INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA
C/ Serrano Galvache n.º 4, 28033 Madrid
Tel. (+34) 91 3020440
e-mail: dit@ietcc.csic.es
web: dit.ietcc.csic.es

DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: N.º 271p/25A

Área genérica / Uso previsto:	**Sistema de reparación de forjados de viguetas**
Nombre comercial:	**NOU BAU**
Beneficiario:	**Sistema NOU BAU, S.L.**
Sede social:	Avda. Vía Augusta n.º 15-25 08174 Sant Cugat del Vallés (BARCELONA) Telf. 93 796 41 22 E-mail: noubau@noubau.com www.noubau.com
Validez. Desde: **Hasta:**	28 de julio de 2025 15 de septiembre de 2027 (Condicionada a seguimiento anual)

Este Documento consta de 36 páginas

MIEMBRO DE:

UNIÓN EUROPEA PARA LA EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD TÉCNICA EN CONSTRUCCIÓN
UNION EUROPEENNE POUR L'AGREMENT TECHNIQUE DANS LA CONSTRUCTION
EUROPEAN UNION FOR TECHNICAL APPROVAL IN CONSTRUCTION
EUROPÄISCHE UNION FÜR DAS AGREMENT IN BAUWESEN

Publicación emitida por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Prohibida su reproducción sin autorización.

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

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. No tiene, por sí mismo, ningún efecto administrativo, ni representa autorización de uso, ni garantía.

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS (en adelante DIT plus) es una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja que, basándose en el procedimiento DIT, evalúa aspectos voluntarios no cubiertos por el marcado CE.

El DIT plus se fundamenta en los principios establecidos en el "Application Document" desarrollado por la Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc) y puede ser aplicado en base a una especificación técnica armonizada establecida en el Reglamento (UE) N.º 305/2011 de Productos de Construcción o a una norma armonizada o una Evaluación Técnica Europea según lo previsto en el Reglamento de Productos de Construcción (2024/3110) que irá sustituyendo, paulatinamente, el Reglamento 305/2011.

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.: 695.059.32

Refuerzo de estructuras
Reinforcement of structures
Renforcement de structures

DECISIÓN N.º 271p/25A

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA,

- en virtud del Decreto n.º 3652/1963, 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 n.º 1265/1988, 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 el procedimiento IETcc-0405-DP de mayo de 2005 por el que se regula la concesión del DITplus,
- 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 Sistema NOU BAU, S.L., para la incorporación en su DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA N.º 271p/22 de uniones mediante remaches de los elementos lineales que forman los perfiles NOU BAU,
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras y fabricas realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc o en otros laboratorios, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos,

DECIDE

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 271p/25A del **Sistema de reparación de forjados de viguetas NOU BAU**, el cual sustituye el DIT 271p/22, y amplía su contenido incorporando uniones mediante remaches de los perfiles que forman los refuerzos NOU BAU, considerando que,

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

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

CONDICIONES GENERALES

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

El proyecto técnico vendrá suscrito, en cada caso, por Sistema NOU BAU, S.L., que justificará 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.

En general, se tendrán en cuenta, tanto en el proyecto como en la ejecución de la obra, todas las prescripciones contenidas en las normativas vigentes: "Código Técnico de la Edificación" (CTE), "Código Estructural", etc.

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 PUESTA EN OBRA

La puesta en obra del Sistema debe realizarse por el fabricante o por empresas cualificadas y autorizadas por él. Con este fin, Sistema NOU BAU, S.L. dispondrá de una lista de empresas autorizadas, las cuales garantizarán que la utilización del Sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente documento. Una copia de dicha lista estará disponible en el IETcc.

Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones en el curso de 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.

CONDICIONES DE CONCESIÓN

Debe tenerse en cuenta que el Sistema de reparación de forjados de viguetas NOU BAU es un producto que queda cubierto por el campo de aplicación de la Norma europea Armonizada EN 1090-1:2009+A1:2011 «Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales». La entrada en vigor de la Norma establece la obligatoriedad, a todos los sistemas cubiertos por la misma, de emitir la correspondiente Declaración de Prestaciones (marcado CE).

Los requisitos establecidos para la concesión del DITplus definen supervisiones del control de producción más exigentes que las indicadas en la Norma para la obtención del marcado CE, considerando un mínimo de visitas anuales a realizar por el IETcc o Laboratorio reconocido por este.

El Sistema de reparación de forjados de viguetas NOU BAU dispone de Declaración de Prestaciones y marcado CE en base al Certificado de Conformidad de Control de Producción en fábrica 0370-CPR-2737. Este DITplus no exime al fabricante de mantener en vigor dicho marcado CE.

VALIDEZ

El presente Documento de Idoneidad Técnica Plus número 271p/25A sustituye y anula el Documento de Idoneidad Técnica número 271p/22 siendo su validez la misma s 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 realizaciones más recientes.

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 15 de septiembre de 2027.

Madrid, 28 de julio de 2025

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO DEL DIT PLUS

Sistema de refuerzo de forjados nervados unidireccionales de viguetas, consistente en la colocación, bajo las viguetas del forjado a reforzar, de una viga extensible de acero inoxidable o galvanizado.

Esta viga extensible será capaz de asegurar la estabilidad del forjado en caso de pérdida total de resistencia de la vigueta afectada, consiguiendo una sustitución funcional de la misma. La viga extensible soporta directamente los elementos de entrevigado, además de la vigueta deteriorada.

El Sistema puede utilizarse para:

- Recuperar estabilidad de un forjado cuyas viguetas estén deterioradas y hayan perdido resistencia.
- Reforzar forjados que, no estando necesariamente deteriorados, necesitan un aumento de su resistencia a fin de poder tolerar un aumento de las cargas últimas o las previstas en servicio respecto a las inicialmente contempladas, como puede suceder, por ejemplo, en el caso de un cambio de uso del edificio.

A nivel resistente, el forjado a reforzar o reparar debe ser capaz de resistir los esfuerzos originados por la contraflecha introducida en la puesta en obra del Sistema hasta absorber su concarga.

El sistema contempla también varias soluciones de refuerzo para voladizos.

La evaluación técnica inicial, tal y como queda reflejada en el DIT nº 271, se realizó para forjados de viguetas de hormigón armado o pretensado realizadas con cemento afectado de aluminosis.

La puesta en práctica y los ensayos realizados han demostrado que el Sistema es válido para la reparación y/o refuerzo de otros tipos de forjados unidireccionales, con viguetas de hormigón, acero o madera, siempre que se respeten las indicaciones del informe técnico, la compatibilidad de los materiales y las observaciones de la Comisión de Expertos.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema está compuesto por un conjunto de elementos de acero inoxidable o galvanizado, constituidos por un módulo longitudinal extensible conformado en omega, utilizando tres perfiles que se sueldan entre sí en obra, y unos apoyos que encajan por debajo del perfil extremo y se anclan al soporte.

En luces cortas, el módulo longitudinal podrá estar constituido por un perfil único que cubra toda la longitud de la vigueta a reparar.

La transmisión de esfuerzos al soporte se realiza mediante unos anclajes de tipo químico o mecánico según los casos.

El perfil se puede colocar de varias formas:

- Empotrada o semiempotrada: el perfil se coloca abrazando, total o parcialmente, a la vigueta del forjado que se refuerza y rellenando posteriormente el espacio entre el perfil y la vigueta, con un material sin función resistente que actúa como distribuidor de cargas (Figura 1).
- Colocado en posición vista en el intradós del forjado, en posición normal (Figura 2) o invertida (Figura 3). En estos montajes se disponen tres caballetes rigidizadores en el interior del perfil y no se realiza el relleno.

Puede ser necesario realizar un rejuntado entre el perfil (aletas o base según la posición) y el forjado para que se produzca correctamente la transmisión de cargas (Figuras 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4).

El Sistema es un refuerzo activo de forjados, consistente en provocar la descarga del elemento estructural horizontal que se pretende reforzar, mediante el preflectado de un elemento lineal resistente colocado en su parte inferior; de esta forma se consigue una colaboración entre "elemento existente - elemento nuevo", absorbiendo el elemento nuevo las concargas, y el conjunto las sobrecargas, colaboración que perdura mientras el elemento a reforzar no pierda totalmente su capacidad resistente a flexión (Figuras 1, 2, 3 ,4 y 5).

Una vez realizada la puesta en obra, si esta pérdida se produce, el elemento de refuerzo absorbe la totalidad de las cargas, quedando la vigueta original como un mero distribuidor de cargas conjuntamente con el material de relleno, en su caso, con requerimientos de resistencia a compresión de 0,1 MPa.

El preflectado del refuerzo consigue un doble efecto: la descarga de la vigueta existente a sustituir y la puesta en carga de la viga de refuerzo.

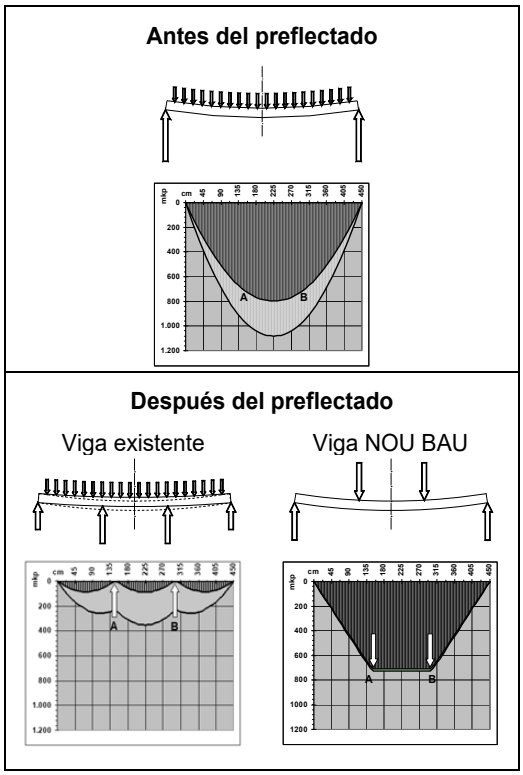
La descarga del elemento estructural que se va a sustituir (la vigueta existente), se consigue aplicándole dos fuerzas verticales ascendentes mediante unas piezas llamadas prismas separadores (A y B) situados al final de los perfiles extremos, (aproximadamente a un tercio de la luz de la vigueta) que se ajustarán para intentar que se anulen los momentos flectores producidos por las cargas muertas. Estas cargas serán justificadas en el anejo de cálculo.

Las solicitaciones de las cargas muertas, sobre la vigueta existente así descargada, se reducen a, aproximadamente, una novena parte de las que soportaba. El preflectado de la viga del Sistema de refuerzo se consigue por la acción de las fuerzas de preflectado, que se aplican sobre los soportes, y las reacciones en los prismas separadores.

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

El valor óptimo de esta fuerza es el que anula el momento flector, producido por el conjunto de las cargas muertas, en los puntos de aplicación sobre la vigueta existente, puntos A y B de la Figura 6.



De este modo, se consigue una puesta en carga de la viga de refuerzo muy parecida a la que debería soportar en el caso que la vigueta existente llegara a desaparecer totalmente, con lo que se evita el riesgo de posteriores flechas.

Las operaciones de descarga de la vigueta existente y de preflectado de la viga de refuerzo se realizan conjuntamente al aplicar las fuerzas de preflectado. La transmisión de esfuerzos entre las dos piezas se produce a través de los prismas separadores. El valor diferencial entre la elevación del perfil en los apoyos y la elevación en el punto central del perfil, es lo que se denomina flecha virtual de montaje o deflexión inicial.

El preflectado puede disminuir la flecha inicial del forjado existente, dependiendo este hecho de la rigidez del mismo.

2.1 Soluciones de refuerzo de voladizos

2.2.1. *Sustitución funcional de voladizo*

Esta solución sustituye funcionalmente el voladizo original. Consiste en colocar una viga NOU BAU bajo el tramo de vigueta exterior y otro tramo exactamente igual en el interior y conectarlos a través de tubos, que atraviesan el muro de fachada a ambos lados de la vigueta afectada, fijados con mortero sin retracción, de manera que, mediante la realización de un preflectado del sistema en ambos lados, resulte una carga gravitacional sobre la fachada, respetando el descenso de cargas originales de las viguetas con voladizo. (Véanse las Figuras 10.4, 11, 11.1, 11.2 y 11.3)

El tubo que atraviesa la fachada se diseña siempre para que el preflectado se aplique en el centro del perfil exterior.

Igual que ocurre con la vigueta biapoyada, antes de proceder al preflectado, hay que disponer dos puntos de contacto entre el perfil NOU BAU y el voladizo. Ese contacto se lleva a cabo mediante dos prismas separadores, en este caso colocados a ambos extremos del perfil NOU BAU (véanse las Figuras 11 y 14).

El preflectado se realiza con un utensilio fabricado a medida que empuja hacia arriba una pieza llamada braga cuyo centro de gravedad coincidirá con el centro del perfil exterior NOU BAU. Este empuje tiene un doble efecto: el perfil NOU BAU se deforma elásticamente subiendo la parte central más que sus extremos, creando así un empuje ascendente en los dos extremos del perfil a través de los puntos de contacto, y, a la vez, los tubos se deforman elásticamente descendiendo en los extremos (véase la Figura 13). Cuando el manómetro del gato hidráulico marca la presión de cálculo tanto en el interior como en el exterior, se procede a la soldadura de la braga al tubo estructural, fijando así la deformación causada por el preflectado.

Si además del voladizo, se sustituye funcionalmente la vigueta interior, entonces el perfil elegido será el mismo que requiera la vigueta interior, por el mero hecho que los tubos que atraviesan la fachada son un elemento lineal, y para poder apoyarse en esos tubos, el perfil exterior debe tener la misma anchura que el perfil interior.

2.2.2. *Refuerzo de voladizo con contrapeso*

Esta solución no sustituye funcionalmente el voladizo original, se trata de un mero refuerzo del voladizo porque el sistema no se puede preflectar.

Consiste en colocar una viga NOU BAU bajo el tramo de vigueta exterior. Este perfil va soldado a una pletina con unas cartelas en la parte inferior. En el interior, se utiliza el soporte de la vigueta como placa repartidora de la tracción punzante al muro de la fachada. (Véase la Figura 12).

Tanto el soporte interior como la pletina exterior se anclan mediante 4 tornillos, dos de ellos son varillas pasantes (los superiores), y los dos inferiores son varilla M12 de 120 mm de longitud, que se anclan al muro para ayudar a repartir el cortante total.

En el momento que se empresilla el soporte interior con la pletina exterior, se consigue que el muro de fachada, a través de su peso y espesor, cree un momento flector que se opone al volcado del voladizo, y funciona como contrapeso.

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

2.2.3. *Refuerzo de voladizo sin contrapeso*

Esta solución no sustituye funcionalmente el voladizo original. Se trata de un refuerzo del voladizo que prácticamente no entra en el interior del edificio, instalándose por el exterior, colocando en el interior sólo unas grandes arandelas para evitar el punzonamiento en el muro de fachada (véase la Figura 13).

3. MATERIALES

3.1 **Chapa de acero**

3.1.1 *Chapa de acero inoxidable*

Chapa laminada en frío. Según el caso, se utilizan dos tipos de acero: el AISI-304 (X5CrNi18-10) para condiciones normales, y el AISI-316 (X5CrNiMo17-12-2) para condiciones excepcionales de alta exposición a la presencia de cloruros, como por ejemplo junto al mar.

Las características de estos aceros se dan en la Tabla 1:

Tabla 1. Características de los aceros inoxidables de las chapas

Tipo de acero	AISI-304	AISI-316
UNE-EN 10088-2:2015	X5CrNi18-10	X5CrNiMo17-12-2
Estructura	Austenítica	Austenítica
Composición química (%)		
C	≤ 0,07	≤ 0,07
Si	≤ 1,00	≤ 1,00
Mn	≤ 2,00	≤ 2,00
P máx.	0,045	0,045
S	≤ 0,015	≤ 0,015
N	≤ 0,11	≤ 0,11
Cr	17,50 - 19,50	16,50 – 18,50
Ni	8,00 - 10,50	10,00 - 13,00
Mo	---	2,00 - 2,50
Propiedades mecánicas		
Resistencia tracción	520 – 720 N/mm^2	520-670 N/mm^2
Límite elástico*	≥ 290 N/mm^2	≥ 290 N/mm^2
Alargamiento rotura	≥ 45 %	≥ 45 %
Dureza	< 215 HBR	< 216 HBR
Equivalencia internacional		
E (UNE)	F-3505	F-3534
USA (AISI)	AISI-304	AISI-316
Fr (AFNOR)	(Z6CN18-09)	(Z6CND17-11)
UK (BS)	(304S15)	(316S16)
S (SIS)	(2332)	(2347)
J (JIS)	SUS27	SUS32
D (DIN)	1.4301	1.4401

* El límite elástico se controla a partir de los certificados de colada.

3.1.2 *Chapa de acero galvanizado*

La chapa de acero bajo en carbono, galvanizada en continuo por inmersión en caliente, tiene una protección de cinc del tipo Z 275 (275 g/m^2) según norma UNE-EN 10346:2015.

Las características de estos aceros se dan en la Tabla 2:

Tabla 2 Características del acero galvanizado de las chapas

Tipo de acero	DX 51 D+Z
UNE-EN 10346:2015	1.0226
Recubrimiento	Z 275
Composición química (%)	
C máx.	0,10
S máx.	0,035
P máx.	0,04
Mn máx.	0,60
Propiedades mecánicas	
Resistencia mínima a tracción	270 N/mm^2
Resistencia máxima a tracción	500 N/mm^2
Límite elástico mínimo	> 140 N/mm^2
Límite elástico requerido	> 275 N/mm^2
Alargamiento rotura A_{80}	> 22 %
Equivalencia internacional	
E (UNE)	Fe P02 G
UK (BS 2989)	Z1 G / Z2 G
D (DIN)	St 01Z / St 02Z
ASTM	A 653 CQ

El límite elástico se controla a partir de los certificados de colada.

3.2 **Material de relleno**

Mortero celular obtenido con espumantes para reducir la densidad. El cemento a utilizar se elegirá en función del material de la vigueta y deberá estar en posesión de marcado CE.

El espumante utilizado es Horcel de la casa Asfaltos Chova, S.A. Las características de este aditivo son:

- Tipo: Líquido.
- Color: Marrón negruzco.
- No se degrada con el tiempo.
- Es imputrescible y no inflamable.
- Presentación: Comercial en envases de 30 l.
- Dosificación:
  - 50 kg de cemento;
  - 500 cm^3 de Horcel;
  - 40 l de agua.
- Tiempo de amasado: 3 minutos.
- Temperatura mínima de aplicación: + 5 ºC.

El mortero obtenido debe tener las siguientes características, debiendo quedar garantizada la compatibilidad del mortero con el hormigón de la vigueta a reforzar.

- pH: 10-11.
- Contenido en Na_2O: < 0,6 %
- Contenido en SO_3: < 3 %.
- Corrosividad: No ataca a las armaduras ni elementos metálicos en contacto.

3.3 **Soldaduras**

3.3.1 *Acero inoxidable*

En la puesta en obra, pueden utilizarse dos sistemas de soldadura:

- Sistema TIG con ánodo de tungsteno en atmósfera de gas de protección. Aconsejable para su uso en interiores habitados, por el bajo nivel de chisporroteo. Se usa sin aportación sólo

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

cuando las piezas a soldar están en contacto perfecto, si el contacto no es total se utiliza aportación de alambre con bajo contenido en carbono.

- Sistema MIG con alambre de aportación continua, a utilizar cuando el contacto entre las planchas a soldar no es total.

La soldadura se hace con alambre de bajo contenido de carbono, especial para soldaduras de acero inoxidable en atmósfera de gas de protección.

