

## DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: Nº 303R /17

**Área genérica / Uso previsto:**

**SISTEMA DE REPARACIÓN DE FORJADOS DE VIGUETAS**

**Nombre comercial:**

**MECANOVIGA PERFILES MVH Y MVV**

**Beneficiario:**

**MECANOVIGA S.L.**

**Sede Social:**

Calle Garraf 16  
Polígono Industrial Can Prunera  
08759 – Vallirana. Barcelona  
ESPAÑA  
Telf. 93 633 36 50- Fax. 93 633 40 37  
[www.mecanoviga.com](http://www.mecanoviga.com)  
e-mail: [mecanoviga@mecanoviga.com](mailto:mecanoviga@mecanoviga.com)

**Validez. Desde:**  
**Hasta:**

17 de abril de 2017  
17 de abril de 2022  
(Condicionada a seguimiento anual)

**Este Documento consta de 19 páginas**



**MIEMBRO DE:**

**UNIÓN EUROPEA PARA LA EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD TÉCNICA**  
*UNION EUROPEENNE POUR L'AGREMENT TECHNIQUE DANS LA CONSTRUCTION*  
*EUROPEAN UNION OF AGREEMENT*  
*EUROPÄISCHE UNION FÜR DAS AGREEMENT IN BAUWESEN*

## MUY IMPORTANTE

*El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA constituye, por definición, una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de la aptitud de empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales destinados a un uso determinado y específico.*

*Antes de utilizar el material, sistema o procedimiento al que se refiere, es preciso el conocimiento íntegro del Documento, por lo que éste deberá ser suministrado, por el titular del mismo, en su totalidad.*

**La modificación de las características de los productos o el no respetar las condiciones de utilización, así como las observaciones de la Comisión de Expertos, invalida la presente evaluación técnica.**

**C.D.U. : 692.251  
Sistemas de construcción  
Systèmes de Construction  
Building System**

### DECISIÓN NÚM. 303R/17

LA DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA,

- en virtud del Decreto nº. 3.652/1963, de 26 de diciembre, de la Presidencia del Gobierno, por el que se faculta al Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, para extender el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA de los materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales de construcción utilizados en la edificación y obras públicas, y de la Orden nº. 1.265/1988, de 23 de diciembre, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se regula su concesión,
- considerando el artículo 5.2, apartado 5, del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE) sobre conformidad con el CTE de los productos, equipos y sistemas innovadores, que establece que un sistema constructivo es conforme con el CTE si dispone de una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto,
- considerando las especificaciones establecidas en el Reglamento para el Seguimiento del DIT del 28 de Octubre de 1998,
- considerando la solicitud formulada por la Sociedad Mecanoviga S.L., de renovación y actualización del DIT Nº 303R/14 **Sistema de reparación de forjados de viguetas MECANOVIGA PERFILES MVH Y MVV**,
- en virtud de los vigentes Estatutos de l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc),
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, en sesiones celebradas el 1 de febrero de 1996, el 15 de julio de 1998, el 7 de febrero de 2014 y 4 de abril de 2017.

#### DECIDE:

Renovar el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 303R/14, con el número 303R/17 al **Sistema de reparación de forjados de viguetas MECANOVIGA PERFILES MVH Y MVV**, considerando que,

La evaluación técnica realizada permite concluir que el Sistema es **CONFORME CON EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN**, siempre que se respete el contenido completo del presente documento y en particular las siguientes condiciones:

## **CONDICIONES GENERALES**

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA evalúa exclusivamente el Sistema constructivo propuesto por el peticionario, debiendo para cada caso, de acuerdo con la normativa vigente, acompañarse del correspondiente proyecto técnico y llevarse a término mediante la dirección de obra correspondiente.

El proyecto técnico deberá justificar el cumplimiento de la normativa en vigor, aportando la correspondiente memoria de cálculo y la documentación gráfica en la que se detallen la geometría de todas las piezas, las condiciones de conexión de piezas entre sí y las condiciones de apoyo en la estructura existente.

MECANOVIGA S.L., para cada aplicación, proporcionará las características geométricas y mecánicas de los perfiles utilizados, así como asistencia técnica suficiente que permita el cálculo y definición para su ejecución.

## **CONDICIONES DE CÁLCULO**

En cada caso se comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en este Documento en su Informe Técnico, la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuación del Sistema para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados últimos y de servicio.

Asimismo, se deberán estudiar las acciones que el Sistema, transmite a la estructura general del edificio, asegurando que el incremento de cargas debidas al Sistema de reparación y la transmisión de esfuerzos que se derivan, son admisibles.

## **CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL**

El fabricante deberá mantener el autocontrol que en la actualidad realiza sobre las materias primas, el proceso de fabricación y el producto acabado, conforme a las indicaciones que se dan en los apartados 5 y 6 del presente documento, que no será menor del prescrito en la reglamentación vigente.

## **CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y PUESTA EN OBRA**

La puesta en obra del Sistema debe realizarse por el fabricante o por empresas cualificadas y autorizadas por MECANOVIGA S.L.

Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, de protección de personas y, en general, se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en los reglamentos vigentes de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## **VALIDEZ**

El presente Documento de Idoneidad Técnica número 303R/17 es válido durante un período de cinco años a condición de:

- que el fabricante no modifique ninguna de las características del producto indicadas en el presente Documento de Idoneidad Técnica,
- que el fabricante realice un autocontrol sistemático de la producción tal y como se indica en el Informe Técnico,
- que anualmente se realice un seguimiento, por parte del Instituto, que constate el cumplimiento de las condiciones anteriores, visitando, si lo considera oportuno, alguna de las obras realizadas.

Con el resultado favorable del seguimiento, el IETcc emitirá anualmente un certificado que deberá acompañar al DIT, para darle validez.

Este Documento deberá, por tanto, renovarse antes del 17 de abril de 2022.

Madrid, 17 de abril de 2017

LA DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS  
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA



Marta María Castellote Armero



## INFORME TÉCNICO

### 1. OBJETO DEL DIT

Sistema de reparación de forjados unidireccionales, consistente en la sustitución funcional de las viguetas deterioradas mediante la colocación bajo las mismas, de vigas metálicas telescópicas de chapa de acero conformadas y compuestas de tres tramos unidos mediante tornillería de alta resistencia, capaces de asegurar la estabilidad del forjado en caso de pérdida total de la resistencia de la vigueta afectada.

Una vez puesto en obra el Sistema, a efectos de cálculo, no se considera la colaboración resistente a flexión de las viguetas del forjado que se va a reparar.

### 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema MECANOVIGA está compuesto por un perfil resistente y dos cartelas. La viga MECANOVIGA está compuesta por varios tramos de chapa de acero S235JR zincado que se ensamblan y unen mediante tornillería de alta resistencia.

El perfil MECANOVIGA se coloca bajo la vigueta afectada, consiguiéndose la transmisión de cargas de la vigueta al perfil MECANOVIGA mediante el relleno del espacio entre ambas con mortero de retracción controlada.

Previo al retacado de la viga con mortero sin retracción, se efectuará la entrada en carga de la viga, mediante el sistema de tensado.

Una vez inyectado el mortero se verificará el volumen suministrado del mismo. A efectos de cálculo no se considera la resistencia del mortero, sólo se considera la sección metálica.

La transmisión de esfuerzos a las paredes, muros o jácenas donde descansa el forjado, se realiza a través de las cartelas, fijadas a las mismas mediante anclajes de tipo químico o mecánico, según el soporte. Estos apoyos reciben directamente los perfiles MECANOVIGA.

Según sea la estructura portante existente, se presentan diversas posibilidades de conexión de las cartelas.

- Conexión a fábrica de ladrillo. Los anclajes serán de varilla roscada con tuerca y arandela fijados mediante resina de dos componentes. En caso de ser la fábrica de ladrillo hueco se macizará convenientemente la métrica de las varillas y longitudes, se determinará por cálculo en cada caso.
- Conexión a viga de hormigón armado. Idem caso fábrica de ladrillo

- Conexión a viga metálica. La conexión de la pieza de apoyo al alma se realiza mediante varilla roscada de acero, con sus correspondientes tuercas y arandelas. La métrica de las varillas se determinará por cálculo en cada caso.

La constitución telescópica del perfil MECANOVIGA permite un fácil y cómodo transporte, manipulación y montaje de la misma.

### 3. MATERIALES

#### 3.1 Chapa de acero

Chapa de acero laminada en caliente, S235JR, destinada a ser sometida a una conformación en frío por plegado, según Norma UNE-EN 10025-1:2006 (Productos laminados en caliente de aceros para estructuras). Este material se emplea para la formación de los perfiles longitudinales y las cartelas.

