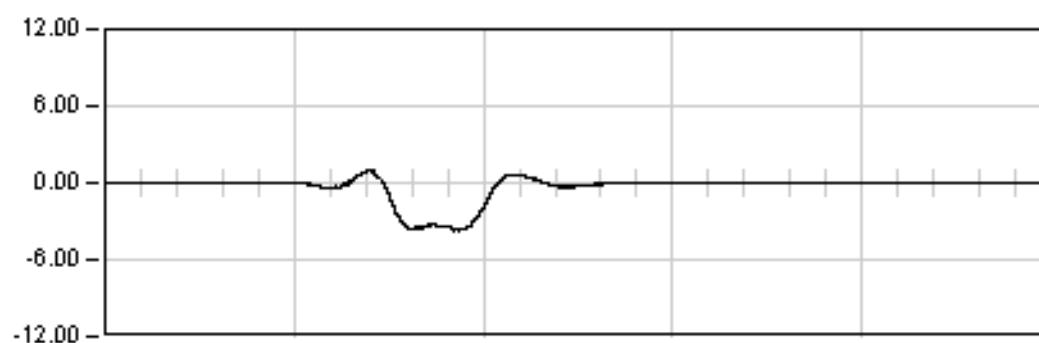
DINAMICA 02

51.0 Seg

Max: -3.72

Min: 1.06

Rem: -0.01



DINAMICA 03

60.0 Seg

Max: -3.72

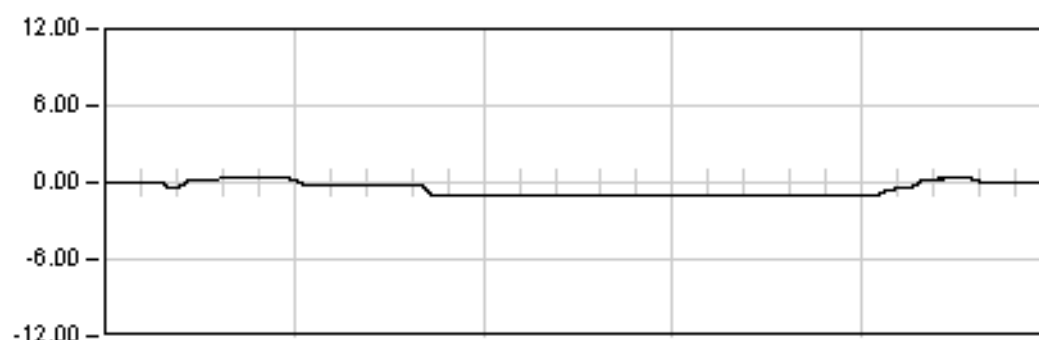
Min: 0.99

Rem: -0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 3

Punto : D323 Canal : 12 Unidades : mm



ESTATICA 00

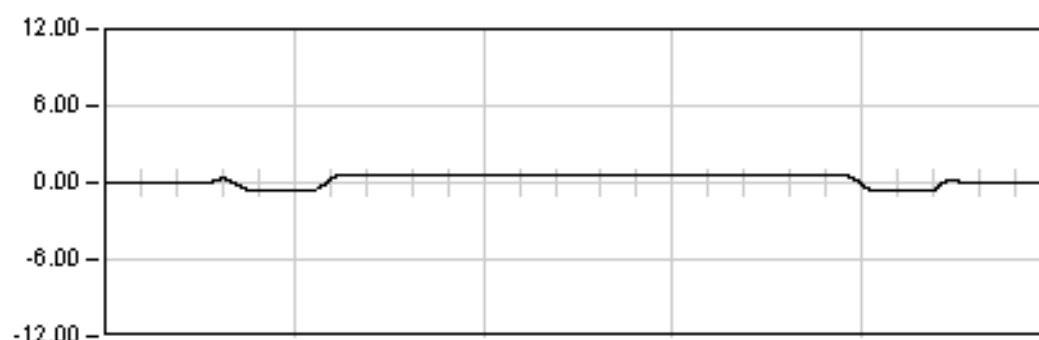
1620.0 Seg

Est: -1.07

Max: -1.07

Min: 0.33

Rem: -0.02



ESTATICA 01

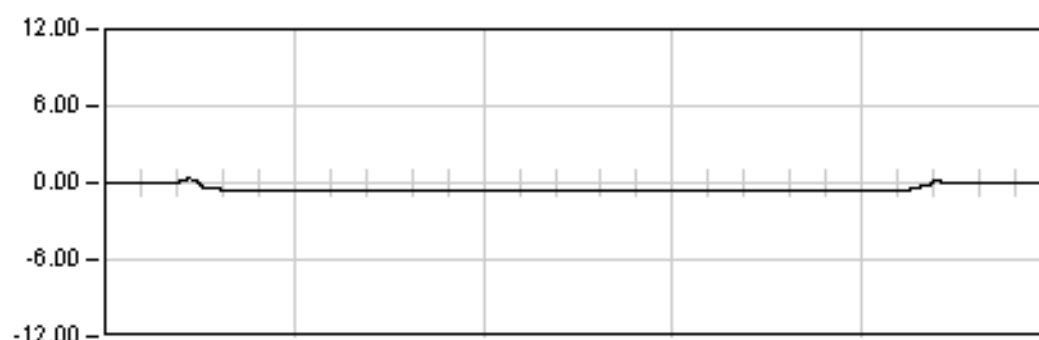
1260.0 Seg

Est: 0.68

Max: 0.69

Min: -0.64

Rem: 0.01



ESTATICA 03

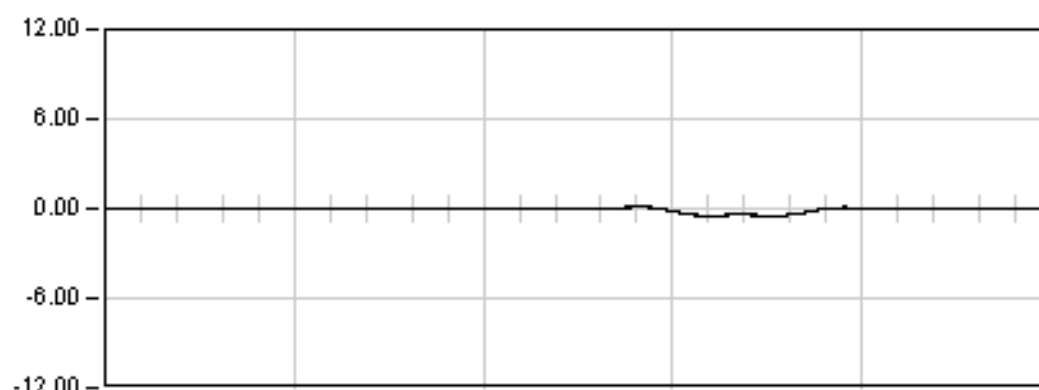
960.0 Seg

Est: -0.65

Max: -0.66

Min: 0.31

Rem: -0.01



DINAMICA 00

183.0 Seg

Max: -0.47

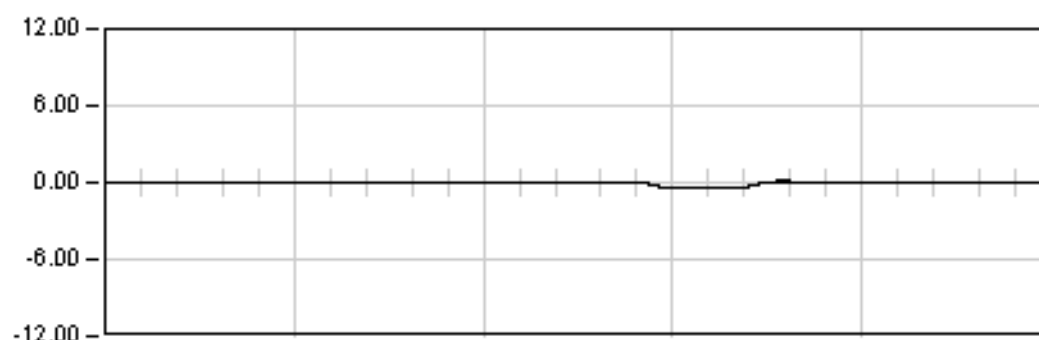
Min: 0.12

Rem: -0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 3

Punto : D323 Canal : 12 Unidades : mm



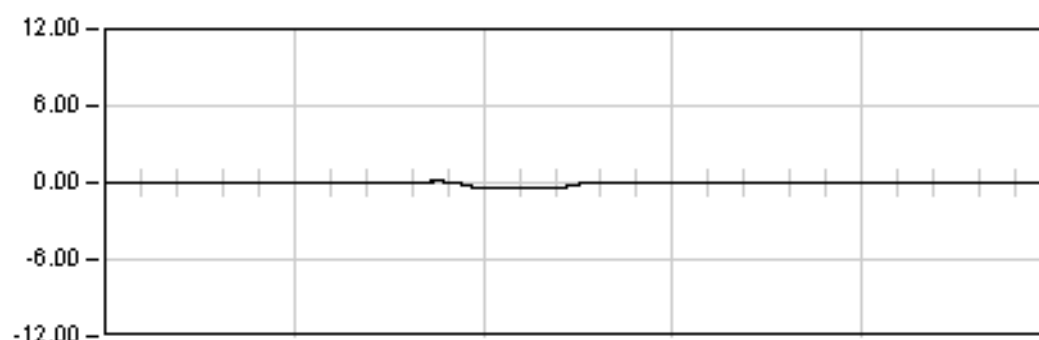
DINAMICA 01

98.0 Seg

Max: -0.47

Min: 0.12

Rem: -0.00



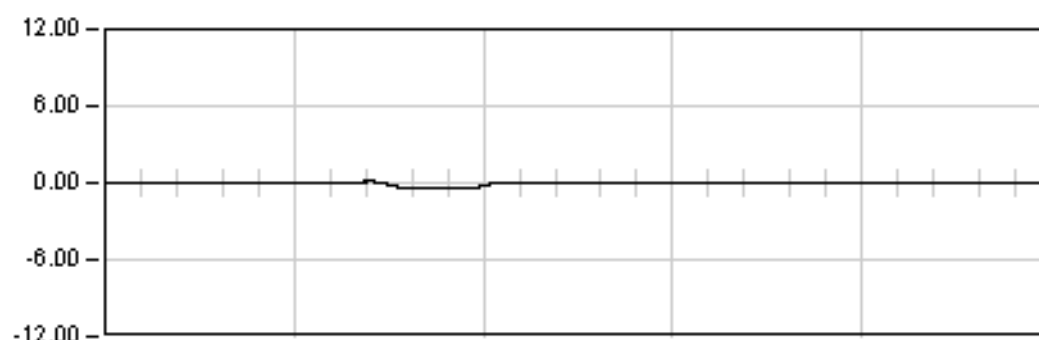
DINAMICA 02

51.0 Seg

Max: -0.47

Min: 0.13

Rem: -0.00



DINAMICA 03

60.0 Seg

Max: -0.47

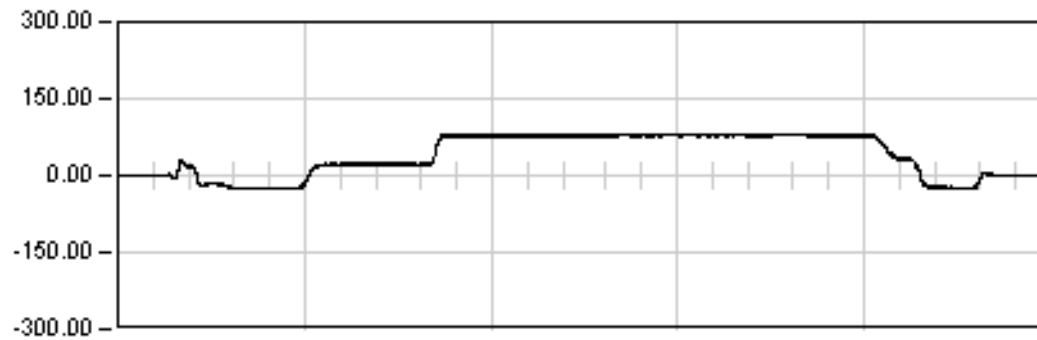
Min: 0.12

Rem: -0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 3

Punto : E31 Canal : 17 Unidades : μE



ESTATICA 00

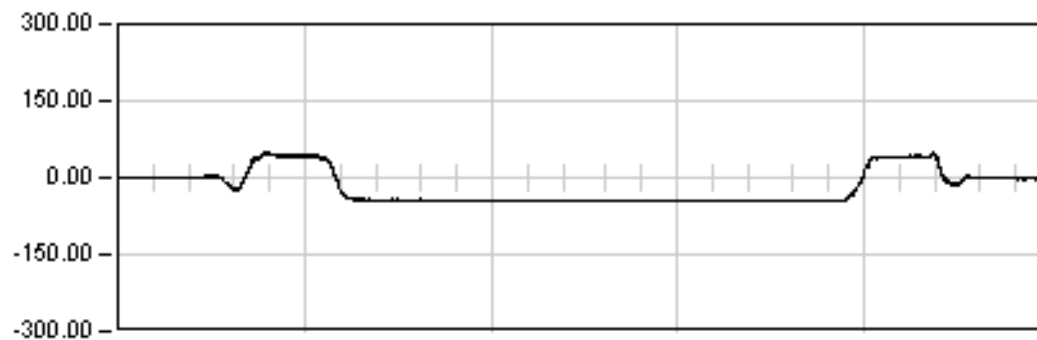
1620.0 Seg

Est: 78.02

Max: 80.77

Min: -27.40

Rem: 0.61



ESTATICA 01

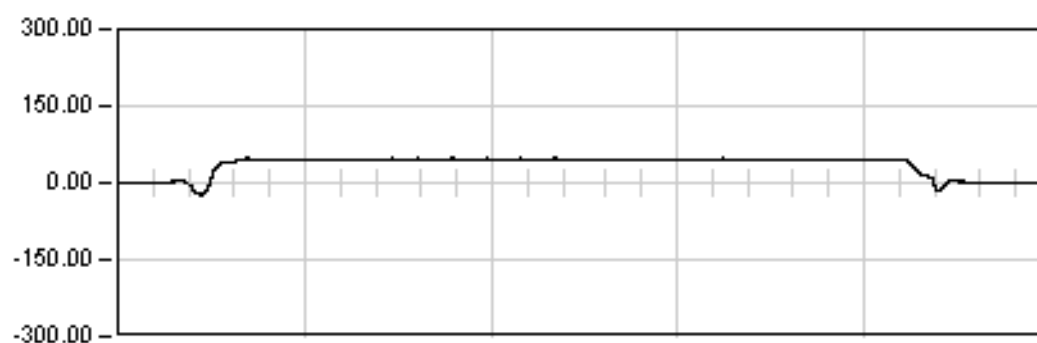
1260.0 Seg

Est: -45.79

Max: 48.95

Min: -47.35

Rem: -1.27



ESTATICA 03

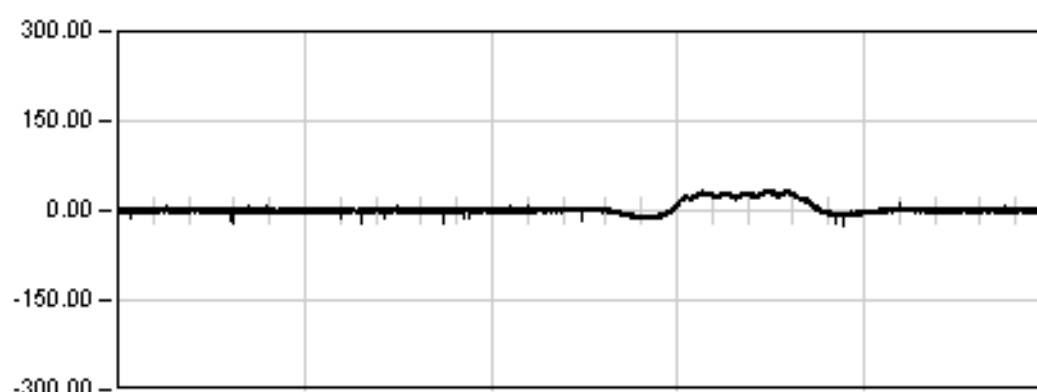
960.0 Seg

Est: 46.30

Max: 47.97

Min: -23.75

Rem: -0.00



DINAMICA 00

183.0 Seg

Max: 36.09

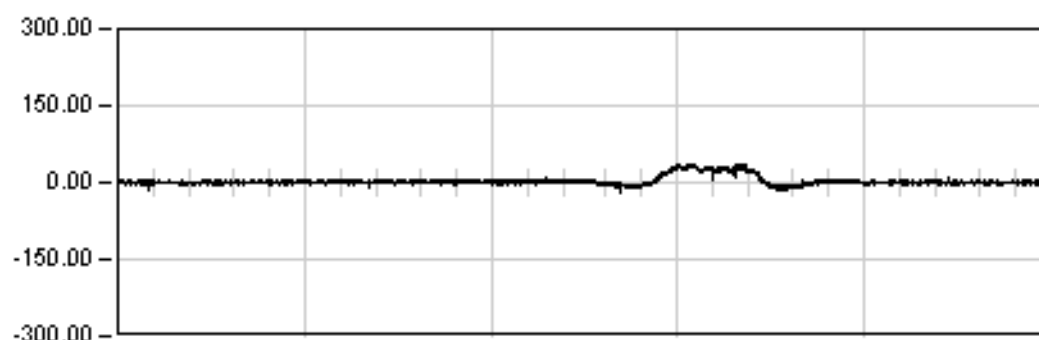
Min: -26.60

Rem: 0.45

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 3

Punto : E31 Canal : 17 Unidades : μE



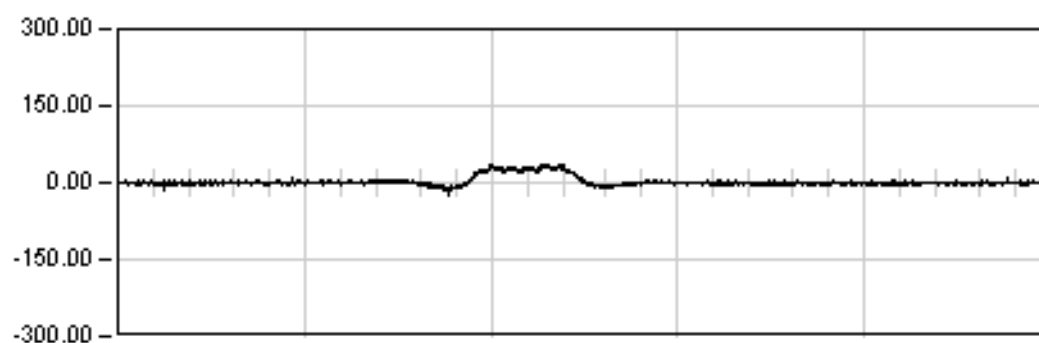
DINAMICA 01

98.0 Seg

Max: 35.67

Min: -26.60

Rem: 0.08



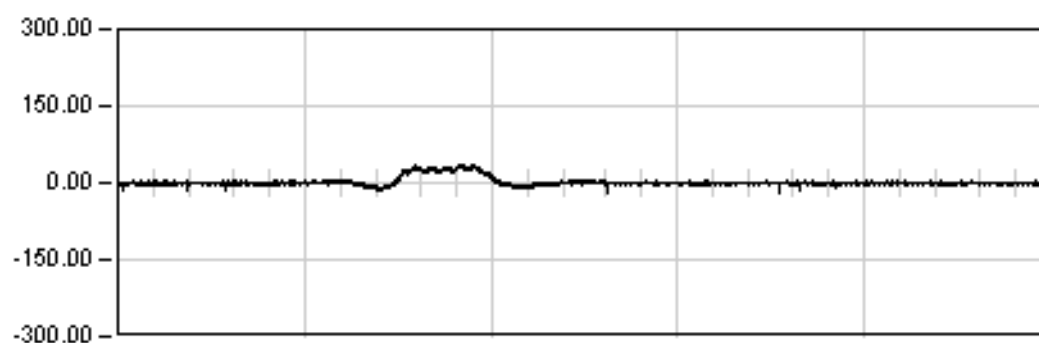
DINAMICA 02

51.0 Seg

Max: 33.71

Min: -26.60

Rem: -0.23



DINAMICA 03

60.0 Seg

Max: 35.57

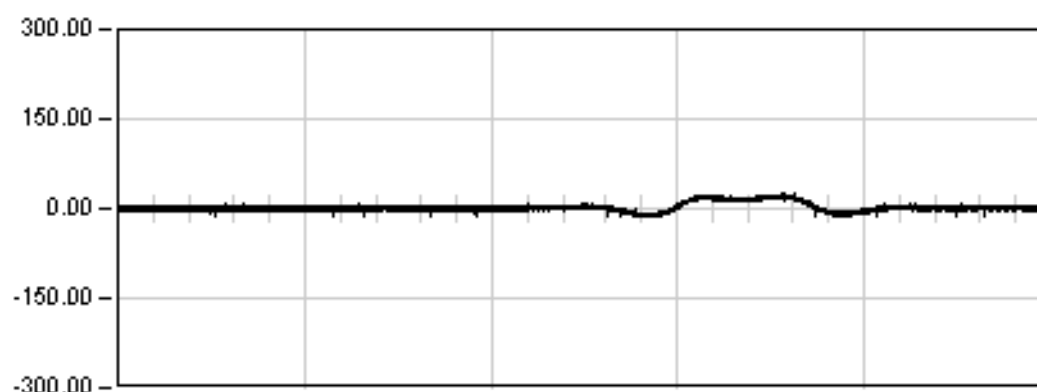
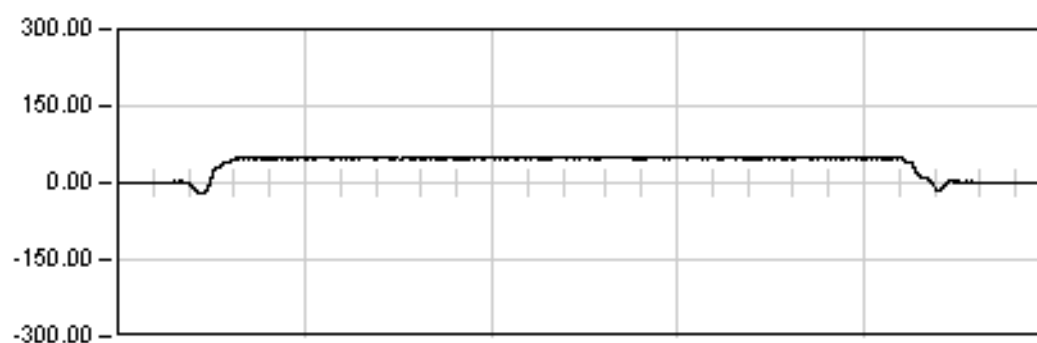
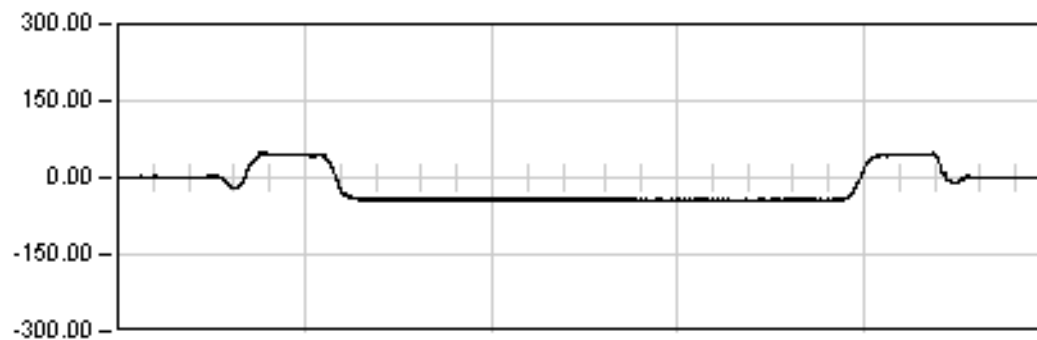
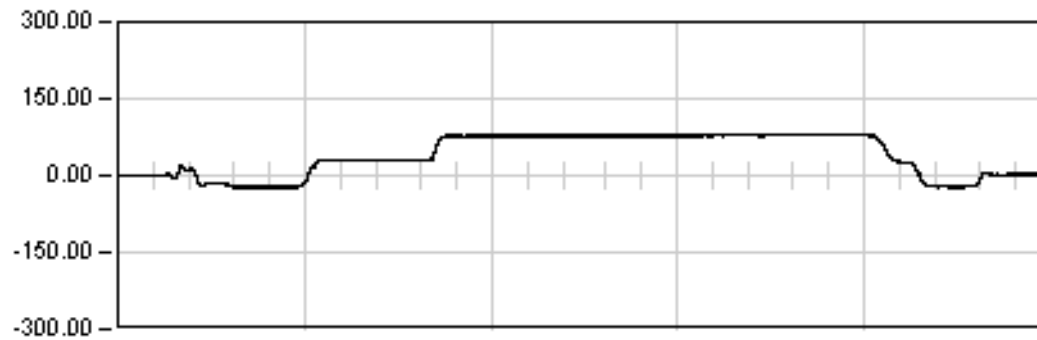
Min: -26.60

Rem: -0.37

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 3

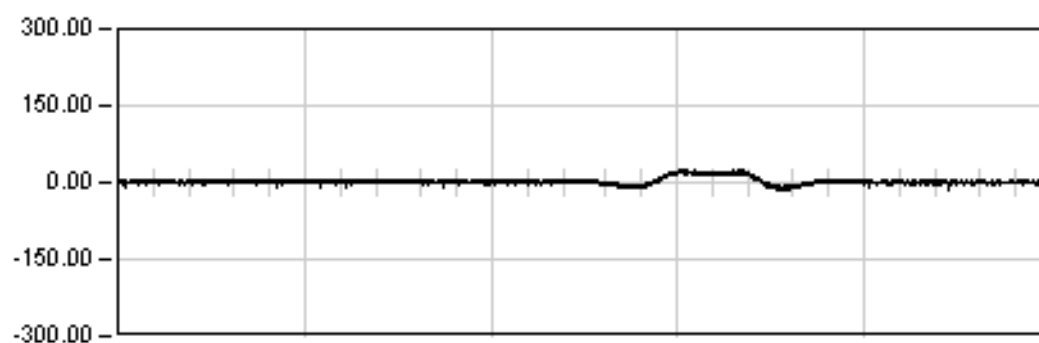
Punto : E32 Canal : 18 Unidades : μE



LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 3

Punto : E32 Canal : 18 Unidades : μE



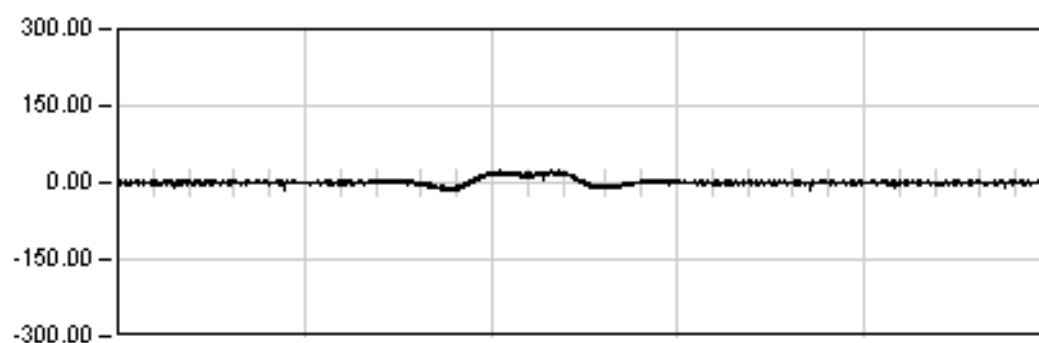
DINAMICA 01

98.0 Seg

Max: 23.16

Min: -21.44

Rem: 0.02



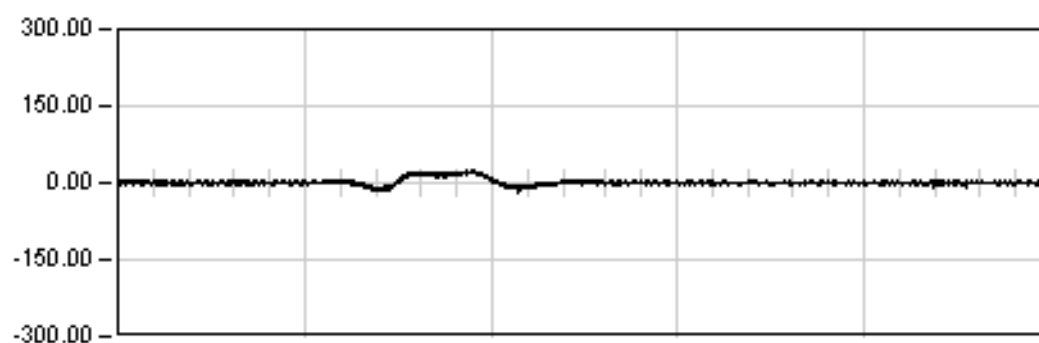
DINAMICA 02

51.0 Seg

Max: 22.59

Min: -21.44

Rem: -0.49



DINAMICA 03

60.0 Seg

Max: 23.85

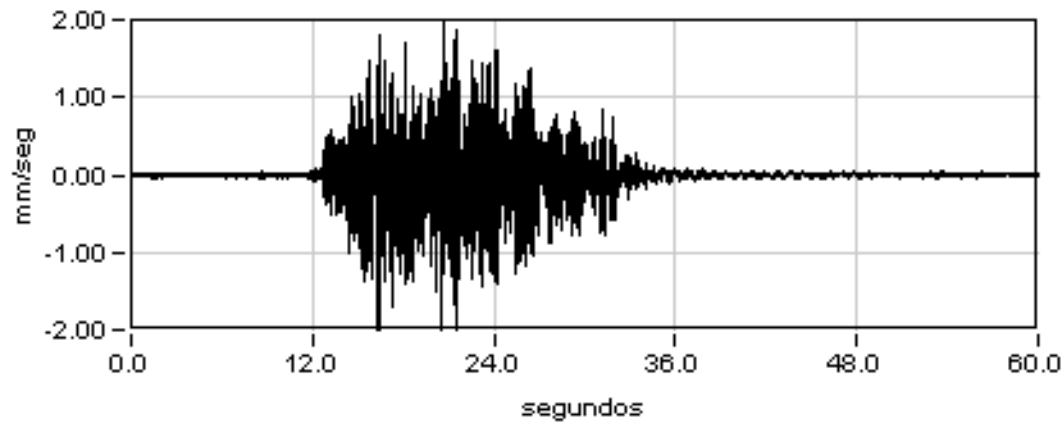
Min: -21.44

Rem: -0.30

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MARTORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 3

Prueba: din03 Punto: V0 Canal: 22

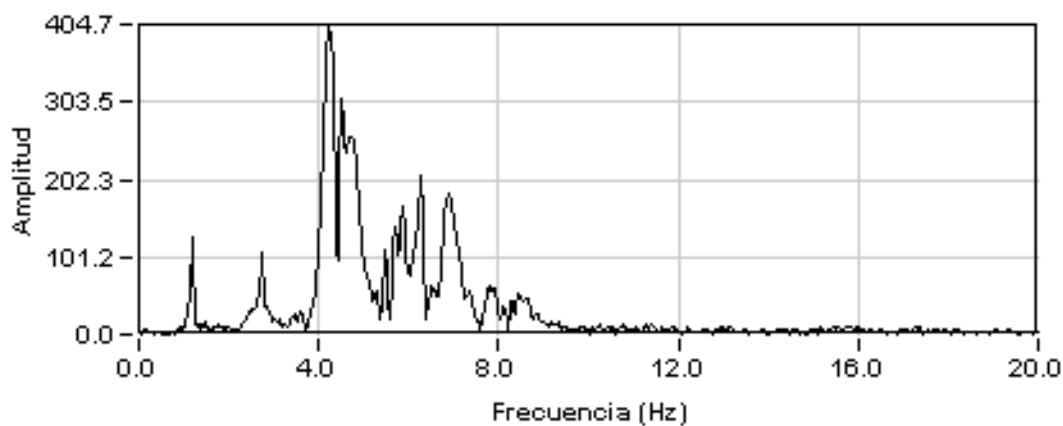
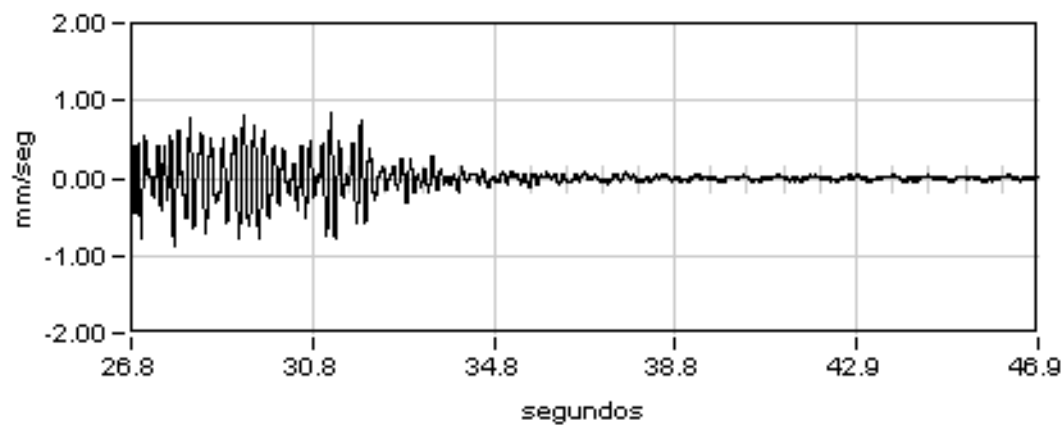


Máximo

-2.47

Mínimo

2.06



Amplitud

404.66

Frecuencia

4.25

Dec. Logarit.