Gases de protección utilizables:

GTAW	Gas inerte	Ar (99,99 %)	I1
GMAW	Gas de mezcla	Ar + 1 a 3 % O_2	M11
	Gas de mezcla	Ar + 2 % CO_2	M12

Tabla 3. Características de la soldadura para los aceros inoxidables

Características del hilo		
Tipo de acero a soldar UNE-EN 10088-2:2015	**X5CrNi18-10**	**X5CrNiMo17-12-2**
Estructura	Austenítica	Austenítica
Clasificación del hilo		
AWS A5.9	ER 308 LSi	ER 316 LSi
EN 12072	G 19. 9 LSi	R 19.12.3L Si
Composición química típica (% en peso)		
C	0,01	< 0,08
Mn	1,70	1,00 - 2,50
Si	0,80	0,65 - 1,00
Cr	20,00	18,00 - 20,00
Ni	10,00	11,00 - 14,00
Mo	0,20	2,00 - 3,00
P máx.	0,04	0,03
S máx.	0,015	0,03
Propiedades mecánicas del metal depositado		
Resistencia tracción	> 510 N/mm^2	> 500 N/mm^2
Límite elástico	> 320 N/mm^2	> 400 N/mm^2
Alargamiento rotura	> 30 %	> 30 %

3.3.2 *Acero galvanizado*

Se utiliza el sistema MIG de aportación continua con alambre tubular auto-protegido, para la soldadura de aceros al carbono en general, donde no se requieran propiedades al impacto.

Tabla 4 Características de la soldadura para el acero galvanizado

Características del hilo	
Tipo de acero a soldar UNE-EN 10346:2015	**DX 51 D+Z**
Clasificación del hilo	
AWS A5.20	E71T-11
Composición química típica (% en peso)	
C	0,21
Mn	0,60
Si	0,18
Al	1,50
P	0,008
S	0,007
Propiedades mecánicas del metal depositado	
Resistencia tracción	> 580 N/mm^2
Límite elástico	> 450 N/mm^2
Alargamiento rotura	> 23 %

3.4 **Remaches**

En aquellos casos que se considere oportuno o sea necesario, la unión de los perfiles longitudinales de las vigas NOU BAU se llevará a cabo mediante remaches estructurales tipo HUCK ® de la casa BOLLHÖFF, modelo MAGNA-LOK MGLP-R12-12 o similar, de acero, o modelo MAGNA-LOK MGLP-4U12-12 o similar, de acero inoxidable, según sea el material de los perfiles NOU BAU.

La colocación de estos remaches se hará mediante la pistola remachadora HUCK ® 255 o equivalente, de accionamiento pneumohidráulico, con el acople de la boquilla 99-3318, apta para este tipo de remaches de 9.5 mm de diámetro.

Cada una de las uniones remachadas de los perfiles NOU BAU deberá disponer de 16 remaches, alineados cada 5 cm en 4 filas de 4 unidades: dos de las filas en las aletas del perfil, y las otras dos en los laterales, lo más cerca posible de la base del perfil (véase la Figura 5).

Los perfiles son suministrados con las perforaciones necesarias. Los perfiles remachados, para distinguirlos en su fabricación, pasan a llamarse NBRsg-XXX (inox.) o GVRsg-XXX (galvanizado), donde la R después del tipo de material de la viga, significa Remachado.

3.5 **Galvanizador de cincado en frío**

Se utiliza ZINCANTE ZI 102 (ECO SERVICE). Se trata de un protector antioxidante en formato de spray con un elevado contenido de zinc particularmente adaptado para la protección de la soldadura. En el caso en que las uniones se hagan mediante remaches, esta protección no será necesaria.

Este producto forma una película de zinc que preserva el material ferroso de la oxidación y puede ser sobre barnizado o dejado como protección final.

Tabla 5. Características del spray galvanizador de cincado en frío

Base	**Zincado puro en un 98 % en un envase a presión con base y gas líquido**
pH	5
Disolvente	Hidrocarburo natural inodoro, no tóxico, no contiene CFC
Poder de inflamación	Elevado
Resistencia al calor	hasta 700 ºC
Color	Zincado gris
Tiempo de secado	Secado rápido
Espesor de la película en seco	15 – 20 µm

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

3.6 **Resinas**

Mediante las resinas se realizan los anclajes al soporte. Se utiliza la resina "DESA-CHEM" (DESA). Se trata de un producto bicomponente con certificado Nº. IC/4867-093/1, otorgado por el Imperial College of London de conformidad con la directiva UEAtc.

- Tiempo de fraguado: a 30 ºC 30 minutos
  a 25 ºC 60 minutos
  a 15 ºC 120 minutos
  a 5 ºC 180 minutos
- Temperatura mínima de aplicación: + 5 ºC
- Temperatura máxima de aplicación: + 40 ºC

3.7 **Tornillos**

3.7.1 *Acero inoxidable*

El material de la tornillería a utilizar en los anclajes de los apoyos será del mismo tipo que el utilizado para la chapa:

- Acero AISI-304 (X5CrNi18-10) para condiciones normales.
- Acero AISI-316 (X5CrNiMo17-12-2) para condiciones excepcionales de alta exposición a cloruros, con la única diferencia que las características mecánicas requeridas serán las garantizadas con carácter general para los materiales estándar.

Las características de estos aceros en Tabla 6.

Tabla 6. Características del acero inoxidable de la tornillería

Datos del metal		
Tipo de acero UNE-EN 10088-2:2015	**X5CrNi18-10**	**X5CrNiMo17-12-2**
Estructura	Austenítica	Austenítica
Propiedades mecánicas		
Resistencia tracción	> 500 N/mm2	> 500 N/mm^2
Límite elástico	> 290 N/mm2	> 290 N/mm^2
Alargamiento rotura	> 45 %	> 40 %
Dureza	< 215 HBR	< 216 HBR

3.7.2 *Acero galvanizado*

El material de la tornillería a utilizar en los anclajes de los apoyos para galvanizado será acero S 275 JR (F1). Las características de estos aceros se dan en la Tabla 7.

Tabla 7. Características del acero galvanizado de la tornillería

Datos del metal	
Tipo de acero UNE-EN 10025-2:2006	S275JR (F1)
Estructura	Austenítica
Propiedades mecánicas	
Resistencia tracción	> 410 N/mm^2
Límite elástico	> 275 N/mm^2
Alargamiento rotura	> 16 %
Dureza	> 168 HBR
Protección	Z275

4. COMPONENTES DEL SISTEMA

4.1 **Módulo longitudinal**

4.1.1 *Módulo longitudinal para el sistema de refuerzo de forjados biapoyados*

El módulo longitudinal consiste en una viga extensible constituida por tres perfiles en omega que permite una ligera convexidad en su puesta en obra, compuesta por un perfil central y dos perfiles extremos que encajan en el perfil central (Figuras 1.1, 2.1 y 3.1).

El solape mínimo para permitir la perfecta continuidad de comportamiento no será menor de 100 mm en los perfiles menores, hasta NB-180, y no será menor de 150 mm en los superiores. La unión entre los distintos perfiles se realiza mediante soldadura (Figura 4). Si la unión se realiza mediante remaches, entonces el solape debe ser de 200 mm para dar cabida a la línea de 4 remaches separados 50 mm cada uno (Figura 5).

Las características geométricas y mecánicas de los perfiles utilizados se dan en las Tablas 8.1 y 8.2. Se podrán utilizar perfiles semejantes, con ligeras variaciones de dimensiones o gruesos para adaptarse a necesidades especiales.

Cuando el refuerzo se coloca en posición invertida, se colocan tres caballetes rigidizadores en el perfil central y las dos piezas más extremas quedan situadas en los puntos de transmisión de las fuerzas del preflectado.

En la solución vista en posición normal, las posiciones de los caballetes son las mismas, pero se colocará un caballete en cada uno de los tres perfiles debido al solape. De esta manera los prismas separadores irán colocados sobre los dos caballetes más extremos.

El caballete es una pieza de chapa metálica, del mismo acero que el módulo longitudinal, de sección en forma de U, que encaja en la superficie interior del perfil al que va unido mediante soldadura. (Véanse Figuras 2.2, 2.3 y 3.2 y 3.3).

Estas piezas aportarán rigidez al conjunto, para evitar la posible inestabilidad de las aletas y actuarán como repartidores de carga.

4.1.2 *Módulo longitudinal para el sistema de refuerzo de voladizos*

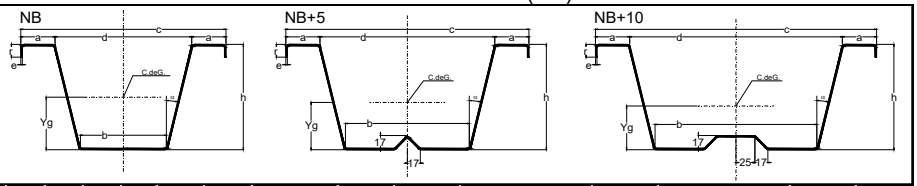
En el caso de los sistemas de refuerzo de voladizos, el módulo longitudinal es el mismo perfil en omega invertida utilizado para las viguetas, concretamente en su tramo extremo. El perfil NOU BAU seleccionado para los voladizos será habitualmente el de canto más reducido, el de 12 cm (GVsg-120). Este perfil puede ser más ancho si la vigueta lo necesita (GVsg+5-120, GVsg+10-120, etc.).

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Tabla 8.1 Perfiles de acero inoxidable (NB)

D: Desarrollo
P: Peso unitario
Yg: Altura C.de G.
S: Sección
I: Momento de inercia
W: Módulo resistente
i: Radio de giro



														Eje X			Eje Y		
Perfil	**h**	**e**	**b**	**d**	**c**	**a**	**r**	**α**	**α**	**D**	**P**	**Y_g**	**S**	**I_x**	**W_x**	**i_x**	**I_y**	**W_y**	**i_y**
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	rad	º	mm	kg/m	mm	cm^2	cm^4	cm^3	mm	cm^4	cm^3	mm
NBn-120	120	1,5	113	170	260	45	17,5	0,24	14	471	5,65	60,08	7,14	160,11	26,65	47,37	440,28	33,87	78,55
NBn-140	140	2	113	180	270	45	17	0,24	14	510	8,16	69,88	10,27	301,37	42,98	54,17	672,31	49,8	80,91
NBn-160	160	2	123	200	300	50	17	0,24	14	570	9,12	79,73	11,46	436,74	54,41	61,74	903,87	60,26	88,83
NBn-180	180	2,5	134	215	335	60	24	0,22	13,2	648	12,96	92,16	16,35	788,32	85,53	69,43	1.611,21	96,19	99,26
NBn-200	200	2,5	144	217	357	70	29	0,18	10,8	727	14,54	104,57	18,28	1.091,69	104,4	77,27	2.023,71	113,37	105,2
NBn-220	220	3	160	240	390	75	35	0,18	10,8	805	19,32	114,68	24,19	1.738,15	151,56	84,76	3.267,91	167,59	116,2
NBn+5-120	120	1,5	163	220	310	45	17,5	0,24	14	533	6,4	53,38	8,05	183,64	27,74	46,93	738,67	47,66	95,73
NBn+5-140	140	2	163	230	320	45	17	0,24	14	570	9,1	62,8	11,48	344,62	44,65	54,76	1.108,92	69,31	98,24
NBn+5-160	160	2	173	250	350	50	17	0,24	14	638	10,21	72,6	12,69	496,6	56,82	62,53	1.443,70	82,5	106,6
NBn+5-180	180	2,5	184	265	385	60	24	0,22	13,2	714	14,28	84,8	17,89	890,94	93,61	70,55	2.457,85	127,68	117,2
NBn+5-200	200	2,5	194	267	407	70	29	0,18	10,8	789	15,78	97	19,82	1.227,48	119,14	78,68	3.019,76	148,39	123,4
NBn+5-220	220	3	210	290	440	75	35	0,18	10,8	872	20,93	107,1	26,03	1.936,09	171,48	86,24	4.708,63	214,03	134,5
NBn+10-120	120	1,5	213	270	360	45	17,5	0,24	14	590	7,08	50,6	8,83	192,91	27,38	46,72	1.140,00	63,33	113,6
NBn+10-140	140	2	213	280	370	45	17	0,24	14	627	10,03	58,1	12,5	363,45	44,36	53,91	1.695,64	91,66	116,5
NBn+10-160	160	2	223	300	400	50	17	0,24	14	689	11,02	68,5	13,72	524,94	57,38	61,83	2.141,79	107,09	124,9
NBn+10-180	180	2,5	234	315	435	60	24	0,22	13,2	771	14,42	80,3	19,19	944,39	94,76	70,15	3.527,70	162,19	135,6
NBn+10-200	200	2,5	244	317	457	70	29	0,18	10,8	848	16,96	92,2	21,11	1.302,72	120,8	78,54	4.263,13	186,57	142,1
NBn+10-220	220	3	260	340	500	75	35	0,18	10,8	923	22,15	102,1	27,59	2.051,75	173,99	86,23	6.474,26	264,26	153,2

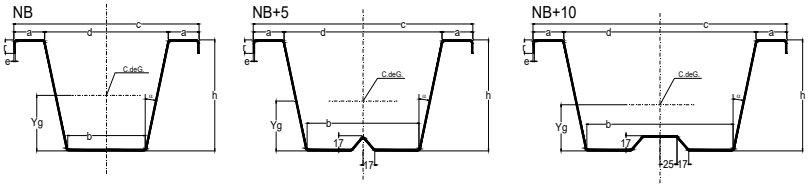
														Eje X			Eje Y		
Perfil	**h**	**e**	**b**	**d**	**c**	**a**	**r**	**α**	**α**	**D**	**P**	**Y_g**	**S**	**I_x**	**W_x**	**i_x**	**I_y**	**W_y**	**i_y**
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	rad	º	mm	kg/m	mm	cm^2	cm^4	cm^3	mm	cm^4	cm^3	mm
NBg-120	121,5	2	113	170	260	45	17,5	0,24	14	471	5,65	59,96	9,44	211,61	34,95	47,33	578,07	44,47	78,23
NBg-140	140,5	2,5	113	180	270	45	17	0,24	14	510	8,16	69,61	12,72	372,69	52,57	54,1	824,07	61,04	80,45
NBg-160	160,5	2,5	123	200	300	50	17	0,24	14	570	9,12	79,68	14,25	542,13	67,08	61,74	1.120,69	74,71	88,66
NBg-180	180,5	3	134	215	335	60	24	0,22	13,2	648	12,96	92,11	19,55	941,06	106,46	69,37	1.919,90	114,62	99,08
NBg-200	200,5	3	144	217	357	70	29	0,18	10,8	727	14,54	104,51	21,86	1.304,04	124,77	77,22	2.413,13	135,19	105,1
NBg-220	221,0	4	160	240	390	75	35	0,18	10,8	805	19,32	114,58	32,06	2.298,24	200,58	84,66	4.308,20	220,93	115,9
NBg+5-120	121,5	2	163	220	310	45	17,5	0,24	14	533	6,4	53,78	10,68	242,91	36,41	47,67	976,61	63,01	95,58
NBg+5-140	140,5	2,5	163	230	320	45	17	0,24	14	570	9,1	62,84	14,27	427,01	54,98	54,69	1.375,44	85,97	98,16
NBg+5-160	160,5	2,5	173	250	350	50	17	0,24	14	638	10,21	72,56	15,8	616,32	70,09	62,44	1.792,02	102,4	106,5
NBg+5-180	180,5	3	184	265	385	60	24	0,22	13,2	714	14,28	84,81	21,39	1.062,77	111,06	70,48	2.931,00	152,26	117,1
NBg+5-200	200,5	3	194	267	407	70	29	0,18	10,8	789	15,78	96,97	23,7	1.465,21	141,52	78,62	3.603,23	177,06	123,3
NBg+5-220	221,0	4	210	290	440	75	35	0,18	10,8	872	20,93	107,08	34,47	2.556,55	224,41	86,11	6.214,13	282,46	134,3
NBg+10-120	121,5	2	213	270	360	45	17,5	0,24	14	590	7,08	50,65	11,71	254,92	36,49	46,64	1.508,28	83,79	113,5
NBg+10-140	140,5	2,5	213	280	370	45	17	0,24	14	627	10,03	59,14	15,56	450,59	55,38	53,8	2.104,71	113,77	116,3
NBg+10-160	160,5	2,5	223	300	400	50	17	0,24	14	689	11,02	68,46	17,09	651,59	70,79	61,73	2.660,19	133,01	124,7
NBg+10-180	180,5	3	234	315	435	60	24	0,22	13,2	771	14,42	80,3	22,95	1.126,80	112,45	70,06	4.209,01	193,52	135,4
NBg+10-200	200,5	3	244	317	457	70	29	0,18	10,8	848	16,96	92,12	25,26	1.555,46	143,51	78,46	5.089,13	222,72	141,9
NBg+10-220	221,0	4	260	340	490	75	35	0,18	10,8	923	22,15	102	36,58	2.710,86	227,8	86,08	8.550,68	349,01	152,9

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Tabla 8.1b

D: Desarrollo
P: Peso unitario
Yg: Altura C.de G.
S: Sección
I: Momento de inercia
W: Módulo resistente
i: Radio de giro



Perfil	h	e	b	d	c	a	r	α	α	D	P	Y_g	S	Eje X			Eje Y		
														I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	rad	º	mm	kg/m	mm	cm2	cm4	cm3	mm	cm4	cm3	mm
NBsg-120	118,5	3	113	170	260	45	17,5	0,24	14	471	11,3	59,87	14,03	312,8	50,76	47,22	850,4	65,42	77,86
NBsg-140	138	3	113	180	270	45	17	0,24	14	510	12,24	69,54	15,2	444,04	62,13	54,04	980,13	72,6	80,29
NBsg-160	158	3	123	200	300	50	17	0,24	14	570	13,68	79,58	17,04	646,74	79,43	61,6	1.334,38	88,9	88,49
NBsg-180	177,5	3	134	215	335	60	24	0,23	13	648	15,55	92,11	19,55	941,06	106,46	69,37	1.919,90	114,6	99,09
NBsg-200	197,5	3	144	217	357	70	29	0,17	10	727	17,45	104,51	21,86	1.304,05	124,77	77,23	2.413,13	135,2	105,5
NBsg-220	220	3	160	240	390	75	35	0,18	10,8	805	19,32	114,68	24,19	1.738,15	151,56	84,76	3.267,91	167,59	116,2
NBsg+5-120	118,5	3	163	220	310	45	17,5	0,24	14	533	12,79	53,76	15,56	358,45	52,92	47,53	1440,24	92,9	95,28
NBsg+5-140	138	3	163	230	320	45	17	0,24	14	570	13,68	62,81	17,04	508,33	65,01	54,61	1.637,74	102,36	98,03
NBsg+5-160	160,5	3	173	250	350	50	17	0,24	14	638	15,31	72,53	18,88	734,23	82,99	62,4	2.135,35	122,02	106,4
NBsg+5-180	180,5	3	184	265	385	60	24	0,23	13	714	17,14	84,81	21,39	1062,78	111,06	70,49	2.931,00	152,26	117,1
NBsg+5-200	200,5	3	194	267	407	70	29	0,17	10	789	18,94	96,97	23,7	1.465,22	141,52	78,62	3.603,23	177,06	123,3
NBsg+5-220	220	3	210	290	440	75	35	0,18	10,8	872	20,93	107,1	26,03	1.936,09	171,48	86,24	4.708,63	214,03	134,5
NBsg+10-120	118,5	3	213	270	360	45	17,5	0,24	14	590	14,16	50,6	17,43	376,15	53,06	46,46	2.227,91	123,77	113,1
NBsg+10-140	137,5	3	213	280	370	45	17	0,24	14	627	15,05	59,09	18,6	536,44	65,49	53,7	2.507,90	135,56	116,1
NBsg+10-160	158	3	223	300	400	50	17	0,24	14	689	16,54	68,4	20,44	776,36	83,84	61,63	3.171,83	158,59	124,6
NBsg+10-180	180,5	3	234	315	435	60	24	0,23	13	771	18,5	80,3	22,95	1126,8	112,45	70,06	4.209,01	193,52	135,4
NBsg+10-200	197,5	3	244	317	457	70	29	0,17	10	848	20,35	92,12	25,26	1.555,46	143,51	78,46	5.089,13	222,72	141,9
NBsg+10-220	220	3	260	340	500	75	35	0,18	10,8	923	22,15	102,1	27,59	2.051,75	173,99	86,23	6.474,26	264,26	153,2