Características:

Límite elástico:	235 N/mm <sup>2</sup> .
Resistencia a la tracción:	360-510 N/mm <sup>2</sup> .
Alargamiento de rotura:	≥ 24 %.

#### 3.2 Zincado

Norma de recubrimiento: UNE-EN ISO 2081:2010

Recubrimiento: zinc de pureza 99,99 %.

Tipo de deposición: electrolítica.

Espesor: 11-15 µm.

Acabado: bañado en solución bicromatada.

#### 3.3 Mortero de retacado

Mortero sin retracción: Myrsac 491.

Resistencia a compresión: > 25 N/mm<sup>2</sup>.

Resistencia a flexión: > 5 N/mm<sup>2</sup>.

pH: 11,5-12,5.

Cloruros y agregados metálicos: < 0,01 %.

#### 3.4 Mortero autonivelante bombeable

Mortero sin retracción: Myrsac 490 I.

Resistencia a compresión: > 30 N/mm<sup>2</sup>.

Resistencia a flexión: > 7 N/mm<sup>2</sup>.

Cloruros y agregados metálicos: < 0,01 %.

#### 3.5 Tornillería de alta resistencia

Los tornillos utilizados cumplirán las especificaciones dimensionales que recogen las Normas DIN 931, DIN 934 y DIN 933. Asimismo cumplirán las exigencias metalúrgicas de la Norma DIN ISO 898 y DIN 125.

Los tornillos a utilizar serán de métrica M-12 o M-16 según el perfil que se utilice: M-12 para los perfiles de menor canto (MVH12, MVH16 y MVH20) y M-16 para los perfiles de mayor canto (MVH24, MVH28 y MVH32).

La tornillería será de alta resistencia, clase 8'8, con las siguientes características:

- Límite elástico convencional: 64 kg/mm<sup>2</sup>
- Resistencia a la tracción: 80 - 100 kg/mm<sup>2</sup>
- Alargamiento a la rotura: mín. 12 %
- Diámetro nominal: 12 mm y 16 mm
- Par de apriete M-12: 84 Nm
- Par de apriete M-16: 212 Nm

#### 4. COMPONENTES DEL SISTEMA

##### 4.1 Perfiles longitudinales MVH

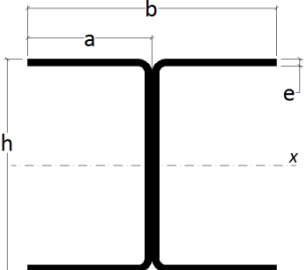
La viga MVH está compuesta por 6 chapas de acero dobladas y punzonadas que, una vez ensambladas, presentan el perfil tipo MVH.

La viga consta de tres tramos, dos extremos y el central.

El punzonado de las piezas es a base de colisos en el alma permitiendo el ajuste de la viga a la luz entre paredes.

Véanse a continuación en la Tabla 1 las dimensiones y los valores estáticos de los perfiles MVH.

**Tabla 1. Valores Estáticos de los Perfiles MVH**

<p>h    Altura a    Ancho de ala b    Base de perfil e    Espesor Ix    Inercia Wx    Módulo resistente P    Peso</p>												
	PERFIL	EXTREMO						CENTRAL				
h		a	e	Ix	Wx	P	h	a	e	Ix	Wx	P
	mm	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	kg/ml	mm	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	kg/ml
MVH12	120	70	4	546	85	16	112	66	6	719	120	21
<b>MVH16</b>	160	70	4	1.026	122	18	152	66	6	1.321	165	25
<b>MVH20</b>	200	70	4	1.699	163	21	192	66	6	2.246	221	29
<b>MVH24</b>	240	70	4	2.534	211	23	232	66	6	3.801	327	32
<b>MVH28</b>	280	80	4	3.590	256	25	272	76	6	5.386	396	35
<b>MVH32</b>	330	102	4	5.923	351	31	320	93	6	8.884	538	47

##### 4.2 Perfiles longitudinales MVV

La viga MVV está compuesta por 3 chapas de acero dobladas y punzonadas que, una vez ensambladas, presentan un perfil tipo omega, dos extremos y uno central.

El punzonado de las piezas es a base de colisos en las alas permitiendo un correcto ajuste de la viga a la luz entre paredes. A continuación, en la Tabla 2, se muestran los valores estáticos y dimensionales de los perfiles MVV.

**Tabla 2. Valores Estáticos de los Perfiles MVV**

<p>h    Altura  a    Ancho de ala  b    Base de perfil  e    Espesor  Ix    Inercia  Wx    Módulo resistente  P    Peso</p>																
PERFIL	EXTREMO								CENTRAL							
	h	a	b	c	e	Ix	Wx	P	h	a	b	c	e	Ix	Wx	P
	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	kg/ml	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	Kg/ml
<b>MVV12</b>	120	69	125	360	4	499	80	16	120	66	133	360	6	749	122	24
<b>MVV16</b>	160	74	154	440	4	1.013	124	20	160	71	162	440	6	1.520	185	30
<b>MVV20</b>	200	74	154	464	4	1.699	166	22	200	71	162	464	6	2.548	249	34

#### 4.3 Cartelas

Las cartelas para el perfil MVH están formadas por chapas de acero plegadas, con pestaña inferior de 6 cm para soporte de la viga y pestaña superior para arriostrado. El espesor de la placa es de 6 mm.

Las cartelas para el perfil MVV están formadas con chapa de acero plegada, con pestaña inferior de 8 cm, para soporte de la viga y pestaña superior para arriostrado. El espesor de la placa es variable de 4 a 6 mm en función de las longitudes de las vigas.

#### 4.4 Anclajes

Este componente del Sistema es fundamental para el comportamiento final de la solución propuesta. La definición del tipo y número de anclajes se realizará en función del material base de apoyo (cerámico hueco o macizo, hormigón, etc.) y de los esfuerzos transmitidos al apoyo. Estos datos serán suministrados por el responsable del Sistema en función de las recomendaciones del fabricante del anclaje.

#### 4.5 Mortero de retacado

Mortero de retacado Myrsac 491, de retracción controlada y altas resistencias mecánicas. Su función es rellenar el espacio entre la viga existente y el perfil MVH, garantizando la transmisión completa de cargas. No se considera la resistencia del mortero en el modelo de cálculo.

#### 4.6 Mortero autonivelante

Mortero autonivelante bombeable Myrsac 490, de retracción controlada y altas resistencias mecánicas. Su función es rellenar el espacio entre la viga existente y el perfil MVV, garantizando la transmisión completa de cargas. No se considera la resistencia del mortero en el modelo de cálculo.

### 5. FABRICACIÓN

#### 5.1 Materiales

- Chapa de acero S235JR.
- Tornillería suministrada por FATOR S.A.
- Morteros sin retracción Myrsac 490 y Myrsac 491, suministrado por Materiales Inertes de Recuperación S.A.

Cualquiera de los materiales descritos utilizados en la fabricación del Sistema, podrán ser suministrados por fabricantes diferentes a los indicados, siempre que se garantice, mediante certificación, que cumplen las mismas condiciones exigidas en este Documento.

Las modificaciones deberán ser notificadas previamente al IETcc, para su aprobación.

#### 5.2 Perfiles y cartelas

Todos los perfiles metálicos y cartelas utilizados por el Sistema, son fabricados por MECANOVIGA S.L. en su factoría sita en Vallirana (Barcelona). Los procesos de corte, punzonado y plegado de

chapa son realizados mediante maquinaria de control numérico.

## 6. CONTROLES

### 6.1 Control de recepción de materias primas y componentes

MECANOVIGA S.L., tendrá registrados y a disposición del IETcc todos los controles y certificados que a continuación se indican, para asegurar la calidad de los productos.

**Chapa:** La calidad de la chapa viene garantizada por el fabricante de la misma, emitiendo certificación del producto garantizando:

- Comprobación química del material.
- Características mecánicas.

**Mortero:** Declaración de Prestaciones del fabricante del mortero y Marcado CE.

**Tornillería:** Certificado emitido por la empresa suministradora, garantizando la composición química del material, y sus características mecánicas.

**Anclajes:** Certificado de características emitido por la empresa suministradora. Declaración de prestaciones del fabricante de los anclajes químicos y Marcado CE.

**Perfiles y apoyos:** Certificado emitido por MECANOVIGA S.L. garantizando las características geométricas de las piezas, y sus tolerancias dimensionales según UNE-EN 10219-2:2007.

### 6.2 Control de puesta en obra del sistema

Como se indica en las Condiciones Generales de este documento, las obras deberán llevarse a término sometidas a la preceptiva dirección de obra; no obstante, el fabricante del Sistema garantizará el control de la puesta en obra, de acuerdo con las especificaciones técnicas contenidas en este Documento.