0.15

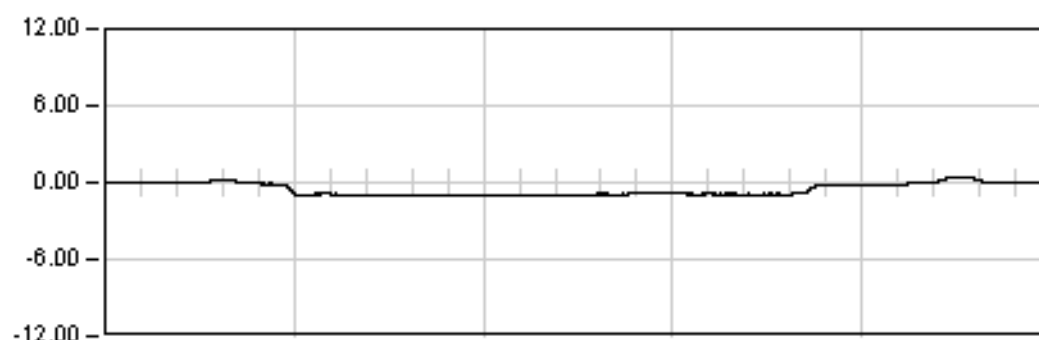
Amortiguac.

2.43 %

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 4

Punto : D410 Canal : 00 Unidades : mm



ESTATICA 04

1920.0 Seg

Est: -0.88

Max: -0.98

Min: 0.37

Rem: 0.00



ESTATICA 05

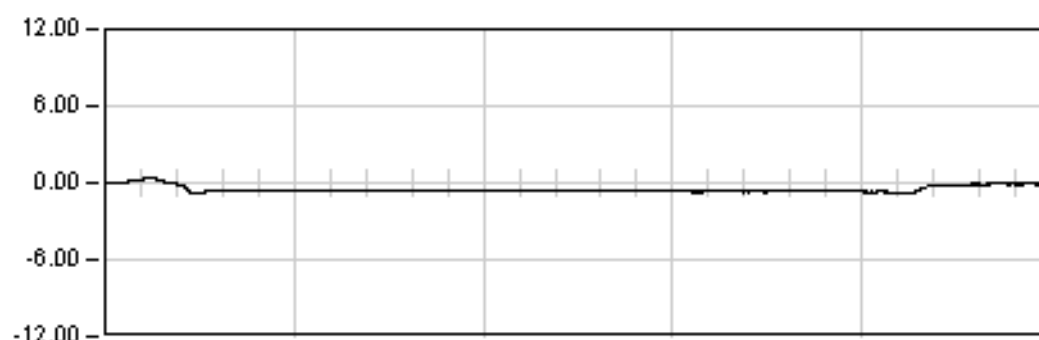
1440.0 Seg

Est: 0.14

Max: -0.76

Min: 0.32

Rem: 0.00



ESTATICA 06

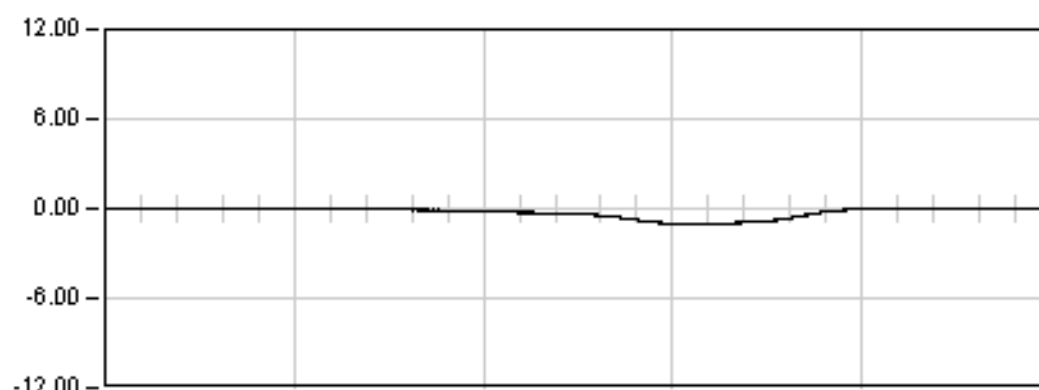
960.0 Seg

Est: -0.68

Max: -0.85

Min: 0.40

Rem: -0.08



DINAMICA 07

135.0 Seg

Max: -1.04

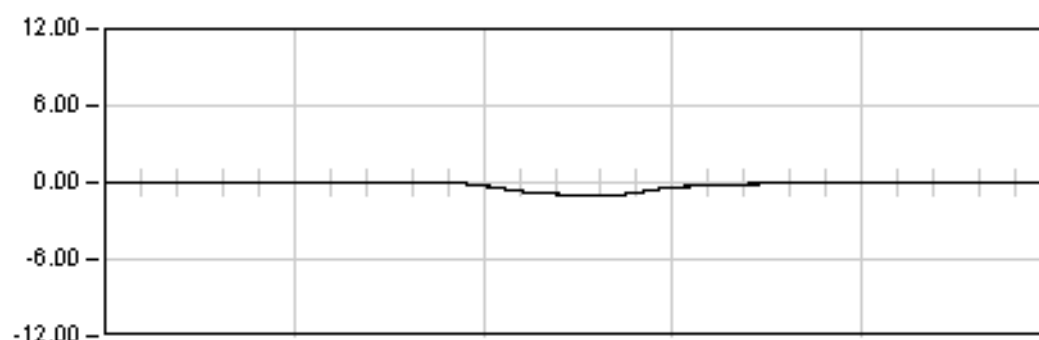
Min: 0.02

Rem: -0.03

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 4

Punto : D410 Canal : 00 Unidades : mm



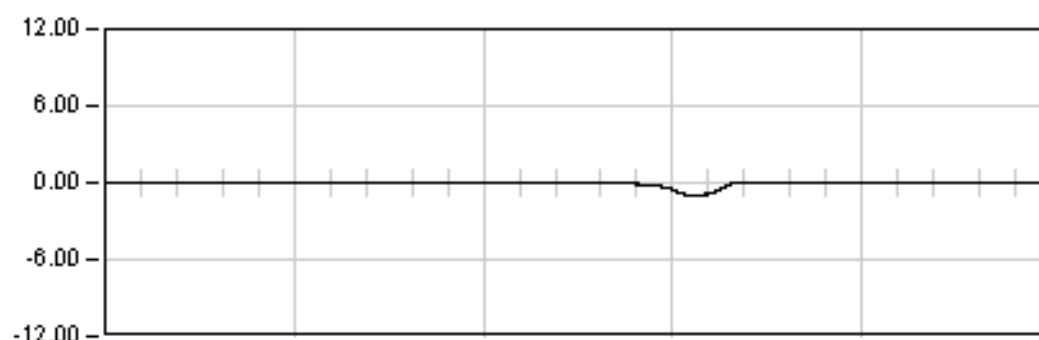
DINAMICA 08

69.0 Seg

Max: -1.00

Min: 0.04

Rem: -0.00



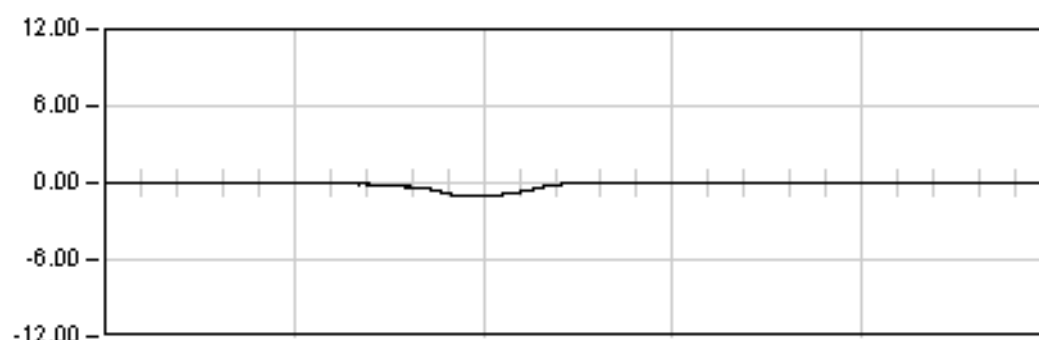
DINAMICA 09

108.0 Seg

Max: -1.02

Min: 0.03

Rem: 0.00



DINAMICA 10

63.0 Seg

Max: -1.06

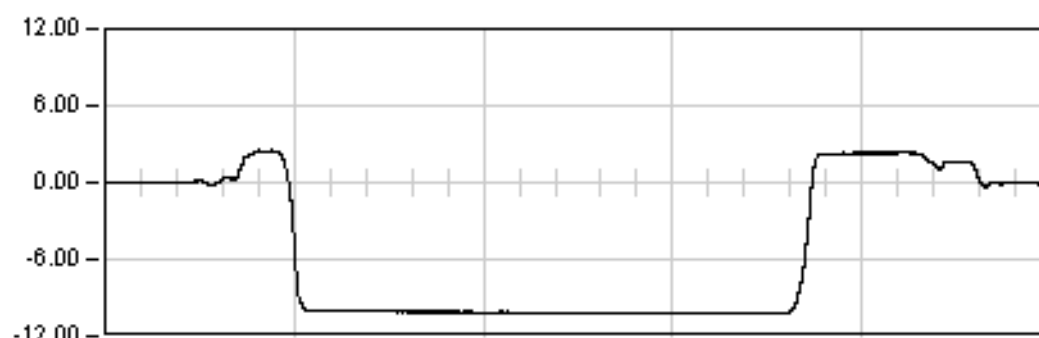
Min: 0.00

Rem: -0.02

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 4

Punto : D41 Canal : 01 Unidades : mm



ESTATICA 04

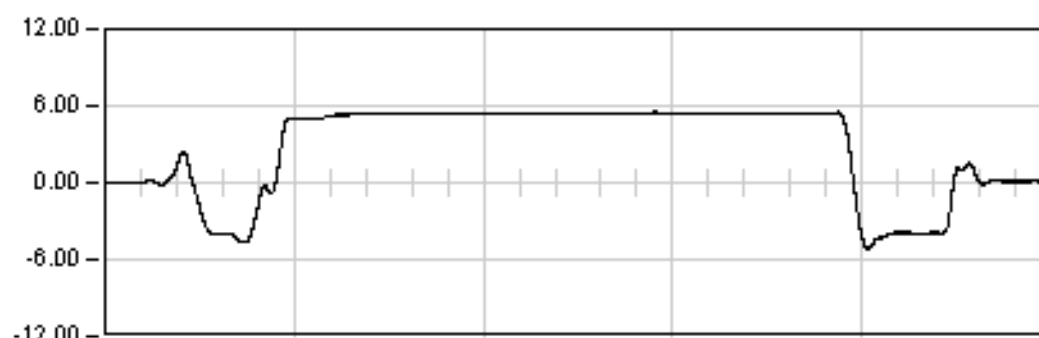
1920.0 Seg

Est: -10.18

Max: -10.22

Min: 2.52

Rem: -0.09



ESTATICA 05

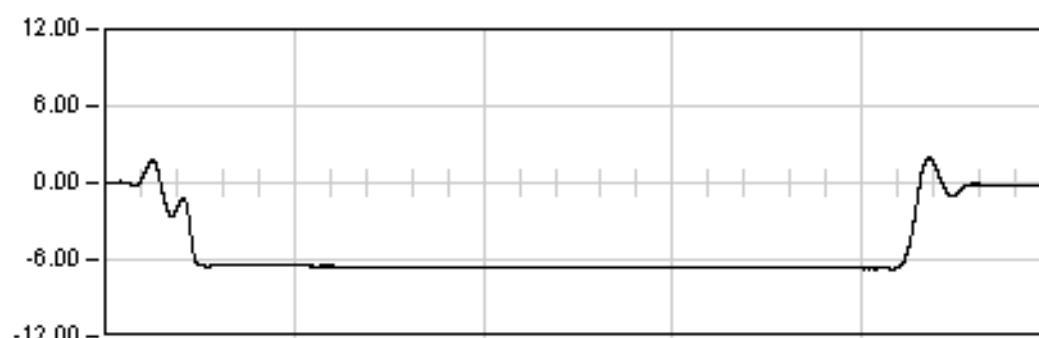
1440.0 Seg

Est: 5.45

Max: 5.50

Min: -5.17

Rem: 0.10



ESTATICA 06

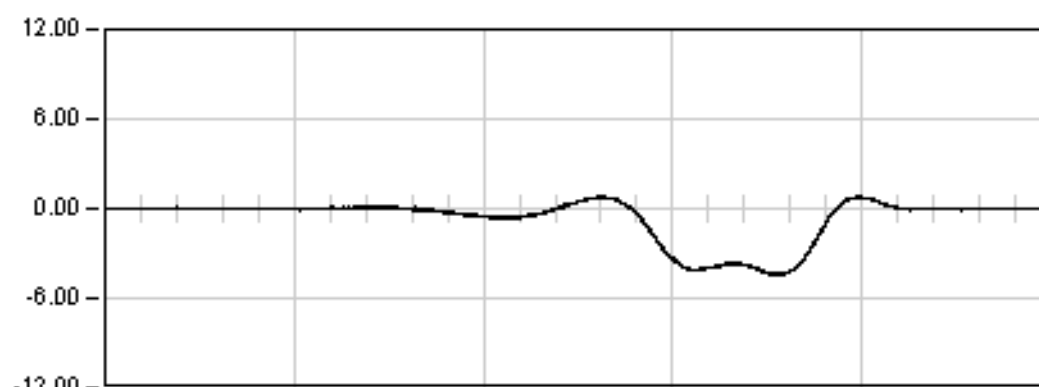
960.0 Seg

Est: -6.68

Max: -6.75

Min: 1.97

Rem: -0.23



DINAMICA 07

135.0 Seg

Max: -4.45

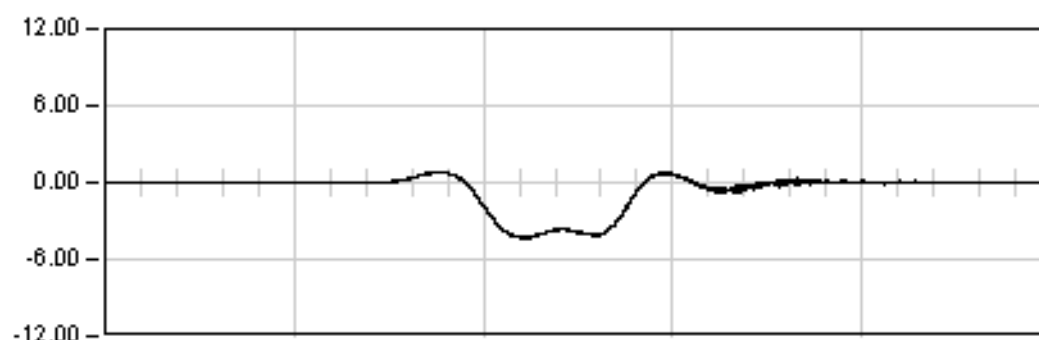
Min: 0.80

Rem: -0.03

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 4

Punto : D41 Canal : 01 Unidades : mm



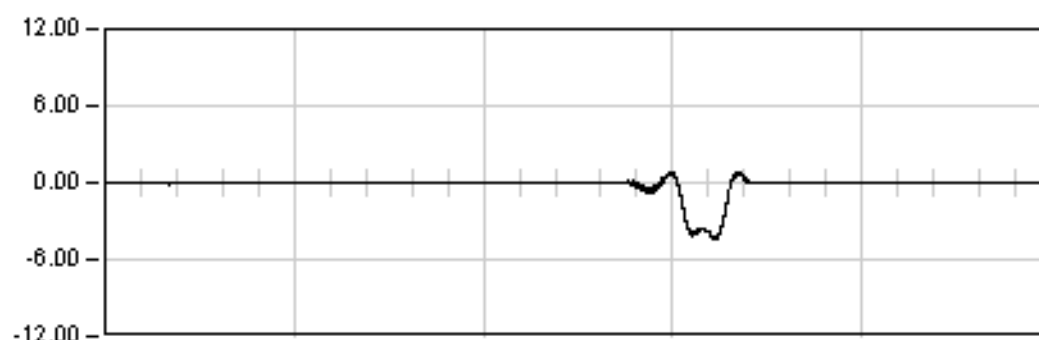
DINAMICA 08

69.0 Seg

Max: -4.36

Min: 0.85

Rem: -0.00



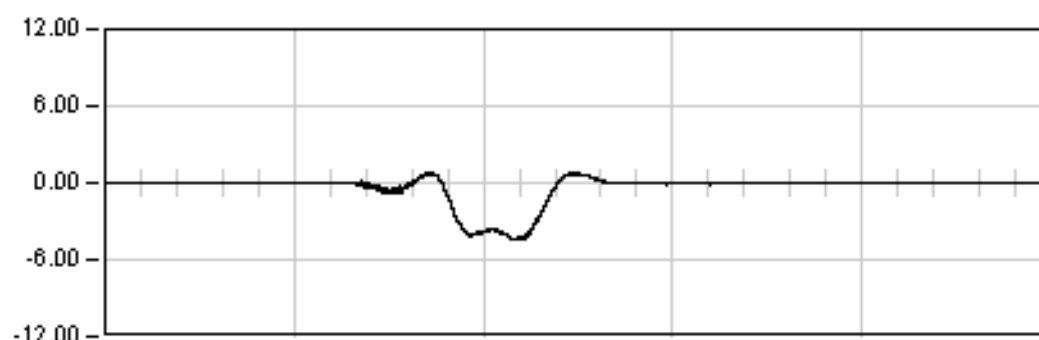
DINAMICA 09

108.0 Seg

Max: -4.44

Min: 0.84

Rem: -0.00



DINAMICA 10

63.0 Seg

Max: -4.48

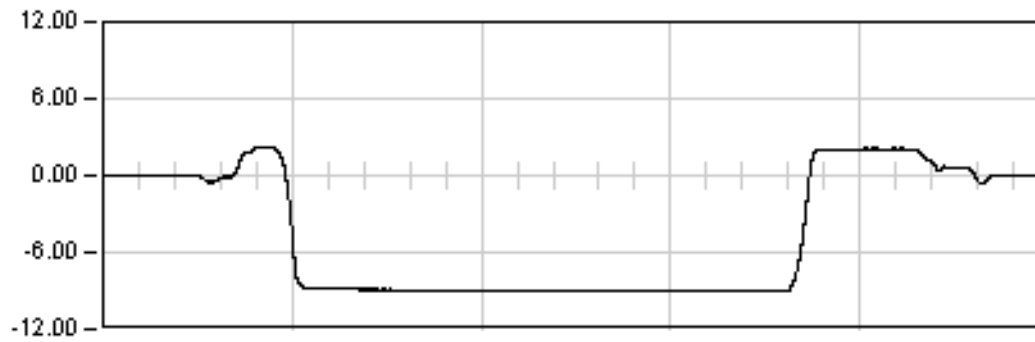
Min: 0.77

Rem: -0.02

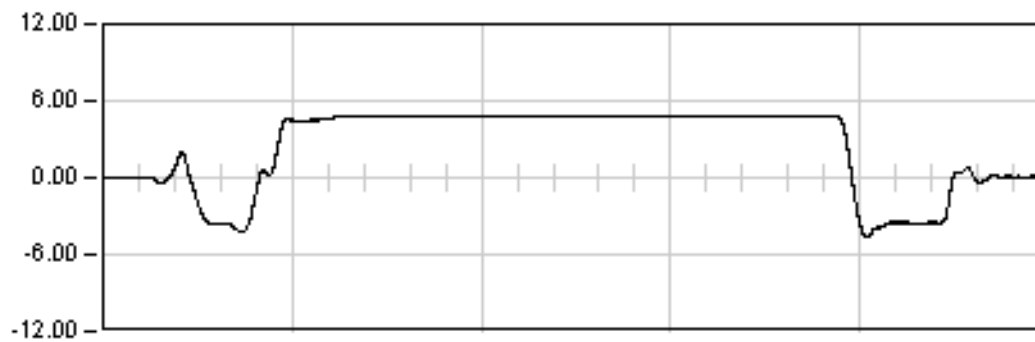
LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 4

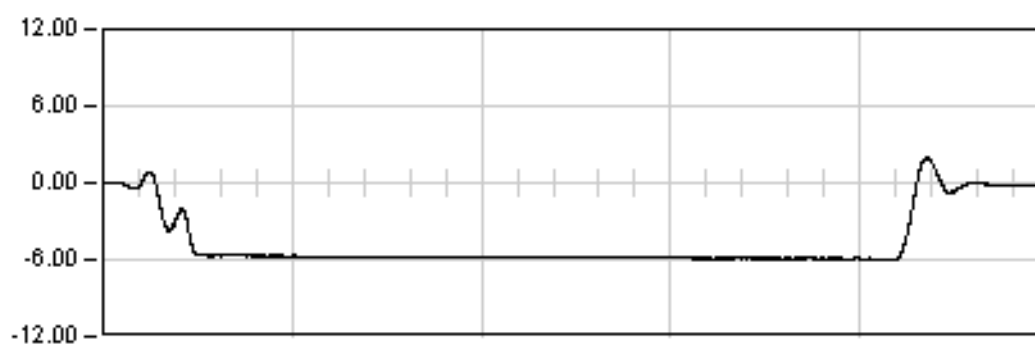
Punto : D42 Canal : 02 Unidades : mm



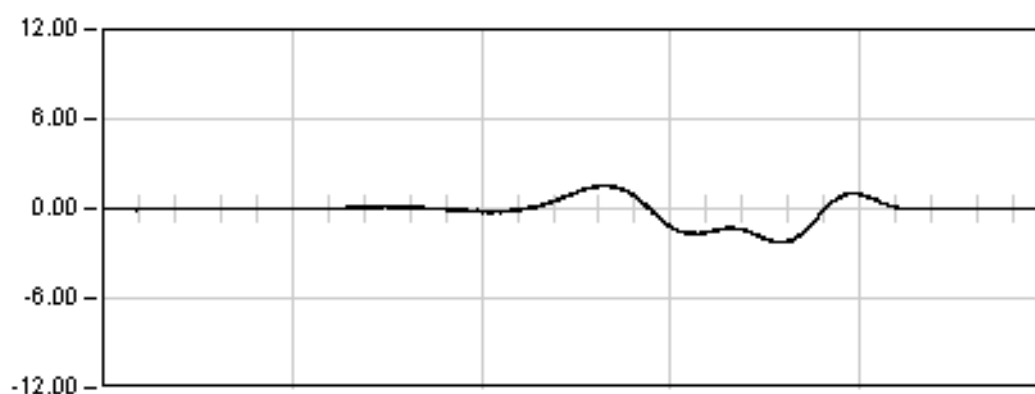
ESTATICA 04
1920.0 Seg
Est: -9.00
Max: -9.05
Min: 2.22
Rem: -0.07



ESTATICA 05
1440.0 Seg
Est: 4.85
Max: 4.90
Min: -4.61
Rem: 0.09



ESTATICA 06
960.0 Seg
Est: -5.91
Max: -6.09
Min: 1.94
Rem: -0.19

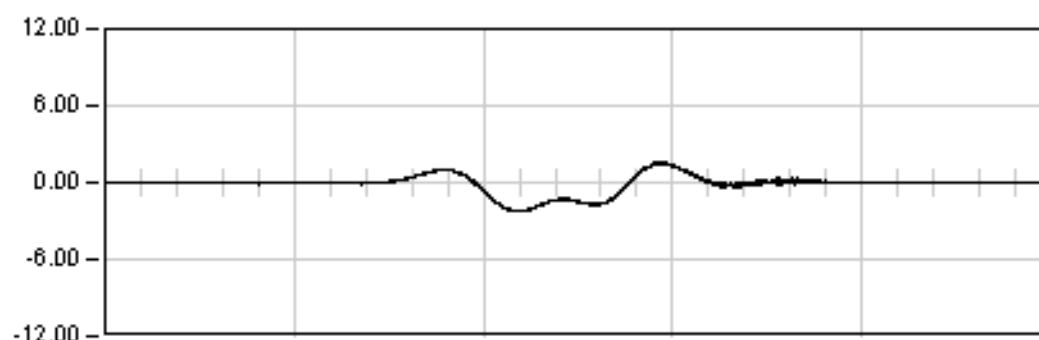


DINAMICA 07
135.0 Seg
Max: -2.30
Min: 1.57
Rem: 0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 4