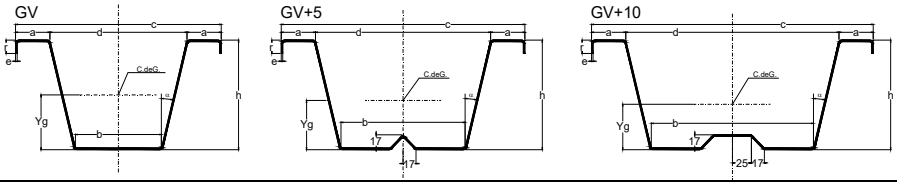
Perfil	h	e	b	d	c	a	r	a	a	D	P	Yg	S	Eje X			Eje Y		
														Ix	Wx	ix	Iy	Wy	iy
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	rad	º	mm	kg/m	mm	cm2	cm4	cm3	mm	cm4	cm3	mm
NBssg-120	118,5	4	113	170	260	45	17,5	0,24	14	481	15,39	59,77	18,51	410,74	65,48	47,1	1.111,82	85,52	77,49
NBssg-140	138,0	4	113	180	270	45	17	0,24	14	518	16,58	69,39	20,08	583,37	80,34	53,99	1.283,68	98,09	79,95
NBssg-160	158,0	4	123	200	300	50	17	0,24	14	583	18,66	79,41	22,53	850,91	103,03	61,45	1.750,89	116,72	88,15
NBssg-180	177,5	4	134	215	335	60	24	0,23	13	650	20,8	91,98	25,88	1241,46	134,97	69,26	2.523,98	150,7	98,75
NBssg-200	197,5	4	144	217	357	70	29	0,17	10	727	23,26	104,4	28,96	1.722,58	165	77,13	3.176,93	178	104,7
NBssg-220	217,0	4	160	240	390	75	35	0,17	10	805	25,76	114,58	32,06	2.298,24	200,58	84,66	4.308,20	221	115,9
NBssg+5-120	118,5	4	163	220	310	45	17,5	0,24	14	546	17,47	53,73	20,94	469,89	68,33	47,39	1.887,68	121,79	94,98
NBssg+5-140	138,0	4	163	230	320	45	17	0,24	14	585	18,72	62,74	22,5	666,73	84,12	54,44	2.149,76	134,36	97,75
NBssg+5-160	160,5	4	173	250	350	50	17	0,24	14	645	20,64	72,45	24,95	964,53	107,71	62,18	2.807,16	160,41	106,1
NBssg+5-180	180,5	4	184	265	385	60	24	0,23	13	713	22,82	84,77	28,29	1.399,93	144,73	70,34	3.859,15	200,47	116,8
NBssg+5-200	200,5	4	194	267	407	70	29	0,17	10	789	25,25	96,94	31,37	1.932,72	184,85	78,49	4.749,96	233,41	123,3
NBssg+5-220	221,0	4	210	290	440	75	35	0,17	10	852	27,26	107,08	34,47	2.556,56	224,41	86,12	6.214,14	282,46	134,3
NBssg+10-120	118,5	4	213	270	360	45	17,5	0,24	14	594	19	50,6	23,05	493,05	68,53	46,26	2.924,81	162,49	112,7
NBssg+10-140	137,5	4	213	280	370	45	17	0,24	14	635	20,32	58,99	24,61	703,68	84,77	53,48	3.296,75	178,2	115,8
NBssg+10-160	158,0	4	223	300	400	50	17	0,24	14	695	22,24	68,28	27,06	1020,15	108,85	61,4	4.174,95	208,75	124,2
NBssg+10-180	180,5	4	234	315	435	60	24	0,23	13	767	25,24	80,2	30,4	1.484,93	146,6	69,89	5.547,67	255,06	135,1
NBssg+10-200	197,5	4	244	317	457	70	29	0,17	10	842	26,94	92,03	33,48	2.052,89	187,53	78,31	6.714,81	293,86	141,6
NBssg+10-220	221,0	4	260	340	490	75	35	0,17	10	900	28,88	102	36,58	2.710,87	227,8	86,08	8.550,69	349	152,9

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Tabla 8.2 Perfiles de acero galvanizado (GV)

D: Desarrollo
P: Peso unitario
Yg: Altura C.de G.
S: Sección
I: Momento de inercia
W: Módulo resistente
i: Radio de giro



Perfil	h	e	b	d	c	a	r	α	α	D	P	Y_g	S	Eje X I_x	Eje X W_x	Eje X i_x	Eje Y I_y	Eje Y W_y	Eje Y i_y
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	rad	°	mm	kg/m	mm	cm^2	cm^4	cm^3	mm	cm^4	cm^3	mm
GVn-140	140	2	113	180	270	45	17	0,24	14	510	8,16	69,88	10,27	301,37	42,98	54,17	672,31	49,8	80,91
GVn-160	160	2	123	200	300	50	17	0,24	14	570	9,12	79,73	11,46	436,74	54,41	61,74	903,87	60,26	88,83
GVn-180	180	2,5	134	215	335	60	24	0,22	13,2	648	12,96	92,16	16,35	788,32	85,53	69,43	1.611,21	96,19	99,26
GVn-200	200	2,5	144	217	357	70	29	0,18	10,8	727	14,54	104,57	18,28	1.091,69	104,4	77,27	2.023,71	113,37	105,2
GVn-220	220	3	160	240	390	75	35	0,18	10,8	805	19,32	114,68	24,19	1.738,15	151,56	84,76	3.267,91	167,59	116,2
GVn+5-140	140	2	163	230	320	45	17	0,24	14	570	9,1	62,8	11,48	344,62	44,65	54,76	1.108,92	69,31	98,24
GVn+5-160	160	2	173	250	350	50	17	0,24	14	638	10,21	72,6	12,69	496,6	56,82	62,53	1.443,70	82,5	106,6
GVn+5-180	180	2,5	184	265	385	60	24	0,22	13,2	714	14,28	84,8	17,89	890,94	93,61	70,55	2.457,85	127,68	117,2
GVn+5-200	200	2,5	194	267	407	70	29	0,18	10,8	789	15,78	97	19,82	1.227,48	119,14	78,68	3.019,76	148,39	123,4
GVn+5-220	220	3	210	290	440	75	35	0,18	10,8	872	20,93	107,1	26,03	1.936,09	171,48	86,24	4.708,63	214,03	134,5
GVn+10-140	140	2	213	280	370	45	17	0,24	14	627	10,03	58,1	12,5	363,45	44,36	53,91	1.695,64	91,66	116,5
GVn+10-160	160	2	223	300	400	50	17	0,24	14	689	11,02	68,5	13,72	524,94	57,38	61,83	2.141,79	107,09	124,9
GVn+10-180	180	2,5	234	315	435	60	24	0,22	13,2	771	14,42	80,3	19,19	944,39	94,76	70,15	3.527,70	162,19	135,6
GVn+10-200	200	2,5	244	317	457	70	29	0,18	10,8	848	16,96	92,2	21,11	1.302,72	120,8	78,54	4.263,13	186,57	142,1
GVn+10-220	220	3	260	340	500	75	35	0,18	10,8	923	22,15	102,1	27,59	2.051,75	173,99	86,23	6.474,26	264,26	153,2

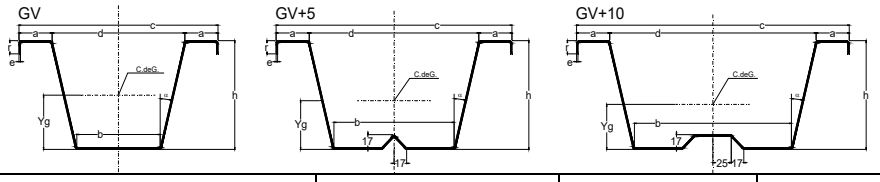
Perfil	h	e	b	d	c	a	r	α	α	D	P	Y_g	S	Eje X I_x	Eje X W_x	Eje X i_x	Eje Y I_y	Eje Y W_y	Eje Y i_y
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	rad	°	mm	kg/m	mm	cm^2	cm^4	cm^3	mm	cm^4	cm^3	mm
GVg-120	121,5	2	113	170	260	45	17,5	0,24	14	471	5,65	59,96	9,44	211,61	34,95	47,33	578,07	44,47	78,23
GVg-140	140,5	2,5	113	180	270	45	17	0,24	14	510	8,16	69,61	12,72	372,69	52,57	54,1	824,07	61,04	80,45
GVg-160	160,5	2,5	123	200	300	50	17	0,24	14	570	9,12	79,68	14,25	542,13	67,08	61,74	1.120,69	74,71	88,66
GVg-180	180,5	3	134	215	335	60	24	0,22	13,2	648	12,96	92,11	19,55	941,06	106,46	69,37	1.919,90	114,62	99,08
GVg-200	200,5	3	144	217	357	70	29	0,18	10,8	727	14,54	104,51	21,86	1.304,04	124,77	77,22	2.413,13	135,19	105,1
GVg-220	221,0	4	160	240	390	75	35	0,18	10,8	805	19,32	114,58	32,06	2.298,24	200,58	84,66	4.308,20	220,93	115,9
GVg+5-120	121,5	2	163	220	310	45	17,5	0,24	14	533	6,4	53,78	10,68	242,91	36,41	47,67	976,61	63,01	95,58
GVg+5-140	140,5	2,5	163	230	320	45	17	0,24	14	570	9,1	62,84	14,27	427,01	54,98	54,69	1.375,44	85,97	98,16
GVg+5-160	160,5	2,5	173	250	350	50	17	0,24	14	638	10,21	72,56	15,8	616,32	70,09	62,44	1.792,02	102,4	106,5
GVg+5-180	180,5	3	184	265	385	60	24	0,22	13,2	714	14,28	84,81	21,39	1.062,77	111,06	70,48	2.931,00	152,26	117,1
GVg+5-200	200,5	3	194	267	407	70	29	0,18	10,8	789	15,78	96,97	23,7	1.465,21	141,52	78,62	3.603,23	177,06	123,3
GVg+5-220	221,0	4	210	290	440	75	35	0,18	10,8	872	20,93	107,08	34,47	2.556,55	224,41	86,11	6.214,13	282,46	134,3
GVg+10-120	121,5	2	213	270	360	45	17,5	0,24	14	590	7,08	50,65	11,71	254,92	36,49	46,64	1.508,28	83,79	113,5
GVg+10-140	140,5	2,5	213	280	370	45	17	0,24	14	627	10,03	59,14	15,56	450,59	55,38	53,8	2.104,71	113,77	116,3
GVg+10-160	160,5	2,5	223	300	400	50	17	0,24	14	689	11,02	68,46	17,09	651,59	70,79	61,73	2.660,19	133,01	124,7
GVg+10-180	180,5	3	234	315	435	60	24	0,22	13,2	771	14,42	80,3	22,95	1.126,80	112,45	70,06	4.209,01	193,52	135,4
GVg+10-200	200,5	3	244	317	457	70	29	0,18	10,8	848	16,96	92,12	25,26	1.555,46	143,51	78,46	5.089,13	222,72	141,9
GVg+10-220	221,0	4	260	340	490	75	35	0,18	10,8	923	22,15	102	36,58	2.710,86	227,8	86,08	8.550,68	349,01	152,9

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Tabla 8.2b

D: Desarrollo
P: Peso unitario
Yg: Altura C.de G.
S: Sección
I: Momento de inercia
W: Módulo resistente
i: Radio de giro



Perfil	h	e	b	d	c	a	r	α	α	D	P	Y_g	S	Eje X			Eje Y		
														I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	rad	º	mm	kg/m	mm	cm^2	cm^4	cm^3	mm	cm^4	cm^3	mm
GVsg-120	118,5	3	113	170	260	45	17,5	0,24	14	471	11,3	59,87	14,03	312,8	50,76	47,22	850,4	65,42	77,86
GVsg-140	138	3	113	180	270	45	17	0,24	14	510	12,24	69,54	15,2	444,04	62,13	54,04	980,13	72,6	80,29
GVsg-160	158	3	123	200	300	50	17	0,24	14	570	13,68	79,58	17,04	646,74	79,43	61,6	1.334,38	88,9	88,49
GVsg-180	177,5	3	134	215	335	60	24	0,23	13	648	15,55	92,11	19,55	941,06	106,46	69,37	1.919,90	114,6	99,09
GVsg-200	197,5	3	144	217	357	70	29	0,17	10	727	17,45	104,51	21,86	1.304,05	124,77	77,23	2.413,13	135,2	105,5
GVsg-220	220	3	160	240	390	75	35	0,18	10,8	805	19,32	114,68	24,19	1.738,15	151,56	84,76	3.267,91	167,59	116,2
GVsg+5-120	118,5	3	163	220	310	45	17,5	0,24	14	533	12,79	53,76	15,56	358,45	52,92	47,53	1.440,24	92,9	95,28
GVsg+5-140	138	3	163	230	320	45	17	0,24	14	570	13,68	62,81	17,04	508,33	65,01	54,61	1.637,74	102,36	98,03
GVsg+5-160	160,5	3	173	250	350	50	17	0,24	14	638	15,31	72,53	18,88	734,23	82,99	62,4	2.135,35	122,02	106,4
GVsg+5-180	180,5	3	184	265	385	60	24	0,23	13	714	17,14	84,81	21,39	1.062,78	111,06	70,49	2.931,00	152,26	117,1
GVsg+5-200	200,5	3	194	267	407	70	29	0,17	10	789	18,94	96,97	23,7	1.465,22	141,52	78,62	3.603,23	177,06	123,3
GVsg+5-220	220	3	210	290	440	75	35	0,18	10,8	872	20,93	107,1	26,03	1.936,09	171,48	86,24	4.708,63	214,03	134,5
GVsg+10-120	118,5	3	213	270	360	45	17,5	0,24	14	590	14,16	50,6	17,43	376,15	53,06	46,46	2.227,91	123,77	113,1
GVsg+10-140	137,5	3	213	280	370	45	17	0,24	14	627	15,05	59,09	18,6	536,44	65,49	53,7	2.507,90	135,56	116,1
GVsg+10-160	158	3	223	300	400	50	17	0,24	14	689	16,54	68,4	20,44	776,36	83,84	61,63	3.171,83	158,59	124,6
GVsg+10-180	180,5	3	234	315	435	60	24	0,23	13	771	18,5	80,3	22,95	1.126,8	112,45	70,06	4.209,01	193,52	135,4
GVsg+10-200	197,5	3	244	317	457	70	29	0,17	10	848	20,35	92,12	25,26	1.555,46	143,51	78,46	5.089,13	222,72	141,9
GVsg+10-220	220	3	260	340	500	75	35	0,18	10,8	923	22,15	102,1	27,59	2.051,75	173,99	86,23	6.474,26	264,26	153,2

Perfil	h	e	b	d	c	a	r	α	α	D	P	Yg	S	Eje X			Eje Y		
														Ix	Wx	ix	Iy	Wy	iy
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	rad	º	mm	kg/m	mm	cm2	cm4	cm3	mm	cm4	cm3	mm
GVssg-120	118,5	4	113	170	260	45	17,5	0,24	14	481	15,39	59,77	18,51	410,74	65,48	47,1	1.111,82	85,52	77,49
GVssg-140	138,0	4	113	180	270	45	17	0,24	14	518	16,58	69,39	20,08	583,37	80,34	53,99	1.283,68	98,09	79,95
GVssg-160	158,0	4	123	200	300	50	17	0,24	14	583	18,66	79,41	22,53	850,91	103,03	61,45	1.750,89	116,72	88,15
GVssg-180	177,5	4	134	215	335	60	24	0,23	13	650	20,8	91,98	25,88	1.241,46	134,97	69,26	2.523,98	150,7	98,75
GVssg-200	197,5	4	144	217	357	70	29	0,17	10	727	23,26	104,4	28,96	1.722,58	165	77,13	3.176,93	178	104,7
GVssg-220	217,0	4	160	240	390	75	35	0,17	10	805	25,76	114,58	32,06	2.298,24	200,58	84,66	4.308,20	221	115,9
GVssg+5-120	118,5	4	163	220	310	45	17,5	0,24	14	546	17,47	53,73	20,94	469,89	68,33	47,39	1.887,68	121,79	94,98
GVssg+5-140	138,0	4	163	230	320	45	17	0,24	14	585	18,72	62,74	22,5	666,73	84,12	54,44	2.149,76	134,36	97,75
GVssg+5-160	160,5	4	173	250	350	50	17	0,24	14	645	20,64	72,45	24,95	964,53	107,71	62,18	2.807,16	160,41	106,1
GVssg+5-180	180,5	4	184	265	385	60	24	0,23	13	713	22,82	84,77	28,29	1.399,93	144,73	70,34	3.859,15	200,47	116,8
GVssg+5-200	200,5	4	194	267	407	70	29	0,17	10	789	25,25	96,94	31,37	1.932,72	184,85	78,49	4.749,96	233,41	123,3
GVssg+5-220	221,0	4	210	290	440	75	35	0,17	10	852	27,26	107,08	34,47	2.556,56	224,41	86,12	6.214,14	282,46	134,3
GVssg+10-120	118,5	4	213	270	360	45	17,5	0,24	14	594	19	50,6	23,05	493,05	68,53	46,26	2.924,81	162,49	112,7
GVssg+10-140	137,5	4	213	280	370	45	17	0,24	14	635	20,32	58,99	24,61	703,68	84,77	53,48	3.296,75	178,2	115,8
GVssg+10-160	158,0	4	223	300	400	50	17	0,24	14	695	22,24	68,28	27,06	1.020,15	108,85	61,4	4.174,95	208,75	124,2
GVssg+10-180	180,5	4	234	315	435	60	24	0,23	13	767	25,24	80,2	30,4	1.484,93	146,6	69,89	5.547,67	255,06	135,1
GVssg+10-200	197,5	4	244	317	457	70	29	0,17	10	842	26,94	92,03	33,48	2.052,89	187,53	78,31	6.714,81	293,86	141,6
GVssg+10-220	221,0	4	260	340	490	75	35	0,17	10	900	28,88	102	36,58	2.710,87	227,8	86,08	8.550,69	349	152,9

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

4.2 **Apoyos**

El apoyo está formado por un perfil, de sección complementaria de los perfiles extremos, solidario con dos placas de base que disponen de las perforaciones necesarias para la fijación al soporte mediante anclajes de tipo mecánico o químico (Figuras 1.2, 2.4 y 3.4). En las perforaciones que se practican en las estructuras existentes de hormigón armado se pone cuidado en no dañar las barras de la armadura existente, empleando unas brocas que no perforan el acero, modificando la posición del apoyo en caso necesario.

El conjunto se obtiene por plegado de chapa. El diseño de la pieza permite que los extremos del perfil del módulo longitudinal estén coartados en cuanto a los desplazamientos en el sentido transversal, disminuyéndose de este modo el efecto del posible pandeo lateral de las alas del perfil.

Cuando el forjado está apoyado en muros portantes de fábrica de ladrillo, sobre jácenas metálicas o de hormigón, pueden disponerse las uñas en forma de L hincadas en el paramento vertical, justo en la misma línea de asiento del elemento a reforzar y a ambos lados del mismo, que recibirán por soldadura la pieza base del apoyo (Figura 8). Estas uñas se reciben al soporte mediante morteros de cemento con resistencia a compresión no inferior a 2,5 MPa. Las uñas podrán colocarse según la Figura 8 o de forma invertida, eligiéndose la forma que sea más adecuada al soporte existente y al tipo de solución constructiva elegida.

La fijación del apoyo se complementa, en estos casos, con anclajes de tipo mecánico o químico.