## 7. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

### 7.1 Transporte

El transporte se realizará en condiciones tales que las piezas no puedan sufrir deformaciones y el zincado de las mismas no sufra ningún desperfecto o deterioro que deje sin protección las chapas metálicas. Cuando un perfil por causa de algún percance se haya deformado, deberá rechazarse, no permitiéndose su enderezamiento o reparación.

### 7.2 Almacenamiento

En general, para todos los componentes del Sistema deberán cumplirse las condiciones que

impongan los fabricantes de dichos materiales para su conservación y transporte.

Cuando todos estos materiales estén a pie de obra, las condiciones anteriormente expuestas de almacenamiento deberán extremarse.

Los envases que contienen al mortero sin retracción deberán conservarse cerrados. Su almacenamiento no excederá de un máximo de 6 meses, y ha de conservarse en lugar seco y a temperatura moderada.

## 8. PUESTA EN OBRA

La puesta en obra será realizada por el fabricante del Sistema o por montadores autorizados por el mismo, de acuerdo con las especificaciones técnicas de este documento.

Cada caso requerirá un estudio particular, pero por regla general las fases del montaje serán las siguientes:

- Desviación de las instalaciones existentes si fuera necesario.
- Descubrir los nervios deteriorados del forjado en toda su longitud, mediante desmontaje de falso techo, picado de revestimiento, etc., según el tipo de acabado de la superficie inferior del forjado a tratar.
- Picado del revestimiento en la zona de los apoyos, si fuera necesario sanear la zona.
- Fijación de los anclajes a la pared.
- Montaje de los tramos extremos del perfil.
- Montaje de los tramos centrales del perfil.
- Entrada en carga del perfil MECANOVIGA mediante el sistema de tensado.
- Relleno de mortero sin retracción entre el perfil y la vigueta deteriorada.

## 9. MEMORIA DE CÁLCULO

En cada caso se comprobará la estabilidad y resistencia del Sistema, deduciéndose de este estudio el dimensionado de los perfiles y de sus apoyos.

Asimismo, se justificará la adecuación del procedimiento para soportar los esfuerzos mecánicos y deformaciones que puedan derivarse de las acciones a que vaya a estar sometido el Sistema.

El modelo de cálculo empleado no tiene en consideración la posible aportación resistente de las viguetas del forjado.

Los perfiles MECANOVIGA, se supondrán biapoyados de inercia variable considerando los tres tramos unidos rígidamente entre sí.



Se verifica en el estudio de la cartela, los esfuerzos de arrancamiento y corte de los tornillos de anclaje.

El fabricante suministrará las características geométricas y mecánicas de los perfiles utilizados.

Para su cálculo se seguirá la teoría general de resistencia de materiales considerando para ello y para las limitaciones de flecha la Normativa vigente reseñada en las Condiciones Generales de este Documento.

## 10. ENSAYOS

### 10.1 Ensayo de identificación de los materiales

Las empresas suministradoras de los materiales o componentes han aportado, mediante certificado, los valores característicos de los mismos.

### 10.2 Ensayos de aptitud de empleo

#### 10.2.1 Ensayos de comportamiento mecánico del Sistema MVH

En el Instituto Eduardo Torroja, se han realizado ensayos sobre cuatro viguetas reforzadas con el Sistema MECANOVIGA MVH (Expediente nº. 16.914).

#### *Objeto de los ensayos*

Se trata de ensayar el sistema de refuerzo y reparación de forjados MECANOVIGA MVH, simulando las condiciones reales más desfavorables en que se suelen encontrar éstos.

#### *Disposición de los ensayos*

Sobre muros de ladrillo hueco doble de medio pie de espesor y 50 cm de anchura, enlucidos de yeso y con una separación entre caras externas de 4 m e internas de 3,75 m, se apoyaron viguetas con las características que más adelante se detallan y que constituían el elemento a reforzar.

Para simular el peso de los forjados superiores, se disponían unos perfiles metálicos sobre la cara superior de los muretes de ladrillo y enrasados con las viguetas. Dichos perfiles se anclaban al suelo por medio de cables de acero.

En los ensayos de rotura a flexión se dispusieron, para su estudio y evaluación, dos perfiles MVH-12 de MECANOVIGA, los cuales se colocaron como refuerzo de otras dos viguetas comerciales de hormigón armado, con una resistencia del hormigón de 250 kp/cm<sup>2</sup>, una armadura de tracción constituida por dos redondos de 6 mm de Ø y uno de 12 mm y como armadura de compresión un redondo de 8 mm de Ø. Para reducir la resistencia de estas viguetas se hicieron dos cortes en los tercios de la luz y por su cara

inferior, de tal manera que los redondos de 6 mm quedaron completamente cortados y el de 12 se cortó en una profundidad de 8 mm.

Para los ensayos a cortante se dispusieron dos perfiles MVH-12 como refuerzo de dos viguetas, fabricadas en el Instituto con un hormigón, cuya resistencia era de 99 kp/cm<sup>2</sup>, un redondo de 8 mm de Ø como armadura de compresión y uno de 4 mm, que se extendía a los 2/3 de la longitud total de la vigueta en su zona central, como armadura de tracción.

#### *Dispositivo de aplicación de cargas*

Se disponía, para estos ensayos, de un equipo de aplicación de cargas compuesto por un gato y un dinamómetro.

Se dispusieron flexímetros bajo las viguetas para medir flechas en el centro del vano (F1 y F2) y en la proximidad de los apoyos a 10 cm de éstos (F3 y F4).

Los puntos de carga sobre la vigueta, estaban colocadas a tercios de la luz en la vigueta ensayada a flexión y a 50 cm de los apoyos de los extremos, en la vigueta ensayada a cortante.

Tanto en los ensayos de flexión como de cortante la carga se aplicó en escalones de 200 kp hasta llegar a 600 kp. En ese momento se descargó. Una vez estabilizada la flecha se reinició el proceso de carga, igualmente en escalones de 200 kp, que continuó hasta la rotura de la vigueta.

#### *Resultados de los ensayos*

La flecha que se da en los resultados de los ensayos, corresponde a la flecha en el momento de carga indicado menos la flecha residual, obtenida en la descarga de la primera fase del ensayo.

#### **FLEXIÓN 1** (Perfil MVH- 12)

- Flecha en 1.500 kp: 5,12 mm.
- Carga de rotura: 6.260 kp.
- Tipo de rotura: Fallo del muro en la zona de anclaje.

#### **FLEXIÓN 2** (Perfil MVH-12)

- Flecha en 1.500 kp: 4,33 mm.
- Carga de rotura: 8.050 kp.
- Tipo de rotura: Rotura del muro de apoyo.

#### **CORTANTE 1** (Perfil MVH-12)

- Flecha en los apoyos en 1.500 kp: 2,18 y 2,04 mm.
- Carga de rotura: 3.720 kp.

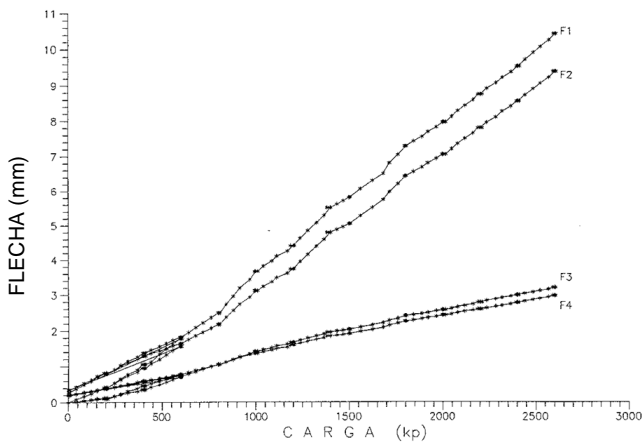
- Tipo de rotura: Fallo por momento flector de uno de los apoyos.

### **CORTANTE 2** (Perfil MVH-12)

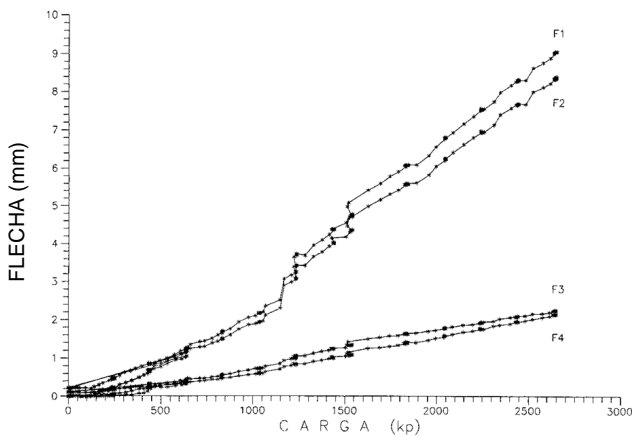
- Flecha en los apoyos en 1.500 kp: 2,34 y 2,50 mm.
- Carga de rotura: 5.370 kp.
- Tipo de rotura: Fallo por momento flector de uno de los apoyos.