Punto : D42 Canal : 02 Unidades : mm



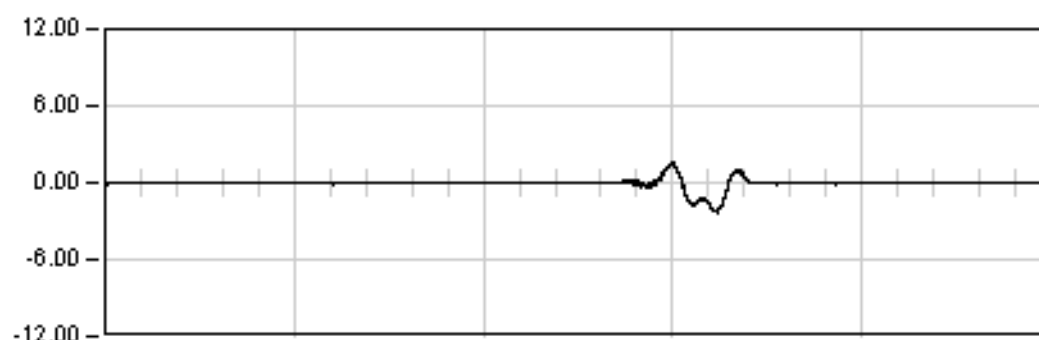
DINAMICA 08

69.0 Seg

Max: -2.27

Min: 1.55

Rem: -0.01



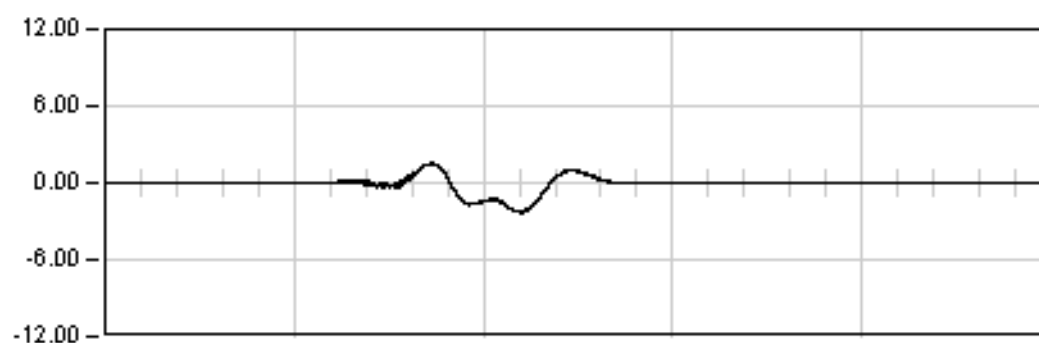
DINAMICA 09

108.0 Seg

Max: -2.33

Min: 1.66

Rem: -0.00



DINAMICA 10

63.0 Seg

Max: -2.33

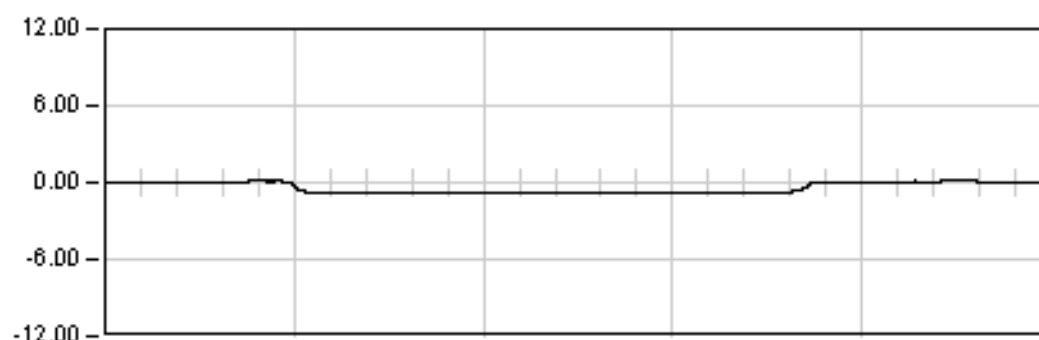
Min: 1.57

Rem: -0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 4

Punto : D413 Canal : 03 Unidades : mm



ESTATICA 04

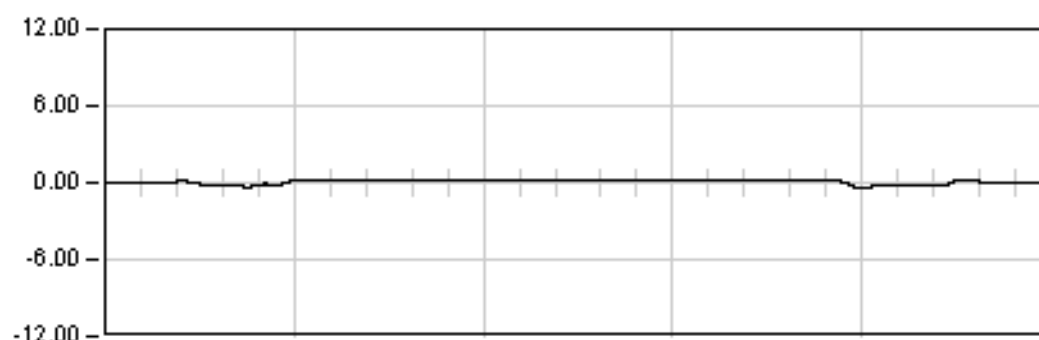
1920.0 Seg

Est: -0.74

Max: -0.75

Min: 0.18

Rem: 0.00



ESTATICA 05

1440.0 Seg

Est: 0.18

Max: -0.41

Min: 0.22

Rem: 0.04



ESTATICA 06

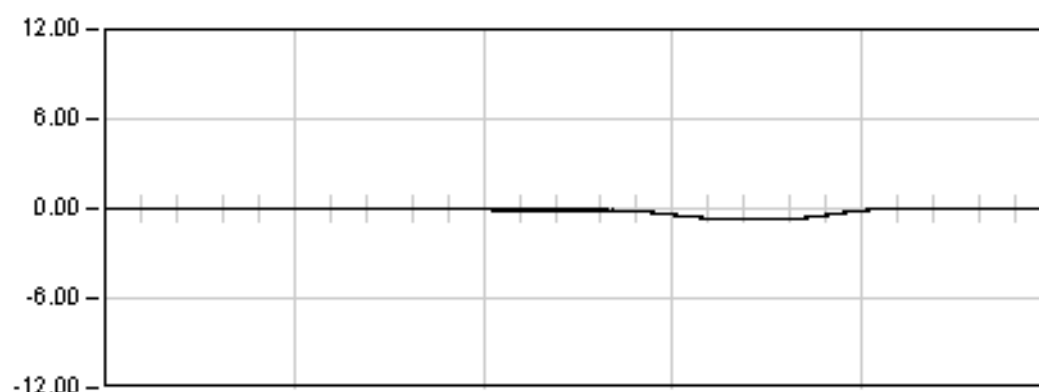
960.0 Seg

Est: -0.73

Max: -0.75

Min: 0.20

Rem: -0.11



DINAMICA 07

135.0 Seg

Max: -0.71

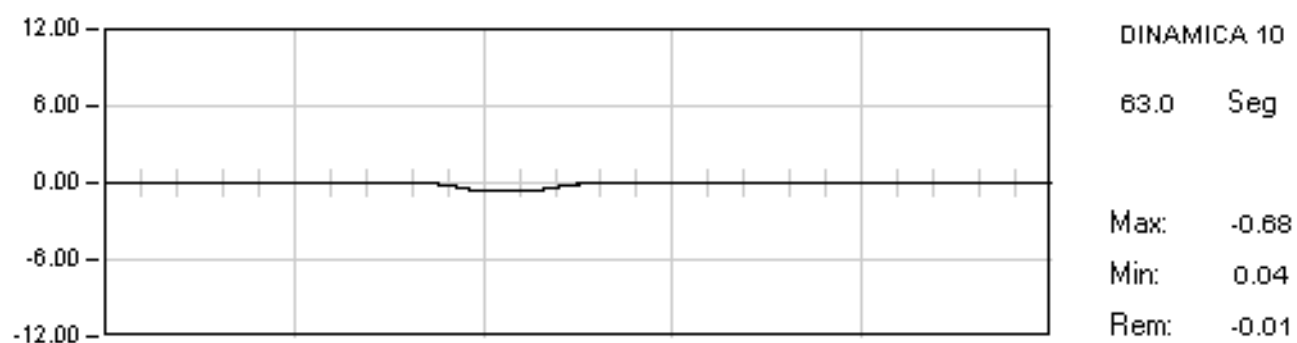
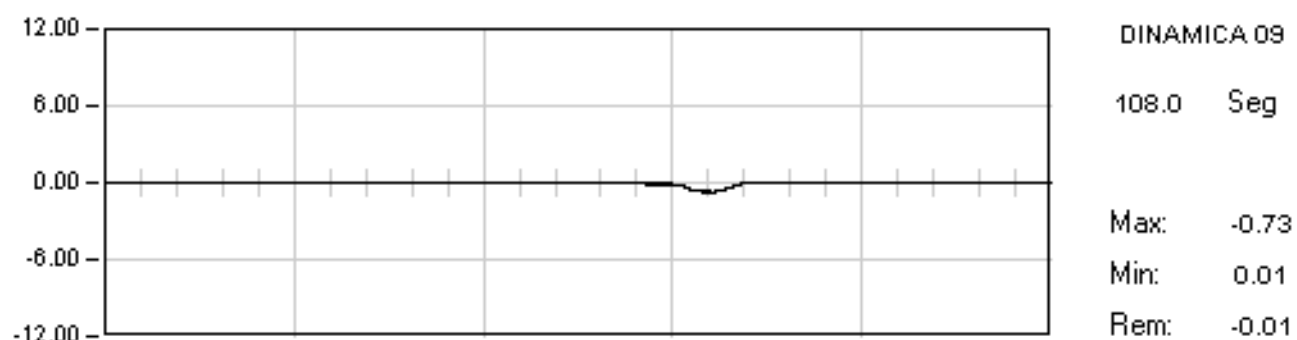
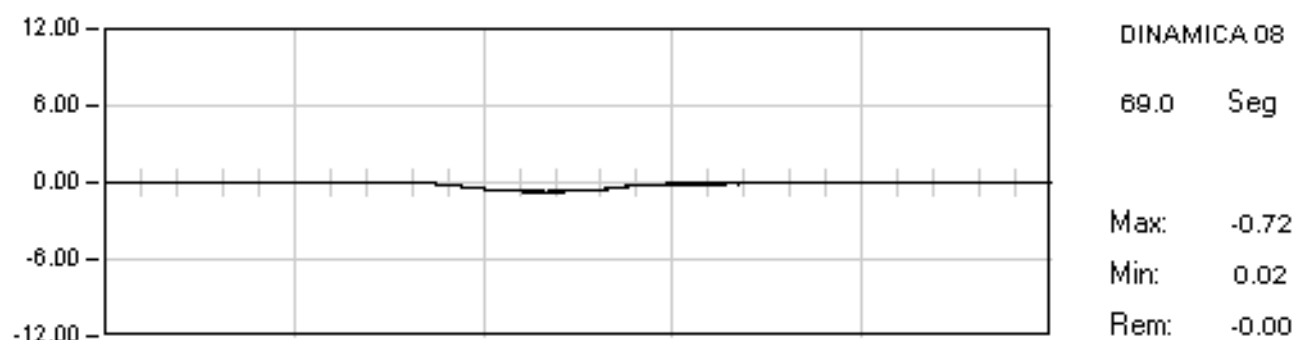
Min: 0.02

Rem: -0.01

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 4

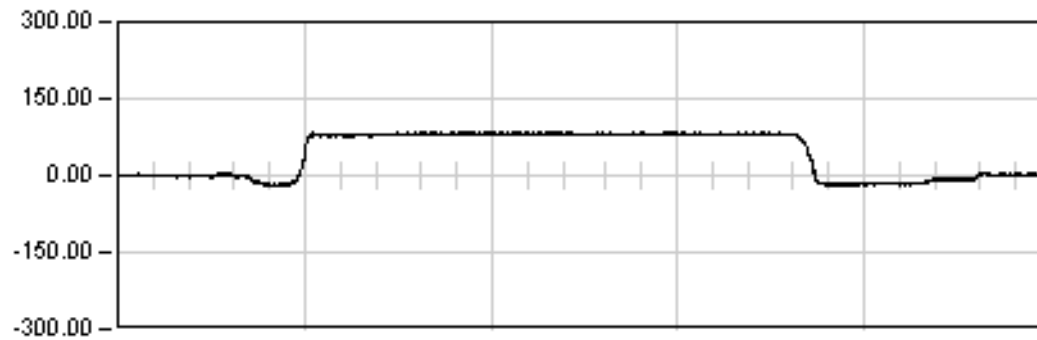
Punto : D413 Canal : 03 Unidades : mm



LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 4

Punto : E41 Canal : 12 Unidades : μE



ESTATICA 04

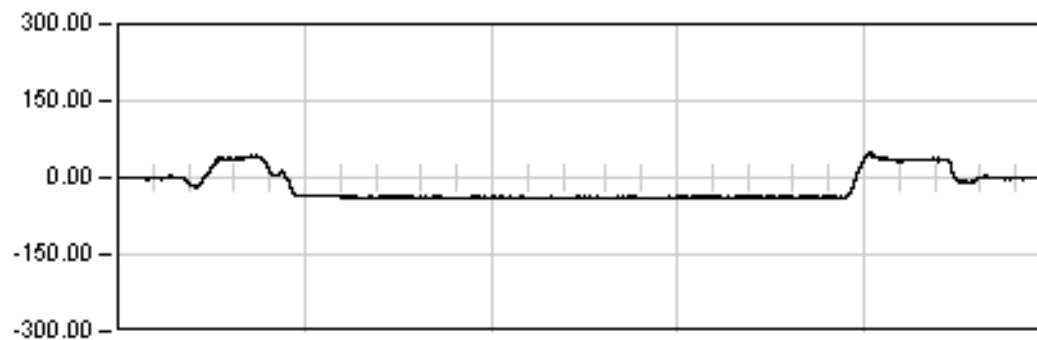
1920.0 Seg

Est: 79.30

Max: 83.54

Min: -19.87

Rem: 1.03



ESTATICA 05

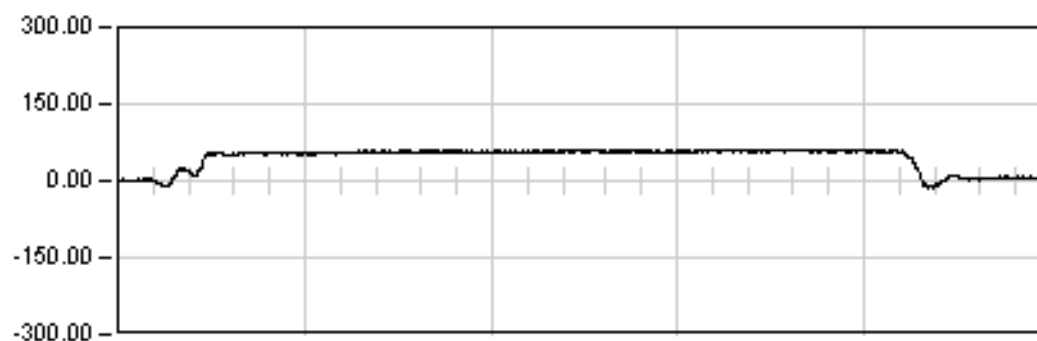
1440.0 Seg

Est: -39.62

Max: 49.17

Min: -42.31

Rem: -1.00



ESTATICA 06

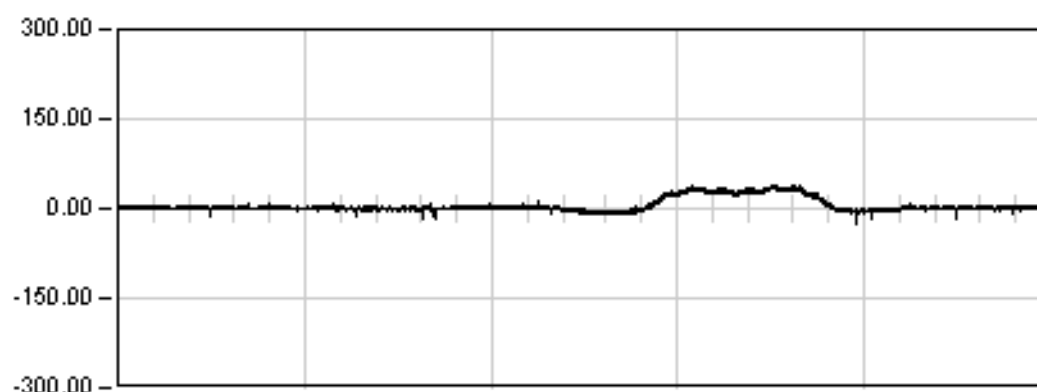
960.0 Seg

Est: 58.11

Max: 61.50

Min: -42.31

Rem: 5.63



DINAMICA 07

135.0 Seg

Max: 38.66

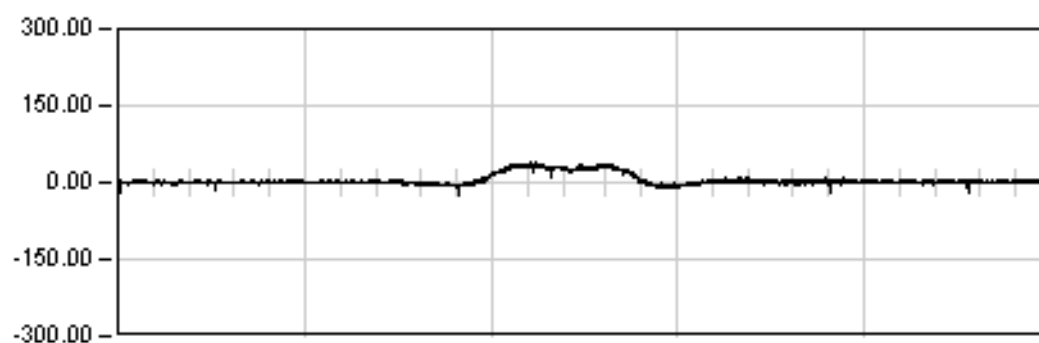
Min: -24.03

Rem: 0.98

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 4

Punto : E41 Canal : 12 Unidades : μE



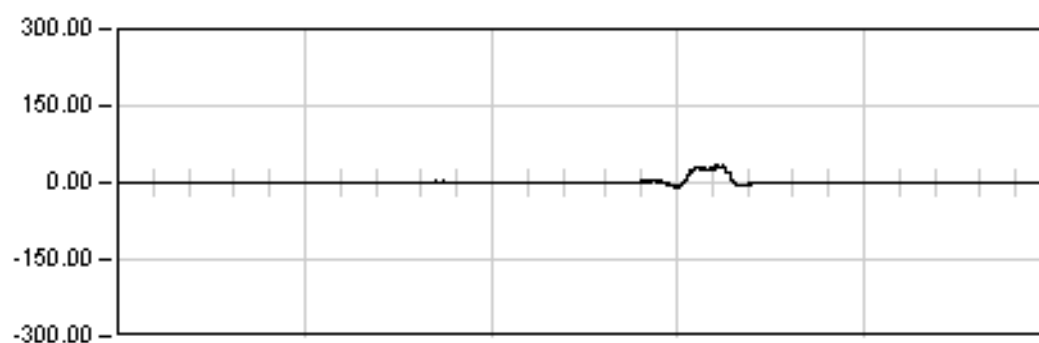
DINAMICA 08

69.0 Seg

Max: 37.85

Min: -24.03

Rem: 1.14



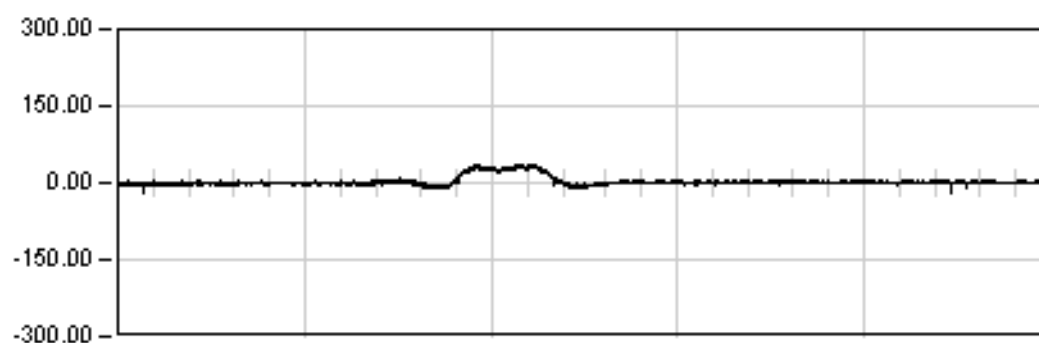
DINAMICA 09

108.0 Seg

Max: 34.92

Min: -7.96

Rem: -0.10



DINAMICA 10

63.0 Seg

Max: 35.28

Min: -24.03

Rem: 0.59

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 4

Punto : E42 Canal : 13 Unidades : μE



ESTATICA 04

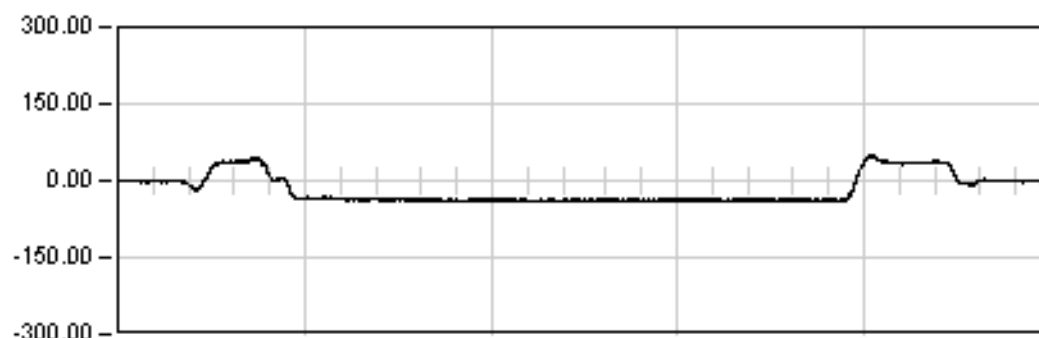
1920.0 Seg

Est: 79.74

Max: 85.21

Min: -18.39

Rem: 1.68



ESTATICA 05

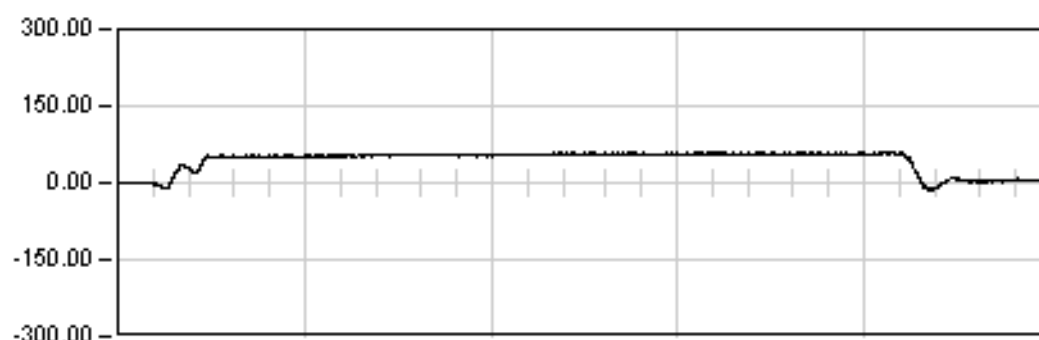
1440.0 Seg

Est: -39.31

Max: 51.13

Min: -41.56

Rem: -0.84



ESTATICA 06

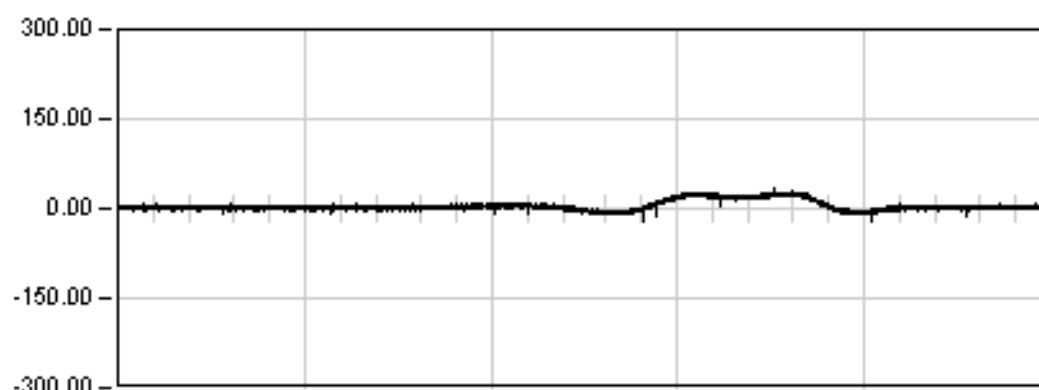
960.0 Seg

Est: 56.49

Max: 59.26

Min: -41.56

Rem: 4.80



DINAMICA 07

135.0 Seg

Max: 32.66

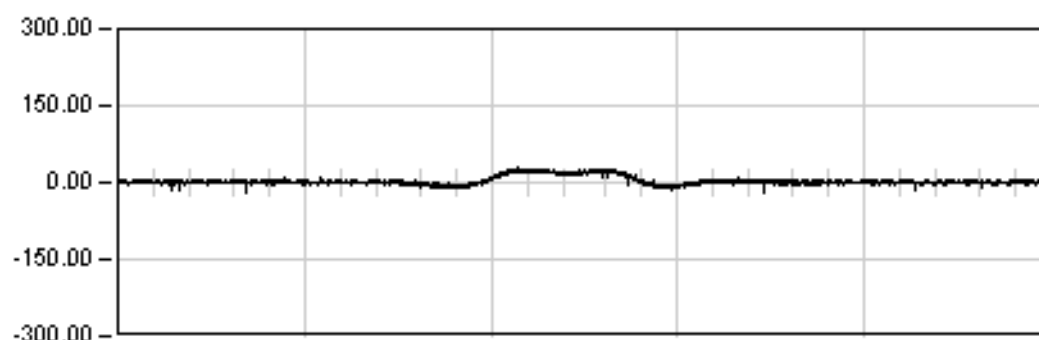
Min: -20.63

Rem: 1.61

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 4

Punto : E42 Canal : 13 Unidades : μE



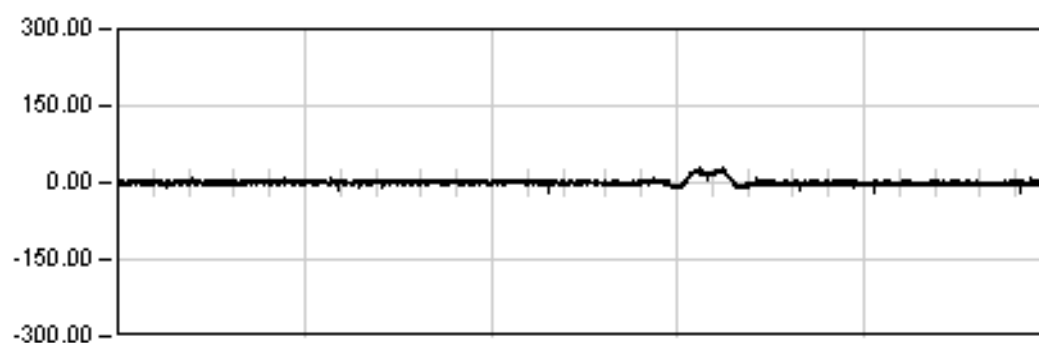
DINAMICA 08

69.0 Seg

Max: 27.98

Min: -20.63

Rem: 0.63



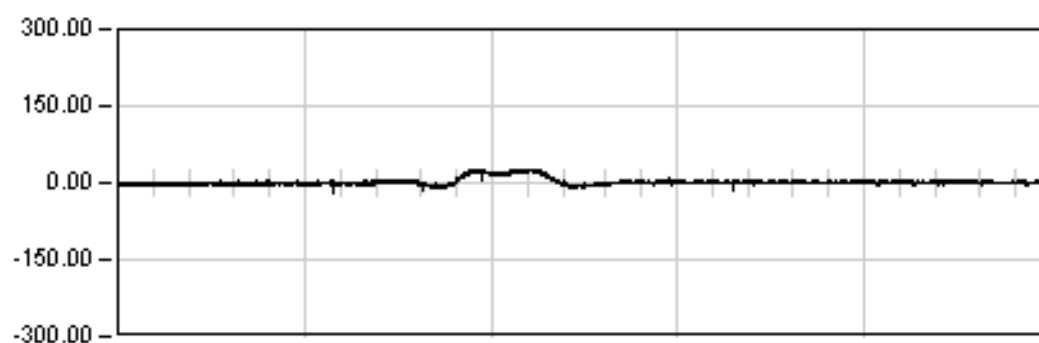
DINAMICA 09

108.0 Seg

Max: 27.69

Min: -20.63

Rem: -0.44



DINAMICA 10

63.0 Seg

Max: 27.08

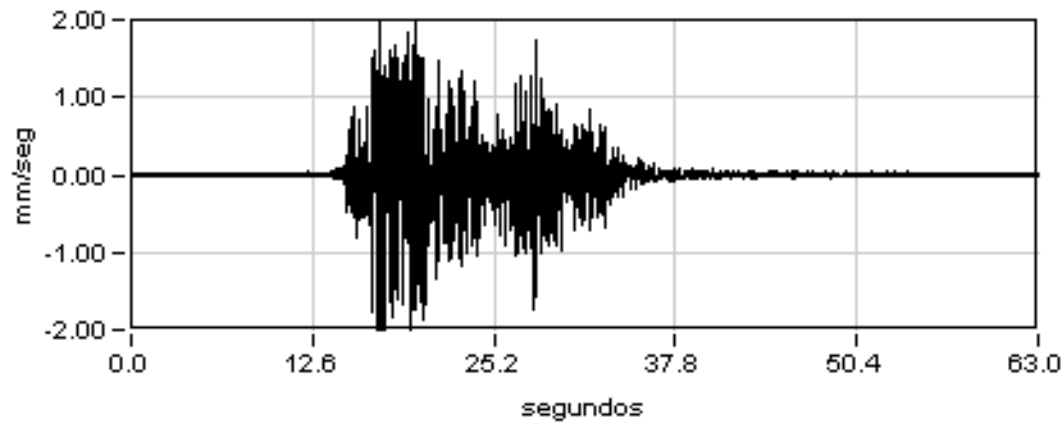
Min: -20.63

Rem: 0.27

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MARTORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 4

Prueba: din10 Punto: V0 Canal: 22

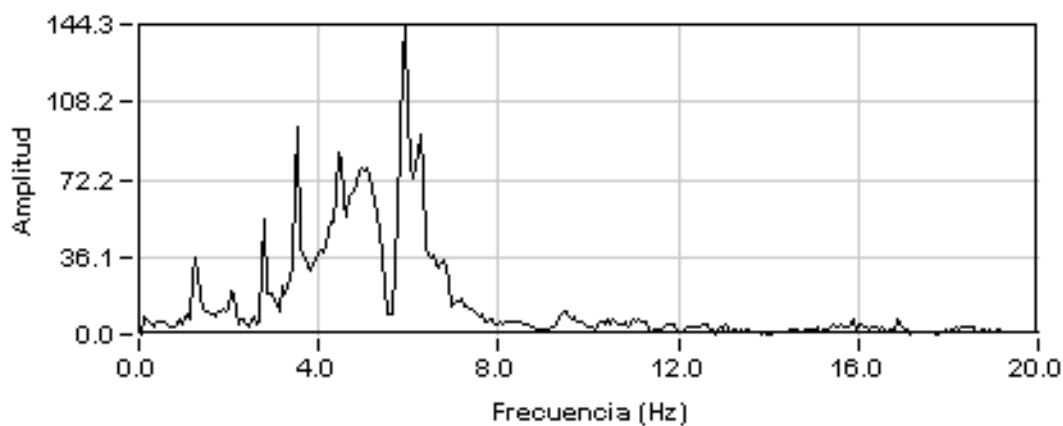
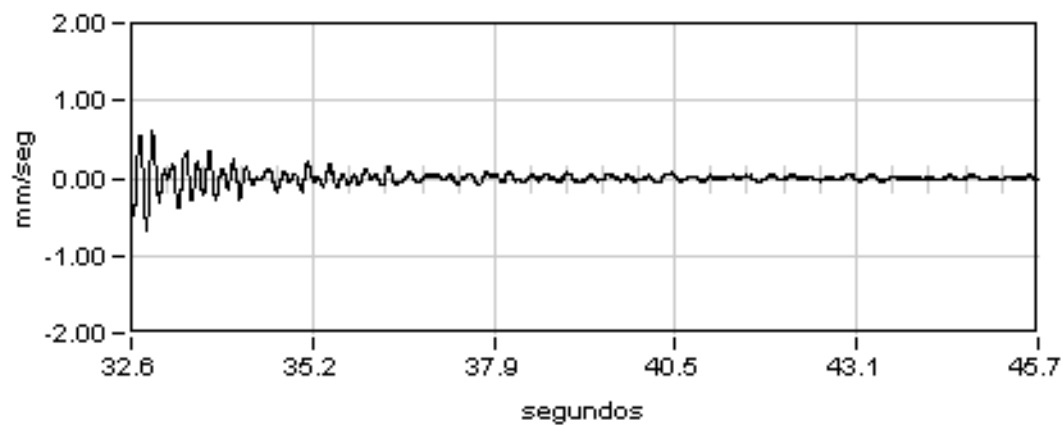


Máximo

-2.62

Mínimo

2.14



Amplitud

144.30

Frecuencia

5.94

Dec. Logarit.