El soporte del sistema NOU BAU se adapta a la solución de refuerzo de voladizo (con o sin contrapeso), con varilla pasante, ampliando el orificio de entrada a través del soporte, de manera que haya margen para evitar alguna posible barra de armado o estribo en el caso de que el elemento a atravesar con la varilla M12 sea una jácena u otro elemento de hormigón armado. Véanse las Figuras 12.1 (Soporte para cuando hay contrapeso, con dos perforaciones con colisos) y 12.2 (soporte exterior para cuando no hay contrapeso, con 2 orificios superiores de 50 x 70 mm).

4. 3 **Anclajes**

La elección del tipo y número de anclajes se realiza en función del material base de apoyo y de los esfuerzos transmitidos al mismo.

Estos datos serán facilitados por el responsable del Sistema, en función de las recomendaciones del fabricante del anclaje para cada material base de apoyo.

4.4 **Elementos complementarios**

4.4.1 *Prismas separadores*

Para producir el contacto puntual, requerido durante la operación de montaje, entre los perfiles "NOU BAU" y la vigueta a reforzar, en los puntos donde se aplican las fuerzas de preflectado, se colocan unos prismas de madera, de 7 x 7 cm de base y altura variable, según la solución adoptada.

4.4.2 *Aletas inferiores*

Pieza en forma de "L" de ángulo ligeramente agudo, complementario de la abertura del perfil.

Su misión es recibir las piezas de reconstrucción de las bovedillas en el montaje totalmente empotrado (Véase la Figura 9).

4.4.3 *Elementos complementarios para las soluciones de voladizo*

4.4.3.1 Braga

La braga es una pieza fabricada del mismo material que el resto de las vigas, con geometría de perfil central, es decir, que encaja con el módulo longitudinal de voladizo abrazándolo por el exterior, de 10 cm de longitud. Su función es la de transmitir la fuerza de preflectado uniformemente al perfil de voladizo (véanse las Figuras 11 y 11.1).

4.4.3.2 Tapón del émbolo

El tapón de émbolo es una pieza también del mismo material que el resto del conjunto, es decir, chapa de acero galvanizado o inoxidable, que tiene forma de marco de puerta (U invertida). Sus dimensiones le permiten a la vez, meterse debajo de cada una de las aletas de la braga, unido con soldadura a la misma, y alojar el tubo estructural en su interior (véase Figura 11.1). Su función, gracias a que su altura es de unos 6 cm, es la de permitir fijar, mediante soldadura, la deformación acumulada por el preflectado, que consigue que el elemento longitudinal más la braga más el tapón de émbolo suban, deformando elásticamente el módulo longitudinal, a la vez que los tubos estructurales bajan (véase la Figura 14).

4.4.3.3 Tubo estructural pasante para la solución de sustitución funcional de voladizo

Para el caso más habitual (GVsg-120) el tubo estructural que atraviesa la fachada está hecho de dos perfiles C de acero galvanizado, inoxidable AISI304 o inoxidable AISI316, según el resto del material del conjunto, soldados entre sí para que encaje en el tapón del émbolo, el cual permite el paso de 34 mm para lo cual no hay perfil estructural estándar (véase la Figura 11.2). Si la viga interior se diseña con un perfil GVsg-160 o superior, entonces el tapón del émbolo permite un alojamiento interior de 40 mm por lo menos, de manera que el tubo estructural puede ser estándar.

4.4.3.4 Pletina interior para la solución de refuerzo de voladizo con contrapeso

La pletina interior también tiene orificios amplios para tener margen de maniobra y absorber las posibles desviaciones de la broca al taladrar todo el espesor del muro o jácena. La arandela que se usa para fijar la pletina a la parte exterior de la fachada,

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

es también bastante grande para seguir teniendo alternativas entre la pletina y el punto exacto por donde la broca perfora el muro. Una vez colocada, se suelda a la pletina. (Véase la Figura 12.4)

4.4.3.5 Arandelas

Las arandelas para la parte exterior están fabricadas con chapa de acero galvanizada de 10 mm, son rectangulares, y el agujero central es un coliso, para poder adaptarse perfectamente a la posición de salida de la varilla roscada, la cual depende de las dificultades que se encuentre en el camino de agujerear la fachada.

En la parte interior, las arandelas pueden ser de dos tipos: si el sistema es el refuerzo de voladizo sin contrapeso, son también de chapa de acero de 10 mm, cuadradas de 100 x 100 mm, y con un agujero de 14 mm (véase la Figura 12.3), porque su función es la de evitar el punzonamiento del muro. Si el sistema es el de refuerzo de voladizos con contrapeso, dado que en el interior tendremos también viga NOU BAU, las arandelas serán más pequeñas (diámetro exterior 40 mm), porque en el soporte modificado de la viga NOU BAU (véase la Figura 12.1), el perfil lateral de la viga está relativamente cerca del lugar donde hay que colocar las arandelas

4.4.3.6 Varillas roscadas

Las varillas roscadas utilizadas en la parte superior del sistema de refuerzo de voladizo son M12 pasantes, por lo que su longitud dependerá de la anchura del muro de fachada. Las de la parte inferior serán de 120 mm de longitud (las varillas estándar del sistema NOU BAU).

4.5 **Material de relleno**

Sirve de relleno entre la vigueta deteriorada y el perfil de refuerzo, cuando la colocación es empotrada o semiempotrada.

Su función es la de mero distribuidor de cargas, con requerimientos de resistencia mínima a compresión de 0,1 MPa.

5. FABRICACIÓN

Los materiales y componentes empleados en el Sistema propuesto son suministrados por:

- Chapa de acero inoxidable:
  - ASI (I) (Acciai Speciali Terni España DVP, S.A. del grupo Krupp-Thyssen-Nirosta);
  - Acerinox (E);
  - ALZ (B);
  - Outokumpu Polarit OY (Fnd);
  - Avesta Sheffield Ltd. (UK);
  - S.C. Otelinox S.A. (Ru).
- Chapa de acero galvanizado:
  - Susider (E) (Calidad y Servicio en Suministros Siderúrgicos);
  - Arcelor S.A. (UE).

A partir de planchas del grueso requerido se cortan, se estampan, se punzonan los orificios para los remaches en su caso, y se doblan para fabricar los perfiles y piezas de apoyo.

El fabricante garantiza las siguientes tolerancias, en perfiles y piezas de apoyo:

-Longitud: ± 0,5 %;
-Altura: ± 1,5 %;
-Otras dimensiones: ± 2,0 %.

- Aditivo Horcel: ASFALTOS CHOVA, S.A.
- Resinas para los anclajes: DESA, 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. Modificaciones que deberán ser notificadas previamente, para su aprobación, al IETcc.

6. CONTROL DE CALIDAD

El control de producción en fábrica se lleva a cabo según la Norma UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012[1], de acuerdo al Certificado de Conformidad de Control de Producción en fábrica 0370-CPR-2737 y al certificado del Sistema de Gestión de Calidad.

SISTEMA NOU BAU, S.L., tendrá registrados y a disposición del IETcc todos los controles y certificados que a continuación se indican, para garantizar la calidad y trazabilidad de los productos.

6.1 **Controles de recepción de materias primas o componentes**

Chapa: El material base está garantizado por el suministrador del acero, que tiene establecido su sistema de control sobre todo el proceso de fabricación, mediante certificación del producto garantizando su composición y características mecánicas. La chapa de acero está fabricada por los suministradores antes mencionados a los que se exigirá certificación de calidad según ISO 9001. Cada suministro llevará adjunto el certificado de características de la bobina utilizada.

Aditivo: Certificado emitido por la empresa suministradora garantizando las características del producto.

Resina: Certificado emitido por el fabricante garantizando las características del producto.

Anclajes: Certificados emitidos por las empresas suministradoras tanto de las características de las resinas como de la tornillería utilizada.

[1] UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012: Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales.

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Los anclajes en hormigón deberán estar en posesión del Marcado CE.

6.2 **Controles de fabricación de componentes**

La empresa suministradora de los perfiles realiza un control de dimensiones y tolerancias en los perfiles y piezas de apoyo.

6.3 **Control de puesta en obra**

Como se indica en las Condiciones Generales de este Documento, los montajes 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.

El montaje del Sistema NOU BAU será realizado únicamente por personal homologado por el fabricante.

Las soldaduras en obra serán realizadas sólo por soldadores cualificados (ASME Sec. IX QW-484), utilizando procedimientos también cualificados según ASME Sec. IX.

El fabricante dispone de un sistema de Control de Puesta en Obra con certificado de aseguramiento de la calidad según ISO 9001:2000 nº EC-1421/04 emitido por Applus.

Para cada obra el fabricante redacta el Dossier de Montaje con las instrucciones concretas que se deberán seguir en la puesta en obra.

Además de las condiciones generales del montaje, se detalla, para cada unidad de vigueta a reforzar: su ubicación, el tipo de montaje a realizar (empotrado, semiempotrado, visto en posición normal o invertida), cada uno de los elementos NB que la compondrán y el esfuerzo de preflectado requerido.

En dicho Dossier se establece un control inicial del equipo de montaje, (con revisión e inspección tanto del personal, como de la maquinaria, del utillaje, y de las medidas de seguridad) y dos controles de la puesta en obra: el Autocontrol de montaje y la Inspección técnica de recepción.

6.3.1 *Autocontrol de montaje*

Lo realiza el responsable del equipo de montaje en paralelo con la ejecución del montaje, y tiene por objeto comprobar, en cada viga, la corrección de todos los elementos que la conforman y de todas las operaciones que se ejecutan para montarla.

Características de cada viga que se revisan y certifican en el autocontrol de montaje:

- Su ubicación, a partir del Número de Identificación (NI) del esquema de montaje.
- El tipo de montaje realizado y los componentes NB que se han utilizado.
- El espesor de los prismas separadores utilizados.
- Las soldaduras: longitud del cordón y calidad visual de la misma.
- La presión aplicada en el preflectado.
- El correcto atornillado de todos los anclajes.
- El nivel del relleno, indicado en cm aproximados de llenado.
- Las piezas especiales, si las hubiere, y otras observaciones.
- En el caso de las uniones remachadas, en cuanto la pistola de remachado rompe el vástago, el remache está correctamente colocado, de manera que ya sirve como testigo de la correcta colocación.

Como evidencia del control efectuado, a parte de la Certificación de autocontrol, se estampará una marca de estado en la viga controlada.

6.3.2 *Inspección técnica de recepción*

La Inspección técnica de recepción de cada montaje será realizada por la oficina técnica del fabricante y consiste en una revisión visual, viga por viga, de la ubicación, sus componentes, tipo de montaje, marca de estado, soldadura (apariencia y protección) remachado (todos los vástagos ya rotos), y las observaciones. Por lotes, de un máximo de 25 unidades, se realiza un control más detallado en una viga elegida de forma aleatoria: las soldaduras y/o remaches, los anclajes, el nivel del relleno y la deformación del refuerzo por efecto del preflectado. De cada inspección se levanta el Acta correspondiente.

6.4 **Etiquetado**

Para facilitar tanto el montaje como la trazabilidad de los componentes, el fabricante dispone de un sistema de etiquetado de todos los elementos.

En la etiqueta figura la identificación de la empresa, la marca del producto, el código del elemento, la identificación del plegador y la fecha de plegado (por lo que queda asegurada la identificación de la bobina de plancha de acero).

En el código de elemento se indica el canto de la viga, el tipo de pieza y, para perfiles, su longitud en decímetros y la longitud de la viga en decímetros.

7. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El transporte se realizará en condiciones tales que los perfiles no puedan deformarse.

Cuando un perfil por causa de algún percance se haya deformado, deberá ser rechazado, no permitiéndose su reparación.

El diseño del perfil permite un fácil transporte, acopio y apilamiento.

Los envases que contienen el aditivo y las resinas deberán conservarse cerrados y se controlará la fecha de caducidad del producto. Cuando estos materiales estén a pie de obra, deberán extremarse las precauciones y deberán almacenarse siempre en un lugar fresco y seco.

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

8. PUESTA EN OBRA

La puesta en obra será realizada por el fabricante del Sistema o por montadores autorizados por él, de acuerdo con las especificaciones técnicas de este documento y siguiendo las indicaciones del Dossier de Montaje.

Los trabajos de montaje deberán coordinarse con los propios del constructor de la obra: protección, preparación y ayudas.

Cada caso requerirá un estudio particular, pero por regla general las fases serán las siguientes (Figura 10):

a) Apuntalar el forjado objeto del refuerzo, si fuese necesario por condiciones de seguridad (véanse las Figuras 10.1.1, 10.2.1 y 10.3.1).

b) Localizar y descubrir los nervios deteriorados del forjado en toda su longitud, mediante desmontaje del falso techo, picado de revestimientos, etc., según el tipo de acabado de la superficie inferior del forjado a tratar.

c) Desviar las instalaciones que, debido a su ubicación, no permitan realizar el correcto montaje de la viga de refuerzo o de sus soportes en las paredes de carga.

d) En el caso de colocación del sistema de refuerzo empotrado o semiempotrado se deben liberar los laterales de la vigueta a reforzar, rompiendo la parte inferior de las bovedillas en caso de haberlas, para permitir encajar el perfil de refuerzo abrazando la vigueta (Figura 10.1.2).

En el caso en que la colocación del sistema del refuerzo sea vista, ya sea en posición normal o invertida, solo hay que quitar el revestimiento (yeso, cemento, etc,) de la base de la vigueta y de la parte de la bovedilla que vaya a estar en contacto con el perfil.

e) Vigueta a vigueta, traslado de puntales, si los hubiere, al centro del entrevigado para no dificultar la puesta en obra del sistema (Figuras 10.1.3, 10.2.2 , 10.3.2 y 10.4.3).

f) Saneamiento de las partes dañadas de las viguetas objeto de intervención, eliminando las zonas degradadas.

g) Preparación del paramento vertical, dejando la zona de anclaje del apoyo de la viga, lisa y homogénea. Si fuera necesario, se hará un revoque de cemento en dicha zona (Figuras 10.1.4, 10.2.4, 10.3.4 y 10.4.4).

h) Realización de las perforaciones necesarias en la tabiquería para permitir el paso de los perfiles de refuerzo cuando éstos atraviesen la parte superior de su sección (Figuras 10.1.5, 10.2.5, 10.3.5 y 10.4.5).

i) En el caso del sistema visto se soldarán los caballetes en los perfiles (Figuras 10.2.6 y 10.3.6).

En el caso de existir sustitución funcional de voladizo, se deberán realizar dos perforaciones, una a cada lado de la vigueta estropeada, sin descalzarla en ningún momento, que permitan el paso de los tubos estructurales. Acto seguido, se deberán fijar estos tubos con mortero sin retracción, para evitar cualquier movimiento en el instante del preflectado (véase la Figura 13).

Una vez realizados los trabajos previos, se procede al montaje de los refuerzos por parte del personal especializado del fabricante, siguiendo los procedimientos, la tecnología y los controles propios del Sistema.

j) Colocación de los perfiles extremos sobre puntales y con la previa incorporación de los prismas separadores en el extremo interior (Figuras 10.1.6, 10.2.7, 10.3.7 y 10.4.8) incluido también el perfil extremo del voladizo en el caso de la sustitución funcional de voladizo.

k) Colocación del perfil central, también sobre puntales, encajando en los perfiles extremos (Figuras 10.1.7, 10.2.8, 10.3.8 y 10.4.9).

l) Una vez comprobada la alineación del Sistema, se sueldan los perfiles (Figuras 10.1.8, 10.2.9, 10.3.9 y 10.4.10).

Cuando se trabaja con los perfiles de acero galvanizado, las soldaduras se protegen mediante la aplicación del galvanizador de zincado en frío, en formato spray, creando una película de zinc que preservará el material de la oxidación. En el caso en que las uniones se hagan mediante remaches, esta protección no será necesaria.

m) Colocación de los puntales con los gatos hidráulicos. Se colocan en los extremos del refuerzo, aplicados sobre los soportes, sustituyendo a los puntales provisionales extremos (Figuras 10.1.9, 10.2.10, 10.3.10 y 10.4.11).

Para llevar a cabo el preflectado de la sustitución funcional de voladizo, se utiliza una herramienta que se cuelga del interior de los extremos de los tubos estructurales, tirando de ellos hacia abajo, mientras que el gato hidráulico, colocado justo bajo el centro de la braga, empujará hacia arriba el conjunto de tapón de émbolo + braga + módulo longitudinal.

n) Preflectado, el proceso de pretensado del Sistema se realiza aplicando, a través de los gatos hidráulicos, la fuerza necesaria para conseguir la tensión de cálculo, según las prescripciones de proyecto (Figuras 10.1.10, 10.2.11, 10.3.11 y 10.4.12).

La fijación del preflectado en los voladizos se lleva a cabo mediante soldadura, concretamente entre el tapón de émbolo y el tubo estructural (Figura 10.4.13).

o) Montaje de los anclajes con las operaciones de taladrado, extracción del polvo, inyección de la resina, introducción de los pernos, espera de la polimerización y endurecimiento de la resina, y atornillado de las tuercas con llave dinamométrica.

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Fijación de los anclajes (Figuras 10.1.11, 10.2.12, 10.3.12 y 10.4.13).

En el caso del refuerzo de voladizo con contrapeso, en el momento del anclaje del soporte interior es cuando se realizan los agujeros pasantes necesarios para insertar la varilla pasante y así empresillar el muro de fachada. Acto seguido se coloca el módulo longitudinal + la placa con las cartelas bajo el voladizo, y se atornilla.

Si el sistema a instalar es el refuerzo de voladizo sin contrapeso, se coloca el módulo longitudinal + la placa con las cartelas bajo el voladizo, y, desde el exterior, se realizan los agujeros pasantes superiores, para acto seguido colocar la varilla pasante y las correspondientes arandelas interiores y exteriores. A continuación, se atornilla.

p) Retirada de los gatos hidráulicos y los puntales.

q) Sellado de los apoyos si se trata del sistema empotrado o semiempotrado (Figuras 10.1.12 y 10.4.14).

r) En caso de sistema empotrado o semiempotrado, proceso de relleno con mortero celular hasta el nivel previsto en el proyecto (Figuras 10.1.13 y 10.4.15).

s) Retirada del equipo.

En algunos casos puede ser necesario que el constructor realice, posteriormente al montaje del refuerzo, el retacado de las aletas de los perfiles NOU BAU a los elementos del entrevigado con mortero de cemento. Estos casos serán valorados por NOU BAU, S.L. en función de la tipología y geometría particular del forjado (Figuras 10.1.14, 10.2.13 y 10.4.16).

En el caso de sistema visto en posición invertida, se deberá realizar el rejuntado de la base contra vigueta y bovedilla (Figura 10.3.13).

A continuación, se ejecutarán los acabados de acuerdo con las instrucciones de la Dirección Facultativa.

9. MEMORIA DE CÁLCULO

En cada caso se comprobará la estabilidad y resistencia del Sistema, deduciéndose de este estudio el dimensionado del mismo. Asimismo, se justificará la adecuación del procedimiento para soportar los esfuerzos mecánicos y las deformaciones que puedan derivarse de las acciones a las que va a estar sometido el Sistema.

Como se indica en el Objeto de este DIT, el Sistema, una vez puesto en obra, no considera la resistencia mecánica a flexión de las viguetas a reforzar.

Las vigas se consideran biapoyadas siguiéndose, para su cálculo, la teoría general de resistencia de materiales aplicando, para las limitaciones de flecha, la Normativa vigente.

Proceso de diseño y cálculo:

1º. Elección de la serie de perfiles.

Según sean las condiciones físicas de la aplicación, se elegirá la serie de anchos necesaria (NB, NB+3, etc.,).

2º. Cálculo del módulo resistente requerido.

En función de la tensión de trabajo admisible y de la carga total del forjado (cargas permanentes más sobrecargas), se calculará el módulo resistente y se determinará el perfil de la serie que cumpla los requerimientos.

3º. Limitación de la flecha.

Se comprobará la admisibilidad de la flecha máxima que podrían producir las sobrecargas, en el supuesto de la desaparición total de la viga existente, procediéndose a las correcciones necesarias.