Se adjuntan los gráficos carga total/flecha correspondientes a los ensayos de flexión indicando las flechas en el centro del vano ( $F_1$  y  $F_2$ ), y en los apoyos ( $F_3$  y  $F_4$ ).

**GRÁFICO 1. FLEXIÓN 1**



**GRÁFICO 2. FLEXIÓN 2**



$F_1, F_2$  = Flecha en el centro del vano.  
 $F_3, F_4$  = Flecha en apoyo

### 10.2.2 Ensayos de comportamiento mecánico del Sistema MVV

#### Objeto de los ensayos

En el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, se han realizado ensayos sobre cuatro viguetas reforzadas con el Sistema MECANOVIGA MVV (Expediente nº. 16.914-1).

#### Disposición de los ensayos

Sobre muros de ladrillo hueco doble de medio pie de espesor y 50 cm de anchura, enlucidos y con una separación entre caras externas de 4,00 m e internas de 3,75 m, se apoyaron viguetas con las características que más adelante se detallan y que constituían el elemento a reforzar.

Para simular el peso de los forjados superiores, se disponían unos perfiles metálicos sobre la cara superior de los muretes de ladrillo y enrasados con las viguetas. Dichos perfiles se anclaban al suelo por medio de cables de acero.

Para los ensayos se utilizaron semiviguetas pretensadas de 20 cm de canto, 11 de ancho en la base y 6 en el alma, armadas con cuatro redondos de 5 mm de diámetro.

Una vez colocadas las viguetas sobre los muros y antes de colocar el refuerzo, se cortaron éstas en su zona central y desde la cara inferior hasta una profundidad de unos 6 cm, quedando cortados los cuatro redondos.

Una de las vigas así cortadas se ensayó sin reforzar, obteniéndose que para una carga total aplicada de 500 kp aumentaba la deformación sin aumento de la carga, produciéndose la rotura posterior con dicha carga.

Bajo cuatro viguetas como las descritas, se dispusieron perfiles de refuerzo MECANOVIGA MVV, de 12 cm de canto. Para fijar los apoyos se utilizaron cuatro anclajes de tipo químico por cada uno de ellos.

#### Dispositivo de aplicación de cargas

Se disponía para estos ensayos, de un equipo de aplicación de cargas compuesto por un gato y un dinamómetro.

Los puntos de carga sobre la vigueta, estaban colocadas a tercios de la luz en las viguetas ensayadas a flexión y a 50 cm de los apoyos en las viguetas ensayadas a cortante.

Tanto en los ensayos de flexión como de cortante la carga se aplicó en escalones de 200 kp hasta llegar a 600 kp. En ese momento se descargó.

Una vez estabilizada la flecha se reinició el proceso de carga igualmente en escalones de 200 kp que continuó hasta la rotura del sistema ensayado.

La flecha que se da en los resultados de los ensayos, corresponde a la flecha en el momento de carga indicado, menos la flecha residual obtenida en la descarga de la primera fase del ensayo.

El valor de la carga de 1.500 kp para el que se da la flecha, correspondería a la carga total sin

mayorar que actúa sobre una banda de forjado de 0,70 m, con una luz de vano de 3,75 m y una carga uniformemente repartida de 570 kp/m<sup>2</sup> (peso propio más sobrecargas).

A continuación se extractan los valores más significativos de los ensayos realizados.

	Carga de rotura (kN)	Flecha máxima (mm)
<b>FLEXIÓN 1</b>	49,32	61,45
<b>FLEXIÓN 2</b>	46,07	45,90

### **FLEXIÓN 1**

- Flecha en 1.500 kp: 2,49 mm.
- Carga de rotura: 6.330 kp.
- Tipo de rotura: Fallo del muro de apoyo.

### **FLEXIÓN 2**

- Flecha en 1.500 kp: 2,16 mm.
- Carga de rotura: 7.220 kp.
- Tipo de rotura: Fallo del muro de apoyo.

### **CORTANTE 1**

- Flecha en los apoyos en 1.500 kp: 0,31 y 0,32 mm.
- Carga de rotura: 8.750 kp.
- Tipo de rotura: No se produjo.

### **CORTANTE 2**

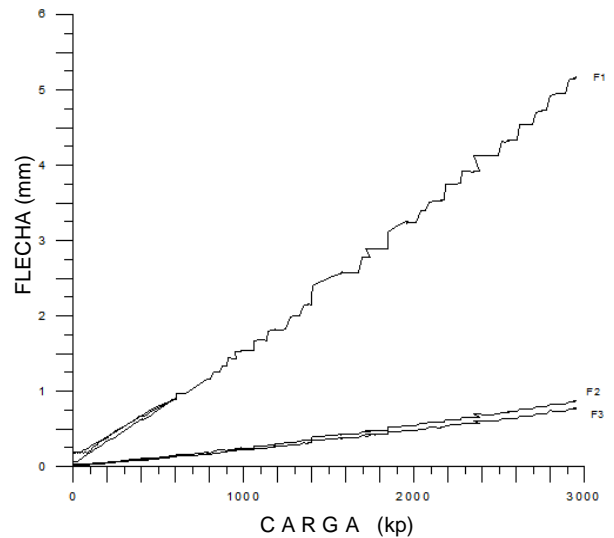
- Flecha en los apoyos en 1.500 kp: 0,26 y 0,27 mm.
- Carga de rotura: 8.000 kp.
- Tipo de rotura: No se produjo.

En ninguno de los cuatro ensayos se observó, en el momento de la rotura, efecto local (abollamiento, aplastamiento de ala, etc.) ni en los perfiles, ni en las conexiones entre los mismos.

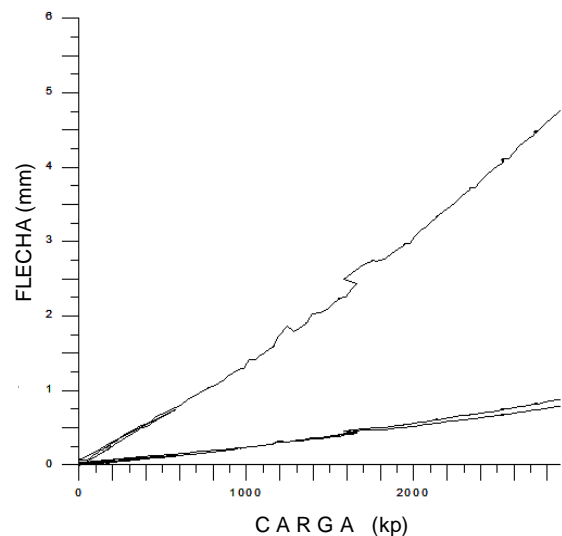
Los apoyos no mostraban deformaciones apreciables.

Se adjuntan los gráficos carga total-flecha, correspondientes a los ensayos de flexión (gráficos 1 y 2), indicando las flechas en el centro del vano (F<sub>1</sub>) y en los apoyos (F<sub>2</sub> y F<sub>3</sub>).

**Gráfico 1: Flexión 1**



**Gráfico 2: Flexión 2**



## 10.2.3 Ensayos de comportamiento mecánico del Sistema MVV en forjados de viguetas de madera.

### *Objeto de los ensayos*

Se trata de ensayar el sistema MECANOVIGA simulando la reparación de un forjado de viguetas de madera en mal estado.

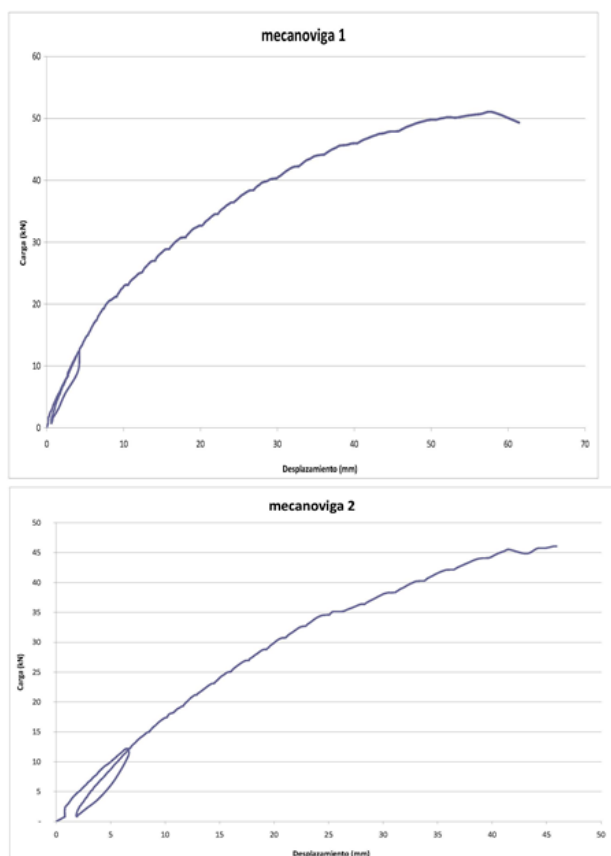
En el laboratorio se construyeron dos bandas de forjado, constituidos, por una viga de madera de 19 cm de canto con cortes de 14 cm de profundidad cada 45 cm para simular una vigueta que ha perdido gran parte de su capacidad portante a flexión, más tablero de rasilla machihembrada y, sobre éste, capa de compresión de hormigón de 3 cm de espesor, 60 cm de ancho y 4,0 m de largo.