0.09

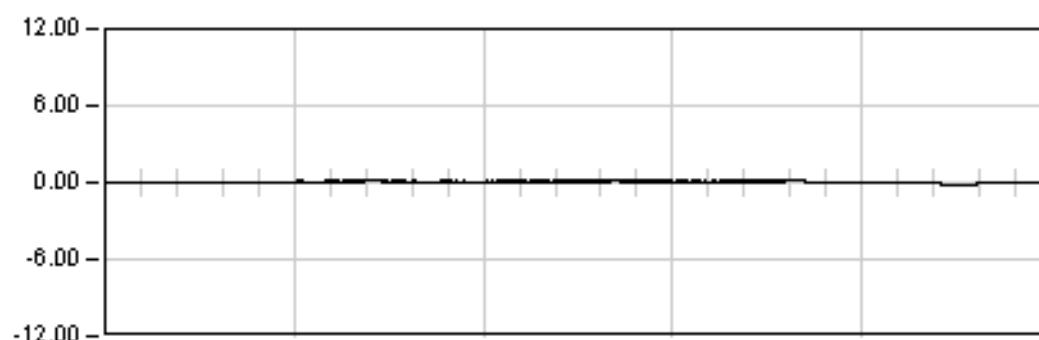
Amortiguac.

1.38 %

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 5

Punto : D520 Canal : 04 Unidades : mm



ESTATICA 04

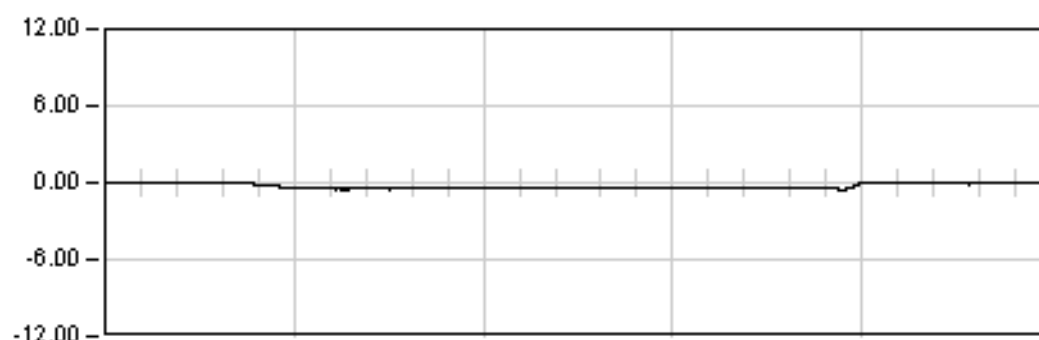
1920.0 Seg

Est: 0.10

Max: -0.16

Min: 0.15

Rem: 0.00



ESTATICA 05

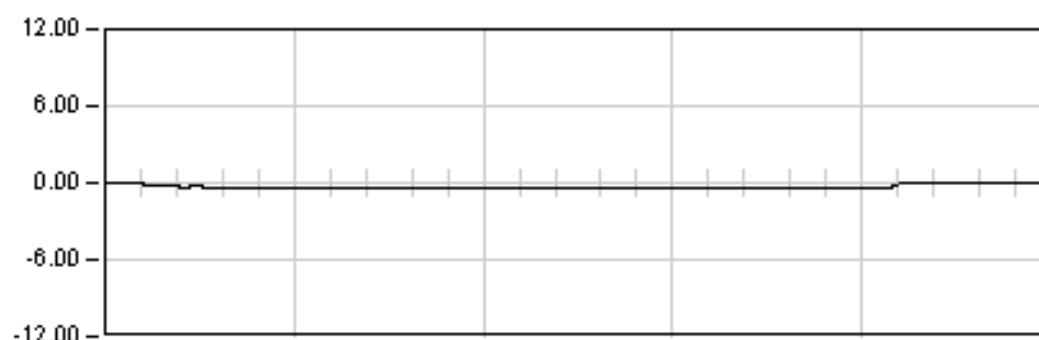
1440.0 Seg

Est: -0.49

Max: -0.53

Min: 0.07

Rem: -0.00



ESTATICA 06

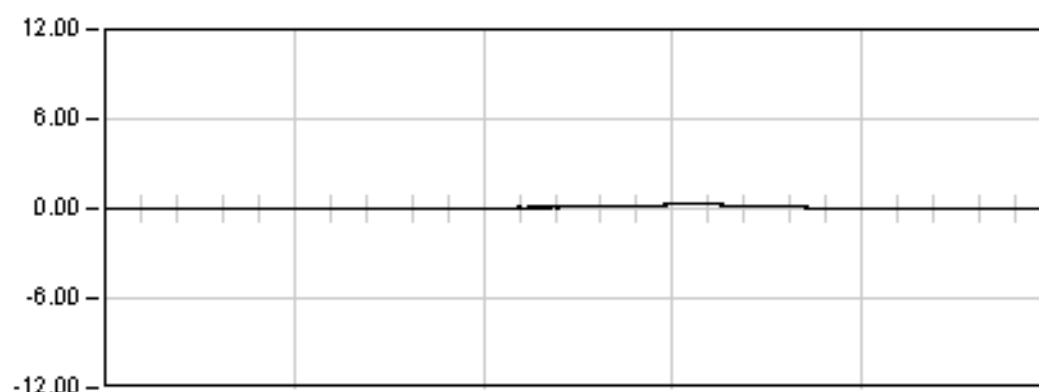
960.0 Seg

Est: -0.45

Max: -0.46

Min: 0.03

Rem: -0.08



DINAMICA 07

135.0 Seg

Max: 0.32

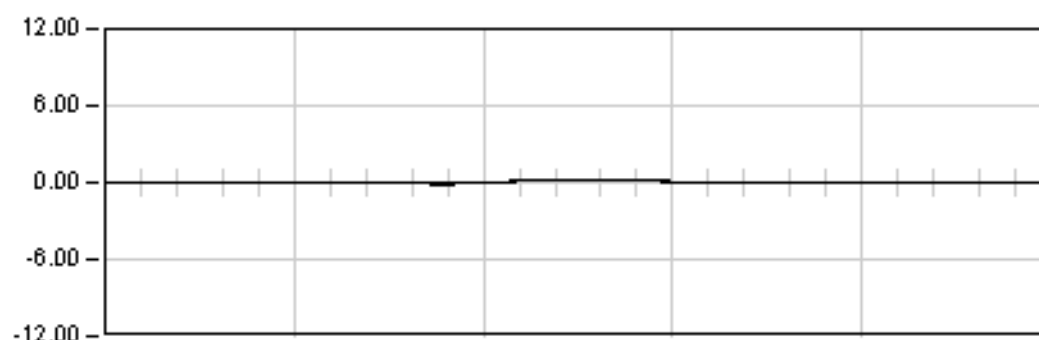
Min: -0.08

Rem: 0.02

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 5

Punto : D520 Canal : 04 Unidades : mm



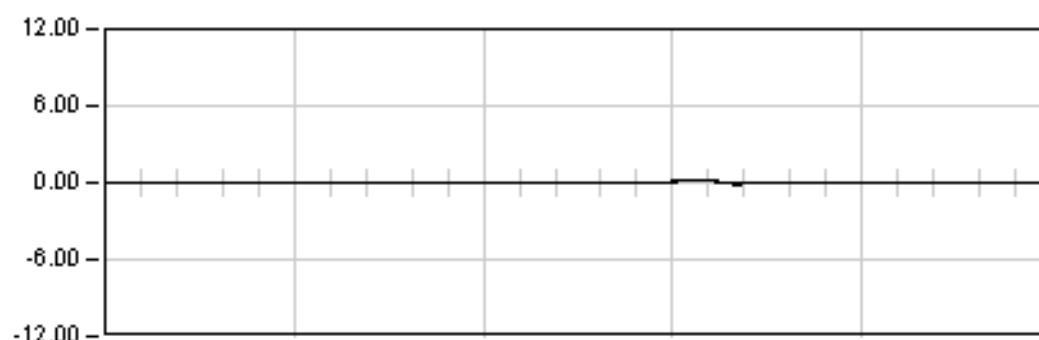
DINAMICA 08

69.0 Seg

Max: 0.29

Min: -0.12

Rem: -0.02



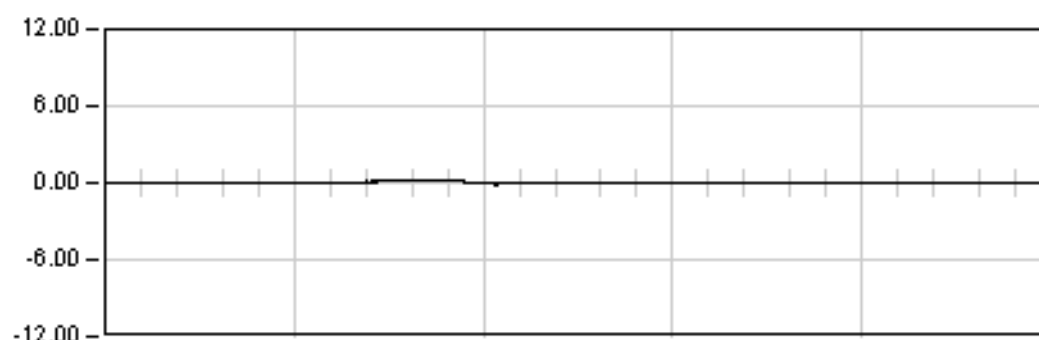
DINAMICA 09

108.0 Seg

Max: 0.28

Min: -0.12

Rem: -0.02



DINAMICA 11

66.0 Seg

Max: 0.30

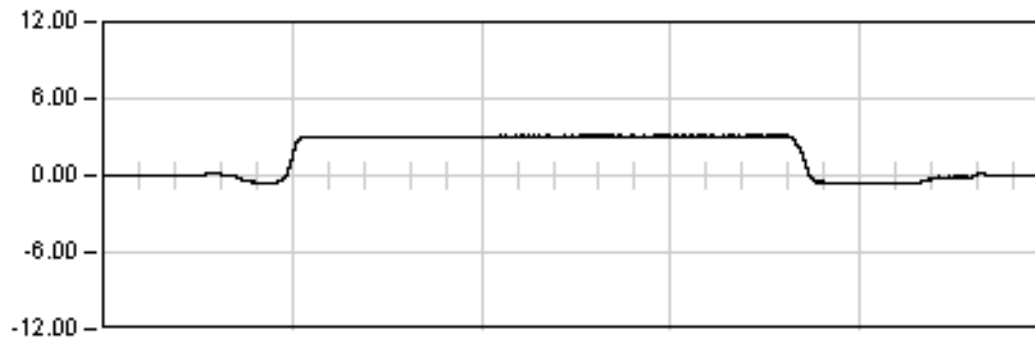
Min: -0.10

Rem: -0.00

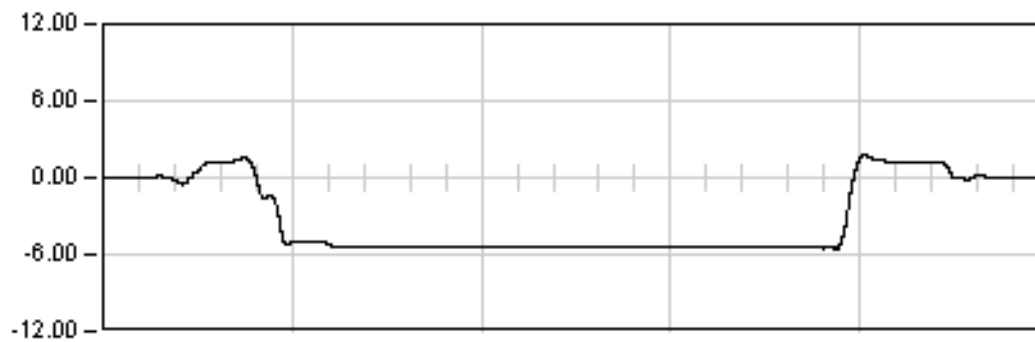
LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 5

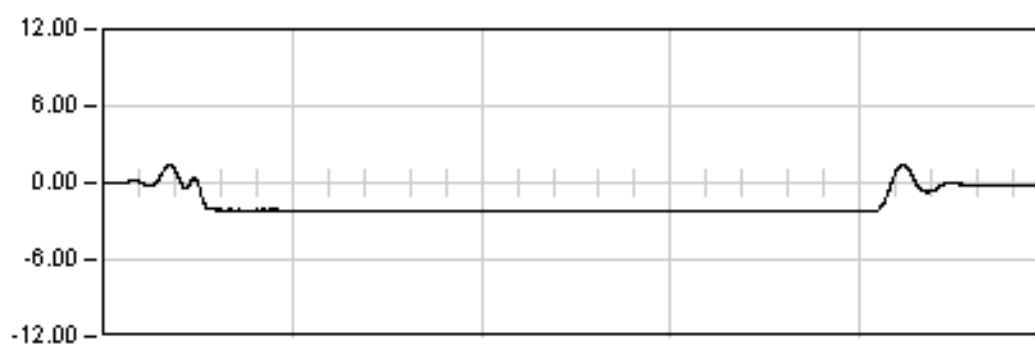
Punto : D51 Canal : 05 Unidades : mm



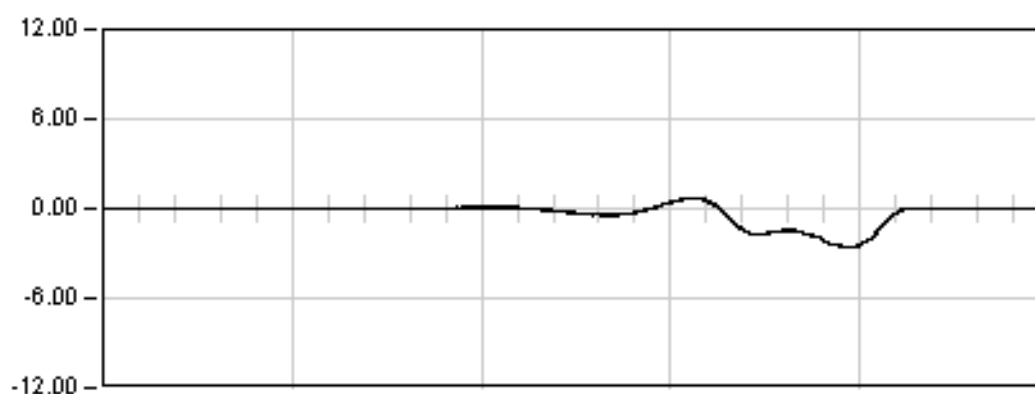
ESTATICA 04
1920.0 Seg
Est: 3.07
Max: 3.12
Min: -0.61
Rem: 0.02



ESTATICA 05
1440.0 Seg
Est: -5.49
Max: -5.53
Min: 1.79
Rem: -0.00



ESTATICA 06
960.0 Seg
Est: -2.25
Max: -2.28
Min: 1.39
Rem: -0.15

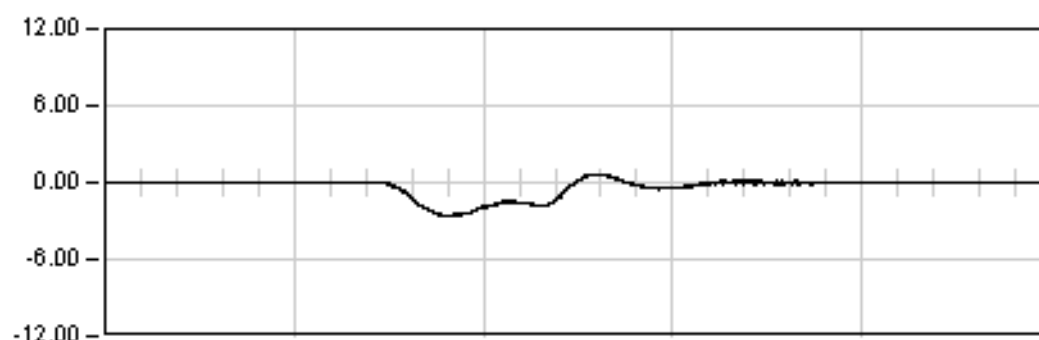


DINAMICA 07
135.0 Seg
Max: -2.65
Min: 0.73
Rem: -0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 5

Punto : D51 Canal : 05 Unidades : mm



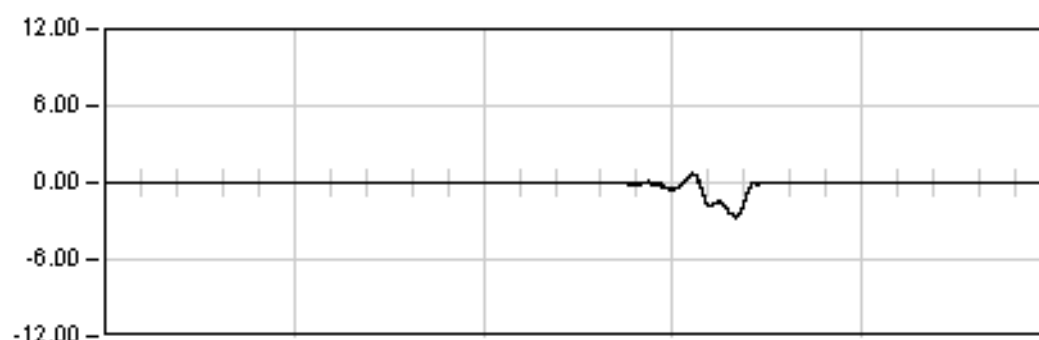
DINAMICA 08

69.0 Seg

Max: -2.66

Min: 0.69

Rem: 0.00



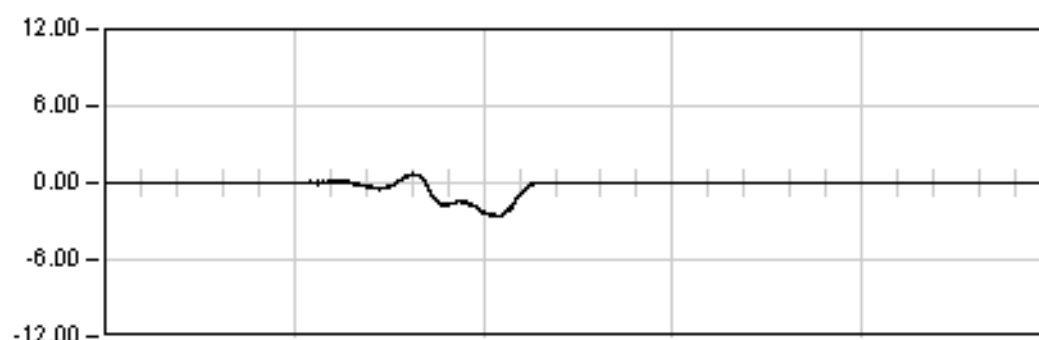
DINAMICA 09

108.0 Seg

Max: -2.70

Min: 0.70

Rem: -0.03



DINAMICA 11

66.0 Seg

Max: -2.67

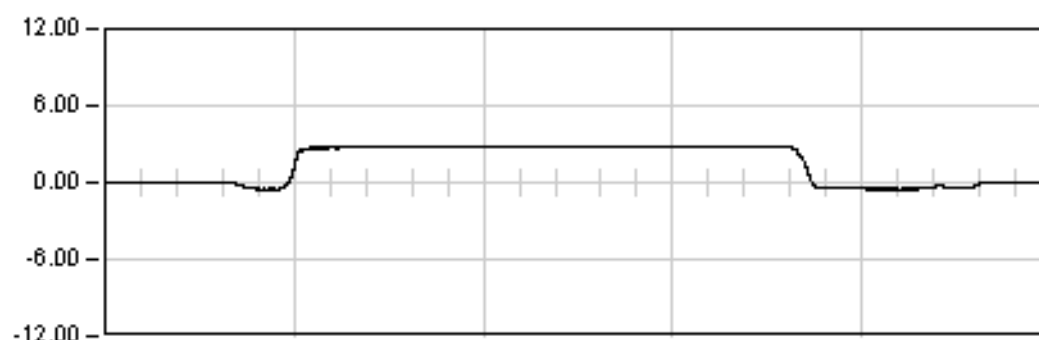
Min: 0.70

Rem: -0.01

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 5

Punto : D52 Canal : 06 Unidades : mm



ESTATICA 04

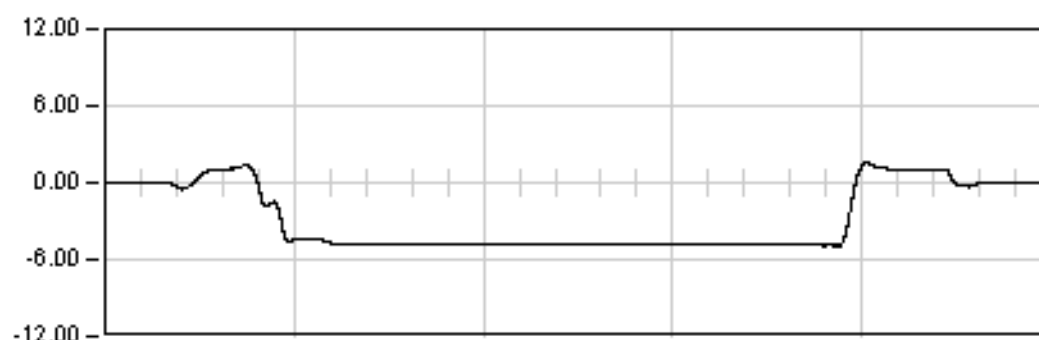
1920.0 Seg

Est: 2.74

Max: 2.80

Min: -0.53

Rem: 0.03



ESTATICA 05

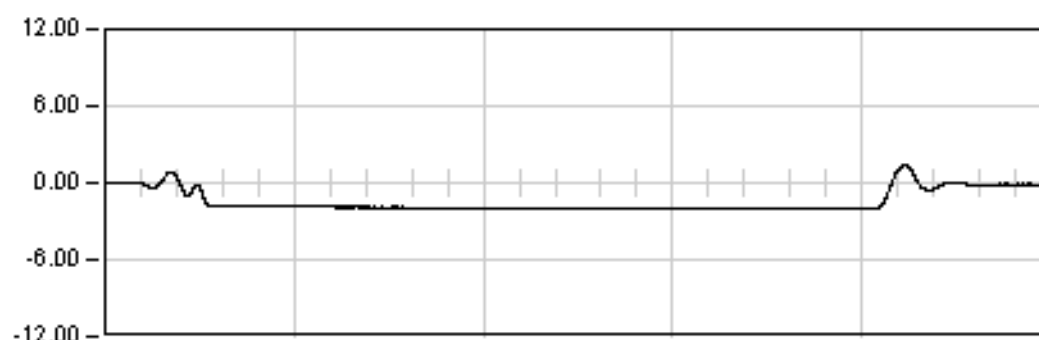
1440.0 Seg

Est: -4.89

Max: -4.93

Min: 1.56

Rem: -0.01



ESTATICA 06

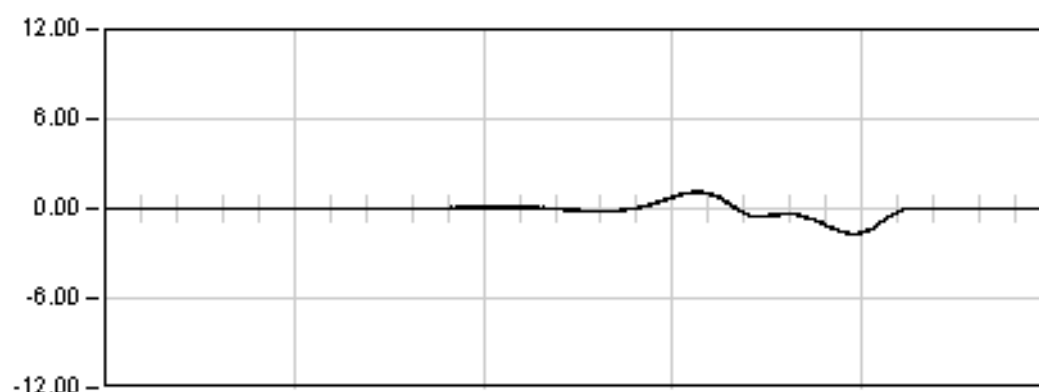
960.0 Seg

Est: -1.99

Max: -2.01

Min: 1.39

Rem: -0.12



DINAMICA 07

135.0 Seg

Max: -1.72

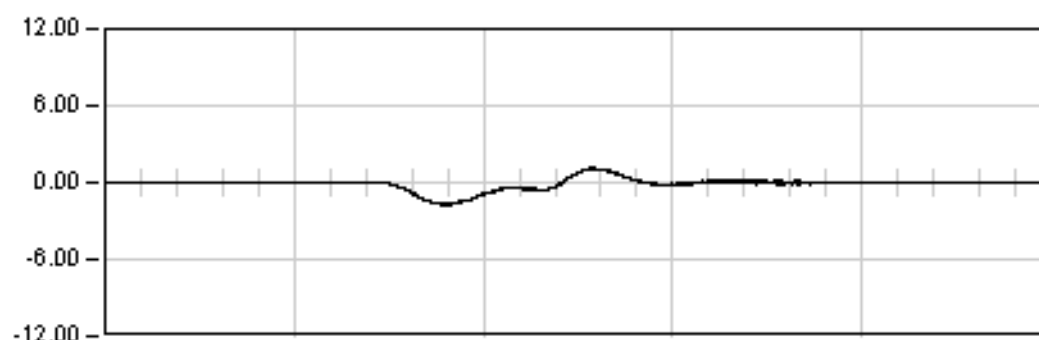
Min: 1.14

Rem: -0.02

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 5

Punto : D52 Canal : 06 Unidades : mm



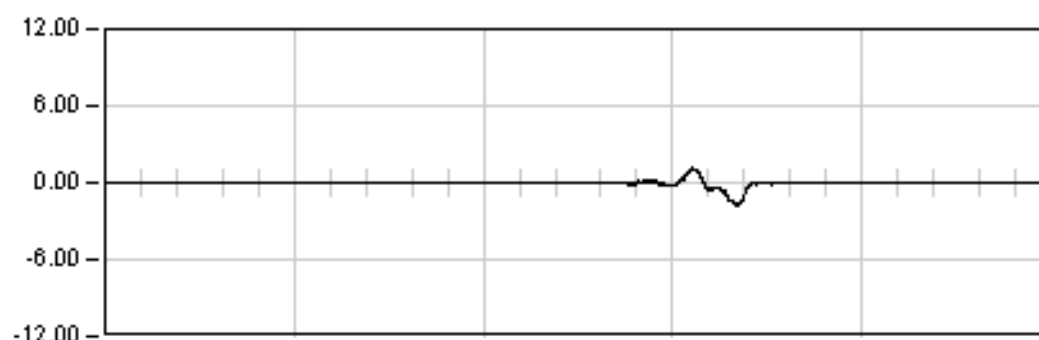
DINAMICA 08

69.0 Seg

Max: -1.75

Min: 1.15

Rem: -0.02



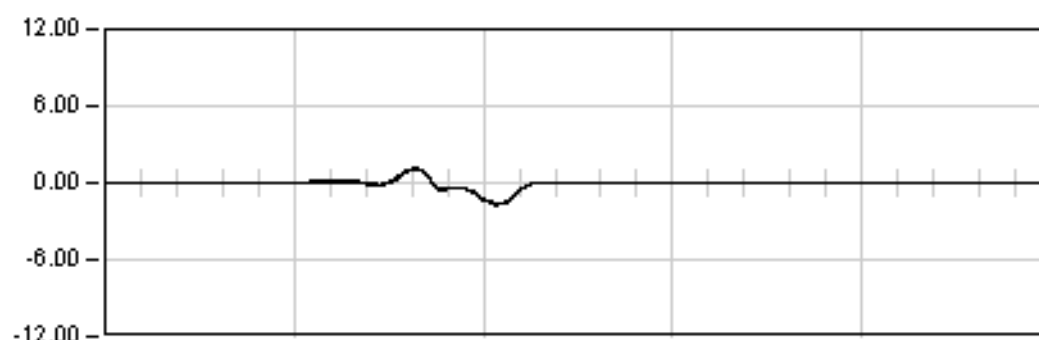
DINAMICA 09

108.0 Seg

Max: -1.79

Min: 1.12

Rem: -0.04



DINAMICA 11

66.0 Seg

Max: -1.73

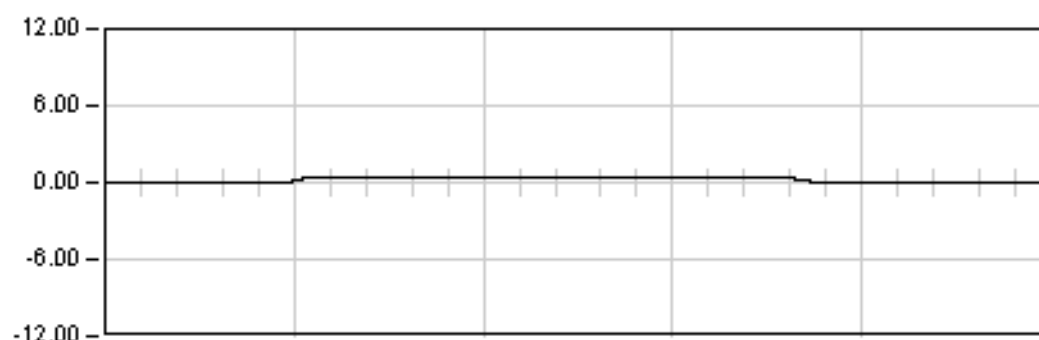
Min: 1.14

Rem: -0.02

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 5

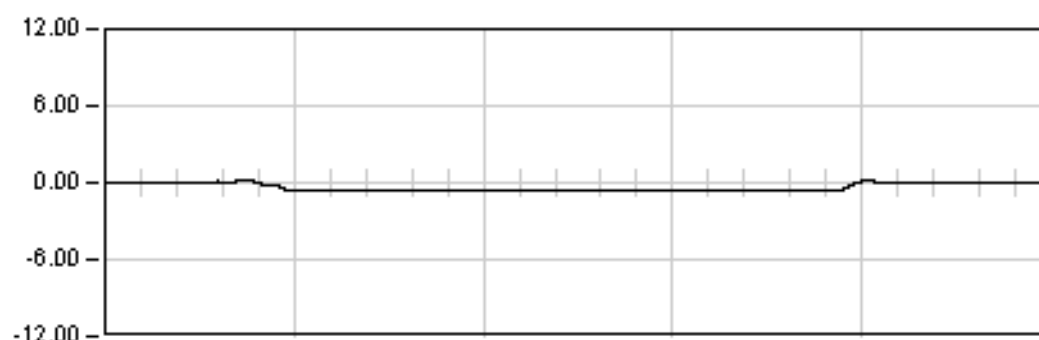
Punto : D513 Canal : 17 Unidades : mm



ESTATICA 04

1920.0 Seg

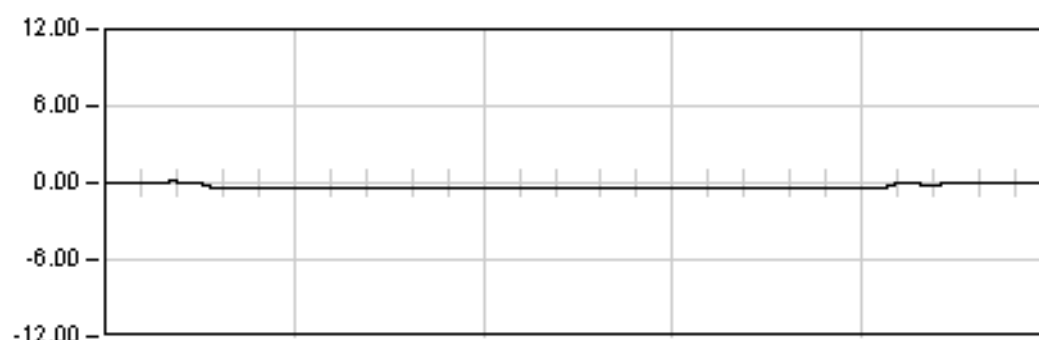
Est: 0.32
Max: 0.36
Min: -0.03
Rem: 0.05