4º. Preflectado a aplicar.

Se calculará la fuerza vertical ascendente que aplicada a los prismas separadores (situados normalmente al final de los perfiles extremos) anule, en estos puntos, el momento flector producido por las cargas permanentes. (Véase el apartado primero del Informe Técnico, Descripción del Sistema).

5º. Comprobaciones.

Como comprobación del cálculo realizado se calcularán las reacciones en los apoyos, el esfuerzo en los tornillos, la deflexión inicial producida por el preflectado, la tensión de trabajo máxima en los perfiles, el factor de seguridad resultante, la relación luz/flecha de cálculo.

Es preciso realizar cálculos de la inestabilidad de la forma:

- Abolladura de las almas.
- Inestabilidad del ala comprimida. Momento crítico.

Ambos fenómenos, sólo se producirían en unas condiciones que quedan muy por encima del rango de valores a los que trabaja el sistema de refuerzo calculado.

El fabricante podrá suministrar programas de cálculo o prontuarios de utilización de los diferentes conjuntos en función de interejes, flechas, cargas, distancias entre apoyos y coeficientes de seguridad.

Tales datos deberán ser analizados y considerados por el Director de la obra.

9.1. **Particularidades del cálculo de refuerzo de voladizos**

En el caso de la sustitución funcional de voladizos, se dimensiona el tubo estructural para que pueda soportar el momento causado por el peso del voladizo (concargas más sobrecargas), sin deformarse plásticamente el acero del mismo.

Dado que en el interior se instala un contrapeso, la resultante final del tubo es una carga gravitacional

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

sobre el muro de fachada o elemento que reciba la carga, reproduciendo así, exactamente, el descenso de cargas original. Para este cálculo, se determina el momento máximo, afectado de les coeficientes de seguridad, y se calcula el módulo resistente de la sección de acero del tubo necesaria para soportarlo. Dada la poca longitud del tubo, no se tiene en cuenta la flecha del mismo.

En el caso del refuerzo de voladizos, tanto si se trata del refuerzo con contrapeso o sin él, se dimensionan las varillas pasantes a tracción, el punzonamiento del muro por la parte interior, y el cortante (éste último es la menor de las solicitaciones, porque para absorber el cortante siempre hay 4 varillas).

10. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

Según indica el beneficiario del DIT, Sistema de reparación de forjados de viguetas NOU BAU se empezó a emplear en 1992. Desde entonces hasta finales de 2024 se han montado más de 180.000 viguetas, que corresponden a casi 763.000 ml de vigueta sustituidos funcionalmente, o 534.000 m^2 de forjado.

El IETcc ha realizado varias visitas a obras, así como una encuesta a los usuarios, todo ello con resultado satisfactorio.

11. ENSAYOS

Parte de los ensayos se han realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) y otra parte de los ensayos han sido aportados por NOU BAU y realizados en otros laboratorios.

11.1 **Ensayos de identificación de los materiales**

Las empresas suministradoras de los materiales y componentes del Sistema han aportado, mediante certificación los valores característicos de los mismos.

11.2 **Ensayos de aptitud de empleo**

Ensayos realizados en el IETcc.

a) *Objeto de los ensayos*

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

b) *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 los ensayos de cortante se utilizaron viguetas fabricadas en el Instituto que se hicieron con un hormigón cuya resistencia era de 8,4 MPa, llevando como armadura de compresión un redondo de 8 mm de Φ, y de tracción uno de 4 mm que se extendía a los 2/3 de la longitud total de la vigueta en su zona central.

Para los de flexión se construyó una banda de forjado por ensayo, sobre viguetas armadas a la que se habían cortado parte de las armaduras. Otras dos con los mismos cortes se ensayaron a continuación de las reforzadas.

La carga de rotura para las viguetas sin reforzar, con el mismo dispositivo de ensayo que aquéllas, fue de 12,75 kN.

El perfil ensayado fue el NB-160 en los ensayos de flexión y el NB-140 en los de cortante.

Se registraron las flechas por medio de los flexímetros dispuestos bajo las viguetas, uno en el centro del vano y otros dos a 10 cm de los apoyos. La carga era aplicada a 50 cm de los apoyos para las viguetas ensayadas a cortante y en los tercios de la luz para los ensayos de flexión.

La carga se aplicó en escalones de 1,96 kN hasta llegar a 5,88 kN. En ese momento se descargó. Una vez estabilizada la flecha se reinició el proceso de carga igualmente en escalones de 1,96 kN que continuó hasta la rotura de la vigueta.

c) *Resultado de los ensayos*

A continuación, se muestran los valores más significativos de los ensayos realizados.

FLEXIÓN 1
- Carga de rotura: 62,76 kN
- Tipo de rotura: Aplastamiento del muro.

FLEXIÓN 2
- Carga de rotura: 67,67 kN.
- Tipo de rotura: Aplastamiento del muro.

CORTANTE 1
- Carga de rotura: 43, 8 kN.
- Tipo de rotura: Deformación excesiva.

CORTANTE 2
- Carga de rotura: 40,45 kN.
- Tipo de rotura: Deformación excesiva.

Los resultados dados para ensayos de flexión, no incluyen el peso propio de la banda de forjado ensayada que era de 2,08 kN/m. Asimismo, tampoco se considera la resistencia aportada por las viguetas que se reforzaron, factor a tener en cuenta también para las flechas obtenidas en los ensayos.

11.3 **Ensayos a las nuevas piezas de apoyo**

Ensayos realizados en el CECAM, con número de informe C06X8272 y fecha 14/06/2006.

a) *Objeto de los ensayos*

Verificar que las nuevas piezas de apoyo, realizadas mediante plegado de chapa acero inoxidable, tienen un comportamiento similar al de las piezas de apoyo soldadas que figuraban en el DIT 271.

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

b) *Disposición de los ensayos*

Entre dos perfiles metálicos separados 0,70 m, se dispuso una viga NB-140 E que apoyaba sobre dichos perfiles por medio de dos piezas de apoyo de chapa plegada según se describe en el Informe Técnico. Se realizaron dos ensayos similares.

La carga se aplicó por medio de una prensa hidráulica que aplicaba la carga en el centro de la luz sobre un perfil IPN que transmitía la carga a una distancia de 1,5 cantos de los apoyos.

Un dispositivo electrónico de recogida de datos registró las deformaciones de los apoyos y en el centro del vano.

La carga se aplicó a velocidad constante hasta llegar a 100 kN, momento en el que se procedió a retirar los flexímetros que registraban la flecha en los apoyos.

Se continuó la aplicación de carga hasta llegar a 130 kN, momento en el que se detuvo el ensayo por fallo debido a una deformación excesiva, tanto de la viga como de los apoyos.

c) *Resultado de los ensayos*

El comportamiento de las piezas de apoyo formadas por chapa plegada es similar al de las piezas formadas por soldadura.

11.4 Ensayos a flexión del sistema en forjados de viguetas de madera

Estos ensayos se han realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc). La descripción detallada y resultados de los mismos se reflejan en el informe 19.805-01.

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 un techo en mal estado, 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.

Se ensayaron los dos forjados a flexión, apoyados por sus extremos en los soportes GVn-140. La carga se aplicó 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.

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos; se puede ver las cargas y momentos de rotura, flechas alcanzadas y tipo de rotura en cada caso.

Se considera como carga de rotura la registrada en el gato, más el peso de los perfiles de reparto utilizados en el ensayo (aprox. 0,98 kN).

La carga uniforme debida al hormigón y relleno se considera de 0,83 kN/m.

FLEXIÓN M1:
- Carga de rotura: 21,21 kN
- Momento de rotura: 16,6 kNm
- Flecha máxima: 12,93 mm
- Tipo de rotura: Rotura por flexión separándose el perfil del tablero.

FLEXIÓN M2:
- Carga de rotura: 23,15 kN
- Momento de rotura: 17,9 kNm
- Flecha máxima: 12,72 mm
- Tipo de rotura: Rotura por flexión separándose el perfil del tablero.

11.5 Ensayos a flexión del sistema con perfil en posición invertida

Estos ensayos se han realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc). La descripción detallada y resultados de los mismos se reflejan en el informe 19.805-01.

Se construyeron dos bandas de forjado de semiviguetas de hormigón y bovedillas cerámicas con una capa de compresión de hormigón de 4 cm de espesor, de 70 cm de ancho y 4,0 m de largo; a las semiviguetas se les practicaron unos cortes que sobrepasaban la altura de las armaduras inferiores.

El ensayo se realizó sobre una viga GVn+5 -140 invertida, provista de caballetes rigidizadores del mismo tipo, sobre la que se hizo un rejuntado de mortero en toda la base de la vigueta original para asegurar un buen refuerzo.

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos. Se considera como carga de rotura la registrada en el gato, más el peso de los perfiles de reparto utilizados en el ensayo (aprox. 0,98 kN).

La carga uniforme debida al hormigón y relleno se considera de 0,69 kN/m.

FLEXIÓN H1:
- Carga de rotura: 54,71 kN
- Momento de rotura: 38,6 m kN
- Flecha máxima: 12,87 mm
- Tipo de rotura: rotura por flexión separándose el perfil del tablero.

FLEXIÓN H2:
- Carga de rotura: 41,82 kN
- Momento de rotura: 29,9 m kN
- Flecha máxima: 12,87 mm
- Tipo de rotura: rotura por flexión separándose el perfil del tablero.

11.6 Ensayos de las piezas de apoyo

Estos ensayos se han realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc). La descripción detallada y resultados de los mismos se reflejan en el informe 19.805-01.

Los ensayos a cortante, para estudiar el comportamiento de los apoyos de los perfiles, se realizaron usando un útil que permitía probar a la vez dos apoyos con una viga corta, reproduciendo las mismas solicitaciones que tienen lugar en los extremos de las vigas.

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

La presión sobre la viga se ejerce sobre los caballetes rigidizadores. Para medir las deformaciones durante la prueba, se dispusieron dos comparadores bajo el punto de vuelo máximo de cada apoyo. La prueba a realizar consiste en aplicar presión en los puntos de contacto con la viga NOU BAU, hasta inutilizar cuatro apoyos tipo GVn-140.

El ensayo en posición invertida tiene la misma disposición que el anteriormente descrito, con la excepción de que la presión se ejerce en la base superior de la vigueta.

CORTANTE 1 (Posición normal)
- Carga de rotura: 99,9 kN
- Flecha inferior izquierda: 1,28 mm
- Flecha inferior derecha: 2,30 mm
- Tipo de rotura: rompe por abollamiento de la chapa en soportes y perfil.

CORTANTE 2 (Posición normal)
- Carga de rotura: 100,5 kN
- Flecha inferior izquierda: 1,10 mm
- Flecha inferior derecha: 2,29 mm
- Tipo de rotura: rompe por abollamiento de la chapa en soportes y perfil.

CORTANTE 3 (Posición invertida)
- Carga de rotura: 150,0 kN
- Flecha inferior izquierda: 0,76 mm
- Flecha inferior derecha: 0,98 mm
- Tipo de rotura: rompe por abollamiento de la chapa en soportes y perfil.

CORTANTE 4 (Posición invertida)
- Carga de rotura: 160,8 kN
- Flecha inferior izquierda: 1,30 mm
- Flecha inferior derecha: 1,33 mm
- Tipo de rotura: rompe por abollamiento de la chapa en soportes y perfil.

11.7 **Ensayo a flexión de viga con uniones de de los tramos remachadas**

Este ensayo se ha realizado en las instalaciones de LGAI Technological Center S.A. (Applus). La descripción detallada y resultados del ensayo se reflejan en el Informe de ensayos N.º 24/32308932.

a) *Objeto de los ensayos*

Verificar el comportamiento de los perfiles de refuerzo NOU BAU con las uniones entre los tramos remachadas. El ensayo pretende analizar el comportamiento de la unión remachada y compararlo con el de la unión soldada, sometiendo a flexión únicamente el perfil, sin la parte de forjado correspondiente.

b) Disposición de los ensayos

La probeta consiste en una viga NOU BAU GVsg-160, formada por 2 perfiles extremo de 2 m y 1 perfil central de 1,65 m, de 3 mm de espesor. La longitud total del conjunto de los 3 perfiles es de 524 cm.

La unión de los perfiles entre ellos será mediante 16 remaches tipo MAGNA-LOK de 9,5 mm de diámetro, situados, 8 de ellos lo más cerca posible de la base del perfil, y los otros 8, 4 en cada aleta.

Se realiza un ensayo a flexión con dos cargas puntuales simétricas respecto al centro de la viga, en los solapes de los perfiles, a 1,95 m del extremo.

Se aplican diferentes escalones de carga hasta alcanzar 2.124 kg (2 x 1.062 kg), que es la carga más desfavorable que según los cálculos aportados por el fabricante se pueden alcanzar en estos puntos, considerando un intereje de 80 cm y una carga máxima uniformemente repartida de 589 kg/m^2 determinada a partir de las propiedades geométricas de la sección y del límite elástico del acero.

Se han monitoreado las deformaciones de la chapa en contacto con los remaches y la flecha de la viga.

c) *Resultado de los ensayos*

Se alcanza una flecha en el centro del vano de 59,23 mm bajo la carga máxima. Aunque se producen deformaciones en la chapa en las zonas remachadas, entre 0,57 y 1,33 mm, al descargar el perfil se recupera quedando una flecha residual de 19,46 mm tras 3 minutos.

La unión entre perfiles mediante remaches, se comporta de manera similar a la unión soldada entre perfiles, y por lo tanto se considera que su comportamiento es satisfactorio.

12. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

El Sistema, tal y como se describe en este Documento, debido al proceso de puesta en obra que se realiza, constituye un refuerzo activo y es apto para el fin de reparación de forjados al que se destina.

La forma del perfil de refuerzo permite su colocación, abrazando parcial o totalmente a la vigueta del forjado existente, evitándose en este caso pérdidas de altura libre en el espacio situado bajo el forjado objeto del refuerzo.

12.1 **Cumplimiento de la reglamentación nacional**

12.1.1 *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 comportamiento del Sistema y su puesta en obra exige unas condiciones de masa y resistencia del

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

forjado existente, tales que sean capaces de absorber los esfuerzos originados por la contraflecha producida en la fase de preflectado.

Estas características deberán quedar determinadas antes de realizar el proyecto de reparación, con objeto de verificar su viabilidad.

Dado el carácter activo del refuerzo, el Sistema comienza a actuar desde el momento de su puesta en obra.

Las condiciones óptimas de trabajo del Sistema son aquéllas en las que la relación de las concargas a las sobrecargas, sea la mayor posible.

Las condiciones mínimas por las que el Sistema queda limitado, es que la relación concargas/sobrecargas sea inferior a la unidad.

El Sistema, por las características de los materiales que utiliza, supone un reducido incremento de las cargas gravitatorias sobre los elementos estructurales verticales y en último término sobre la cimentación; no obstante, se deberá comprobar, en cada caso, la capacidad de los mismos al citado incremento de cargas, así como el nivel de tensiones en el terreno.

12.1.2 *DB – SI Seguridad en caso de Incendio*

La estructura de refuerzo, incluyendo los anclajes, deberá quedar convenientemente protegida 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.

12.1.3 *DB – SUA Seguridad de utilización y accesibilidad*

No procede.

12.1.4 *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.

12.1.5 *DB – HE Ahorro de energía*

No procede.

12.1.5 *DB – HR Protección frente al ruido*

No procede.

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

12.2.1 *Puesta en obra*

En la puesta en obra deberá tenerse especial cuidado en:

- La colocación de los perfiles para que las longitudes de solape sean correctas.
- La ejecución y aplicación del mortero de relleno entre el elemento a reforzar y el refuerzo, comprobándose que colmata la totalidad del espacio comprendido entre ambos, ya que del mismo depende la garantía de una adecuada transmisión de cargas.

  El perfil longitudinal, es muy deformable y con inestabilidad de forma, por lo que es necesario garantizar, a todo lo largo del perfil, su conexión con el forjado existente mediante el mortero de relleno que, a su vez, tiene la función de evitar los desplazamientos horizontales de sus caras laterales, por el posible efecto de cargas puntuales.
- En el caso de refuerzo de viguetas de madera es muy importante aplicar el tratamiento adecuado y adoptar las medidas oportunas para frenar la patología que ha provocado su deterioro, así como prevenir su completa pudrición, de manera que se pueda mantener su papel como distribuidor de cargas conjuntamente con el material de relleno, en su caso, con requerimientos de resistencia a compresión de 0,1 MPa.

12.2.2 *Limitaciones de uso*

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

12.3 **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 y resinas, se seguirán las instrucciones dadas por el fabricante de los mismos de acuerdo a la normativa vigente.

12.4 **Mantenimiento y condiciones de servicio**

El uso del acero inoxidable o galvanizado como materia prima del refuerzo proporciona una mejor durabilidad frente a la corrosión.

Se verifica 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.
- Un sistema de control de puesta en obra.

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.

12.5 **Condiciones de seguimiento**

El fabricante ha optado por un Sistema 2+ de Evaluación y Verificación de Constancia de las

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Prestaciones[2] para emitir las Declaraciones de Prestaciones y realizar el marcado CE, de acuerdo con la norma EN 1090-1:2009 +A1:2011[3], para los componentes estructurales del Sistema.

Para la concesión y validez del presente DITplus el fabricante deberá mantener en vigor el marcado CE del producto y someterse a supervisiones del control de producción, con un mínimo de visitas anuales a realizar por el IETcc o Laboratorio reconocido por este.

La ponente:

Irene Briones Alcalá
Arquitecto

13. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS[4]

Las principales observaciones formuladas por la

Comisión de Expertos[5] en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, fueron las siguientes:

- 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.
- Como cualquier unidad de obra de un edificio, es aconsejable, en general, realizar revisiones periódicas.
- Se recomienda que el fabricante deje marcas visibles en los extremos de los perfiles, (central y extremos), que garanticen el solapo mínimo (100 mm en uniones soldadas y 200 mm en uniones remachadas) que se pretende, o bien que en el montaje se marquen o pinten los perfiles en esa zona para facilitar la comprobación del solapo.
- La puesta en obra y las soluciones constructivas representadas en las figuras son ejemplos orientativos.
- En cuanto a los trabajos previos de la puesta en obra, para cada obra se deberán definir en función de las condiciones concretas de cada forjado, para cada vigueta, los apeos y medios auxiliares necesarios en función de las condiciones existentes, garantizando la estabilidad del conjunto durante los trabajos.
- Se tomarán las medidas necesarias durante la puesta en obra para no dañar las estructuras existentes durante la instalación de los elementos, por ejemplo, utilizando un pachómetro al trabajar sobre estructuras de hormigón armado para evitar dañar las armaduras.
- Se recomienda que una copia del presente DIT se incorpore al Libro del Edificio o documento equivalente.

---

[2] Según lo dispuesto en el Reglamento delegado (EU) n.º 568/2014 por el que se modifica el anexo V del Reglamento (EU) n.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. De acuerdo también a lo previsto en el Anexo IX del Reglamento de Productos de Construcción 2024/3110, que irá sustituyendo paulatinamente al Reglamento 305/2011.

[3] EN 1090-1:2009+A1:2011. Ejecución de estructuras de acero y estructuras de aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales

[4] 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.