### Disposición del ensayo

Se ensayaron los dos forjados a flexión. La luz del ensayo es de 400 cm, entre caras interiores de los muretes de apoyo. La carga se aplica a tercios de la luz. En el punto medio de la luz de la viga se colocó un captador de desplazamiento que medía la flecha de forma continua durante todo el ensayo.

### Resultados de los ensayos

A continuación se muestran las dos gráficas que contienen cargas y deformaciones hasta que se retiran los captadores de desplazamiento. Las cargas de rotura en todos los casos se muestran en la anterior tabla de resultados.



elementos que deben transmitir las cargas hasta la cimentación y la incidencia del sistema sobre los mismos.

El sistema supone un incremento de las cargas gravitatorias sobre los elementos estructurales verticales y en último término sobre cimentación, debiéndose comprobar, en cada caso, la capacidad de los mismos al citado incremento de cargas, así como el nivel de tensiones en el terreno.

El modelo de cálculo propuesto es coherente con el comportamiento del Sistema, observado en los diferentes ensayos realizados.

El modelo permite, pues, evaluar adecuadamente las deformaciones, que deberán cumplir las limitaciones establecidas por las normas que le sean de aplicación en cada caso particular.

El Sistema no proporciona la recuperación de las deformaciones existentes en el forjado a reparar. El proyectista deberá considerar que las deformaciones y flecha que produzcan las cargas y sobrecargas del sistema, se sumarán a las ya existentes en el elemento a reparar.

En el caso de que el forjado sea de bovedillas, para la aplicación del tipo de perfiles MVV, se ha de garantizar que la losa de compresión de hormigón transmita las cargas a las viguetas adyacentes. En caso de duda, es necesario utilizar otros perfiles que no afecten a las bovedillas.

Deberá verificarse en el cálculo, el esfuerzo de arrancamiento de los tornillos de anclaje de las cartelas de apoyo.

### 11.1 Cumplimiento de la reglamentación nacional

#### 11.1.1 DB – SE Seguridad Estructural

La presente evaluación técnica y los ensayos realizados, han permitido comprobar que el modelo de cálculo propuesto es coherente con el comportamiento del Sistema, según se describen en el punto 8.

El proyecto técnico deberá contar con su correspondiente anejo de cálculo de estructuras, donde se especifiquen los criterios de cálculo adoptados, que deberán ser conformes a lo establecido en el presente documento y justificar el cumplimiento de los requisitos básicos de resistencia y estabilidad (SE 1) y de aptitud al servicio (SE 2) del CTE.

El Sistema, debido a su concepción, resulta relativamente ligero de peso, lo que supone, sin embargo, un cierto incremento de las cargas verticales sobre los elementos estructurales verticales y en último término sobre la cimentación. Por ello, se deberá comprobar en

## 11. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

El Sistema, tal y como se considera en este Documento, es apto para el fin de reparación de forjados al que se destina, teniendo en consideración las matizaciones y comentarios que a continuación se exponen:

El Sistema MECANOVIGA, al tener los perfiles de chapa utilizados una constitución telescópica y un reducido peso, permite un fácil y cómodo transporte, manipulación y montaje del mismo.

Si bien el sistema es un sistema de reparación de forjados, no debe olvidarse que el forjado forma parte de una organización estructural más amplia, la del edificio, debiéndose comprobar la capacidad global de la misma, la adecuación del resto de

cada caso, la capacidad de los mismos al citado incremento de cargas, así como el nivel de tensiones en el terreno.

#### 11.1.2 *DB – SI Seguridad en caso de Incendio*

Los elementos del sistema, incluyendo los anclajes, deberán quedar convenientemente protegidos frente a la acción del fuego, de manera que se cumpla la exigencia básica de Resistencia al fuego de la estructura (SI 6) en función de las características concretas del edificio, según se recoge en el CTE-DB-SI.

#### 11.1.3 *DB – SUA Seguridad de utilización y accesibilidad*

No procede.

#### 11.1.4 *DB – HS Salubridad*

Los componentes del sistema, según declara el fabricante del mismo, no contienen ni liberan sustancias peligrosas de acuerdo a la legislación nacional y europea.

#### 11.1.5 *DB – HE Ahorro de energía*

No procede

#### 11.1.6 *DB – HR Protección frente al ruido*

No procede

### 11.2 **Utilización del producto. Puesta en obra y limitaciones de uso**

#### 11.2.1 *Puesta en obra*

En la puesta en obra deberá tenerse especial cuidado en:

- 1º) Verificar las dimensiones de los perfiles.
- 2º) Par de apriete de los tornillos, con comprobación del par obtenido.
- 3º) La ejecución y aplicación del mortero de relleno entre el forjado existente y el perfil MECANOVIGA, comprobándose que colmata uniformemente la totalidad del espacio comprendido entre ambos, ya que del mismo depende que el perfil entre en carga.

#### 11.2.2 *Limitaciones de uso*

La presente evaluación técnica cubre únicamente las aplicaciones del sistema recogidas en este documento.

### 11.3 **Gestión de residuos**

En la gestión de los residuos producidos durante los procesos de fabricación y puesta en obra del

sistema, y en particular de morteros, se seguirán las instrucciones dadas por el fabricante de los mismos de acuerdo a la normativa vigente.

Verificándose en la fabricación de los perfiles la existencia de un control de calidad que comprende un sistema de autocontrol por el cual el fabricante comprueba la idoneidad de las materias primas, proceso de fabricación y control del producto.

Considerando que el proceso de fabricación y puesta en obra está suficientemente contrastado por la práctica y los ensayos, se estima favorablemente, en este DIT, la idoneidad de empleo del Sistema propuesto por el fabricante.

## 12. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS <sup>(1)</sup>

Las principales observaciones de la Comisión de Expertos <sup>(2)</sup>, en sesiones celebradas en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja fueron las siguientes:

- De acuerdo con las Condiciones Generales establecidas, la validez de este DIT está condicionada a la realización de un seguimiento anual. Este Documento deberá, por tanto, ir acompañado del certificado de seguimiento realizado por el IETcc.
- Sería recomendable que, dentro del plan de mantenimiento de los edificios, se incluyera la revisión periódica de estas reparaciones a fin de valorar el comportamiento en el tiempo del Sistema.
- Se recuerda la obligación de cumplimiento de la Norma básica de protección contra incendios y con ello la necesidad de proceder a proteger la estructura contra la acción del

---

<sup>(1)</sup> La Comisión de Expertos de acuerdo con el Reglamento de concesión del DIT (O.M. de 23/12/1988), tiene como función, asesorar sobre el plan de ensayos y el procedimiento a seguir para la evaluación técnica propuestos por el IETcc.

Los comentarios y observaciones realizadas por los miembros de la Comisión, no suponen en sí mismos aval técnico o recomendación de uso preferente del sistema evaluado.

La responsabilidad de la Comisión de Expertos no alcanza los siguientes aspectos:

- a) Propiedad intelectual o derechos de patente del producto o sistema.
- b) Derechos de comercialización del producto o sistema.
- c) Obras ejecutadas o en ejecución en las cuales el producto o sistema se haya instalado, utilizado o mantenido, ni tampoco sobre su diseño, métodos de construcción ni capacitación de operarios intervinientes.