ESTATICA 05

1440.0 Seg

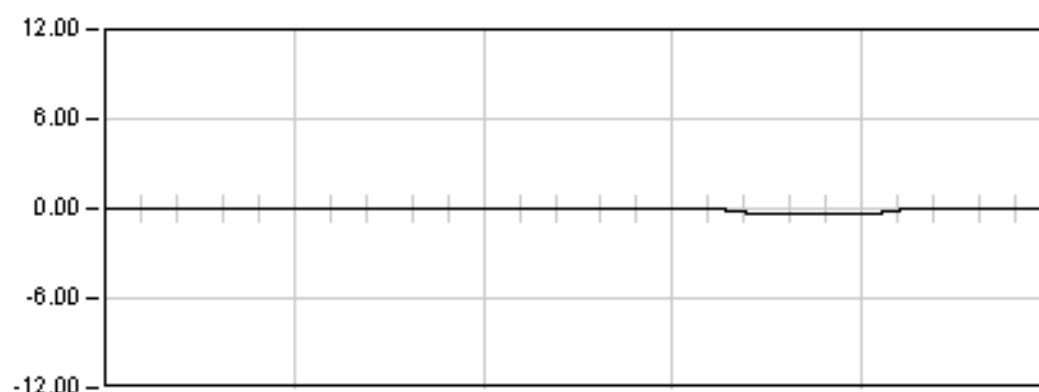
Est: -0.65
Max: -0.66
Min: 0.13
Rem: -0.02



ESTATICA 06

960.0 Seg

Est: -0.40
Max: -0.42
Min: 0.12
Rem: -0.08



DINAMICA 07

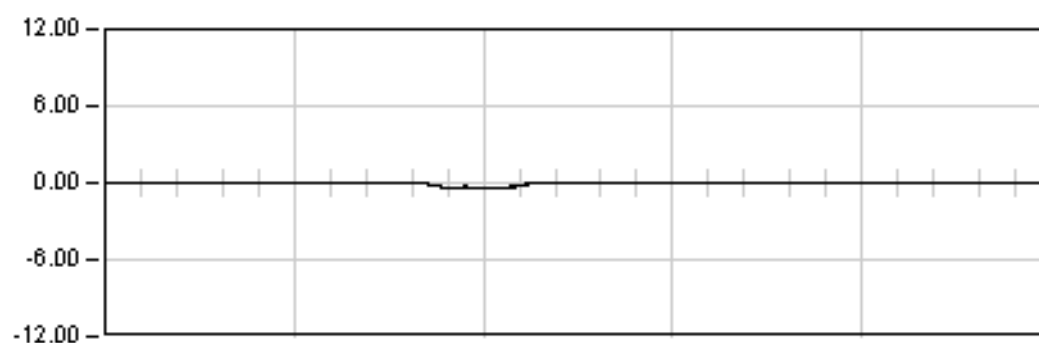
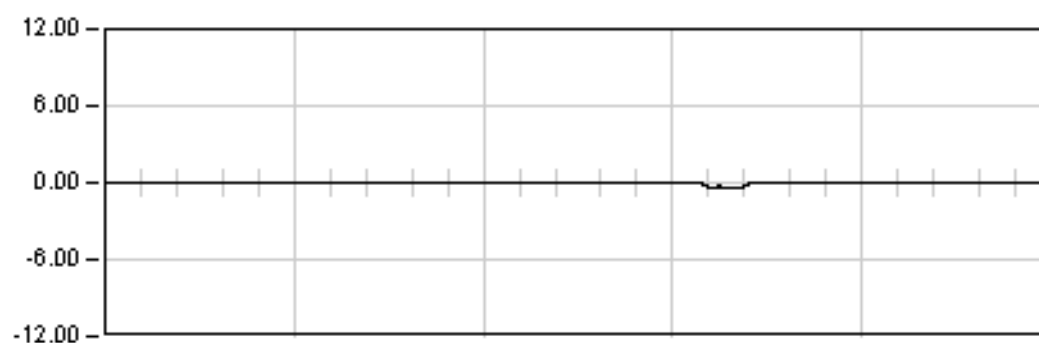
135.0 Seg

Max: -0.41
Min: 0.02
Rem: -0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 5

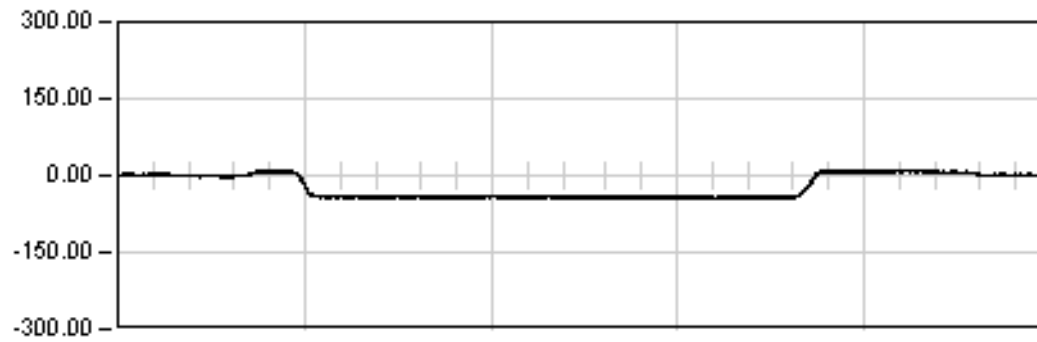
Punto : D513 Canal : 17 Unidades : mm



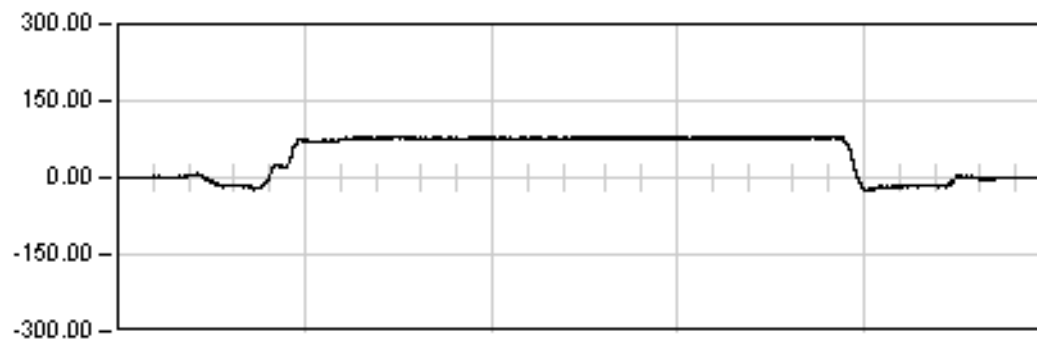
LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 5

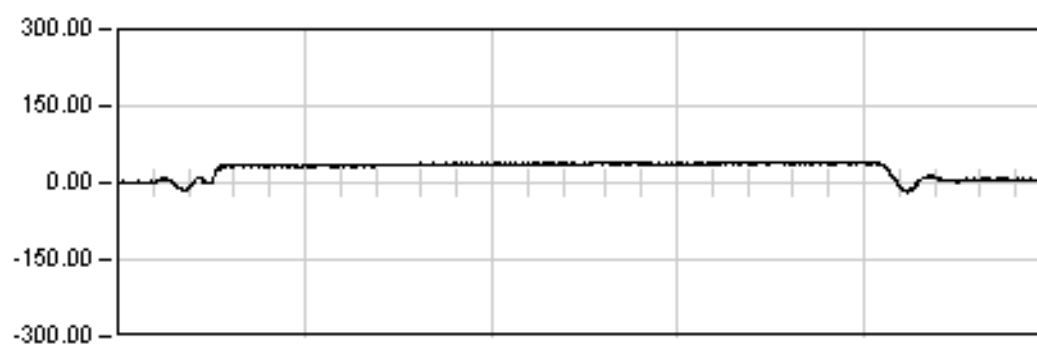
Punto : E51 Canal : 14 Unidades : μE



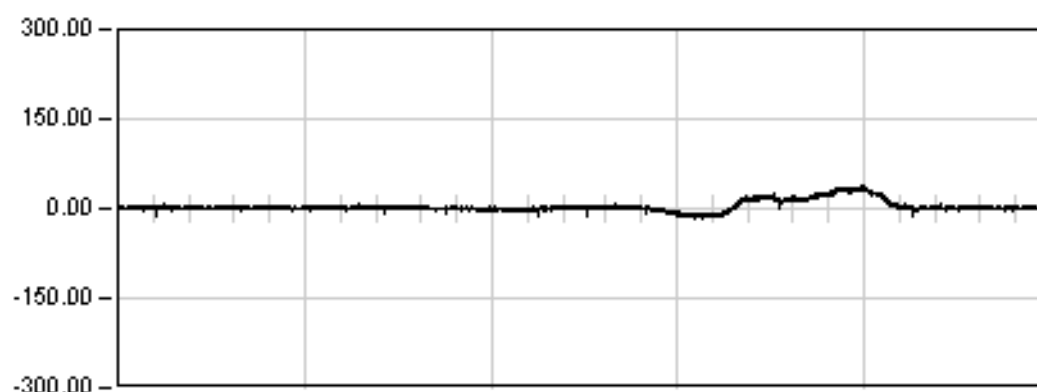
ESTATICA 04
1920.0 Seg
Est: -43.17
Max: -45.22
Min: 11.25
Rem: 0.18



ESTATICA 05
1440.0 Seg
Est: 77.08
Max: 80.97
Min: -25.77
Rem: -0.48



ESTATICA 06
960.0 Seg
Est: 38.61
Max: 41.11
Min: -25.77
Rem: 6.32

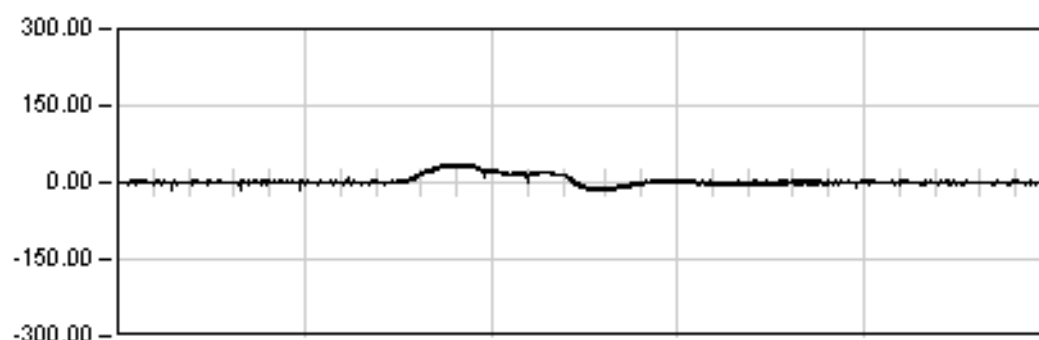


DINAMICA 07
135.0 Seg
Max: 37.64
Min: -25.77
Rem: 0.47

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 5

Punto : E51 Canal : 14 Unidades : μE



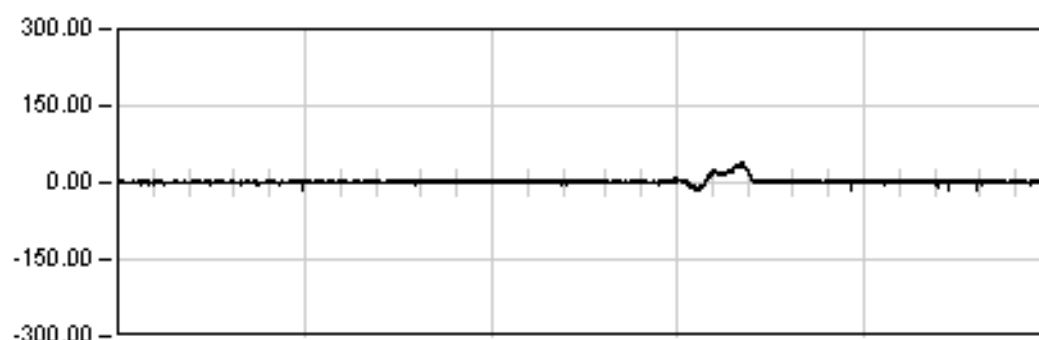
DINAMICA 08

69.0 Seg

Max: 36.82

Min: -25.77

Rem: -0.00



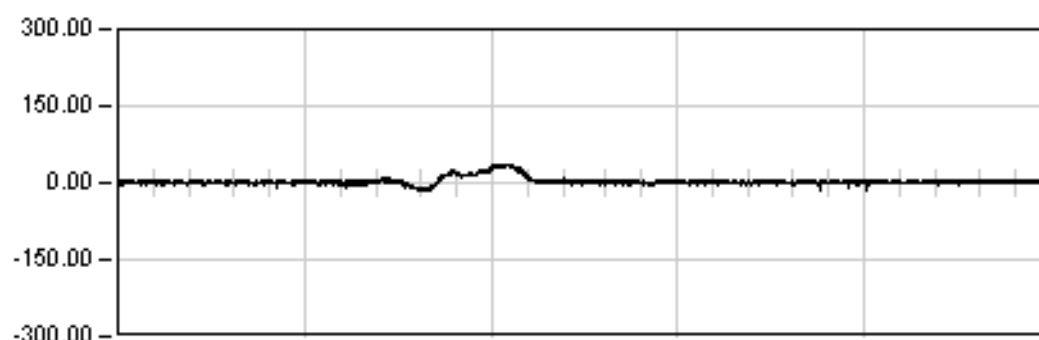
DINAMICA 09

108.0 Seg

Max: 38.66

Min: -25.77

Rem: 1.29



DINAMICA 11

66.0 Seg

Max: 36.07

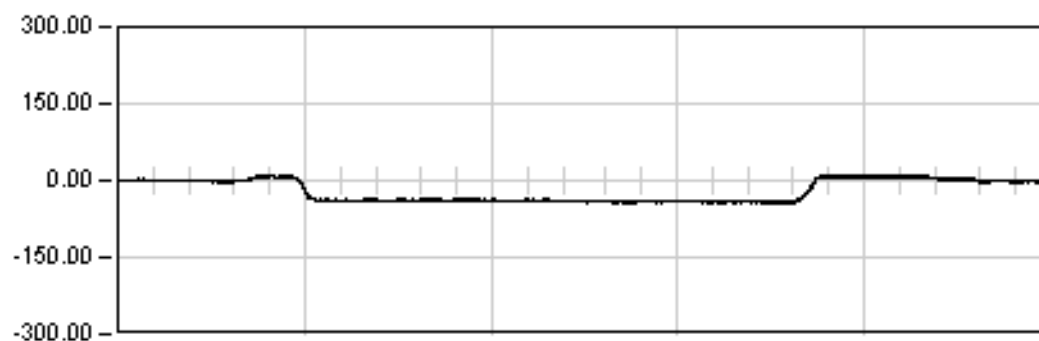
Min: -25.77

Rem: 1.12

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 5

Punto : E52 Canal : 15 Unidades : μE



ESTATICA 04

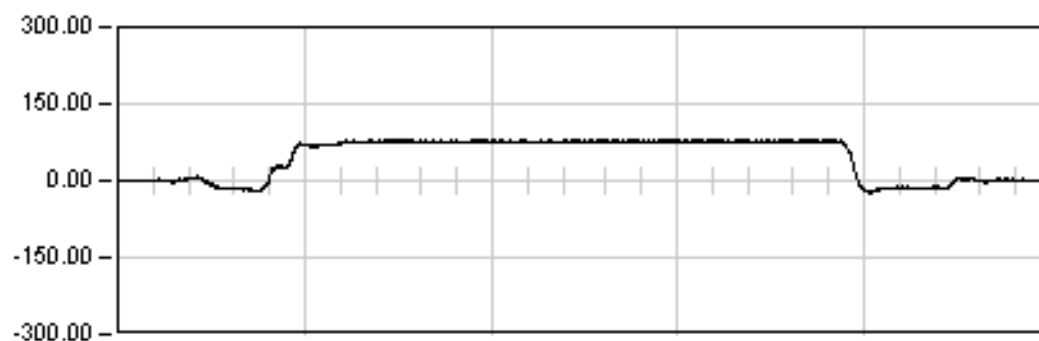
1920.0 Seg

Est: -41.82

Max: -43.37

Min: 10.23

Rem: -1.61



ESTATICA 05

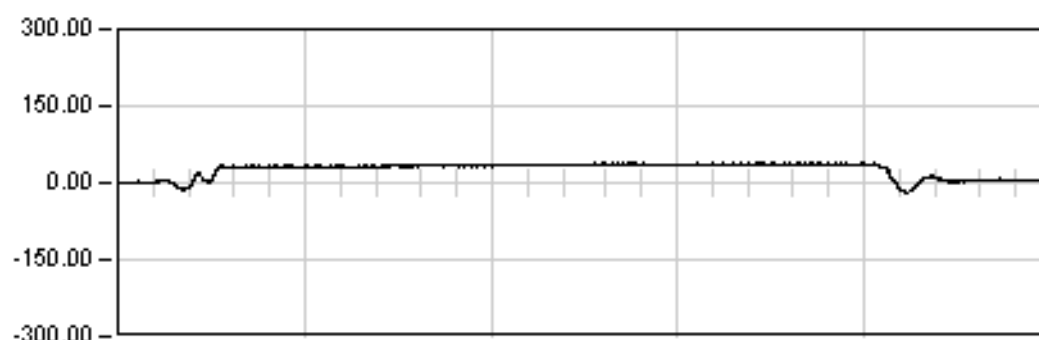
1440.0 Seg

Est: 75.18

Max: 79.73

Min: -23.35

Rem: 1.14



ESTATICA 06

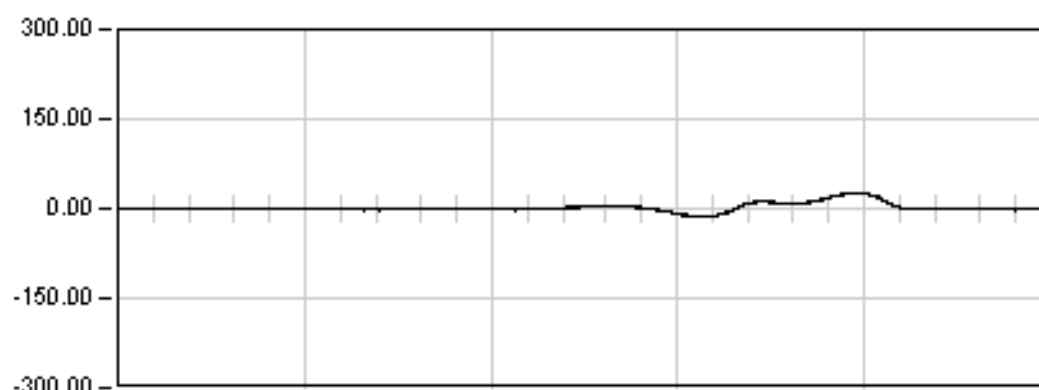
960.0 Seg

Est: 36.20

Max: 38.95

Min: -23.35

Rem: 5.10



DINAMICA 07

135.0 Seg

Max: 27.34

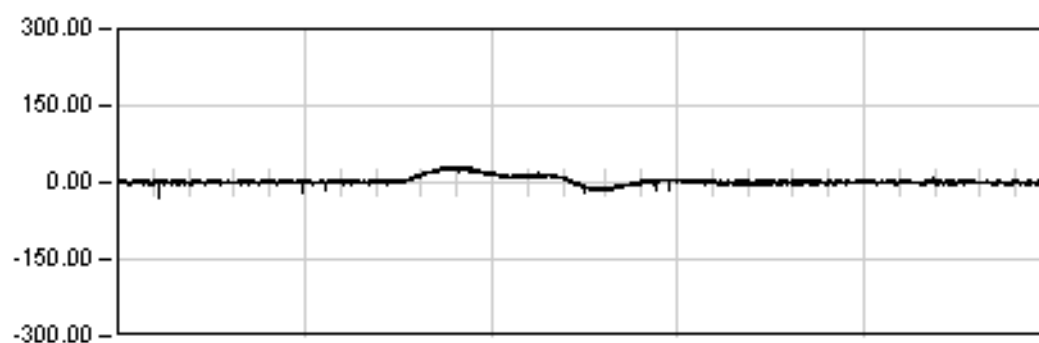
Min: -14.31

Rem: 0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MATORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 5

Punto : E52 Canal : 15 Unidades : μE



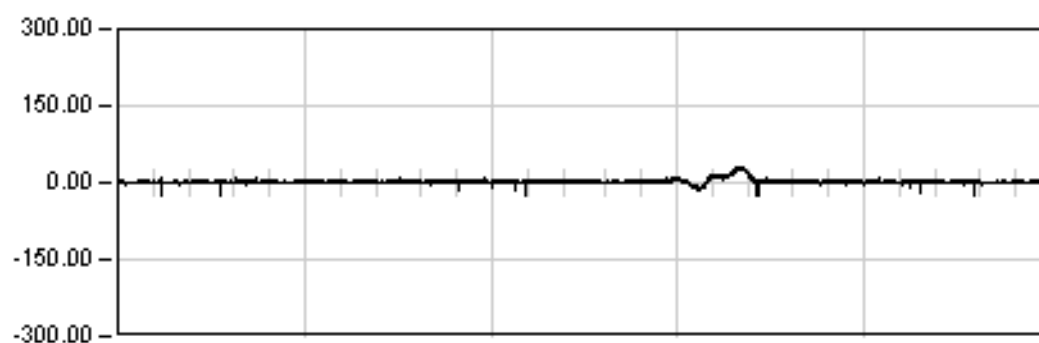
DINAMICA 08

69.0 Seg

Max: 30.83

Min: -27.69

Rem: 0.08



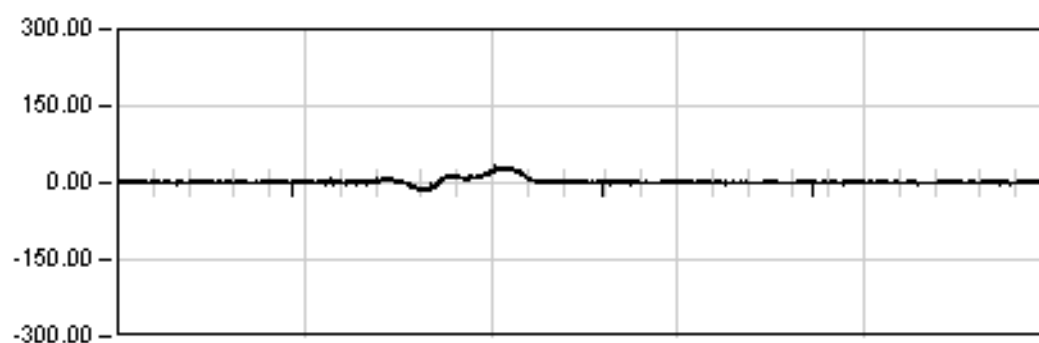
DINAMICA 09

108.0 Seg

Max: 31.62

Min: -27.69

Rem: 1.01



DINAMICA 11

66.0 Seg

Max: 33.19

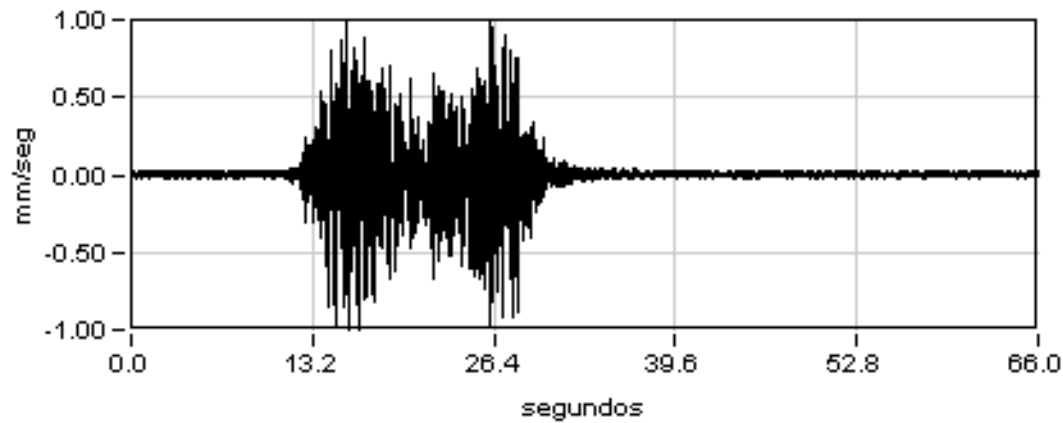
Min: -27.69

Rem: 0.68

LAV M-Z-B-FF. TRAMO MARTORELL BARCELONA

VIADUCTO LLOBREGAT. VANO 5

Prueba: din11 Punto: V0 Canal: 22

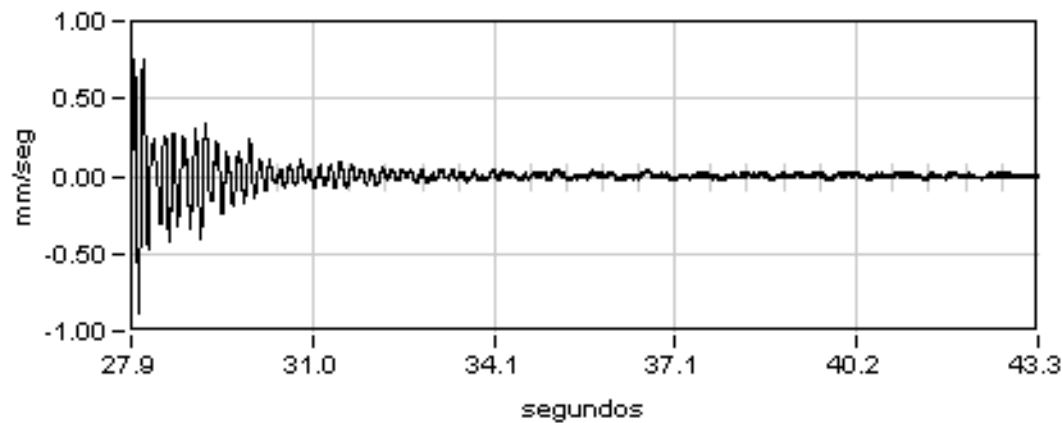


Máximo

-1.25

Mínimo

1.05



Amplitud

160.65

Frecuencia

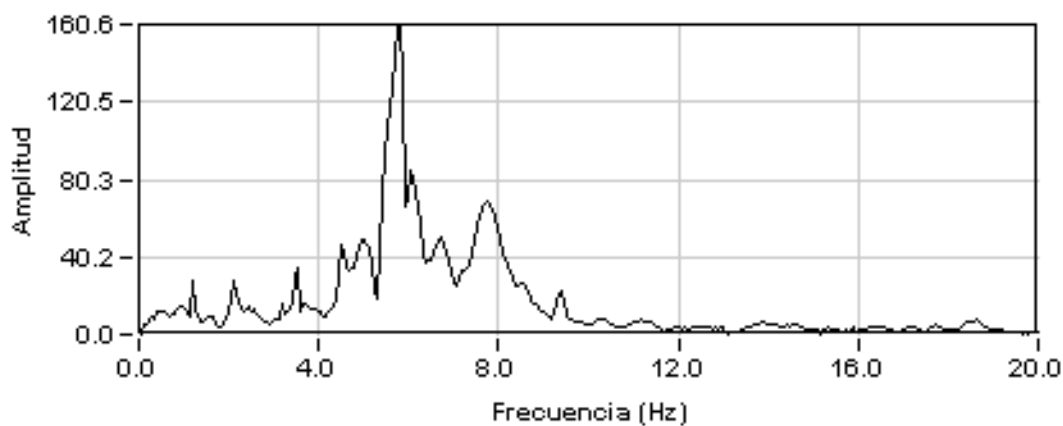
5.80

Dec.Logarit.