[5] Las Comisiones de Expertos estuvieron formadas por representantes de los siguientes Organismos y Entidades:

- ADIGSA-Generalitat de Catalunya.
- Dirección General de Arquitectura y Habitatge de la Generalitat de Catalunya.
- Dirección General para Vivienda y Arquitectura. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.
- Ayuntamiento de Madrid.
- M.º de Defensa - Unidad de Obras, Instalaciones y Mantenimiento (MINISDEF – UOIM)
- CEDEX.
- C.E.N.I.M. (C.S.I.C.).
- CIETAN.
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército."General Marvá"
- Asociación para el Fomento de la Investigación y la Tecnología de la Seguridad contra Incendios (AFITI)
- Institut de Tecnologia de la Contrucció. Generalitat de Catalunya.
- Instituto Técnico Superior de Ingenieros de Caminos de Madrid.
- Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona.
- Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España (CSAE).
- Consejo General de la Arquitectura Técnica (CGATE)
- E.T.S de Arquitectura de Barcelona.
- E.T.S Arquitectura de Madrid (UPM)
- E.T.S Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas
- Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid (EUATM).
- E.T.S. de Ingeniería Civil (UPM).
- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS. Dirección de Ingeniería.
- DRAGADOS S.A
- FERROVIAL-AGROMAN S.A.
- FCC Construcción S.A.
- Asociación Española de Normalización (AENOR)
- Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes (ANDIMAT).
- SGS TECNOS S.A.
- Asociación de Empresas de Control de Calidad y Control Técnico Independientes (aeccti).
- CPV Control Técnico y Prevención de Riesgos, S.A.
- ITIC
- ALLIANZ
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Figura 1. Descripción del sistema semiempotrado

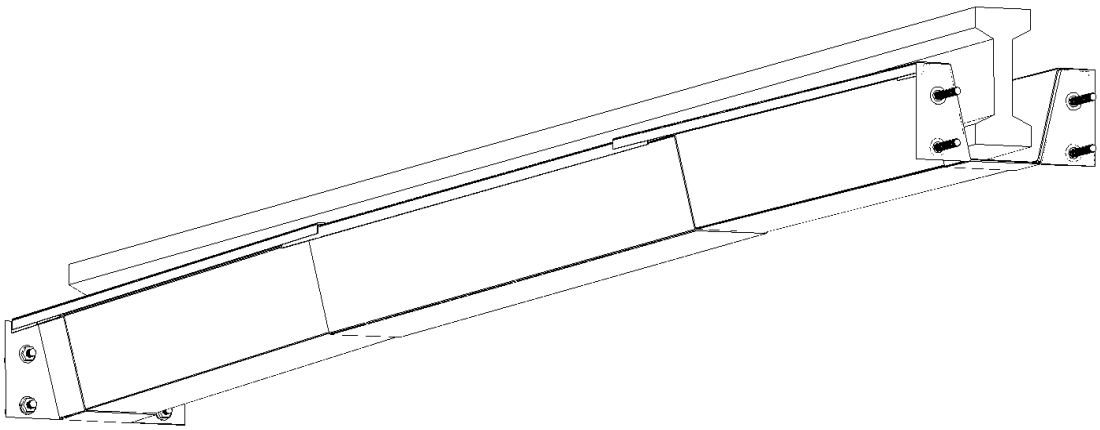


Figura 1.1 *Componentes del sistema*

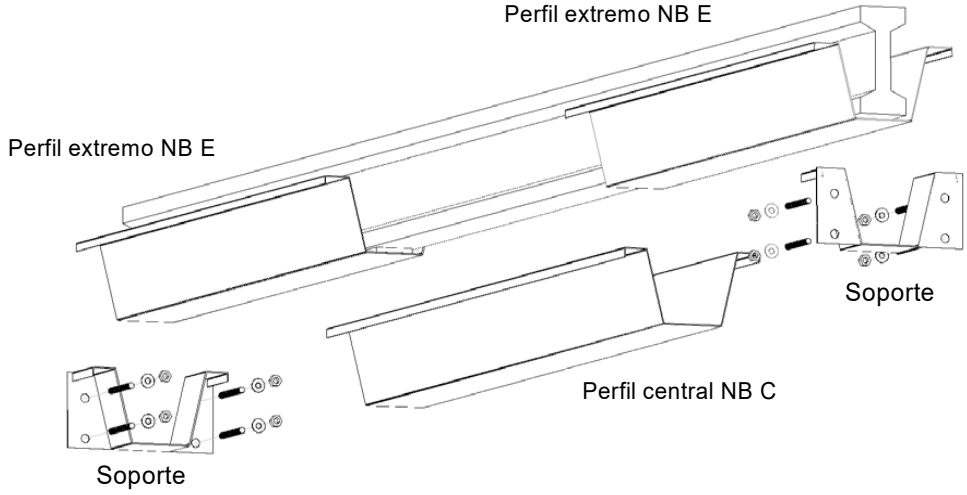
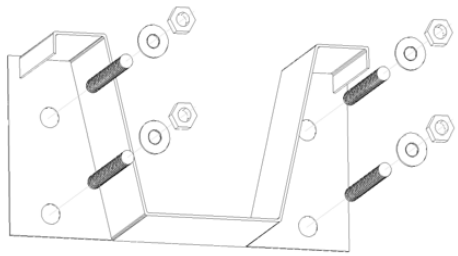


Figura 1.2 *Apoyo*



CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Figura 2. Descripción del sistema visto en posición normal

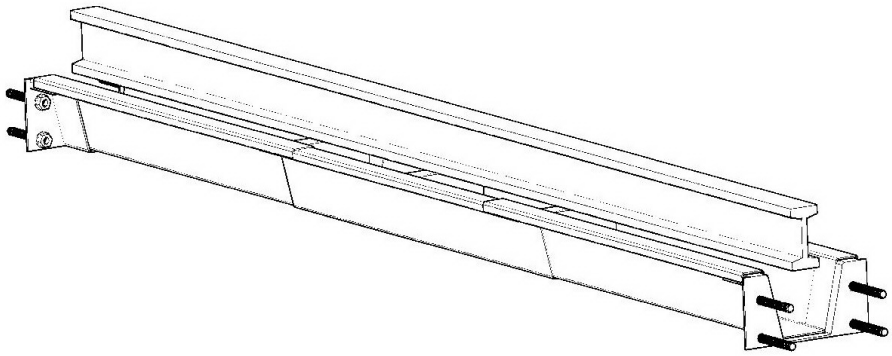


Figura 2.1 *Componentes del sistema*

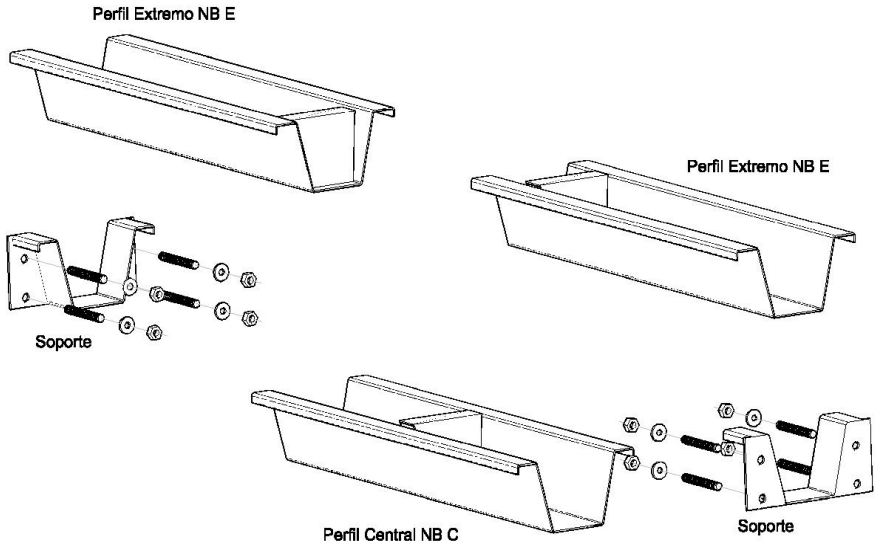


Figura 2.2 *Colocación de caballetes: viga en posición vista normal*

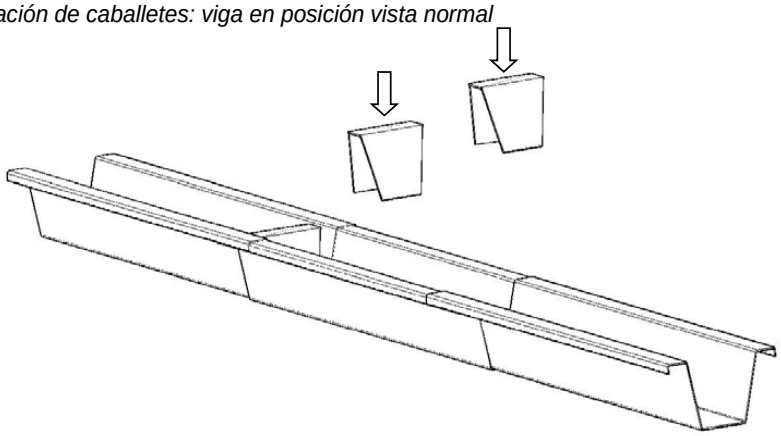


Figura 2.3 *Caballetes para sistema visto normal*

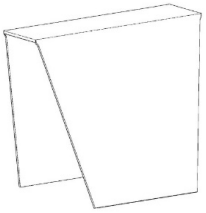
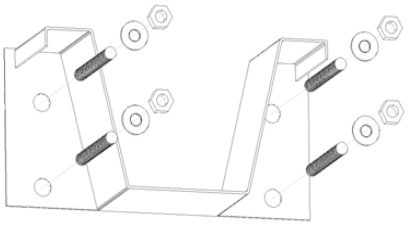


Figura 2.4 *Apoyo*



CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Figura 3. Descripción del sistema visto en posición invertida

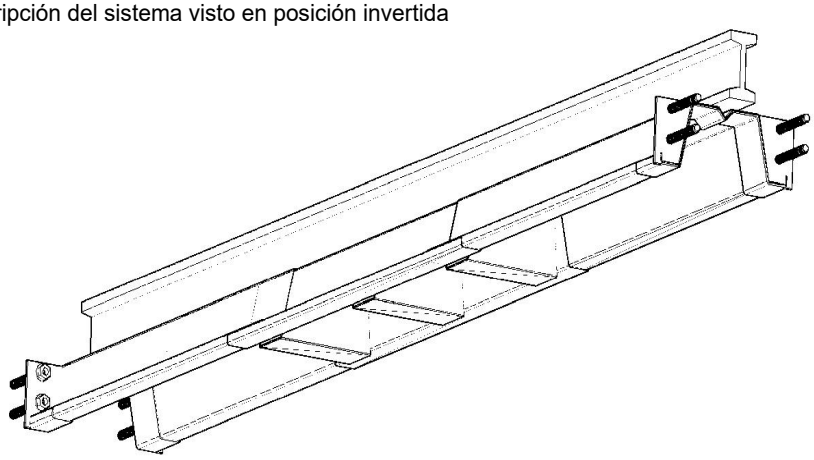


Figura 3.1 *Componentes del sistema*

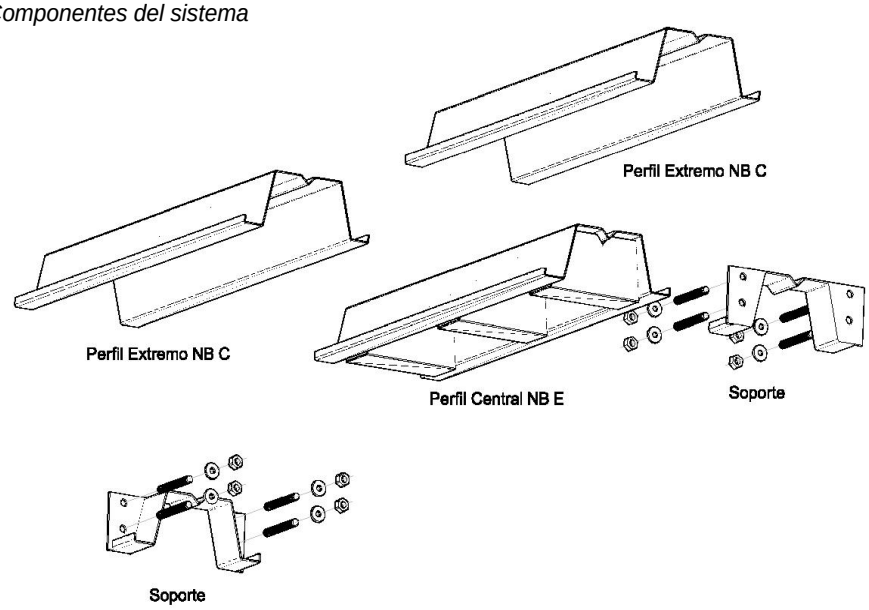


Figura 3.2. *Colocación de caballetes: viga en posición invertida*

Figura 3.3 *Caballetes para sistema visto invertido*

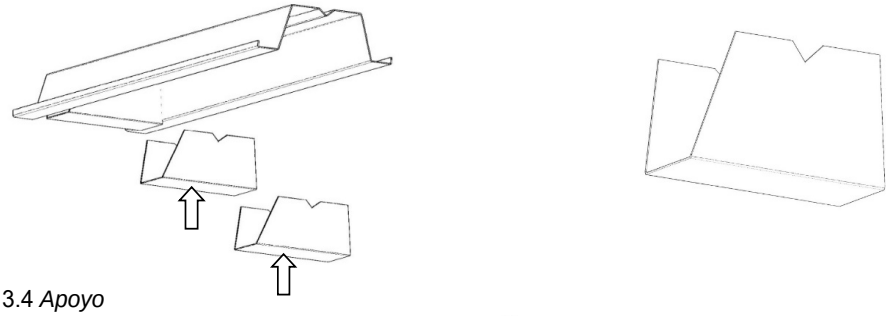
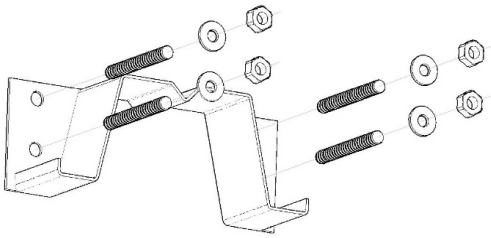


Figura 3.4 *Apoyo*



CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Figura 4. Perfiles unidos por soldadura

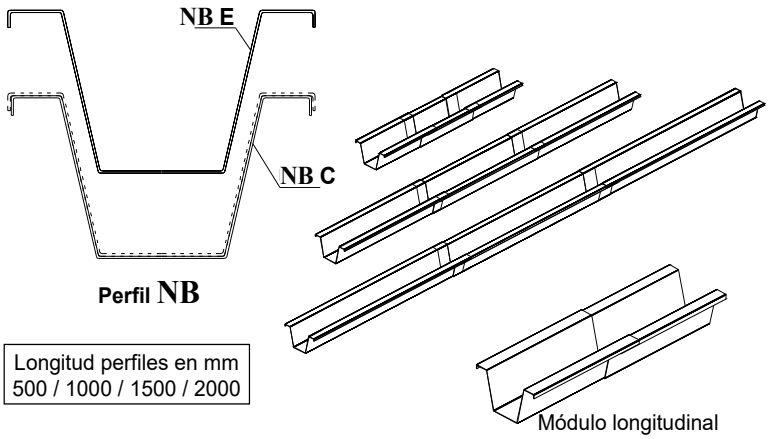
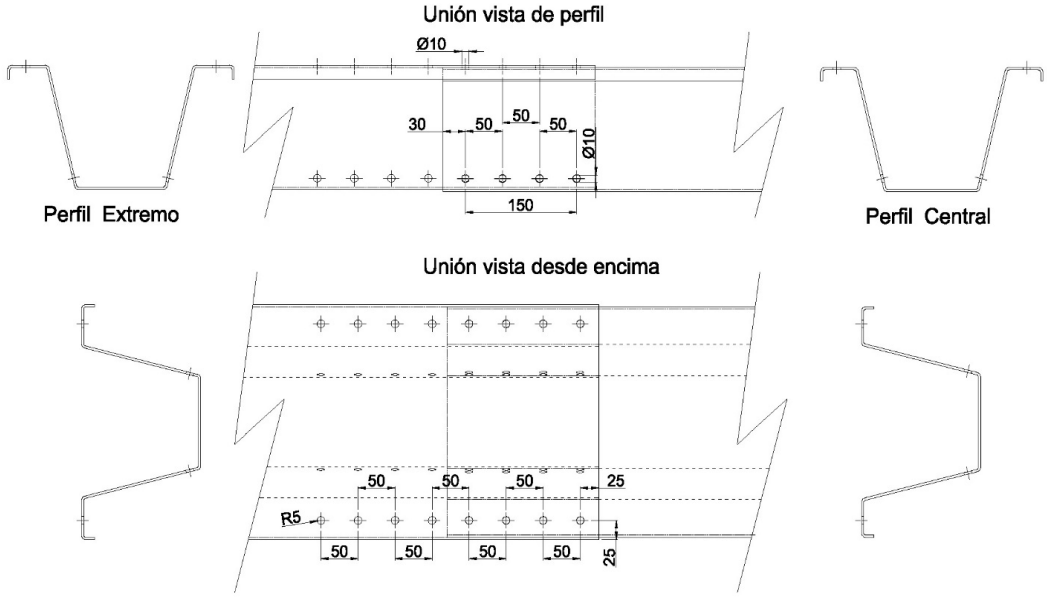


Figura 5. Perfiles unidos por remaches

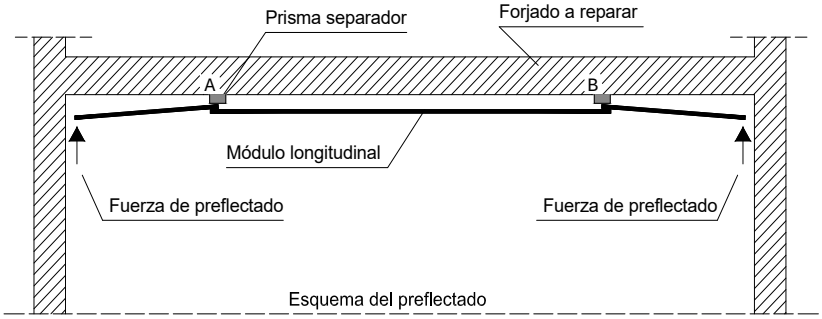


Perfil extremo, con 4 líneas de 8 agujeros de 10 mm de diámetro separados entre sí 50 mm, para alojar los remaches de 9,5 mm de diámetro. Los 8 agujeros son necesarios para dotar de telescopicidad a la viga y poderse ajustar a la medida real en obra.

Perfil central, con 4 líneas de 4 agujeros de 10 mm de diámetro separados entre sí 50 mm, para alojar los remaches de 9,5 mm de diámetro.