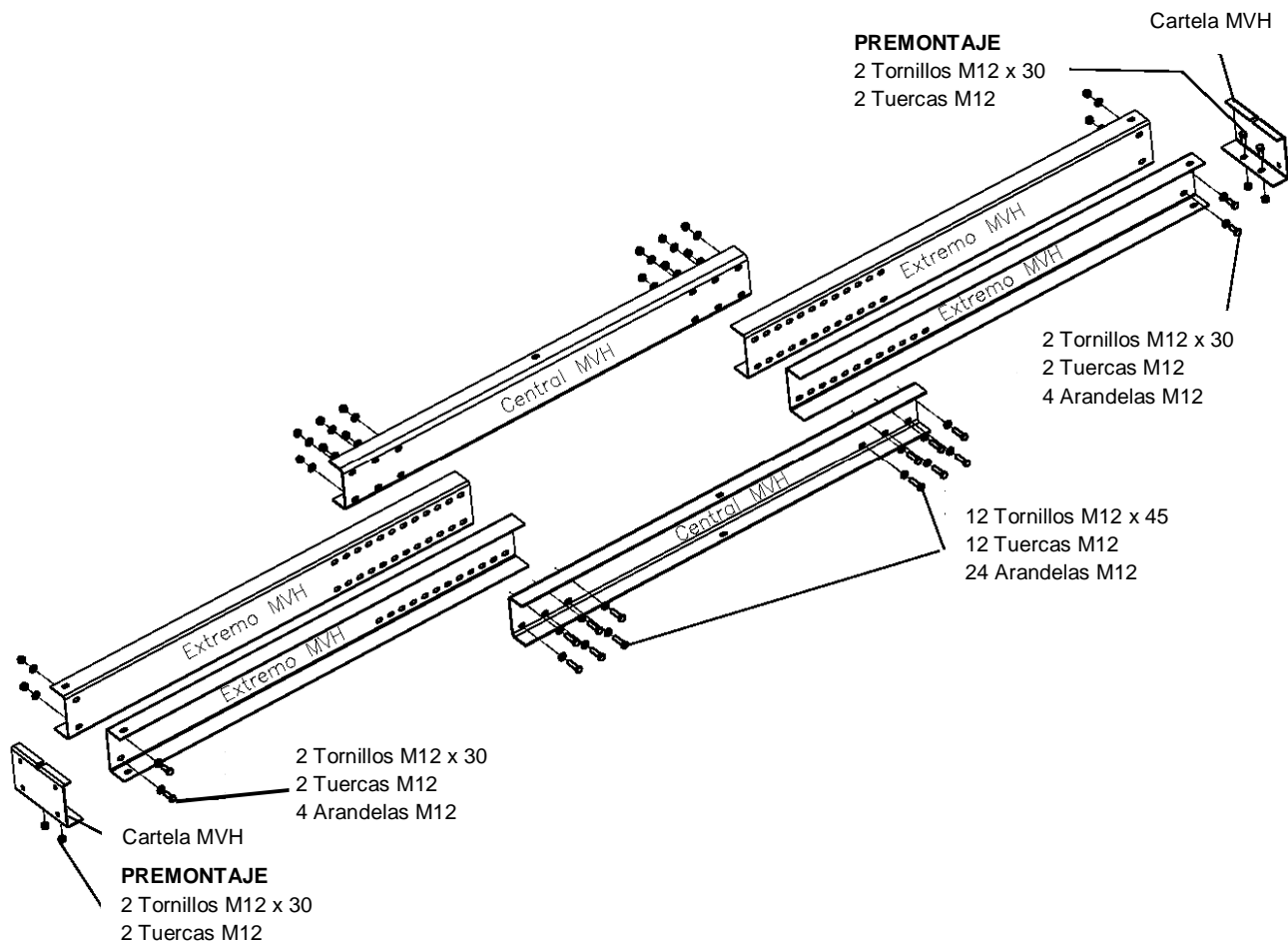
<sup>(2)</sup> La Comisión de Expertos estuvo integrada por representantes de los siguientes Organismos y Entidades:

- Instituto Técnico de Materiales de Construcción (INTEMAC).
- Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército.
- UPM.
- FCC.
- FERROVIAL.
- ACCIONA.
- ASECE.
- AENOR.
- CPV.
- DRAGADOS.
- EUROCONSULT.
- SGS.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja ( IETcc ).

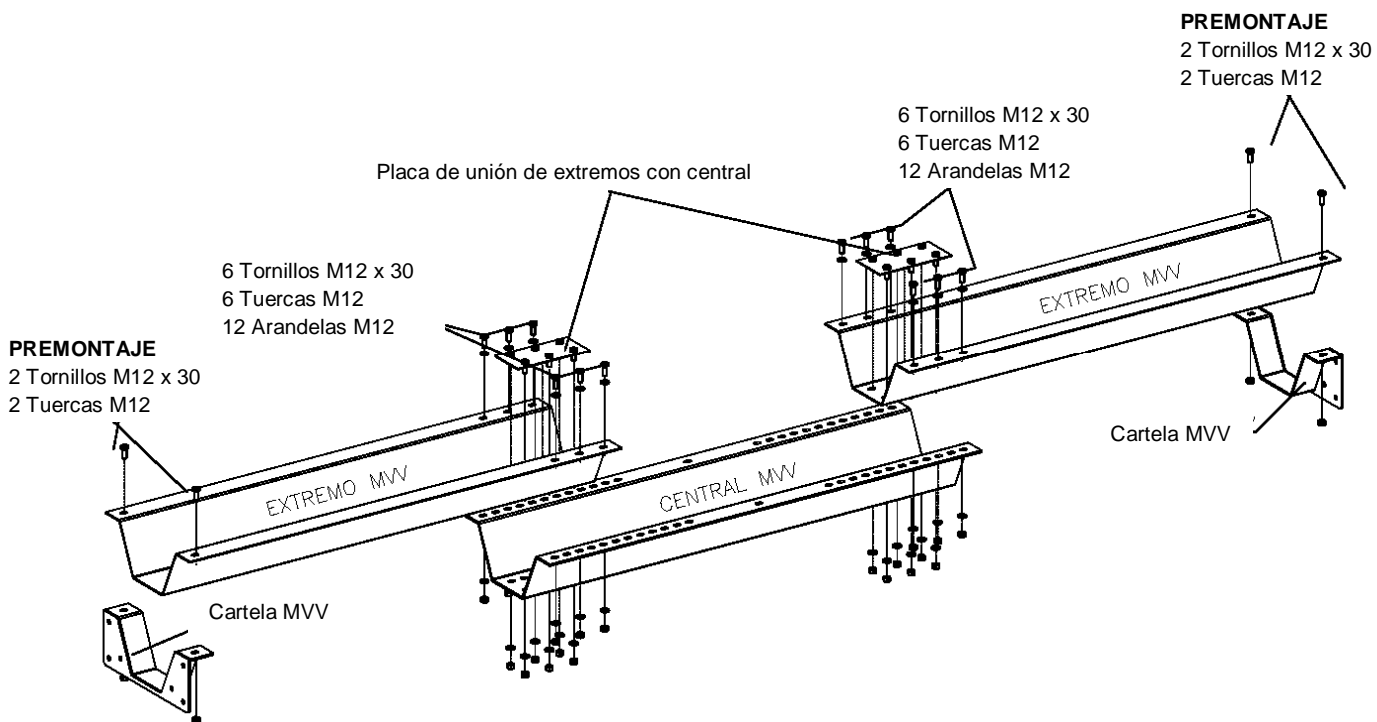
fuego, extendiendo esta precaución a los anclajes.

- Se debe asegurar antes de la actuación con el sistema de refuerzo evaluado, que las causas que originaron la degradación de los forjados existentes (humedades, pérdidas de las instalaciones de saneamiento o abastecimiento de agua, etc.) han sido corregidas.
- La evaluación realizada sobre el Sistema no ha contemplado las soluciones particulares de voladizos, brochales, etc.; las cuales deberán, en cada caso, ser analizadas, teniendo en cuenta las posibilidades del Sistema por la Dirección facultativa de la obra.
- Se recomienda realizar un estudio detallado de las deformaciones, verificándose posteriormente en obra:
  1. Dimensiones de los perfiles.
  2. Par de apriete de los tornillos.
  3. Volumen, ejecución y aplicación del mortero de relleno lo más uniformemente posible.
- En la utilización del mortero se deben seguir escrupulosamente las indicaciones del fabricante, ya que el comportamiento de los mismos depende, de forma importante, de su correcta aplicación.
- Se recomienda una distancia entre vigueta y perfil superior a 2 cm, para conseguir una distribución uniforme de la carga.