0.16

Amortiguac.

2.60 %



ANEJO N° 5: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

INDICE

- Foto 1: Vista General
- Foto 2: Estribo
- Foto 3: Pilas
- Foto 4: Pilas
- Foto 5: Vista Inferior Tablero
- Foto 6: Detalle Apoyos
- Foto 7: Línea de ménsulas para medida de flechas en centro de vano
- Foto 8: Bandas para medida de deformaciones
- Foto 9: Ménsula en estribos y pilas
- Foto 10: Detalle Ménsula
- Foto 11: Detalle sismómetro
- Foto 12: Foto Prueba
- Foto 13: Foto Prueba
- Foto 14: Acondicionador de seña
- Foto 15: Unidad móvil de ensayos



Foto 1: Vista General



Foto 2: Estribo



Foto 3: Pilas



Foto 4: Pilas



Foto 5: Vista Inferior Tablero



Foto 6: Detalle Apoyos



Foto 7: Línea de ménsulas para medida de flechas en centro de vano



Foto 8: Bandas para medida de deformaciones



Foto 9: Ménsula en estribos y pilas



Foto 10: Detalle Ménsula



Foto 11: Detalle sismómetro



Foto 12: Foto Prueba



Foto 13: Foto Prueba



Foto 14: Acondicionador de seña



Foto 15: Unidad móvil de ensayos

ANEJO N° 6: ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

ACTA DE PRUEBA DE CARGA

TIPO DE PRUEBA:	Recepción de obra nueva	FECHA DE PRUEBA:	20/6/2007

IDENTIFICACIÓN ESTRUCTURA

ORGANISMO, COMPAÑÍA:	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)
LÍNEA:	Línea de Alta Velocidad Madrid - Zaragoza - Barcelona - Frontera Francesa
TRAMO:	Gelida - Can Tunis. Subtramo IV a
P.K.:	PROYECTO: 400+010; LÍNEA: 589+103
PROVINCIA:	Barcelona
DENOMINACIÓN	Viaducto sobre el Río Llobregat
REFERENCIA:	57VI01
DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA O PARTE DE ELLA: La estructura es una solución hiperestática de cinco vanos de luces de 33,50 m para los vanos laterales y de 45,00 m para los centrales. La longitud total del tablero es de 202,00 m entre ejes de apoyo de estribos. La planta de la estructura es recta y el ancho total de la losa de compresión es de 14,00 m. La sección transversal del tablero está definida por dos vigas cajón pretensadas (HP-50/F/12/IIa) de 2,20 m de canto en la zona central de vano y 3,00 m en el apoyo en pila, con un interje de 3,60 m, sobre las que se apoya una losa de compresión ejecutada in situ (HA-30/P/20/IIa) de 0,30 m de espesor medio.	

ASISTENTES

NOMBRES	ORGANISMO, COMPAÑÍA
D. Manuel Ciordia Pérez	Ingeniería de Instrumentación y Control, S.A. (IIC)

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Temperatura	24,8 °C - 24,1 °C	Humedad relativa	74,5 % - 80,7 %

PUNTOS DE MEDIDA INSTALADOS

		Vano 1	Vano 2	Vano 3	Vano 4	Vano 5
FLECHAS	EQUIPO ÓPTICO	-	-	-	-	-
	TRANS. DE DESPLAZAMIENTO	4	4	4	4	4
DEFORMACIONES UNITARIAS	BANDAS EXTENSOMÉTRICAS	2	2	2	2	2
REGISTRO DE VIBRACIONES	SISMÓMETRO	1	1	1	1	1
OTROS	SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA	1	1	1	1	1

TRENES DE CARGA UTILIZADOS

VEHÍCULO		NÚMERO	MATRÍCULAS	PESO UNITARIO (T)	
PREVISTO	REAL			PREVISTO	REAL
Locomotora	Locomotora	2	-	120 Tn	120 Tn
Tolva	Tolva	10	-	80 Tn	80 Tn

PORCENTAJE DE SOLICITACIÓN RESPECTO A INSTRUCCIÓN 50,1%

SENTIDO DE CIRCULACIÓN PARA LAS PRUEBAS DINÁMICAS Dirección Lleida

HORA DE COMIENZO: 23:33

RESULTADOS BÁSICOS ALCANZADOS EN LA ESTRUCTURA

				Vano 1	Vano 2	Vano 3	Vano 4	Vano 5
PORCENTAJE DE RESPUESTA RESPECTO AL PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA	Estática	En general	Flechas	76.5%	88.8%	72.3%	80.5%	81.2%
			Deformaciones unitarias	84.6%	89.5%	70.1%	79.2%	85.4%
		Pruebas simplificadas	Flechas	-	-	-	-	-
			Deformaciones unitarias	-	-	-	-	-
	Dinámica	Frecuencia propia de vibración		5,50 Hz	5,50 Hz	5,20 Hz	5,90 Hz	5,80 Hz
		En general	Flechas	96.8%	99.8%	98.3%	97.6%	96.4%
PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Estática		Deformaciones unitarias	97.0%	93.9%	97.5%	91.2%	96.1%
ANOMALIAS EN LA INSPECCIÓN VISUAL		Ninguna						
OBSERVACIONES		El porcentaje de carga alcanzado con respecto a la instrucción es, en cada caso, el máximo posible teniendo en cuenta las sobrecargas de solicitación disponibles.						
CONDICIONES DE PUESTA EN SERVICIO		APTO ☒	NO APTO ☐	RESTRICCIONES				



D. Manuel Ciordia Pérez
por Ingeniería de Instrumentación y Control, S.A. (IIC)

ANEJO N° 7: FICHA DE SEGUIMIENTO Y MODELO A1

MODELO A1 DE COMUNICACIÓN DE INSPECCIONES AL REGISTRO

TIPO DE INSPECCIÓN:	Principal	FECHA DE INSPECCIÓN:	13/2/2007

IDENTIFICACIÓN ESTRUCTURA

ADMINISTRADOR	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)
LÍNEA:	Línea de Alta Velocidad Madrid - Zaragoza - Barcelona - Frontera Francesa.
TRAMO:	Tramo Gelida - Can Tunis. Subtramo IV a
P.K.:	PROYECTO: 400+010; LÍNEA: 589+103
PROVINCIA:	Barcelona
DENOMINACIÓN	Viaducto sobre el Río Llobregat
REFERENCIA:	57VI01
AÑO APROXIMADO DE CONSTRUCCIÓN:	2006

DATOS DEL RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN

ENTIDAD:	INGENIERÍA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
INGENIERO RESPONSABLE:	D. ANDRÉS VICENTE ZAPATA
DIRECCIÓN:	C/ IRÚN 23, OFICINA 2. 28008 MADRID
TELÉFONO, FAX, E-MAIL:	915487653 / 915487653 / avicente@iic-grupoep.com

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y TIPOLOGÍA

Nº DE VANOS:	5	LUCES DE CADA VANO (m):	33,50 + 3*45,00 + 33,50
LONGITUD TOTAL (m):	202,00		
OBSTÁCULO SALVADO:	CARRETERA ☐	F.F.C.C. ☐	CAUCE: ☒ OTROS: ☐ ÁNGULO DE INCIDENCIA (º) 0º
LÍNEA ELECTRIFICADA:	SI ☒	NO ☐	
VÍA:	ÚNICA ☐	DOBLE ☒	Nº DE VÍAS 2
	SOLDADA ☒	CON JUNTAS ☐	
	ENCARRILADORA ☐	SI ☐	NO ☒
	CONTRACARRILES ☐	SI ☐	NO ☒
	APARATOS DE DILATACIÓN ☐	SI ☐	NO ☒
TIPOLOGÍA PUENTE:	RECTA ☒	CURVA A LA DERECHA ☐	CURVA A LA IZQUIERDA ☐
	METÁLICO ☐		
	FÁBRICA ☐		
	HORMIGÓN ☒	TRAMOS EN ARCO ☐	TRAMOS RECTOS ☒
	OTROS ☐		
TIPO DE MATERIAL	ESTRIBOS:	HORMIGÓN ☒	PIEDRA ☐ LADRILLO ☐
	PILAS:	HORMIGÓN ☒	PIEDRA ☐ LADRILLO ☐ METÁLICAS ☐
	ARCOS:	HORMIGÓN ☐	PIEDRA ☐ LADRILLO ☐ METÁLICAS ☐
	TABLERO:	HORMIGÓN ☒	LOSA ☐ VIGAS ☒ TABLÓN ☐
		METÁLICO ☐	VIGAS ALMA LLENA ☐ CELOSÍA ☐

DAÑOS DE CLASE 1

Elemento estructural	Tipo de daños	Localizado ó Generalizado	Plazo de Reparación (meses)	Limitación de Circulación	Requiere inspección especial
A ESTRIBO nº	A GOLPES, ROTURAS	L	6	A VELOCIDAD	SI
B PILA nº	B FISURAS, GRIETAS	G	12	B CARGAS	NO
C ARCO nº	C DESCALCES EN CIMENTACIONES		24	C GÁLBO	
D TABLERO METÁLICO nº	D DESPLOMES, BASCULAMIENTOS		36	D SEÑALIZAR	
E TABLERO DE HORMIGÓN nº	E OXIDACIONES, CORROSIONES				
F VÍA: I, II, ...	F ASIENTOS, DESNIVELACIONES				
G OTROS	G OTROS				

EVALUACIÓN GLOBAL DE EVOLUCIÓN DE DAÑOS RESPECTO A INSPECCIÓN ANTERIOR

SIN EVOLUCIÓN ☐	POCO IMPORTANTE ☐	IMPORTANTE ☐

RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

FAVORABLE ☒	DESFAVORABLE ☐

FIRMA DEL INSPECTOR



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO RÍO LLOBREGAT - COSTA BLANCA

IDENTIFICACIÓN

ID (Identificador de la estructura)	57VI01	
P.K. INICIAL (sentido Madrid-Barcelona)	589+003	
P.K. FINAL (sentido Madrid-Barcelona)	589+223	
TIPO	Puente (10 m < luz <= 50 m)	▼
SUBTRAMO	Río Llobregat-Costa Blanca	▼
FECHA DE LA INSPECCIÓN	13/02/2007	
OBSERVACIONES		

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO RÍO LLOBREGAT - COSTA BLANCA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

57VI01
13/02/2007

DATOS GENERALES

NOMBRE	VIADUCTO DEL LLOBREGAT	
TIPOLOGÍA GENERAL	TABLERO DE VIGAS	▼
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA CONTINUA	▼
Nº DE VÍAS	2	
VELOCIDAD MÁXIMA (km/h)		
TIPO DE ACCESO	VEHÍCULO AUTOMOVIL	▼
OBSTÁCULO SALVADO	RÍO	▼
NOMBRE OBSTÁCULO SALVADO	LLOBREGAT	
OTRO OBSTÁCULO SALVADO		▼
NOMBRE OTRO OBSTÁCULO SALVADO		
OTRO OBSTÁCULO SALVADO		▼
NOMBRE OTRO OBSTÁCULO SALVADO		
OBSERVACIONES		

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO RÍO LLOBREGAT - COSTA BLANCA

ID (Identificador de la estructura)

57VI01

FECHA DE LA INSPECCIÓN

13/02/2007

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

LONGITUD TOTAL (m)	202,00	
Nº DE VANOS	5	
LONGITUD MEDIA DEL VANO (m)	40,40	
LUZ DE CADA VANO (m)	33,5 + 3*45+33,5	
ALTURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	2,50	
ANCHURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	14,00	
ALTURA MÁXIMA DE PILAS (m)	14,00	
ANCHURA MÁXIMA DE PILAS (m)	1.5	
ESPESOR MÁXIMO DE PILAS (m)	-	
GÁLIBO INFERIOR (m)	-	
ANCHURA MÁXIMA DE TRAMOS (m)	14,00	
CANTO MÁXIMO DE TRAMOS EN CENTRO DE VANOS (m)	3,00	
Nº DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN EL TRAMO	1	
SEPARACIÓN ENTRE ELEMENTOS PRINCIPALES (m)	-	
CANTO DE ELEMENTOS PRINCIPALES	CONSTANTE	▼
CANTO MÁXIMO DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN CENTRO DE VANOS (m)	3,00	
GÁLIBO IZQUIERDO (m)	3,10	
GÁLIBO DERECHO (m)	3,25	
ENTREVÍA (m)	4,59	
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
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO RÍO LLOBREGAT - COSTA BLANCA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

57VI01
13/02/2007

MATERIALES

MATERIAL CONSTITUYENTE	HORMIGÓN PRETENSADO	▼

TRAMOS

TIPOLOGÍA DE TRAMOS	TABLERO DE VIGAS	▼
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL DE TRAMOS	ESTRUCTURA CONTINUA	▼
MATERIAL EN TRAMOS	HORMIGÓN PRETENSADO	▼
IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURA DE TRAMOS	SI	▼
ELEMENTOS DE DRENAJE EN TRAMOS	LONGITUDINALES	▼

ESTRIBOS

TIPOLOGÍA DE ESTRIBOS	MUROS FRONTAL Y EN VUELTAS	▼
MATERIAL BASE EN ESTRIBOS	HORMIGÓN ARMADO O EN MASA	▼
PROTECCIÓN EN PIE DE ESTRIBOS	NO EXISTE	▼
TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN ESTRIBOS	ENCEPADO Y PILOTES	▼
MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE ESTRIBOS	HORMIGÓN ARMADO O EN MASA	▼

PILAS

TIPOLOGÍA DE PILAS	TABIQUE	▼
SECCIÓN DE PILAS	VARIABLE	▼
TAJAMARES	NO	▼
MATERIAL BASE EN PILAS	HORMIGÓN ARMADO O EN MASA	▼
TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN PILAS	ENCEPADO Y PILOTES	▼
MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE PILAS	HORMIGÓN ARMADO O EN MASA	▼

APARATOS Y JUNTAS DE DILATACIÓN

APARATOS DE APOYO	TIPO POT	▼
JUNTAS DE DILATACIÓN	AMBOS ESTRIBOS	▼
TIPOLOGÍA DE JUNTAS DE DILATACIÓN	MURETES GUARDABALASTO Y CUBREJUNTAS	▼
APARATOS DE DILATACIÓN DE CARRILES	NO EXISTEN	▼

VARIOS

PASEOS DE SERVICIO	AMBOS LADOS	▼

OBSERVACIONES

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO RÍO LLOBREGAT - COSTA BLANCA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

57VI01
13/02/2007

ESTADO ACTUAL ESTRIBOS

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

OBSERVACIONES ESTRIBOS

ESTADO GENERAL ESTRIBOS

1: Defectos con incidencia en la estética

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO RÍO LLOBREGAT - COSTA BLANCA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

57VI01
13/02/2007

ESTADO ACTUAL ALETAS O MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO

Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas		▼
Golpes y roturas		▼
Fisuras y grietas		▼
Coqueras y nidos de grava		▼
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	0: No existen defectos	▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

57VI01
13/02/2007

ESTADO ACTUAL PILAS

Punzonado bajo apoyos		▼
Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas		▼
Golpes y roturas	1: Defectos con incidencia en la estética	▼
Fisuras y grietas	0: No existen	▼
Coqueras y nidos de grava	0: No existen	▼
Meteorización y degradación		▼
Desprendimientos		▼
Carbonatación y desagregación		▼
Armaduras vistas someras		▼
Corrosión y disgregación		▼
Humedades y filtraciones		▼
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	0: No existen	▼
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	1: Defectos con incidencia en la estética	▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO RÍO LLOBREGAT - COSTA BLANCA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

57VI01
13/02/2007

ESTADO ACTUAL APARATOS DE APOYO

Envejecimiento	0: No existen	▼
Corrosión	0: No existen	▼
Suciedad y aterramiento	0: No existen	▼
Bloqueo o encastramiento	0: No existen	▼
Desplazamiento o deslizamiento	0: No existen	▼
Aplastamiento		▼
Reglaje incorrecto	0: No existen	▼
Desnivelaciones	0: No existen	▼
Falta de contacto	0: No existen	▼
Cunas de apoyo deterioradas	0: No existen	▼
Vegetación adosada	0: No existen	▼
OBSERVACIONES APARATOS DE APOYO		
ESTADO GENERAL APARATOS DE APOYO	0: No existen	▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO RÍO LLOBREGAT - COSTA BLANCA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

57VI01
13/02/2007

<u>ESTADO ACTUAL ESTRUCTURA DE TRAMOS</u>	
Pintura envejecida y desprendida	▼
Oxidación superficial	▼
Corrosiones locales activas	▼
Entalladuras y pérdidas de sección	▼
Elementos metálicos deformados o rotos	▼
Tornillos flojos o faltan	▼
Soldaduras fisuradas	▼
Fisuras y grietas longitudinales bóvedas	▼
Fisuras y grietas transversales clave	▼
Fisuras y grietas transversales riñones	▼
Fisuras y grietas transversales arranques	▼
Fisuras y grietas longitudinales tímpanos	▼
Fisuras y grietas verticales tímpanos	▼
Separación y filtraciones tímpano-bóveda	▼
Fisuras y grietas longitudinales losas	▼
Fisuras y grietas transversales losas	▼
Fisuras y grietas verticales losas	▼
Fisuras y grietas longitudinales en alas superiores vigas	▼
Fisuras y grietas transversales en alas superiores vigas	▼
Fisuras y grietas longitudinales conexión alas-alma	▼
Fisuras y grietas transversales alma vigas	▼
Fisuras y grietas inclinadas alma vigas	▼
Fisuras y grietas longitudinales alma vigas	▼
Fisuras y grietas longitudinales ala inferior	▼
Fisuras y grietas transversales ala inferior	▼
Fisuras y daños en testeros	▼
Golpes y roturas	1: Defectos con incidencia en la estética ▼
Coqueras y nidos de grava	0: No existen ▼
Meteorización y degradación	▼
Desprendimientos	▼
Carbonatación y desagregación	▼
Armaduras vistas someras	▼
Corrosión y disgregación	▼
Humedades y filtraciones	0: No existen ▼
Desagües obturados	▼
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	0: No existen ▼
Abombamientos	▼
Asentamientos y desnivelaciones	▼
Juntas longitudinales degradadas	▼
Juntas transversales degradadas	▼
Vegetación aflorando	▼
Vegetación adosada	▼
OBSERVACIONES ESTRUCTURA DE TRAMOS	
<u>ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS</u>	
	1: Defectos con incidencia en la estética ▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO RÍO LLOBREGAT - COSTA BLANCA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

57VI01
13/02/2007

ESTADO ACTUAL RESTO DE ELEMENTOS

Impermeabilización		▼
Drenaje longitudinal		▼
Drenaje transversal		▼
Muretes guardabalasto	1: Defectos con incidencia en la estética	▼
Juntas de dilatación	0: No existen	▼
Juntas de longitudinales		▼
Conducciones y canaletas	0: No existen	▼
Anclajes de postes		▼
Barandillas	2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼

OBSERVACIONES RESTO DE ELEMENTOS

ESTADO GENERAL RESTO DE ELEMENTOS

2: Defectos con riesgo de evolución patológica ▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO RÍO LLOBREGAT - COSTA BLANCA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

57VI01
13/02/2007

ESTADO ACTUAL

ESTADO GENERAL

ESTADO GENERAL ESTRIBOS

ESTADO GENERAL ALETAS

ESTADO GENERAL PILAS

ESTADO GENERAL APARATOS DE APOYO

ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS

ESTADO GENERAL RESTO DE ELEMENTOS

OBSERVACIONES

1: Defectos con incidencia en la estética	▼
1: Defectos con incidencia en la estética	
0: No existen	
1: Defectos con incidencia en la estética	
0: No existen	
1: Defectos con incidencia en la estética	
2: Defectos con riesgo de evolución patológica	

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO RÍO LLOBREGAT - COSTA BLANCA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

57VI01
13/02/2007

IDENTIFICACIÓN ARCHIVOS FOTOGRÁFICOS

NOMBRE ARCHIVO

FOTOGRAFÍA Nº 1	ALZADO DERECHO	▼	57VI0101
FOTOGRAFÍA Nº 2	ALZADO IZQUIERDO	▼	57VI0102
FOTOGRAFÍA Nº 3	VISTA SUPERIOR DESDE ENTRADA	▼	57VI0103
FOTOGRAFÍA Nº 4	ESTRIBO DE ENTRADA	▼	57VI0104
FOTOGRAFÍA Nº 5	ESTRIBO DE SALIDA	▼	57VI0105
FOTOGRAFÍA Nº 6	VISTA INFERIOR	▼	57VI0106
FOTOGRAFÍA Nº 7	PICADURAS EN BARANDILLA	▼	57VI0107
FOTOGRAFÍA Nº 8		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 9		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 10		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 11		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 12		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 13		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 14		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 15		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 16		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 17		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 18		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 19		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 20		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 21		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 22		▼	

OBSERVACIONES

INDICE

Foto 1: Alzado derecho
Foto 2: Alzado izquierdo
Foto 3: Vista superior desde entrada
Foto 4: Estribo de entrada
Foto 5: Estribo de salida
Foto 6: Vista inferior
Foto 7: Picaduras en barandilla



Foto 1: Alzado derecho



Foto 2: Alzado izquierdo



Foto 3: Vista superior desde entrada



Foto 4: Estribo de entrada



Foto 5: Estribo de salida

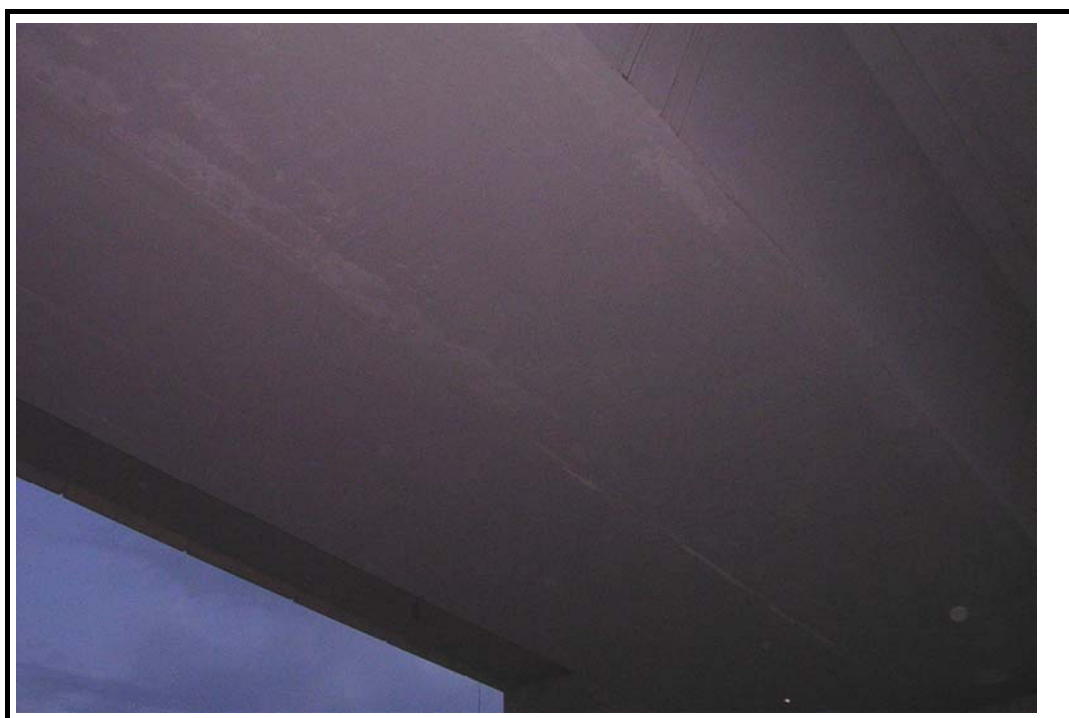


Foto 6: Vista inferior



Foto 7: Picaduras en barandilla

ANEJO Nº 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

ANEJO Nº 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Dentro de los trabajos realizados por IIC en el marco del contrato de “Consultoría y Asistencia Técnica para la Realización de Pruebas de Carga para la recepción de puentes de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Vilafranca del Penedés – Barcelona (Exp: AV 004/06)”, suscrito por la UTE PC ADIF VILAFRANCA con el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), está contemplado el control altimétrico de la **Estructura 57VI01, Viaducto del Llobregat**.

1.1. CONTROL PLANIMÉTRICO

Para el control planimétrico se han instalado en los terrenos próximos al viaducto una serie de pilares de observación que componen la red de control y señales de puntería en los puntos del viaducto que se quieren controlar.

Las observaciones se han efectuado con el taquímetro de alta precisión TCA 2003 de Leica junto con una serie de accesorios necesarios para este tipo de controles y que se describen en el apartado “Equipos y materiales utilizados”.

La metodología empleada ha sido la de las series o vueltas de horizonte aplicando regla Bessel. Con esta aplicación se eliminan todos los errores sistemáticos de ajuste y errores instrumentales.

El proceso completo de observación de un vértice es el siguiente:

- ☐ Se estaciona el taquímetro en el pilar de observación en posición de círculo directo (CD).
- ☐ Se inicia la vuelta de horizonte en sentido horario apuntando a los otros pilares y a las señales de puntería.
- ☐ Terminada la primera media serie en CD se procede a realizar la media vuelta restante en círculo inverso (CI) y sentido antihorario.

Se van registrando las lecturas horizontales y de distancia a los otros pilares y las lecturas horizontales a las señales de puntería.

Se toma para el cálculo el promedio de las lecturas horizontales en CD y CI y para las distancias el promedio de directa y recíproca.

Los pilares a los que se apunta es necesario que tengan colocado el dispositivo de puntería correspondiente.

En el cálculo y ajuste se ha utilizado la aplicación Letop Dra desarrollado en entorno Windows y que resuelve pequeñas redes geodésicas aplicando mínimos cuadrados. Se ha fijado un sistema local plano para cada viaducto determinado por las coordenadas iniciales obtenidas para pilares y señales de puntería.

Para obtener las coordenadas de los pilares de la Red se ha resuelto una triangulateración y una polisección directa para las señales de puntería.

El número de puntos controlados, así como el número de pilares de la red de control finalmente ejecutados se indican en el cuadro siguiente:

	Control topográfico	
	Control en pilas	Control en estribos
Señales de puntería	4	4
Pilares de observación para estacionamiento de taquímetro	4	

1.2. CONTROL ALTIMÉTRICO

Para el control altimétrico se han instalado fuera de la estructura, en ambos extremos, las referencias altimétricas y a lo largo del tablero se han distribuido una serie de bases de nivelación en los puntos que se quieren controlar

El control altimétrico se ha realizado con nivel digital de precisión DINI 12 de Trimble mediante nivelación geométrica de precisión, siguiendo las normas del Instituto Geografico Nacional para las nivelaciones de alta precisión.

Algunas de estas normas son:

- ☐ Se hará doble línea (ida y vuelta) para obtener siempre un grado de redundancia.
- ☐ La distancia máxima entre instrumento y mira no superará en ningún caso los 30m.
- ☐ La tolerancia de equidistancia entre instrumento y miras será de ± 0.10 m.
- ☐ La tolerancia del cierre será la oficial de $\pm 1,5 \sqrt{K}$ mm, siendo K la longitud de la línea expresada en Km.

El método indicado consiste en ir posicionando el nivel en el punto medio de la línea que une cada dos bases de nivelación consecutivas (tramo). De esta forma puede eliminarse el error debido a la falta de horizontalidad del nivel, ya que este error instrumental tendrá el mismo valor en la lectura de espalda y de frente, quedando eliminado al calcular el desnivel por diferencia entre ambas.

El plano de comparación para la estructura queda establecido por la cota inicial asignada a una de las referencias altimétricas, desde la que se han ido arrastrando altitudes, con los desniveles observados, al resto de referencias y bases de nivelación.

El número de referencias altimétricas y bases de nivelación finalmente ejecutadas se indican en el cuadro siguiente:

	Control topográfico	
	Control en pilas	Control en estribos
Bases de nivelación	4	4
Bases de nivelación de referencia	4	

Los equipos y materiales utilizados para la realización de los trabajos mencionados, se describen en el apartado "Equipos y materiales utilizados".

EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS

1.3. TAQUÍMETRO DE ALTO RENDIMIENTO TCA 2003 DE LEICA

Este taquímetro de alto rendimiento, además de su elevada precisión en la medida de ángulos y distancias, permite automatizar por completo todo el proceso de medición.