*Cotas en mm

Figura 6. Esquema de preflectado

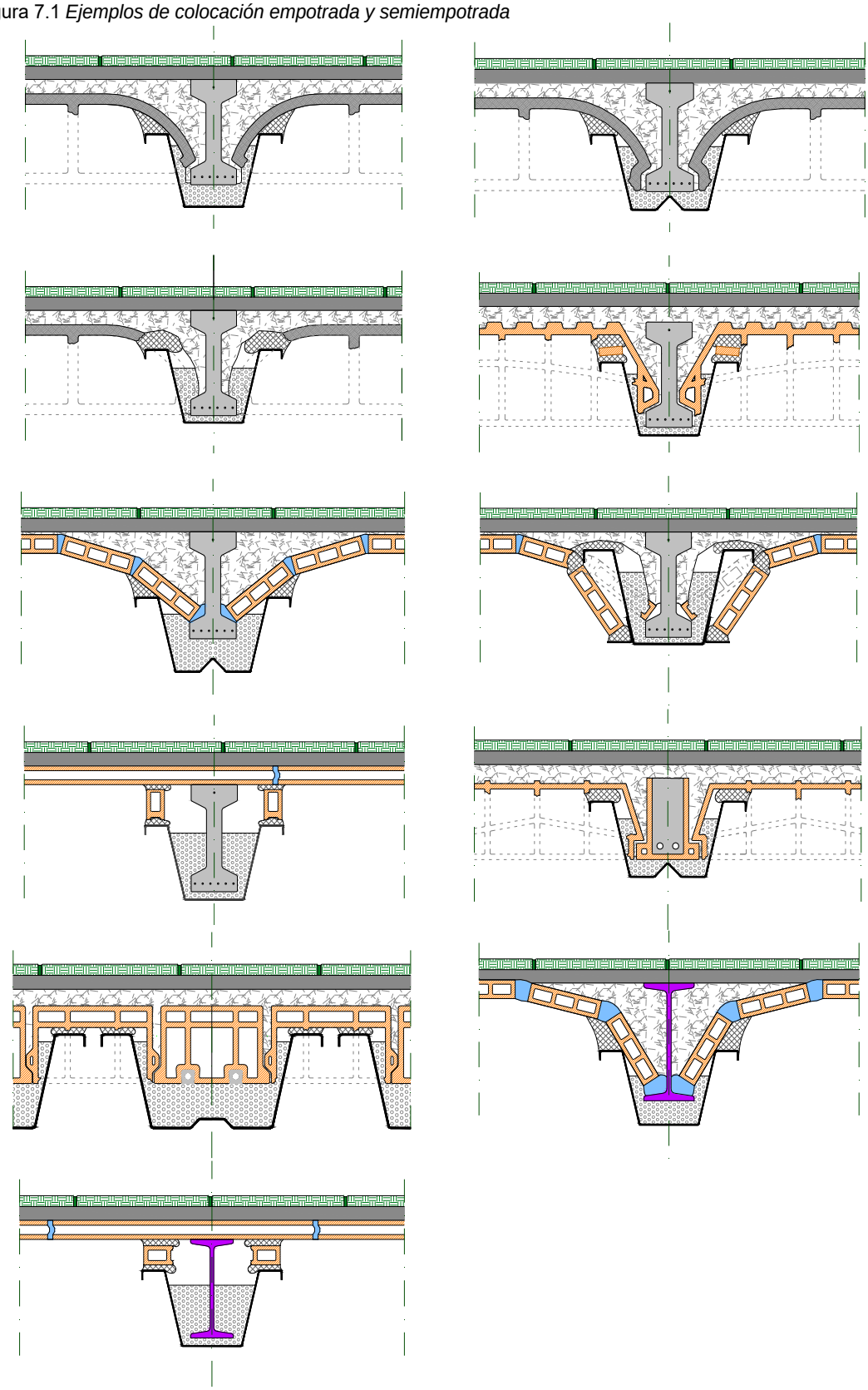


CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Figura 7. Soluciones constructivas

Figura 7.1 *Ejemplos de colocación empotrada y semiempotrada*



CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Figura 7.2 *Ejemplos de colocación en posición vista normal*

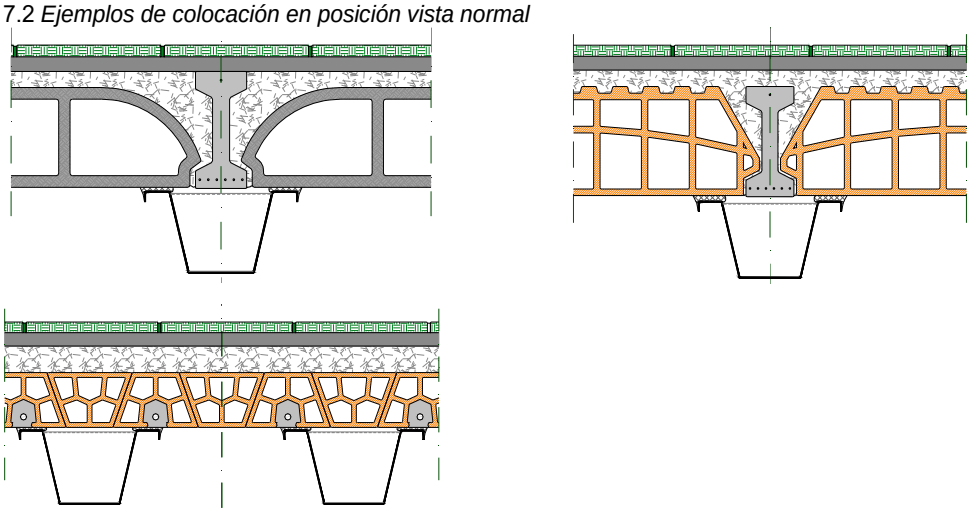


Figura 7.3 *Ejemplos de colocación en posición vista invertida*

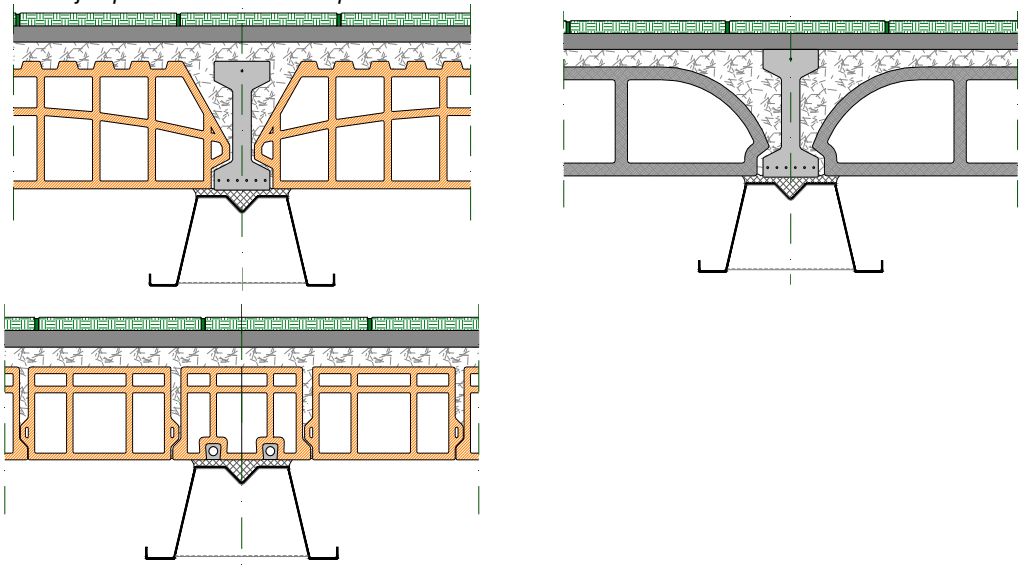
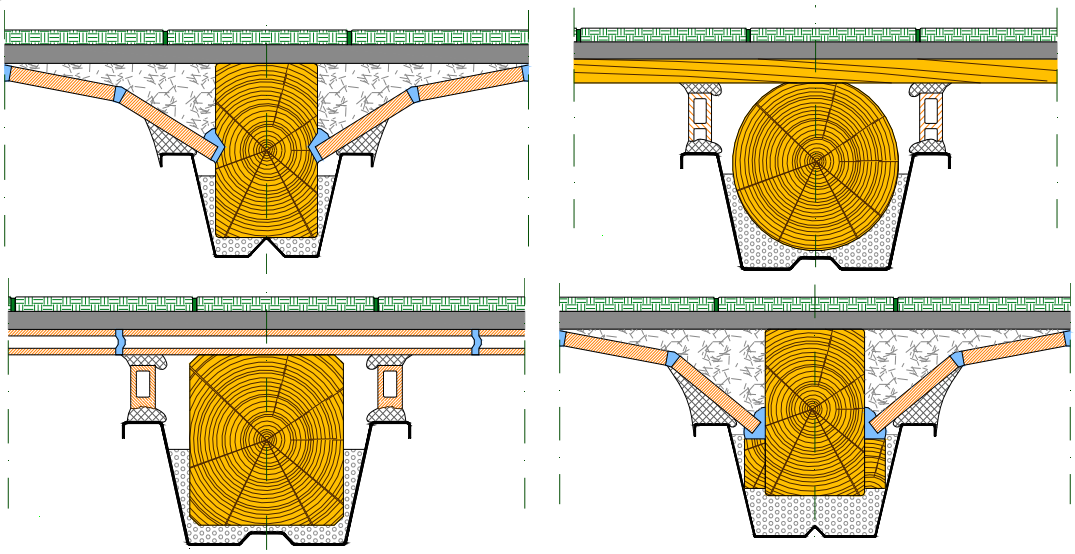


Figura 7.4 *Ejemplos de refuerzo vigas de madera*



CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Figura 8. Apoyo sobre muro de fábrica

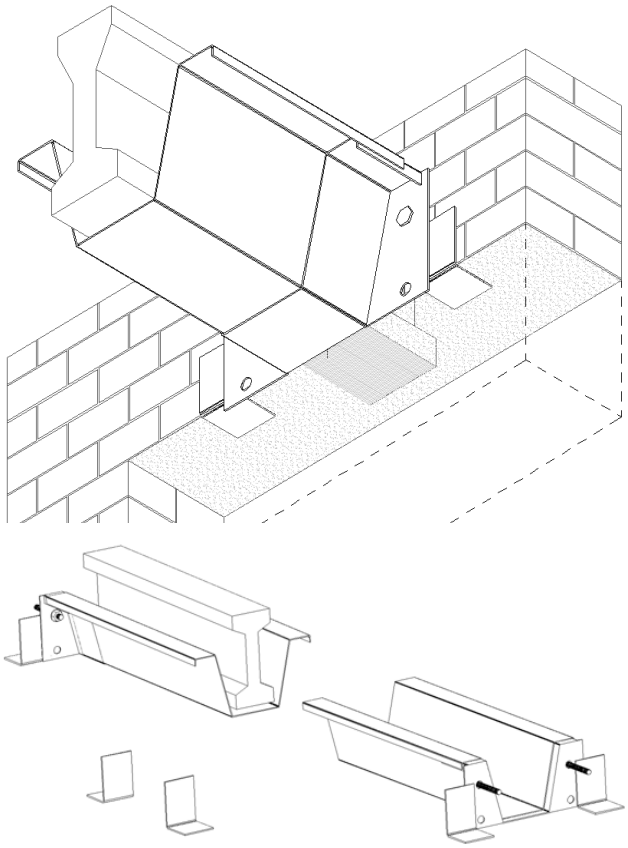
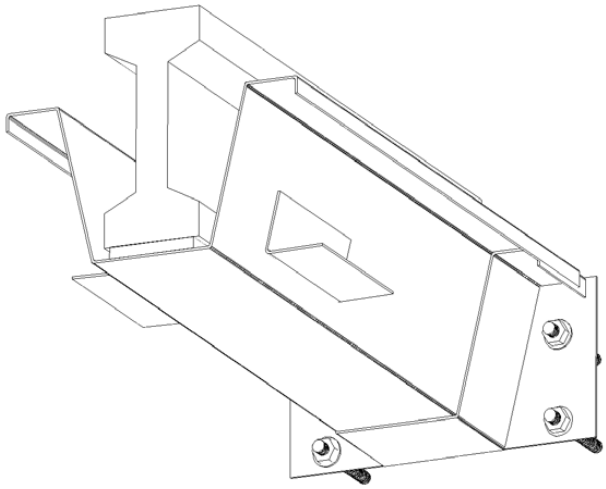


Figura 9. Disposición de los elementos complementarios

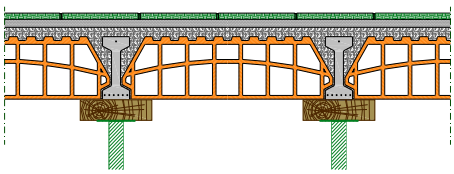
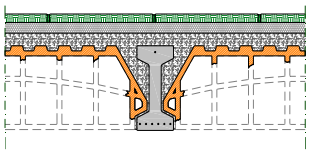
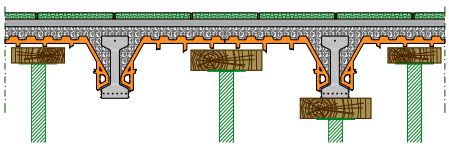
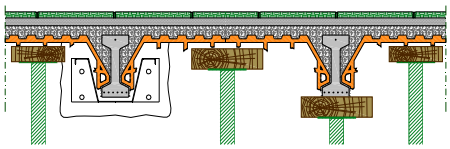
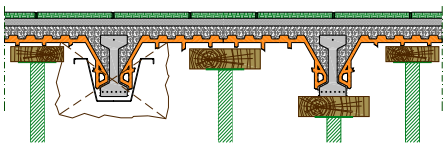
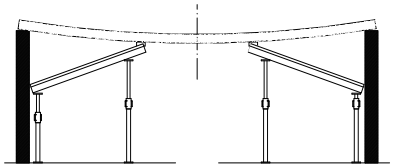
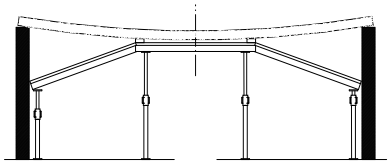
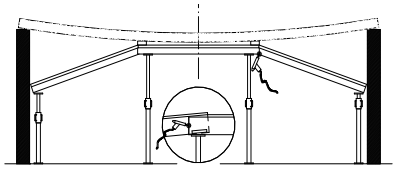
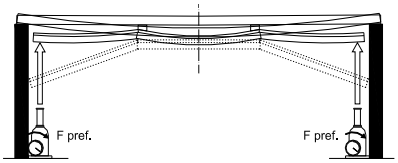
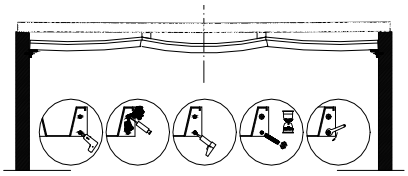
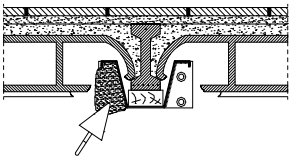
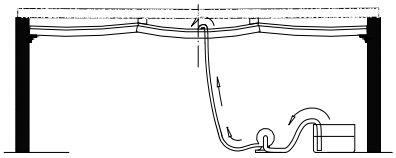
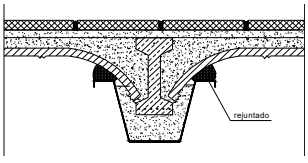


CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Figura 10. Puesta en obra

Figura 10.1 *Viga semiempotrada*

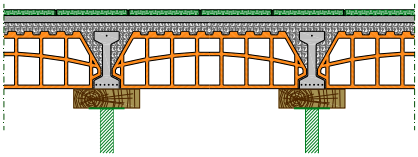
1.  Apuntalamiento del forjado (si fuese necesario)	2.  Liberar los laterales de la vigueta a reforzar.
3.  Traslado de puntales vigueta a vigueta (si los hubiere). Saneamiento de las partes dañadas de la vigueta.	4.  Preparación de los paramentos en los apoyos.
5.  Perforar la tabiquería.	6.  Colocación de los perfiles extremos.
7.  Presentación del perfil central.	8.  Soldadura o remachado de los perfiles.
9.  Colocación de los gatos hidráulicos.	10.  Preflectado del Sistema.
11.  Montaje de los anclajes y retirada de los gatos hidráulicos.	12.  Sellado de los apoyos.
13.  Proceso de relleno.	14.  Rejuntado.

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

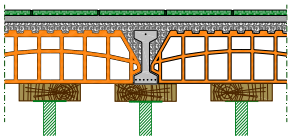
Figura 10.2 *Viga vista normal*

1.



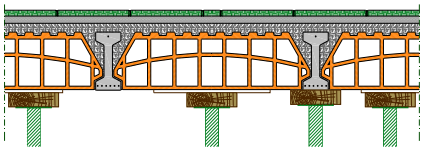
Apuntalamiento del forjado (si fuese necesario)

2.



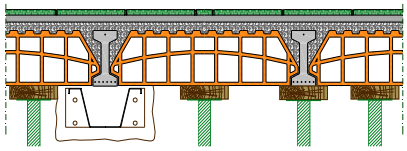
Traslado de puntales vigueta a vigueta(si los hubiere)

3.



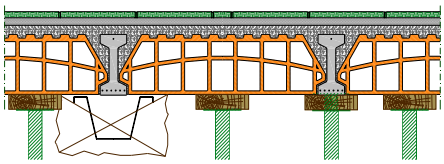
Repicar el yeso de la base de la vigueta a reforzar.

4



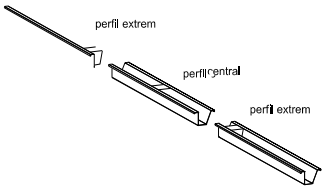
Preparación de los paramentos en los apoyos.

5



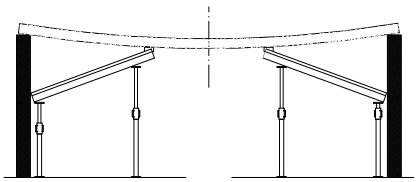
Perforar la tabiqueria.

6.



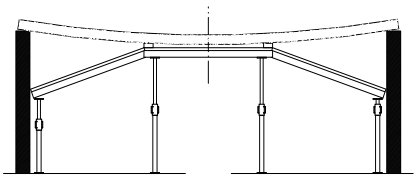
Soldar los caballetes.

7.



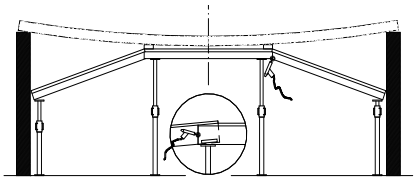
Colocación de los perfiles extremos.

8.



Presentación del perfil central.

9.



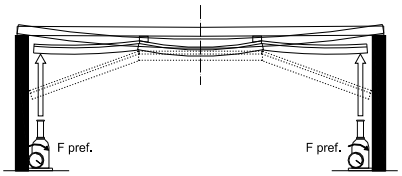
Soldadura o remachado de los perfiles.

10.



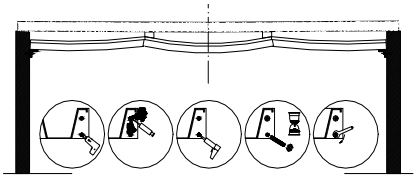
Colocación de los gatos hidráulicos.

11.



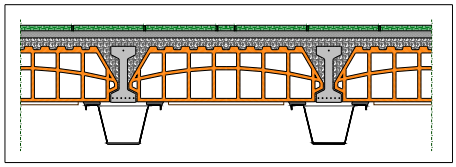
Preflectado del Sistema.

12.



Montaje de los anclajes y retirada de los gatos hidráulicos.

13.



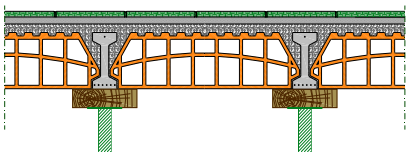
Rejuntado.

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

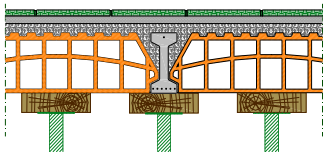
Figura 10.3 *Viga vista invertida*

1.



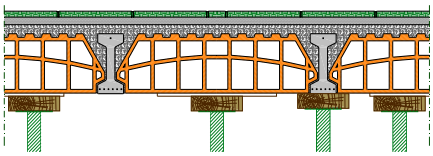
Apuntalamiento del forjado (si fuese necesario)

2.



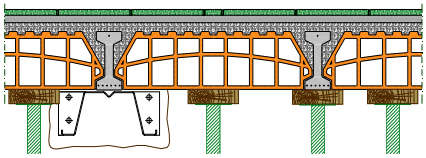
Traslado de puntales vigueta a vigueta (si los hubirere)

3.



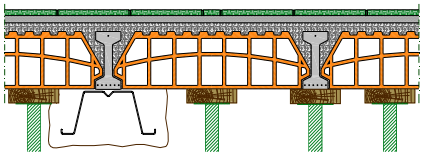
Repicar el yeso de la base de la vigueta a reforzar.

4.



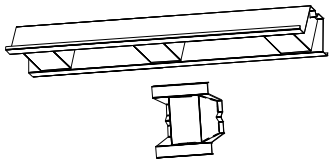
Preparación de los paramentos en los apoyos.

5.



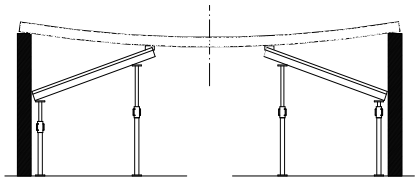
Perforar la tabiqueria.