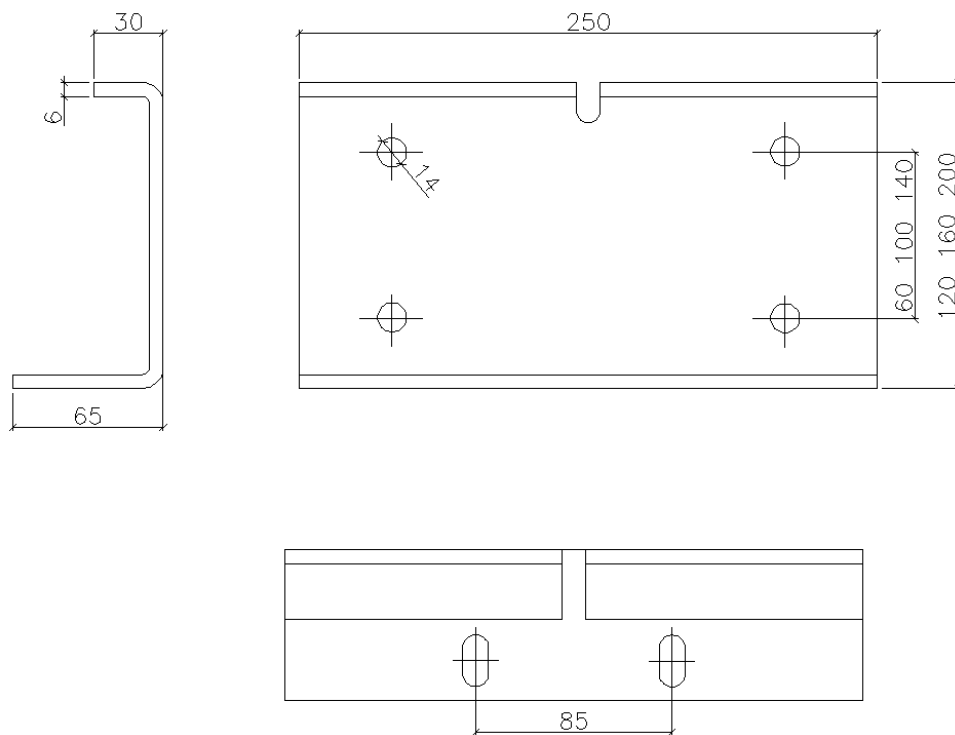
**FIGURA 1. ESQUEMA DE MONTAJE DE VIGA MVH**



**FIGURA 2. ESQUEMA DE MONTAJE DE VIGA TIPO MVV**



**FIGURA 3. CARTELA MVH12, MVH16, MVH20**



**FIGURA 4. CARTELA MVV12, MVV16, MVV20**

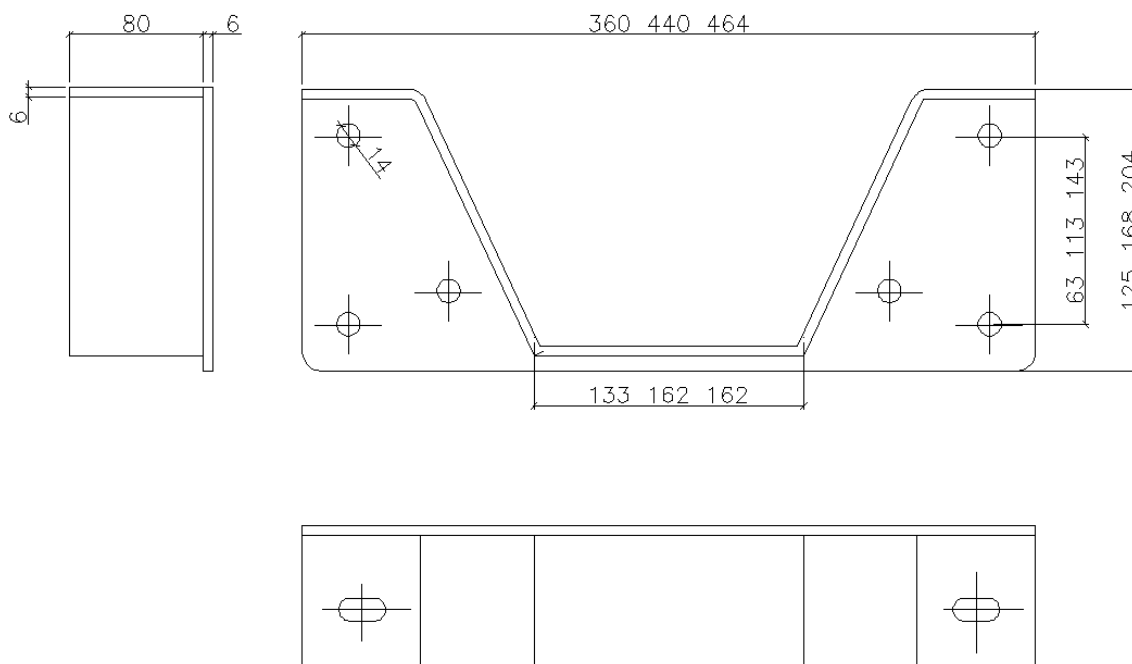
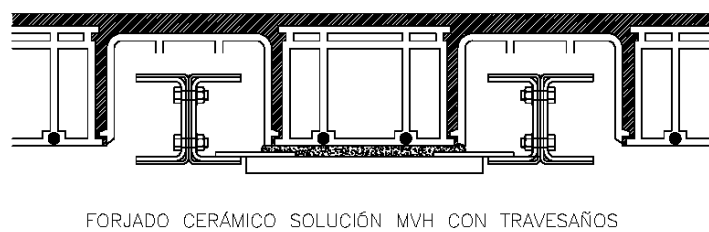
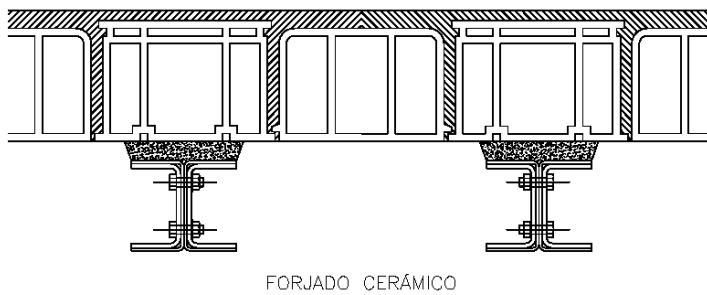
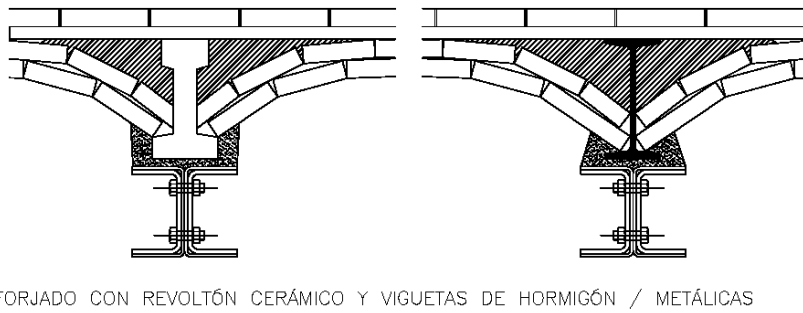
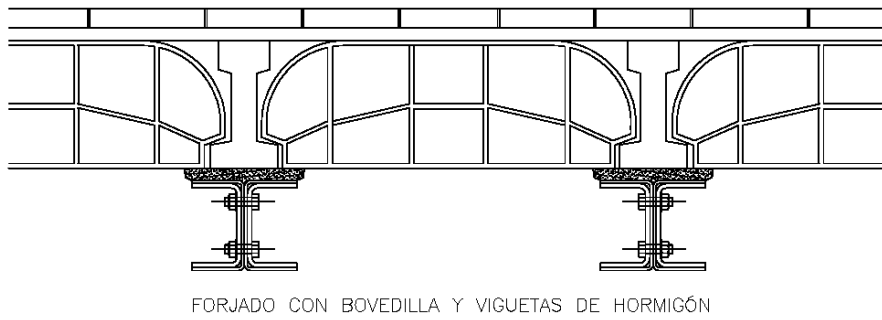
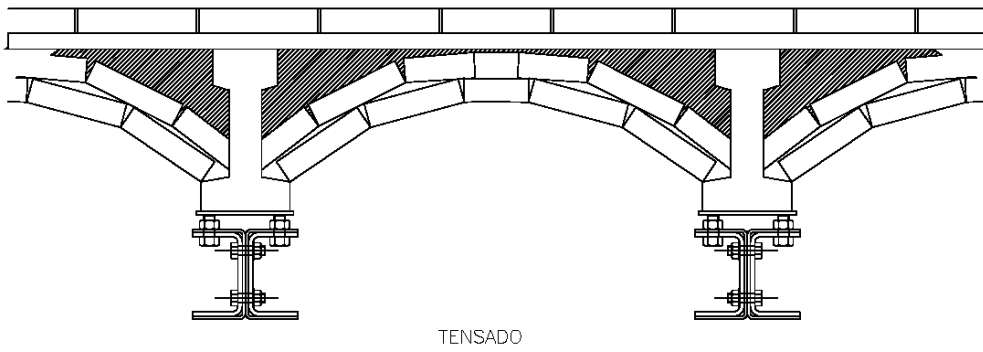
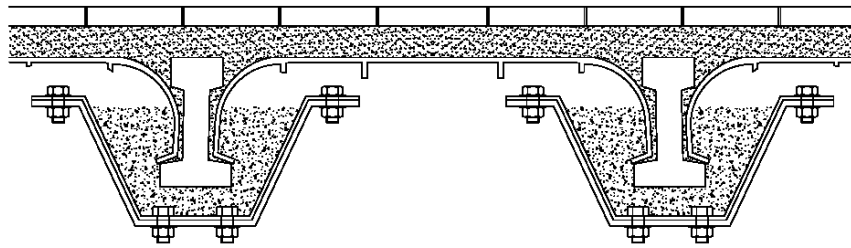