Las precisiones son idénticas independientemente de que se trabaje de forma manual o automática, aunque lógicamente es recomendable, siempre que sea posible, emplear la forma automática que es mucho más rápida y quedan excluidos los errores inherentes al factor humano.

El almacenamiento de datos se realiza en tarjetas de memoria PCMCIA. Se cuenta también con un conjunto completo de programas de aplicación de LEICA TPS 1100 muy perfeccionados y eficientes para realizar las diversas tareas topográficas.

Las características técnicas de este instrumento son las siguientes:

- ☐ Precisión en la medida de ángulos: 0.5" (0.15 mgon)
- ☐ Precisión en la medida de distancias: 1 mm + 1ppm
- ☐ Alcance con un prisma: 2500 m
- ☐ Distancia menor de medida: 1.7 m
- ☐ Aumento del anteojo: 30 X
- ☐ Precisión en la determinación de la situación de puntos alejados hasta 100 m: ... < 1 mm
- ☐ Precisión en la determinación de la situación de puntos alejados hasta 200 m: 1 mm

Con las aplicaciones "medición de series" y "auscultación" se pueden hacer mediciones a puntos definidos, repetidas a intervalos predefinidos de forma completamente automática, obteniendo en tiempo real cualquier ligero desplazamiento.

Los equipos cuentan con los accesorios necesarios para el suministro de corriente en funcionamientos prolongados y para la transmisión de datos vía cable o vía radio módem.

Las coordenadas de la estación y la orientación en un sistema local de coordenadas, se pueden obtener con rapidez a partir de mediciones a dos puntos de referencia.

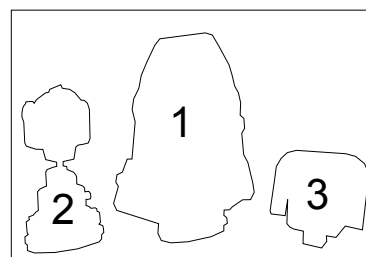
En trabajos de auscultación en tiempo real es posible posicionar el taquímetro tridimensionalmente y dirigirlo mediante control remoto siempre que tengamos introducidas

previamente en el ordenador las coordenadas del punto de estación, de las referencias y de los puntos que se quieren controlar.

Para la medida de distancias hacemos uso de prismas reflectores y de una serie de acoplamientos para el centrado de estos sobre el punto que se quiere medir. Tanto los prismas como los acoplamientos a los que hacemos referencia son de LEICA.

Los prismas reflectores están compuestos por vidrio óptico de gran calidad y su función es la de reflejar el rayo láser de tipo infrarrojo que les llega desde la unidad de lectura.

En función de las características requeridas y de las posibilidades de montaje, utilizamos diferentes tipos de prisma. Las características técnicas de algunos de estos dispositivos se detallan a continuación:



- ❑ 1_ Taquímetro electrónico TCA 2003 (Se contrasta y calibra anualmente)
- ❑ 2_ Dispositivo de puntería de precisión
 - Reflector de precisión GPH 1P de LEICA:
 - ✓ Dimensiones diámetro exterior e interior (mm): 62 x 42
 - ✓ Tolerancia h, Ø (mm): -0.16
 - ✓ Deflección angular: <3"

- Adaptador de precisión para prisma con plomada GZR 3 de LEICA
- Base nivelante GDF 121 de LEICA
- 3_ Reflector GPR 111 de LEICA
 - Dimensiones diámetro exterior e interior (mm): 75 x 60
 - Tolerancia h, Ø (mm): -0.19
 - Deflección angular: <4"

1.3.1. Accesorios

Debido a que los taquímetros actuales calculan las distancias mediante la emisión-recepción de onda infrarroja y en el desplazamiento de esta por la atmósfera influyen las condiciones meteorológicas, es necesario cuando se busca la máxima precisión, introducir previamente a la realización de la medida los valores de presión, temperatura y humedad para que el taquímetro pueda aplicar la corrección meteorológica correspondiente.

Para la medida de estos tres parámetros se emplean los instrumentos descritos a continuación:

- Barómetro de precisión Lufft C-300:
 - Rango de medida 750 a 1100 mbar
 - Precisión: $\pm 0,5$ mbar a 25°C y ± 1 mbar de 0°C 50°C
 - Resolución: 0,1 mbar
 - Unidades de medida: mbar, hPa, inHg

Este equipo es contrastado periódicamente con los datos del observatorio del Retiro de Madrid

- Termo- higrómetro digital TFA:
 - Precisión temperatura: $\pm 1^{\circ}$ C
 - Precisión humedad : ± 1 %

Este equipo es contrastado periódicamente con termómetro de Mercurio



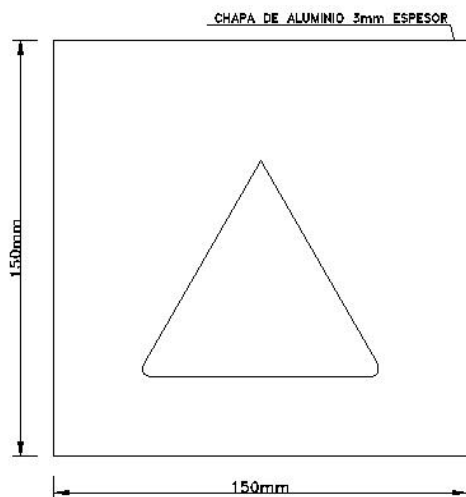
Para la protección del taquímetro de la radiación solar y la lluvia durante las observaciones se emplea un parasol con vientos.

1.4. SEÑALES DE PUNTERÍA

Las señales de puntería se han instalado en los puntos de la estructura que se quieren controlar y han sido diseñadas para ofrecer una buena visualización, facilitar la puntería y resistir las condiciones ambientales sin deterioro.

Consisten en una chapa cuadrada de acero, de 150 mm de lado, pintadas al horno en color negro y con taladros para su fijación al hormigón. Sobre la chapa va serigrafiada la señal de puntería triangular y de color blanco, para un buen contraste con el fondo.

La chapa base de la diana de puntería se fija sobre la superficie del punto a controlar mediante tacos expansivos tipo HILTI.



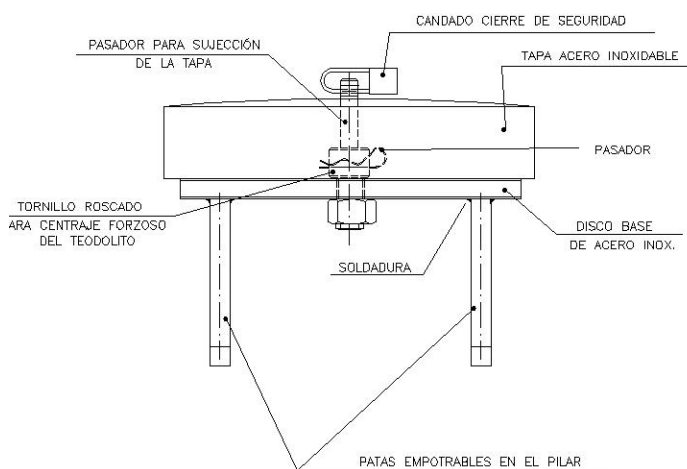
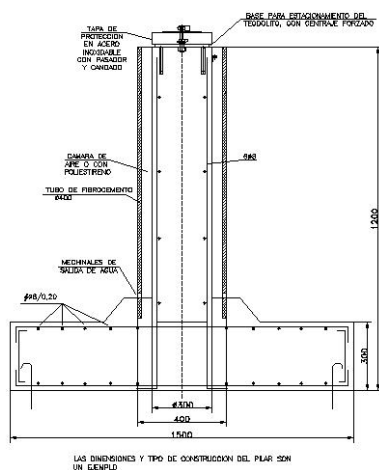
1.5. PILAR DE OBSERVACIÓN PARA TAQUÍMETRO

Es de hormigón armado, de 300 mm. de diámetro exterior y 1200 mm. de altura.

En la parte superior del pilar se empotrará la placa de centrado forzoso del teodolito, consistente en una placa circular de 170 mm. de diámetro y 10 mm. de espesor, de acero inoxidable. En la parte central lleva fijado un tornillo Whitworth con rosca de paso de 5/8", al que

se rosca directamente la base nivelante del equipo de lectura para el centrado forzoso del mismo. Este sistema permite el estacionamiento del aparato con un error menor de 0,2 mm.

La placa se fijará, por medio de tres anclajes, al hormigón del pilar y para su protección se instalará una tapa de diámetro 200 mm. y 50 mm. de altura, fabricada en acero inoxidable, fijada firmemente a la base mediante un pasador sujeto la vástago central y un candado de cierre.



1.6. NIVEL DIGITAL DINI 12

Se utilizan para el control preciso de desplazamientos verticales relativos o absolutos, mediante la nivelación geométrica de los itinerarios establecidos.

Este tipo de niveles miden distancias y desniveles en base a un tratamiento electrónico de la imagen, con grabación automática de los datos.

La sistemática de lectura, se realiza a través del teclado midiendo y registrando la altura en la mira y la distancia, a su vez el nivel calcula la altitud del punto, eliminando por ello la posibilidad de error de cálculo.

El software que lleva incorporado ofrece una amplia variedad de posibilidades como por ejemplo establecer los parámetros del instrumento, introducir coeficientes y constantes, establecer tolerancias con aviso, y a su vez la capacidad de elección de formatos en la grabación de datos incluyendo la visualización continua en pantalla de todos estos.

Las miras empleadas son la LD 12 y LD 13 de NEDO de 2 y 3 metros respectivamente, haciendo la lectura de forma automática en la lámina invar donde va grabado el código de barras. El invar resulta idóneo como soporte de escalas, pues su longitud no varía con los cambios de temperatura. La cinta de invar está fijada bajo tensión al marco de aluminio, de forma que una dilatación de la mira no tiene ninguna influencia sobre ella.

Para el correcto estacionamiento de las miras van dotadas de bípode telescópicos de aluminio y un par de nivelillos esféricos para su correcta verticalización.

Las principales características del equipo que se utilizó durante la campaña de nivelación son las siguientes:

Nivel digital de alta precisión	Características técnicas
Desviación Estándar en 1 Km de doble nivelación:	0.3 mm (Con código de barras)
Telescopio:	Imagen directa
Aumentos de anteojo:	32x
Rango de medición:	1.5 – 100 m
Rango compensación automática:	+/- 15'
Precisión compensador:	+/- 0.2"
Memoria:	Tarjeta PCMCIA
Pantalla:	4 líneas
Cifras decimales en lectura de mira invar:	0.1/0.01 mm
Teclado:	22 teclas
Peso:	3.5 Kg

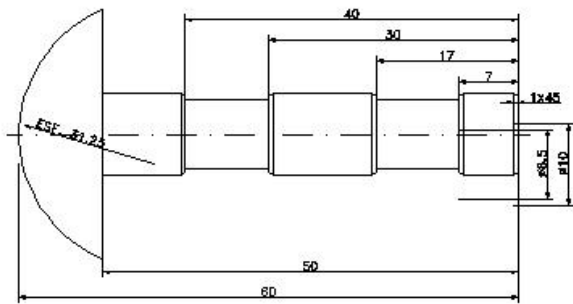


Nivel digital DINI 12 de Trimble

1.7. BASES DE NIVELACIÓN

Las bases de nivelación consisten en un clavo de acero inoxidable, tipo chincheta, empotrable en hormigón mediante taladro y resina Hilti de alta resistencia

La señal tiene una longitud total de 60 mm. y cabeza semiesférica para un buen apoyo del pie de la mira de nivelación.



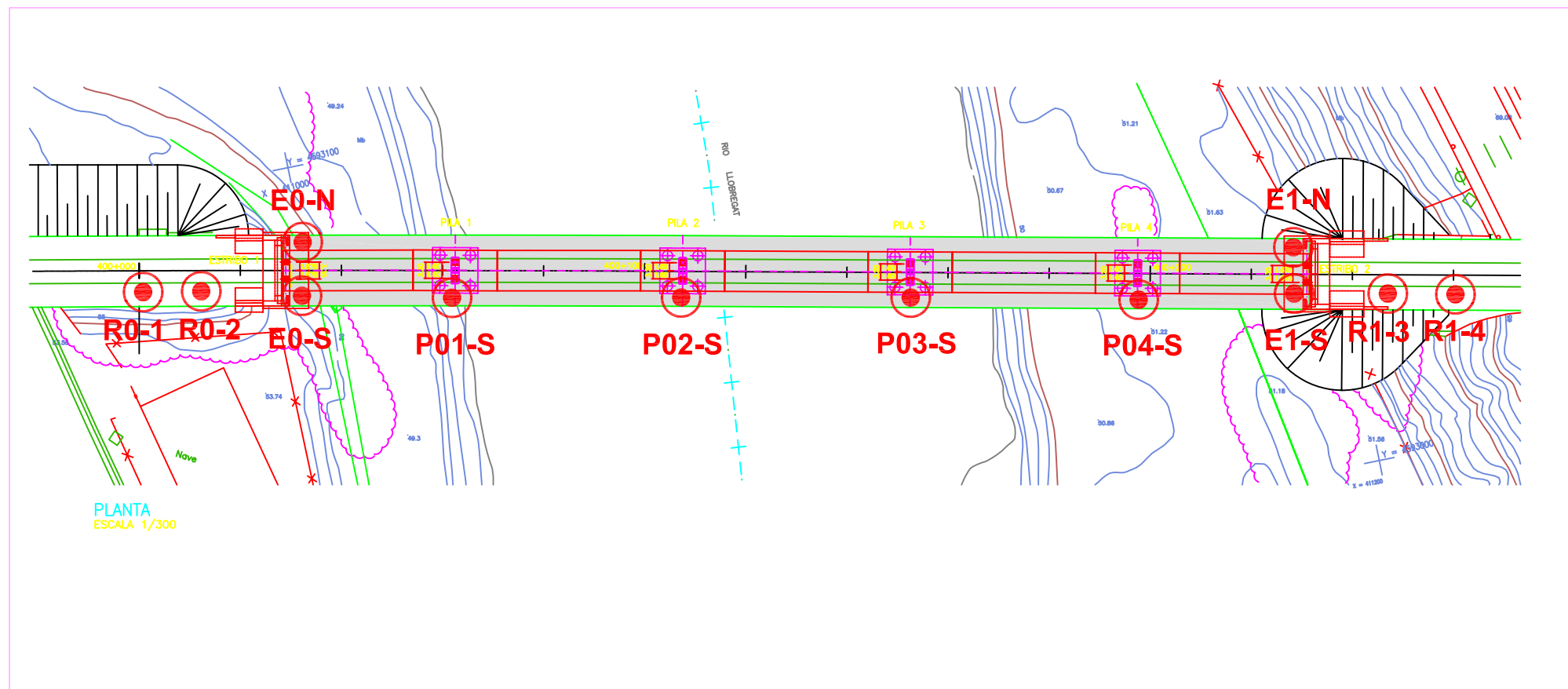
A continuación se incluyen los planos de localización de los equipos instalados, así como los datos obtenidos en las campañas iniciales de nivelación y planimetría realizadas sobre la estructura.

CAMPAÑA DE NIVELACIÓN

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DE PRECISIÓN

PROYECTO: UTE PC ADIF VILAFRANCA	ESTRUCTURA: 57VI01 Viaducto del Llobregat
PROVINCIA: BARCELONA	P.K. DE LÍNEA: 589+103
CAMPAÑA: Nº 00	FECHA INICIAL: 25/01/2007 FECHA ACTUAL: 25/01/2007
EMPRESA: IIC S.A.	TOPÓGRAFO/AUXILIAR: Tarik Aillouh / Jose Manuel Hernandez
EQUIPO EMPLEADO: Nivel digital Trimble	
CONDICIONES AMBIENTALES: Buenas	

PUNTO	ALT. INICIAL (m)	ALT. ACTUAL (m)	Desplz. (mm)	OBSERVACIONES
R0-1	100.0000			
R0-2	100.0198			
E0-N	99.6950			
E0-S	99.6880			
P01-S	99.5537			
P02-S	99.3383			
P03-S	99.1156			
P04-S	98.8755			
E1-S	98.7029			
E1-N	98.7006			
R1-3	99.0755			
R1-4	99.0458			



LEYENDA:

- PUNTO DE NIVELACIÓN
- R0-1** REFERENCIA NÚMERO 1 EN LADO DE ENTRADA
- E0-S** SEÑAL EN ESTRIBO DE ENTRADA. LADO SUR
- P01-S** SEÑAL SOBRE PILA. LADO SUR

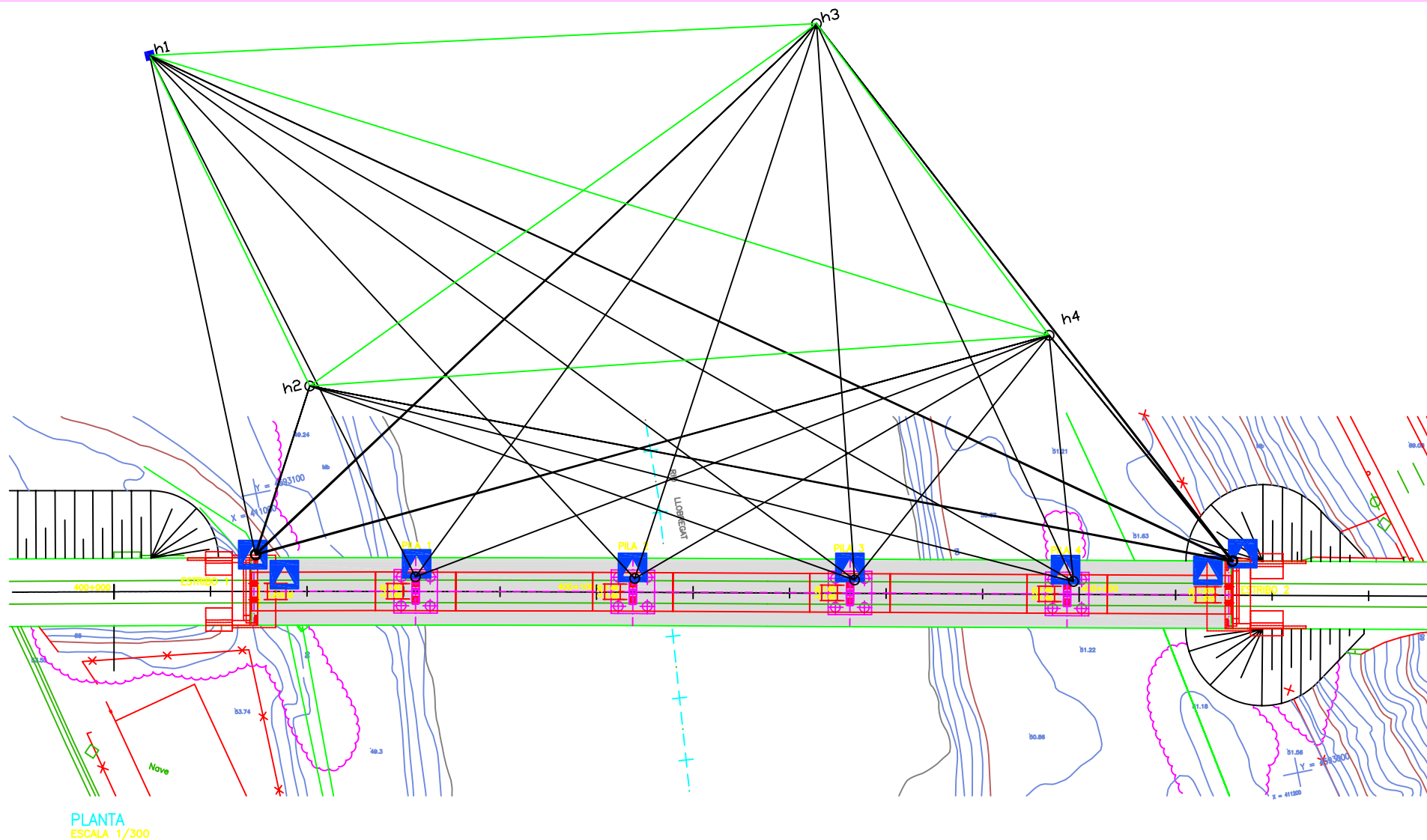
L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA TRAMO: VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA.		
ESTRUCTURA: 57VI01	UBICACIÓN: Provincia de Barcelona	P.K.: 589+103
ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE CONTROL TOPOGRÁFICO POR NIVELACIÓN		
CONSULTOR:	FECHA: Junio 2008	

CAMPAÑA DE PLANIMETRÍA

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DE PRECISIÓN

PROYECTO: UTE PC ADIF VILAFRANCA		ESTRUCTURA: 57VI01 Viaducto del Llobregat	
PROVINCIA:	BARCELONA	P.K. DE LÍNEA:	589+103
CAMPAÑA: Nº 00	FECHA INICIAL: 22/03/2007	FECHA ACTUAL: 22/03/2007	
EMPRESA: IIC S.A.	TOPÓGRAFO/AUXILIAR: Tarik Aillouh / Jose Manuel Hernandez		
EQUIPO EMPLEADO: Estacion Total TCA 2003			
CONDICIONES AMBIENTALES: Buenas			

PUNTO	X inicial	Y inicial	Observaciones
Coordenadas de los Hitos			
h1	410998.0000	4593190.0000	
h2	411013.7299	4593116.2663	
h3	411132.4198	4593163.7852	
h4	411163.5431	4593090.2720	
Coordenadas de las dianas			
E0-L-N	410994.6617	4593085.3987	
E0-F-N	410994.7567	4593085.1710	
P01-CP-N	411025.4767	4593073.0442	
P02-CP-N	411069.0814	4593062.0177	
P03-CP-N	411112.8257	4593050.9751	
P04-CP-N	411156.3802	4593039.9931	
E1-F-N	411188.9478	4593036.2162	
E1-L-N	411189.1702	4593036.3411	



LEYENDA:

-  SEÑAL DE PUNTERÍA
- P05-CP-N** SEÑAL DE PUNTERIA EN CABEZA DE PILA Nº05. LADO NORTE
- P05-PP-N** SEÑAL DE PUNTERIA EN PIE DE PILA Nº5. LADO NORTE
- E0-F-N** SEÑAL DE PUNTERIA EN FRONTAL DE ESTRIBO DE ENTRADA. LADO NORTE
- E0-L-N** SEÑAL DE PUNTERIA EN LATERAL DE ESTRIBO DE ENTRADA. LADO NORTE

L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO: VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA.

ESTRUCTURA: 57VI01	UBICACIÓN: Provincia de Barcelona	P.K.: 589+103

ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE CONTROL
TOPOGRÁFICO POR TRIANGULACIÓN

CONSULTOR:	FECHA: Junio 2008

INDICE

Foto 1: Pilar de observación 1

Foto 2: Pilar de observación 2

Foto 3: Pilar de observación 3

Foto 4: Pilar de obsevación 4



Foto 1: Pilar de observación 1



Foto 2: Pilar de observación 2



Foto 3: Pilar de observación 3



Foto 4: Pilar de observación 4

ANEJO N° 9: INSPECCIÓN DEL CAUCE

INDICE

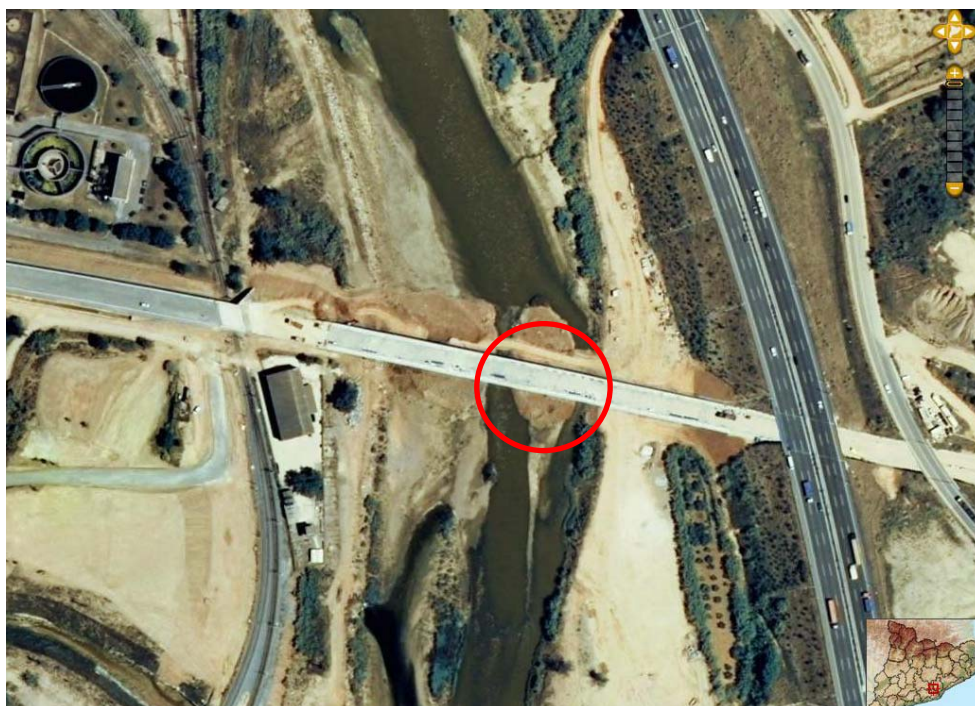
1. INTRODUCCIÓN	2
2. DATOS PREVIOS.....	5
3. ENTORNO DE LA ESTRUCTURA.....	7
4. INSPECCIÓN DEL CAUCE Y EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN	9
4.1. Inspección del cauce	10
4.2. Evaluación de la situación actual: índice de socavabilidad.....	10
5. CONCLUSIONES	13
ANEJO 9A: Cartografía	15
ANEJO 9B: Croquis de cauce y batimetría	17
ANEJO 9C: Ficha de campo.....	18
ANEJO 9D: Reportaje fotográfico.....	19

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente anejo tiene por objeto el análisis desde el punto de vista de riesgo de socavación, aterramiento e inestabilidad dinámica del cauce del Río Llobregat que salva la estructura del Viaducto sobre el río Llobregat, a partir de los datos obtenidos en la inspección visual realizada el 13 de Febrero de 2007.

El paso de la estructura sobre el cauce objeto del estudio se produce en el P.K. 589+103 de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. En la imagen siguiente podemos apreciar una vista geográfica general del entorno de la estructura:



De este modo, en el apartado 2, “Entorno de la estructura”, se presentan todos aquellos parámetros de la zona susceptibles de influir sobre la morfología del cauce.

En el apartado 3 se describen los trabajos realizados durante la inspección y la evaluación de la situación del cauce desde el punto de vista del riesgo de socavación.

En el apartado 4 se exponen las conclusiones, en las que se describirá el estado general del cauce, sus protecciones, riesgos de socavación y posibles medidas urgentes que se deben tomar en caso necesario.

Por último se incluye un croquis con la situación actual del cauce, la ficha de campo con los datos recogidos durante la inspección, de modo que quede caracterizado el estado cero del entorno de la estructura de cara a futuras inspecciones del cauce, y el reportaje fotográfico con imágenes de las principales zonas del cauce objeto del estudio.

2. DATOS PREVIOS

2. DATOS PREVIOS

A continuación se presentan las principales características de la estructura del Viaducto sobre el río Llobregat:

VIADUCTO SOBRE EL RÍO LLOBREGAT	
Código estructura	57VI01
P.K. Obra	400+010
P.K. Línea	589+103
Línea	Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa
Tramo / Subtramo	Gelida – Can Tunis / IV a
Tipología del tablero	Viga continua + losa de compresión
Número de vanos	5
Distribución de luces (m)	33,50 + 3*45,00 + 33,50
Tipología de pilas	Pila única
Tipología de cimentación en pilas	Pilotes
Tipología de estribos	Cerrados
Tipología de cimentación en estribos	Pilotes
Coordenadas UTM	X = 411114,5 ; Y = 4593052,5 ; Huso: 31
Datos topográficos	Instituto Cartográfico de Cataluña
Confederación	Agencia Catalana del Agua

3. ENTORNO DE LA ESTRUCTURA

3. ENTORNO DE LA ESTRUCTURA

La estructura del Viaducto sobre el río Llobregat se encuentra en el término municipal de Martorell, en la provincia de Barcelona, y permite el paso de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa sobre el río Llobregat.

La precipitación media anual de la zona se sitúa en el entorno de los 590 mm y una temperatura media anual de 15,7 °C.

El entorno de la estructura presenta formas en el relieve discontinuas, con una orografía del terreno muy irregular.

Los materiales que constituyen los márgenes del cauce son principalmente arenas limos y arcillas.

La estructura está situada en una zona industrial por lo que prácticamente no hay aprovechamiento agrícola. Existen pequeños pastizales y zonas improductivas.

El cauce del Río Llobregat presenta una pendiente media a la altura de la obra del 2 por mil, y se cruza con un ángulo de incidencia prácticamente perpendicular al eje longitudinal de la estructura. Las márgenes del río presentan una cobertura vegetal densa, con presencia de matorral bajo y pequeñas zonas arboladas. Existen barras en el centro del cauce que no ocupan mas de un 5% del cauce pero que también tienen cobertura vegetal densa.

A la altura de la estructura, las márgenes del cauce se encuentran revestidas con un manto de escollera que ofrece protección frente a erosiones.

4. INSPECCIÓN DEL CAUCE Y EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN

4. INSPECCIÓN DEL CAUCE Y EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN

4.1. INSPECCIÓN DEL CAUCE

La inspección del cauce del Río Llobregat en su cruce con la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa a la altura del Viaducto sobre el río Llobregat, se realizó el pasado día 13 de Febrero de 2007.