6.



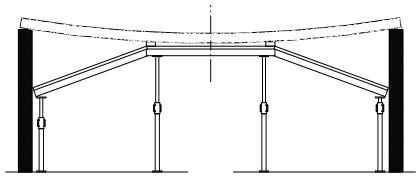
Soldar los caballetes al perfil central.

7.



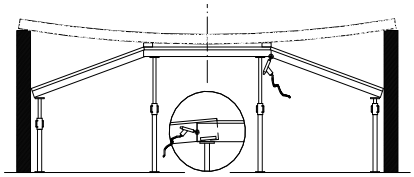
Colocación de los perfiles extremos.

8.



Presentación del perfil central.

9.



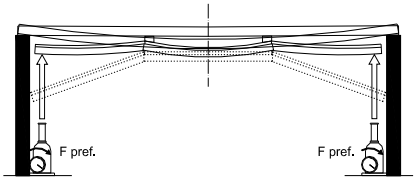
Soldadura o remachado de los perfiles.

10.



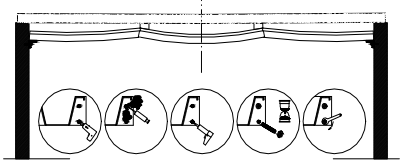
Colocación de los gatos hidráulicos.

11.



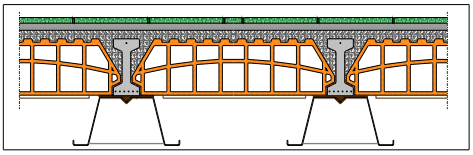
Preflectado del Sistema.

12.



Montaje de los anclajes y retirada de los gatos hidráulicos.

13.



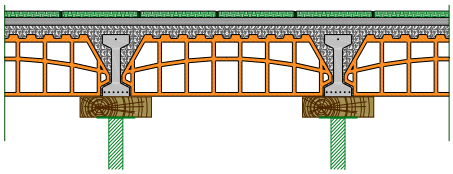
Rejuntado.

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

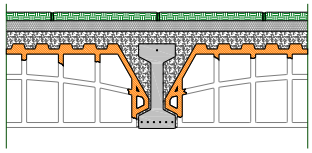
Figura 10.4 *Puesta en obra del refuerzo de voladizo*

1.



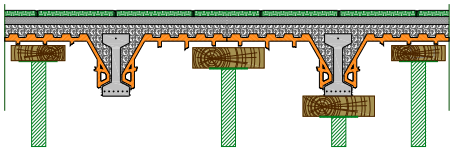
Apuntalamiento del forjado (si fuese necesario) .

2.



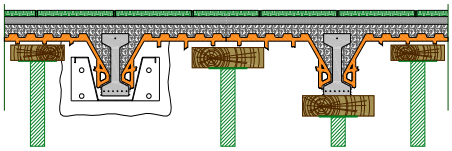
Liberar los laterales de la vigueta a reforzar.

3.



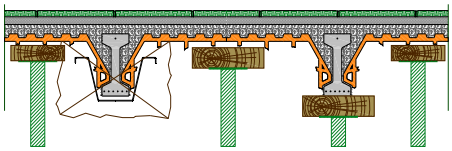
Traslado de puntales vigueta a vigueta (si los hubiere) .
Saneamiento de las partes dañadas de la vigueta.

4.



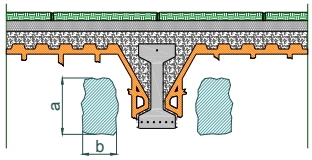
Preparación de los paramentos de los apoyos.

5.



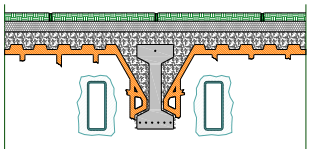
Perforar la tabiquería.

6.



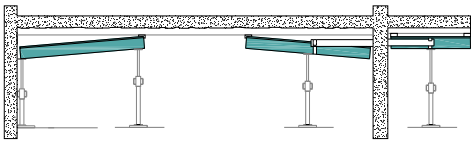
Perforar muro de fachada para pasar los tubos de los voladizos.

7.



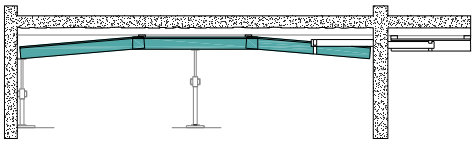
Fijar los tubos de voladizo con mortero sin retracción.

8.



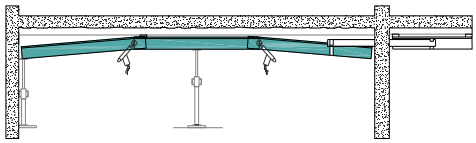
Colocación de los perfiles extremos.

9.



Presentación del perfil central.

10.



Soldadura de los perfiles.

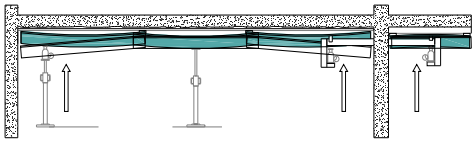
11.





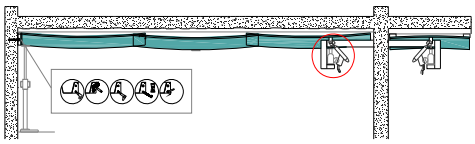
Colocación de los gatos hidráulicos.

12.



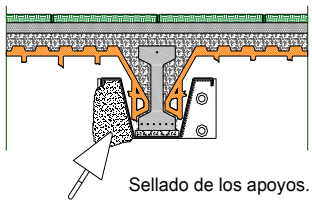
Preflectado del sistema.

13.



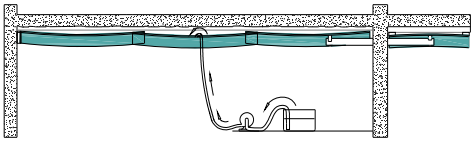
Montaje de los anclajes, y fijado del voladizo mediante soldadura.

14.



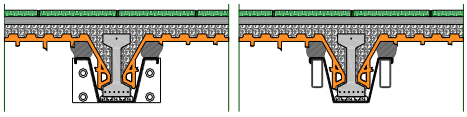
Sellado de los apoyos.

15.



Fijar los tubos de voladizo con mortero sin retracción.

16.



Rejuntado.

CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Figura 11. Descripción del sistema de sustitución funcional de voladizo

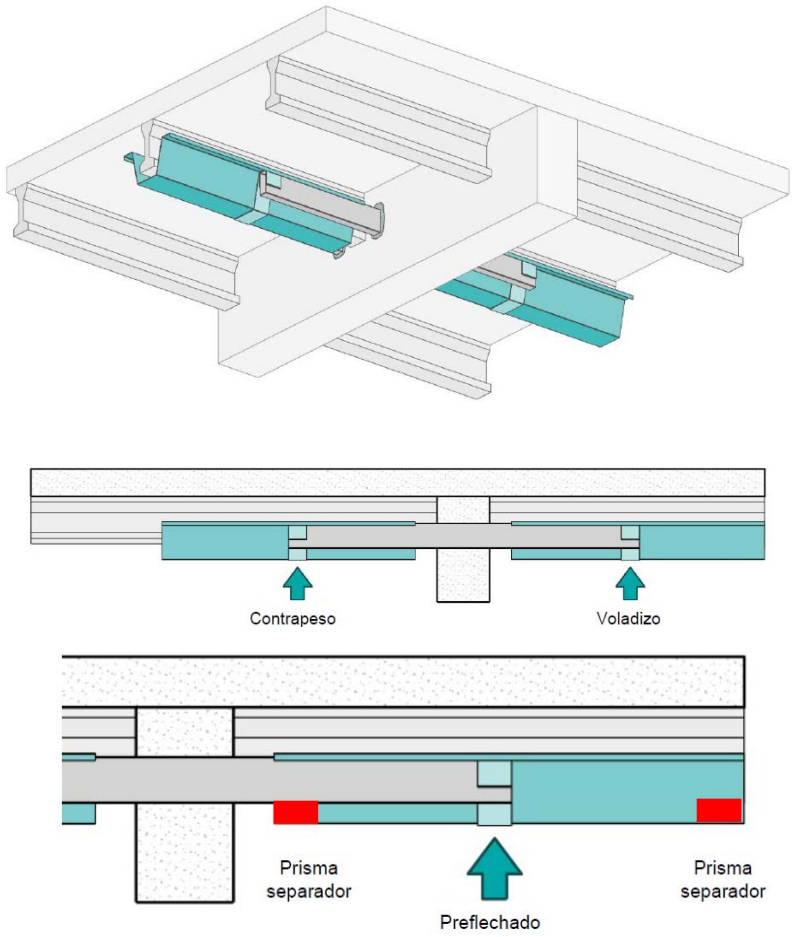
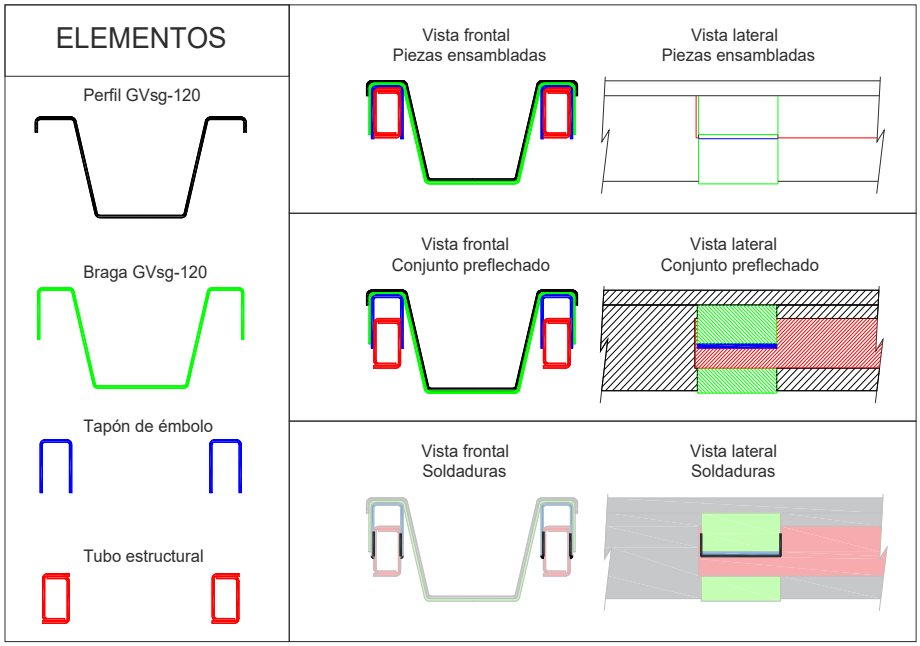


Figura 11.1 *Componentes del sistema de sustitución funcional de voladizo*



CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Figura 11.2 *Detalle del tubo pasante estructural 60x34x3*

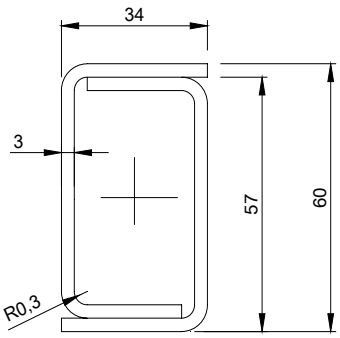


Figura 11.3 *Detalle de los agujeros para pasar el tubo estructural a ambos lados de la vigueta*

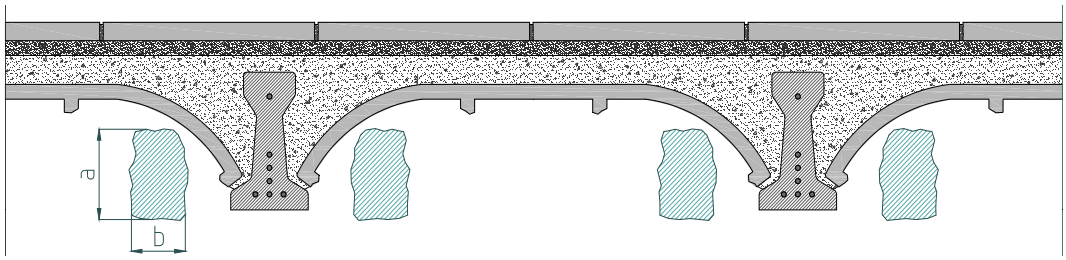


Figura 12. Descripción del sistema de refuerzo de voladizo con contrapeso

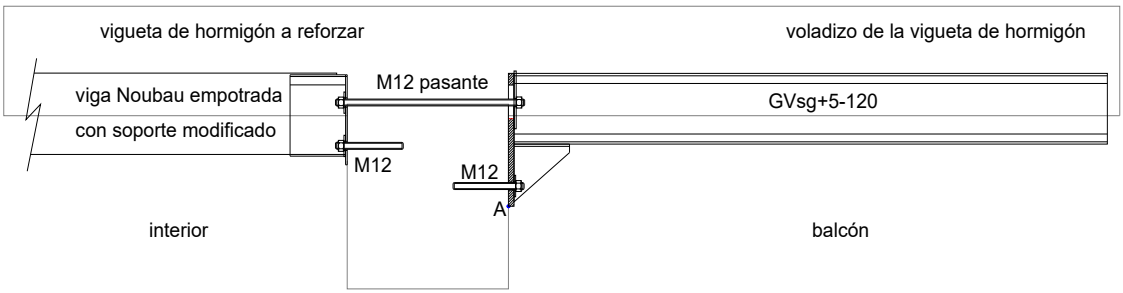


Figura 12.1 *Detalle del soporte interior para refuerzo de voladizo con contrapeso*

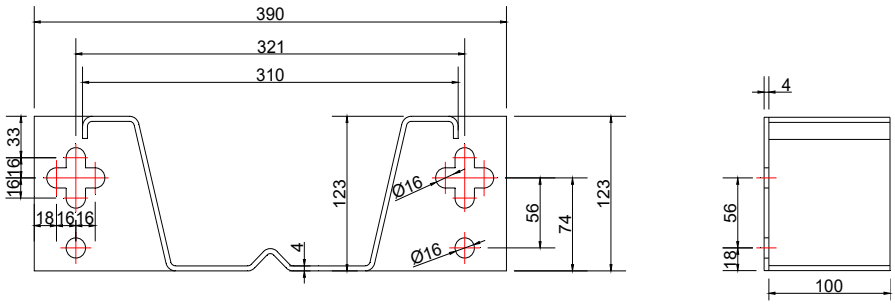
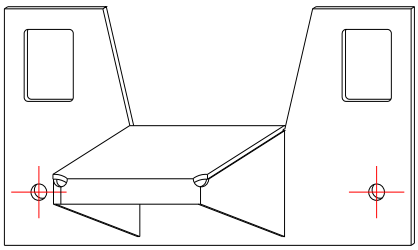


Figura 12.2 *Detalle de pletina acartelada*



CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsblF8yLcR

Figura 12.3 *Detalle de las arandelas exteriores e interiores*

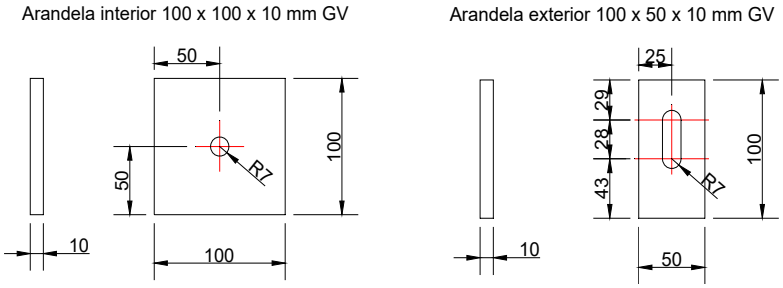


Figura 12.4 *Detalle de la soldadura de las arandelas exteriores a la pletina acartelada*

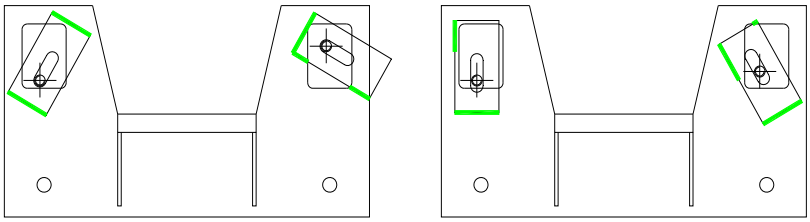


Figura 13. Descripción del sistema de refuerzo de voladizo sin contrapeso

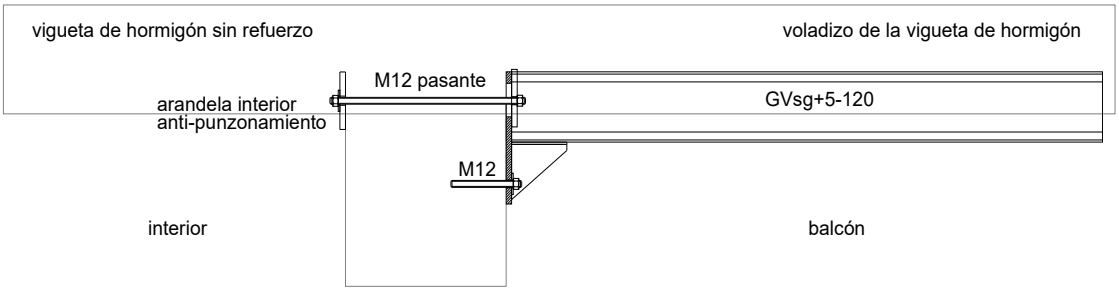
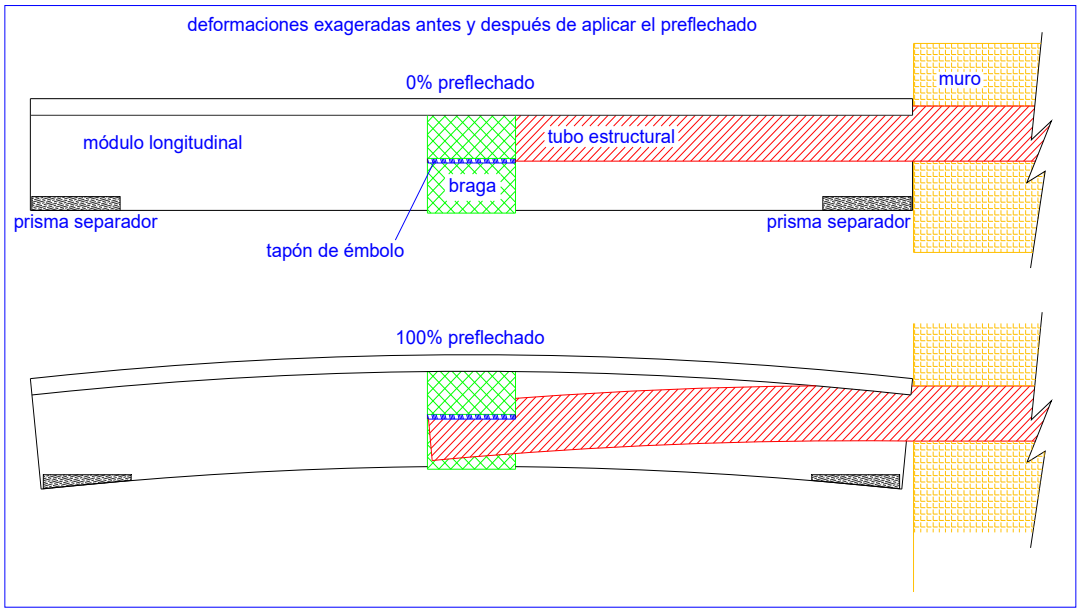


Figura 14. Efecto del preflectado en la sustitución funcional de voladizos



CSV : GEN-92b8-29db-c7d3-604b-f9d6-2990-4192-ce27
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://run.gob.es/hsblF8yLcR
FIRMANTE(1) : ANGEL CASTILLO TALAVERA | FECHA : 11/08/2025 10:43 | Sin acción específica