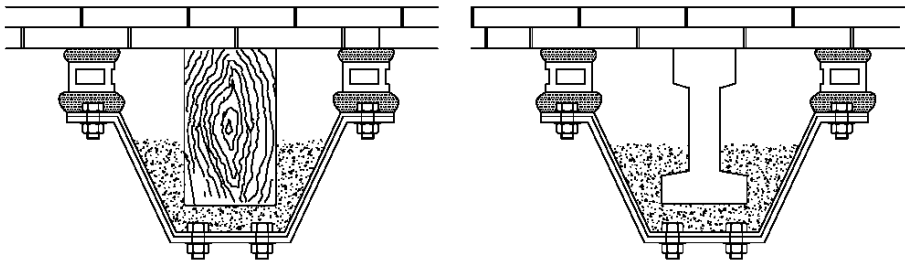
FIGURA 5. SOLUCIONES SISTEMA MVH



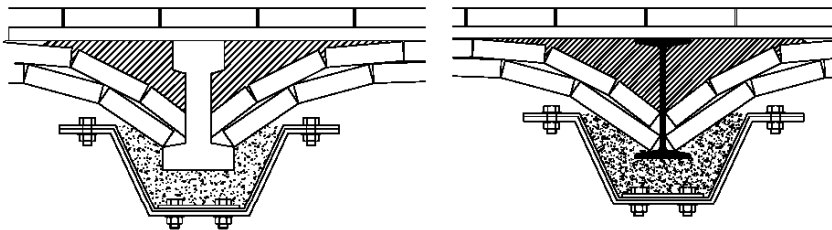
**FIGURA 6. SOLUCIONES SISTEMA MVV**



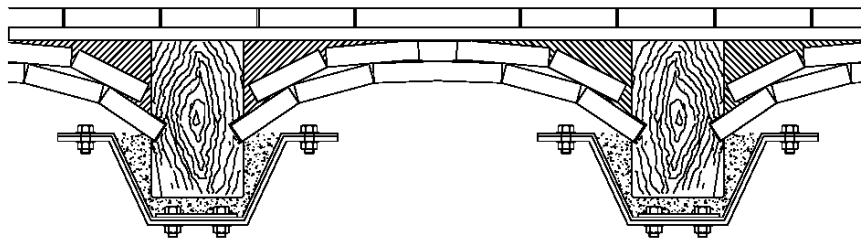
FORJADO CON BOVEDILLA Y VIGUETAS DE HORMIGÓN



FORJADO CON TABLERO CERÁMICO Y VIGAS DE MADERA / HORMIGÓN

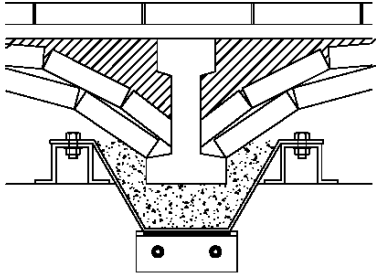


FORJADO CON REVOLTÓN CERÁMICO Y VIGUETAS DE HORMIGÓN / METÁLICAS

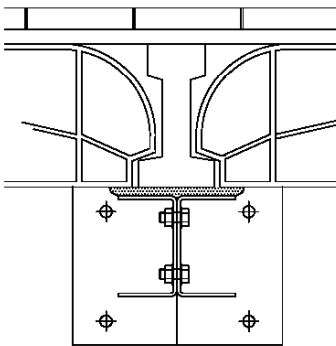
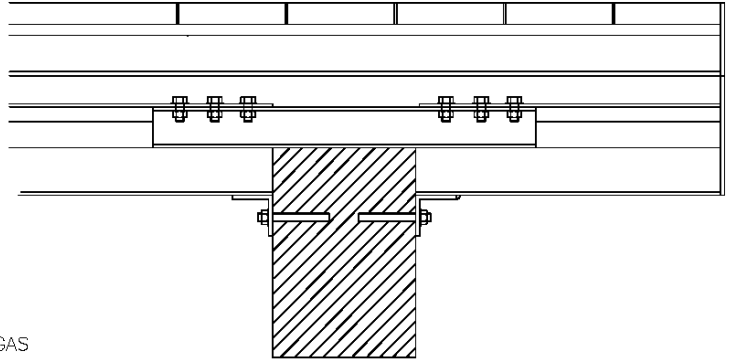


FORJADO CON REVOLTÓN CERÁMICO Y VIGUETAS DE MADERA

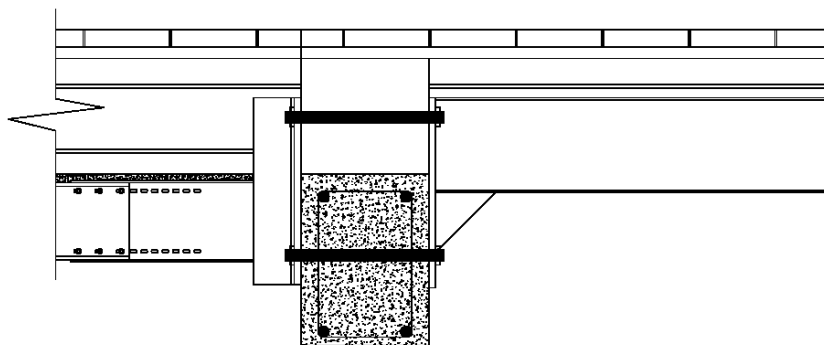
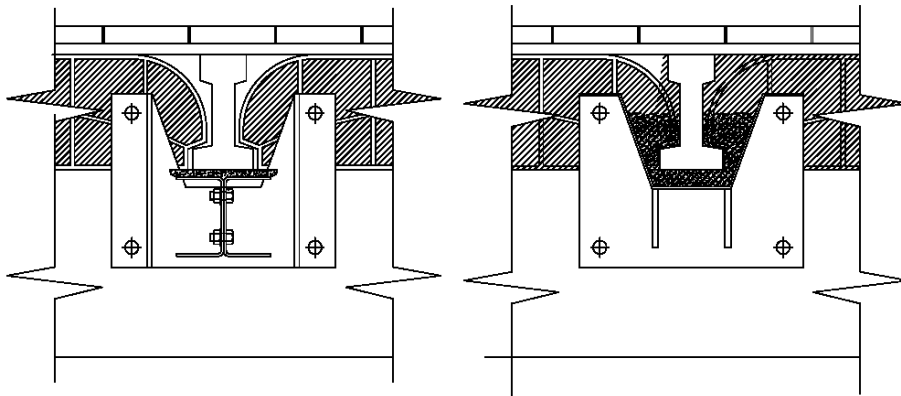
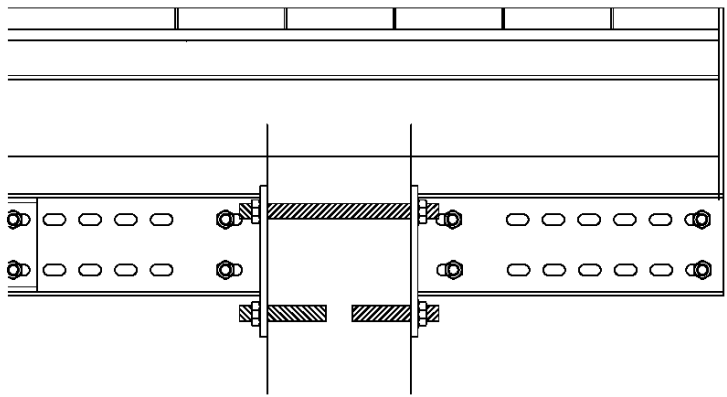
**FIGURA 7. REPARACIÓN DE VOLADIZOS DANDO CONTINUIDAD A LA VIGUETA EN VOLADIZO**



SOLUCION VOLADIZO SISTEMA MVV CON MINIOMEGAS



SOLUCION VOLADIZO SISTEMA MVH



SOLUCION VOLADIZO SISTEMA MIXTO MVH INTERIOR Y MVV EN VOLADIZO