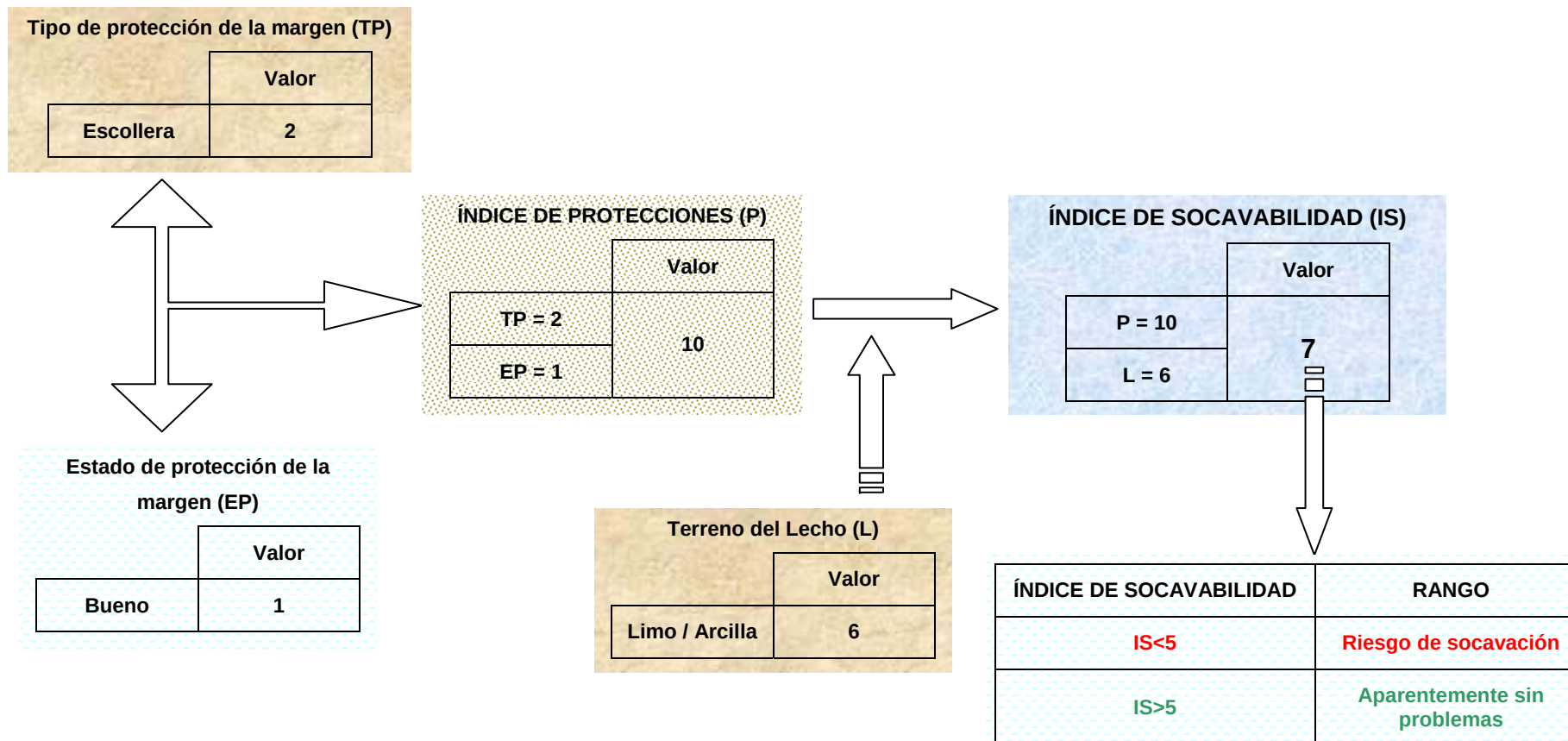
La inspección visual realizada tenía por objeto registrar con objetividad la situación actual de la estructura y el entorno de interés del cauce, así como identificar las condiciones indicativas de problemas potenciales de socavación, aterramiento e inestabilidad dinámica, y en particular su afección al conjunto suelo-cimentación.

De este modo, se hizo un estudio y se tomaron los datos correspondientes a las características del cauce aguas arriba y aguas debajo de la estructura.

4.2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL: ÍNDICE DE SOCAVABILIDAD

Las características del terreno del lecho, cobertura en márgenes y erosión en las mismas nos aportan los datos necesarios para estimar el índice de socavabilidad. El diagrama de fuljo siguiente se indican los pasos que se han seguido para la obtención del Índice de Socavabilidad (IS) en nuestro caso:

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SOCAVABILIDAD



En resumen, el cauce está constituido principalmente por limos y arcillas. Las márgenes del puente a la altura del puente se encuentran protegidas por un manto de escollera que no presentan daños.

El Índice de Socavabilidad refleja las condiciones de suficiencia que caracterizan al conjunto suelo-cimentación.

5. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

De la inspección del cauce del Río Llobregat en su cruce con la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa a la altura del Viaducto sobre el río Llobregat, destacamos lo siguiente:

- ❑ El Índice de Socavabilidad obtenido ($IS=7$) refleja las condiciones aparentemente buenas de la estructura frente al riesgo de erosión y socavación.
- ❑ El cauce atraviesa en condiciones normales los vanos 2 y 3 aunque podría ocupar parte de los vanos 1 y 4. Actualmente ambas márgenes están protegidas por escollera para evitar daños en caso de grandes avenidas.
- ❑ Los estribos están en las llanuras de inundación, donde en principio están fuera de la afección del cauce. Pero debido a la posibilidad de producirse grandes avenidas están protegidos con un pequeño manto de escollera.
- ❑ La orientación de las pilas se puede considerar adecuado con el ángulo de ataque del cauce sobre la estructura.
- ❑ El cauce del río discurre en el entorno de la estructura en forma de ligera curva a la derecha. En general, el cauce presenta una buena cobertura vegetal en el entorno de la estructura, que lo protege frente a los fenómenos de erosión.
- ❑ Aguas arriba, en las proximidades de la estructura, se puede observar la presencia de barras en zonas centrales del cauce, donde crece abundante vegetación. Estas barras aparecen entre 10 y 20 m antes de la estructura. Aguas abajo, también se observa la presencia de una barra, con vegetación alta y a unos 5 m de la estructura. En todos los casos, estas barras no suponen un grave peligro de obstrucción, ni por su altura ni por la ocupación del cauce que suponen.
- ❑ En la inspección no se han observado daños en la estructura o en su entorno que comprometan la estabilidad de la misma, por lo que a priori puede funcionar sin riesgo en regímenes hidráulicos normales.

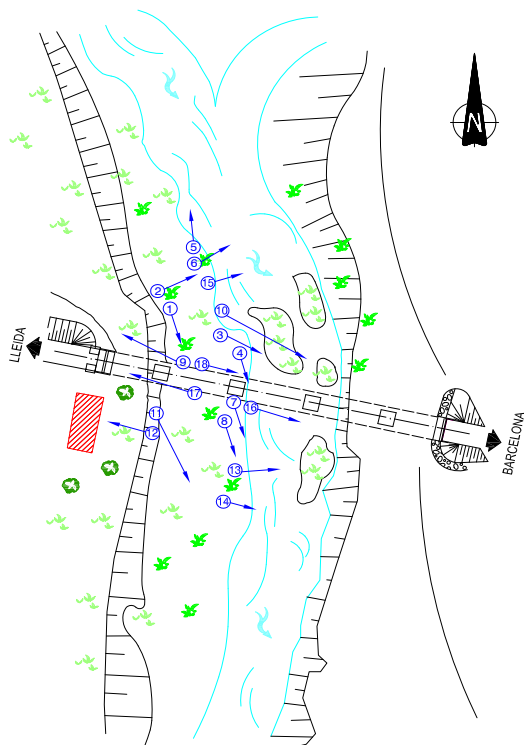
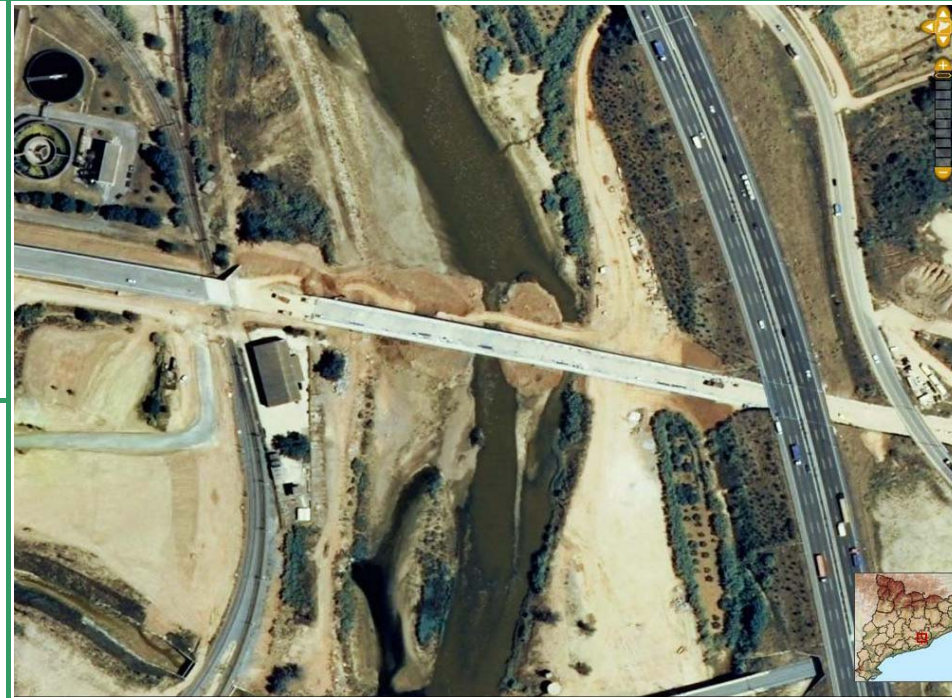
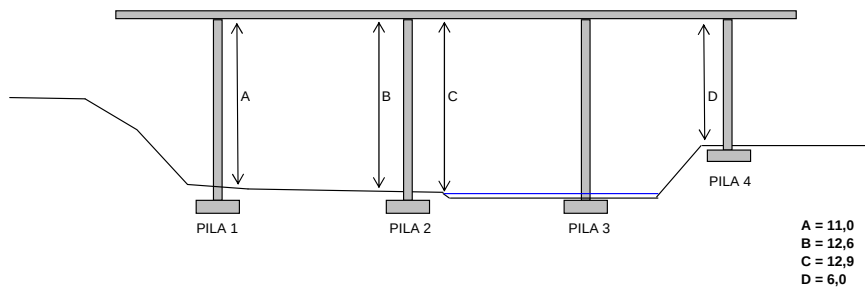
ANEJO 9A: CARTOGRAFÍA



ANEJO 9B: CROQUIS DE CAUCE Y BATIMETRÍA

ESTRUCTURA: VIADUCTO SOBRE EL RÍO LLOBREGAT
NOMBRE DEL OBSTÁCULO SALVADO: RÍO LLOBREGAT

LÍNEA: L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO: GELIDA - CAN TUNIS
REFERENCIA: 57V101



LEYENDA

⑤ → Nº DE FOTOGRAFÍA

VEG. ARBÓREA

VEG. ARBUSTIVA

VEG. HERBÁCEA

AGUAS ALTAS

CULT. ARBÓREOS

CULT. HERBÁCEOS

TIERRA

ROCA

PROFUNDIDAD AGUA

PAVIMENTO

EDIFICACIÓN

OBSTRUCCIÓN

EROSIÓN/SOCAV.

TALUD VERTICAL

ANEJO 9C: FICHA DE CAMPO

ESTRUCTURA:	VIADUCTO SOBRE EL RÍO LLOBREGAT		
LÍNEA:	L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA		
NOMBRE DEL OBSTÁCULO SALVADO:	RÍO LLOBREGAT		
REFERENCIA:	57VI01	TRAMO:	GELIDA - CAN TUNIS

CARACTERÍSTICAS Y AFECCIONES DEL CAUCE A ELEMENTOS ESTRUCTURALES

ESTRIBO 1

LOCALIZACIÓN	1	1= LLANURA D, 2=MARGEN D, 3=CAUCE, 4=MARGEN I, 5 =LLANURA I
MATERIAL DEL ESTRIBO	1	1= HORM. 2=SILL. 3=LADR. 4=MAMPOST. 5=TIERRA REFOR. 6=ACERO 7=OTRO
TIPO DE ESTRIBO	1	1=CERRADO, 2=ABIERTO, 3=FLOTANTE
CIMENTACIÓN	2	1=DIRECTA, 2=PILOTES, 3=PILOTES ENCAMISADOS, 4=PANTALLAS, 5=OTRAS
ESTADO DEL ESTRIBO	1	1=BUENO, 2=DAÑOS, 3=DAÑOS MUY AVANZADOS/DESPLOME
PROTECCIÓN	1	1=ESCOLLERA, 2=GAVIONES, 3=OTRO
ESTADO DE LA PROTECCIÓN	1	1=BUENO, 2=DAÑOS, 3=DAÑOS MUY AVANZADOS/DESPLOME
TERRENO	5	1=ARTIFICIAL, 2=ROCA, 3=BOLOS, 4=GRAVA, 5=ARENA, 6=LIMO/ARCILLA
ÁNGULO DE ATAQUE DEL AGUA	1	1=NO INCIDE, 2=0° a 5°, 3=6° a 35°, 4=36° a 50°, 5=51° a 90°, 6=NEGATIVO
NIVEL MÁXIMO DEL AGUA	0	EN METROS MEDIDO DESDE EL TERRENO
NIVEL ACTUAL DEL AGUA	0	EN METROS MEDIDO DESDE EL TERRENO
SOCAVACIÓN	1	1=NINGUNA, 2=LEVE, 3=AVANZADA, 4=DESCALCE
PROFUNDIDAD DE SOCACACIÓN (m)	-	EN METROS, MEDIDO DESDE EL TERRENO ACTUAL

ESTRIBO 2

LOCALIZACIÓN	5	1= LLANURA D, 2=MARGEN D, 3=CAUCE, 4=MARGEN I, 5 =LLANURA I
MATERIAL DEL ESTRIBO	1	1= HORM. 2=SILL. 3=LADR. 4=MAMPOST. 5=TIERRA REFOR. 6=ACERO 7=OTRO
TIPO DE ESTRIBO	1	1=CERRADO, 2=ABIERTO, 3=FLOTANTE
CIMENTACIÓN	2	1=DIRECTA, 2=PILOTES, 3=PILOTES ENCAMISADOS, 4=PANTALLAS, 5=OTRAS
ESTADO DEL ESTRIBO	1	1=BUENO, 2=DAÑOS, 3=DAÑOS MUY AVANZADOS/DESPLOME
PROTECCIÓN	-	1=ESCOLLERA, 2=GAVIONES, 3=OTRO
ESTADO DE LA PROTECCIÓN	-	1=BUENO, 2=DAÑOS, 3=DAÑOS MUY AVANZADOS/DESPLOME
TERRENO	5	1=ARTIFICIAL, 2=ROCA, 3=BOLOS, 4=GRAVA, 5=ARENA, 6=LIMO/ARCILLA
ÁNGULO DE ATAQUE DEL AGUA	1	1=NO INCIDE, 2=0° a 5°, 3=6° a 35°, 4=36° a 50°, 5=51° a 90°, 6=NEGATIVO
NIVEL MÁXIMO DEL AGUA	0	EN METROS MEDIDO DESDE EL TERRENO
NIVEL ACTUAL DEL AGUA	0	EN METROS MEDIDO DESDE EL TERRENO
SOCACACIÓN	1	1=NINGUNA, 2=LEVE, 3=AVANZADA, 4=DESCALCE
PROFUNDIDAD DE SOCACACIÓN (m)	-	EN METROS, MEDIDO DESDE EL TERRENO ACTUAL

ALETAS

			PROTECCIÓN		SOCACACIÓN	
	ANGULO	ESTADO	TIPO	ESTADO	TIPO	PROFUNDIDAD (m)
Aleta E1 izquierda	5	1	1	1	1	-
Aleta E1 derecha	5	1	-	-	1	-
Aleta E2 izquierda	5	1	-	-	1	-
Aleta E2 derecha	5	1	-	-	1	-

1= 0° a 5°	1=BUENO	1=ESCOLLERA	1=BUENO	1=NINGUNA
2= 6° a 30°	2=DAÑOS	2=GAVIONES	2=DAÑOS	2=LEVE
3= 31° a 60°	3=DAÑOS MUY AVANZADOS	3=OTROS	3=DAÑOS MUY AVANZADOS	3=AVANZADA
4= 61° a 85°				4=DESCALCE
5= 86° a 90°				

ESTRUCTURA:	VIADUCTO SOBRE EL RÍO LLOBREGAT		
LÍNEA:	L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA		
EL OBSTÁCULO SALVADO:	RÍO LLOBREGAT		
REFERENCIA:	57VI01	TRAMO:	GELIDA - CAN TUNIS

CARACTERÍSTICAS Y AFECCIONES DEL CAUCE A ELEMENTOS ESTRUCTURALES

PILAS

	LOCALIZACIÓN	TIPO DE PILA	CIMENTACIÓN	Nº FUSTES	MATERIAL	ESTADO
Pila 1	3	2	2	1	1	1
Pila 2	3	2	2	1	1	1
Pila 3	3	2	2	1	1	1
Pila 4	4	2	2	1	1	1

1 = LLANURA D
2 = MARGEN D
3 = CAUCE
4 = MARGEN I
5 = LLANURA I

1 = TABIQUE
2 = FUSTE ÚNICO
3 = FUSTE MÚL.

1 = DIRECTA
2 = PILOTES
3 = PILOT. ENCAM.
4 = PANTALLAS
5 = OTRAS

1 =HORMIGÓN
2 = FÁB. SILL.
3 = FÁB. LADR.
4 = FÁB. MAMP.
5 = MIXTO

1 = BUENO
2 = DAÑOS
3 = DAÑOS MUY AVANZADOS

	TERRENO	FORMA DEL FRENTE	ÁNGULO DE ATAQUE	SOCACACIÓN	PROFUNDIDAD DE SOCACACIÓN	PROTECCIÓN
Pila 1	5	4	2	0	-	-
Pila 2	5	4	2	0	-	-
Pila 3	5	4	2	0	-	-
Pila 4	5	4	2	0	-	-

1 = ARTIFICIAL
2 = ROCA
3 = BOLOS
4 = GRAVA
5 = ARENA

1 = EN PUNTA
2 = REDONDEADA
3 = CILÍNDRICA
4 = CUADRADA
5 = OTRA

1 = NO INCIDE
2 = 0 a 5
3 = 6 a 35
4 = 36 a 50
5 = 51 a 90

0 = NINGUNA
1 = LEVE
2= AVANZADA
3 = DESCALCE

En metros

1 = ESCOLLERA
2 = GAVIONES
3= FORROS, PLINTOS O ZUNCHOS
4 = OTROS

	ESTADO PROTECCIÓN	NIVEL ACTUAL DE AGUA	NIVEL MÁXIMO DE AGUA	ALTURA LIBRE DE PILA		% EFECTO PRESA
Pila 1	-	0	1,0	11,0	Vano 1	-
Pila 2	-	0	1,0	12,6	Vano 2	-
Pila 3	-	0,30	1,5	12,9	Vano 3	-
Pila 4	-	0	0	6,0	Vano 4	-

1 = BUENO
2 = DAÑOS
3 = DAÑOS MUY AVANZADOS/
DESPLOME

En metros

En metros

En metros

ESTRUCTURA:	VIADUCTO SOBRE EL RÍO LLOBREGAT		
LÍNEA:	L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA		
NOMBRE DEL OBSTÁCULO SALVADO:	RÍO LLOBREGAT		
REFERENCIA:	57VI01	TRAMO:	GELIDA - CAN TUNIS

CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE

CARACTERIZACIÓN

ANCHURA AGUAS ARRIBA	100	En metros
ANCHURA AGUAS ABAJO	100	En metros
PROFUNDIDAD	0,3	En metros
SITUACIÓN DEL CAUCE	1	1= LIBRE, 2= EN LLANURA DE INUNDACIÓN, 3=ENCAÑONADO, 4=ENCAUZADO
TERRENO DEL LECHO	5 / 6	1=ARTIFICIAL, 2=ROCA, 3=BOLOS, 4=GRAVA, 5=ARENA, 6=LIMO/ARCILLA
ESTADO DEL CAUCE	2	1=SECO, 2=RÉGIMEN NORMAL, 3=AVENIDA, 4=MAREA OCEÁNICA
TIPO DE PROTECCIÓN	1	1=ESCOLLERA, 2=GAVIONES, 3=OTRO
ESTADO DE LA PROTECCIÓN	1	1=BUENO, 2=DAÑOS, 3=DAÑOS MUY AVANZADOS/DESPLOME
TIPO DE CAUCE	3	1=ARTIFICIAL, 2=ARROYO, 3=ESTABLE, 4=SEMIESTABLE, 5=RAMIFICADO, 6=TORRENTE

ÁNGULOS CON EL PUENTE

Ángulo de entrada en aguas bajas	4
Ángulo de salida en aguas bajas	4
Ángulo de entrada en aguas altas	4
Ángulo de salida en aguas altas	4

1=90° a 80°, 2=79° a 45°, 3=44° a 10°, 4=9° a 0°

MÁRGENES

Margen derecha aguas arriba	COBERTURA	3
	TERRENO	5
	EROSIÓN	1
Margen derecha aguas abajo	COBERTURA	3
	TERRENO	5
	EROSIÓN	1
Márgen izquierda aguas arriba	COBERTURA	3
	TERRENO	5
	EROSIÓN	1
Márgen izquierda aguas abajo	COBERTURA	3
	TERRENO	5
	EROSIÓN	1

COBERTURA: 1=artificial, 2=bosque, 3=matorral, 4=pastos, 5=árido

TERRENO: 1=artificial, 2=roca, 3=bolos, 4=grava, 5=arena, 6=limo/arcilla

EROSIÓN: 1= no hay, 2=suave, 3=severa

ESTRUCTURA: VIADUCTO SOBRE EL RÍO LLOBREGAT

LÍNEA: L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA

NOMBRE DEL OBSTÁCULO SALVADO: RÍO LLOBREGAT

REFERENCIA: 57VI01 TRAMO: GELIDA - CAN TUNIS

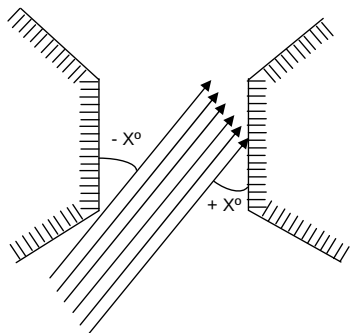
CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE

BARRAS U OBSTRUCCIONES

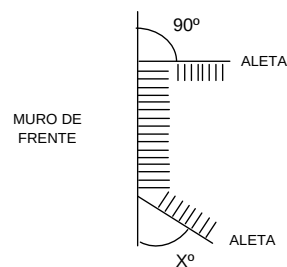
		SITUACIÓN	OCUPACIÓN	DISTANCIA
AGUAS ARRIBA	Barra 1	2	1	10
	Barra 2	2	3	15
	Barra 3	2	5	20
	Barra 4			
	Barra 5			
AGUAS ABAJO	Barra 1	2	5	5
	Barra 2			
	Barra 3			
	Barra 4			
	Barra 5			
		1 = IZQUIERDA	En % de la anchura del río	En metros al puente
		2= CENTRAL		
		3= DERECHA		

CROQUIS DE ÁNGULOS Y ALTURA LIBRE DE PILAS

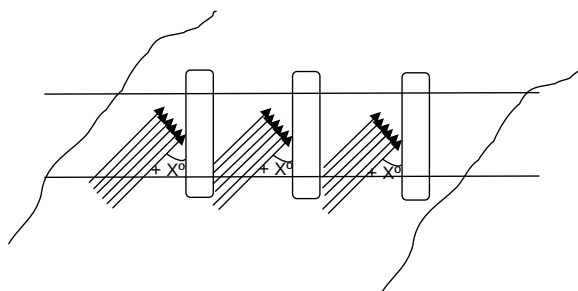
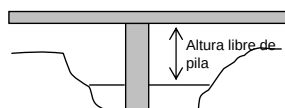
ESTRIBOS



ALETAS



PILAS



ESTRUCTURA:	VIADUCTO SOBRE EL RÍO LLOBREGAT		
LÍNEA:	L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA		
NOMBRE DEL OBSTÁCULO SALVADO:	RÍO LLOBREGAT		
REFERENCIA:	57VI01	TRAMO:	GELIDA - CAN TUNIS

COMENTARIOS

En el momento de la inspección el tiempo era soleado con intervalos de nubes y el cauce se encontraba con agua, con una profundidad en la sección de corte con la estructura en torno a 0,30 m.

Se trata del cauce del Río Llobregat que tiene una longitud de 170 Km y una cuenca de 4849 Km². Su caudal medio es de 19 m³/s.

Estribos y Aletas:

Los estribos de hormigón armado son cerrados y las aletas son muros de acompañamiento que forman un ángulo recto con el muro de frente de cada estribo. Ambos estribos se encuentran en buen estado. Están situados en la llanura de inundación y tienen colocada escollera a modo de protección en caso de que se produzcan grandes avenidas. Esta protección se encuentra en buen estado. Durante la realización de esta inspección no se han apreciado marcas que indiquen que el nivel del agua haya llegado a su altura.

Pilas:

El viaducto consta de cuatro pilas de hormigón, del tipo fuste único y cimentación directa. Las pilas 1, 2 y 3 se encuentran en el cauce. En el momento de la inspección el nivel del agua sólo afectaba a las pila 3. En esta pila se observan marcas de agua a 1,5 m de altura.

La pila 1 y 2 se encuentran dentro del cauce del río, apreciándose marcas de altura de agua cercanas a 1,00 metros sobre lecho del cauce. Estas pilas carecen de elementos de protección.

La pila 4 se encuentra en la llanura de inundación izquierda, después de una sobreelevación de la margen izquierda, de modo que su base se encuentra a unos 5,00 metros del lecho del río. No se aprecian marcas que indiquen que el agua haya llegado a su altura.

No se han observado daños estructurales en ninguna de las pilas.

Cauce:

El cauce cruza con la línea de alta velocidad entre la mitad del vano 1 y la mitad del vano 4 de la estructura, dejando las pilas 1, 2 y 3 dentro del cauce y ocupando un ancho en torno a los 100,00 metros. El ángulo de incidencia respecto al eje longitudinal de la estructura es prácticamente perpendicular.

En el entorno de la estructura, las márgenes del cauce de unos 100,0 m de anchura se sobreelevan unos 5 o 6 m a partir de los cuales se extiende las llanuras de inundación bastante horizontales hasta alcanzar los estribos. A partir de estos puntos el terreno se eleva mediante una pendiente pronunciada hasta alcanzar los 25 m en la margen izquierda y unos 15 m en la derecha. A partir de estos puntos, en la margen izquierda se extiende la autovía A-2 y en la margen derecha un polígono industrial del término municipal de Martorell. Toda la zona se encuentra bastante urbanizada.

En ambas márgenes del río, e incluso en el cauce, nos encontramos abundantemente vegetación, formada por arbustos principalmente. Esta cobertura vegetal evita la presencia de zonas con erosión.

Aguas arriba, en las proximidades de la estructura, se puede observar la presencia de barras en zonas centrales del cauce, donde crece abundante vegetación. Estas barras aparecen entre 10 y 20 m antes de la estructura. Aguas abajo, también se observa la presencia de una barra, con vegetación alta y a unos 5 m de la estructura. En todos los casos, estas barras no suponen un grave peligro de obstrucción, ni por su altura ni por la ocupación del cauce que suponen.

El lecho del cauce se encuentra constituido fundamentalmente por arenas, limos y arcillas. En el entorno de la estructura no se aprecia material de arrastre. En ambos márgenes, derecho e izquierdo se ha colocado escollera como elemento de protección.

Nivel del agua

En el momento de la inspección, el cauce llevaba flujo de agua, con una altura de 0,45 m respecto al lecho del río en su cruce con la estructura. En la pila 2, situada dentro del cauce, se aprecian marcas que indican que el nivel del río ha llegado en algún momento a los 2,00 metros de altura.

ANEJO 9D: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

INDICE

- Foto 1: Vista general de la estructura
- Foto 2: Vista general del cauce aguas arriba_1
- Foto 3: Vista general del cauce bajo la estructura_1
- Foto 4: Vista general del cauce bajo la estructura_2
- Foto 5: Vista general del cauce aguas arriba_2
- Foto 6: Vista general del cauce aguas arriba_3
- Foto 7: Vista general del cauce aguas abajo_1
- Foto 8: Vista general del cauce aguas abajo_2
- Foto 9: Vista general de margen derecha aguas arriba
- Foto 10: Vista general de margen izquierda aguas arriba
- Foto 11: Vista general de margen derecha aguas abajo_1
- Foto 12: Vista general de margen derecha aguas abajo_2
- Foto 13: Vista general de margen derecha aguas abajo
- Foto 14: Cobertura vegetal en margen derecha bajo la estructura
- Foto 15: Barras en cauce aguas arriba
- Foto 16: Barras en cauce aguas abajo
- Foto 17: Escollera en margen derecha bajo la estructura
- Foto 18: Daños en escollera de margen izquierda bajo la estructura



Foto 1: Vista general de la estructura



Foto 2: Vista general del cauce aguas arriba_1



Foto 3: Vista general del cauce bajo la estructura_1



Foto 4: Vista general del cauce bajo la estructura_2



Foto 5: Vista general del cauce aguas arriba_2



Foto 6: Vista general del cauce aguas arriba_3



Foto 7: Vista general del cauce aguas abajo_1



Foto 8: Vista general del cauce aguas abajo_2



Foto 9: Vista general de margen derecha aguas arriba



Foto 10: Vista general de margen izquierda aguas arriba



Foto 11: Vista general de margen derecha aguas abajo_1



Foto 12: Vista general de margen derecha aguas abajo_2



Foto 13: Vista general de margen derecha aguas abajo



Foto 14: Cobertura vegetal en margen derecha bajo la estructura



Foto 15: Barras en cauce aguas arriba



Foto 16: Barras en cauce aguas abajo



Foto 17: Escollera en margen derecha bajo la estructura



Foto 18: Daños en escollera de margen izquierda bajo la estructura