







Taller Grupo CICA para  
Scania en Huelva – España  
EOVAstudio

INCO 70.4 Fachada

En Incoperfil llevamos más de 40 años desarrollando sistemas constructivos que combinan eficiencia, innovación y rigor técnico. Nuestra experiencia, junto a prescriptores e instaladores, nos ha permitido ofrecer soluciones adaptadas a cada proyecto.

Este manual reúne el conocimiento esencial para el diseño y la justificación técnica de nuestros productos, y proporciona una herramienta práctica para su aplicación en obra. En él encontrará una guía que refleja nuestro compromiso con la calidad y con el asesoramiento técnico en cada fase del proyecto.



Renovación del Hipódromo de Longchamp en París - Francia  
Dominique Perrault Architecture

INCO 70.4 Colaborante



# Sistema de forjado colaborante

<b>Productos</b>	<b>7</b>	<b>Información para el diseño</b>	<b>9</b>	<b>Información para la puesta en obra</b>	<b>20</b>
		<ul style="list-style-type: none"><li>› Introducción al forjado colaborante</li><li>› Criterios de diseño</li><li>› Perfiles colaborantes</li><li>› Acero y recubrimientos</li><li>› Espesor del perfil colaborante</li><li>› Tipos de hormigón</li><li>› Tipos de armaduras</li><li>› Cálculo en fase de encofrado</li><li>› Cálculo en fase mixta</li><li>› Tablas de resistencia</li><li>› Tipología de estructura</li><li>› Separación entre apoyos</li><li>› Apoyo transversal mínimo</li><li>› Apoyo longitudinal</li><li>› Solape longitudinal, transversal y a testa</li><li>› Canto del forjado colaborante</li><li>› Forjado embebido en la estructura</li><li>› Voladizos</li><li>› Huecos en el forjado</li><li>› Cargas concentradas</li><li>› Conectores</li><li>› Vibraciones</li><li>› Aislamiento acústico</li><li>› Encofrado perdido</li><li>› Ensayos experimentales</li><li>› Servicio de soporte técnico</li><li>› Detalles constructivos</li><li>› Mercado CE</li><li>› Normativa</li><li>› Alcance y aplicación del contenido técnico</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>› Embalaje y transporte</li><li>› Recepción y descarga</li><li>› Almacenamiento y protección</li><li>› Manejo e izado</li><li>› Instalación sobre la estructura</li><li>› Fijación del perfil</li><li>› Corte del perfil en obra</li><li>› Remates perimetrales</li><li>› Juntas y remates de estanqueidad</li><li>› Apuntalamiento</li><li>› Colocación de armaduras</li><li>› Hormigonado</li><li>› Alcance y aplicación de las recomendaciones de instalación</li><li>› Propiedad intelectual y condiciones de uso</li><li>› Responsabilidad sobre el uso del contenido</li></ul>	
				<b>Detalles constructivos</b>	<b>27</b>
				<b>Fichas técnicas</b>	<b>35</b>



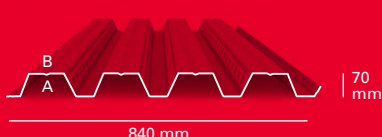
Soluciones de forjado rápidas y ligeras para su proyecto. Nuestra gama de perfiles colaborantes está diseñada para soportar el peso del hormigón y las cargas de ejecución durante la fase de construcción, además de colaborar a nivel resistente con el hormigón una vez que haya fraguado.

- › Sistemas versátiles que se adaptan a cualquier tipo de estructura
- › Reducen el tiempo de ejecución
- › Consiguen resistencias al fuego de hasta REI 240 sin necesidad de proyectar

- › Permiten luces de hasta 5 m sin necesidad de apuntalamiento
- › Disponga el forjado embebido en la estructura para incrementar la altura libre

## Perfiles colaborantes

### INCO 70.4 Colaborante



Long. fabricación (m): min 2 / max 14  
 Espesor (mm) / Peso (kg/m<sup>2</sup>)

0,75	0,8	1,0	1,2
8,77	9,35	11,69	14,02

### INCO 100.3 Colaborante



Long. fabricación (m): min 2 / max 23  
 Espesor (mm) / Peso (kg/m<sup>2</sup>)

0,75	0,8	1,0	1,2
8,93	9,52	11,9	14,28

### INCO 100.3 R Colaborante



Long. fabricación (m): min 2 / max 23  
 Espesor (mm) / Peso (kg/m<sup>2</sup>)

0,75	0,8	1,0	1,2
8,93	9,52	11,9	14,28

## Perfiles de encofrado

### INCO 30.4 Encofrado



Long. fabricación (m): min 2 / max 12  
 Espesor (mm) / Peso (kg/m<sup>2</sup>)

0,6	0,7	0,75	0,8	1,0	1,2
5,36	6,25	6,7	7,14	8,93	10,71

### INCO 30.5 Encofrado



Long. fabricación (m): min 2 / max 12  
 Espesor (mm) / Peso (kg/m<sup>2</sup>)

0,6	0,7	0,75	0,8	1,0	1,2
5,61	5,55	7,01	7,48	9,35	11,22

### INCO 44.4 Encofrado



Long. fabricación (m): min 2 / max 14  
 Espesor (mm) / Peso (kg/m<sup>2</sup>)

0,6	0,7	0,75	0,8	1,0	1,2
6,01	7,01	7,51	8,02	10,02	12,02

### INCO 70.4 Encofrado



Long. fabricación (m): min 2 / max 14  
 Espesor (mm) / Peso (kg/m<sup>2</sup>)

0,6	0,7	0,75	0,8	1,0	1,2
7,01	8,18	8,77	9,35	11,69	14,02

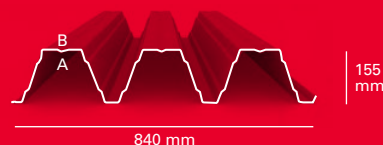
### INCO 100.3 Encofrado



Long. fabricación (m): min 2 / max 23  
 Espesor (mm) / Peso (kg/m<sup>2</sup>)

0,6	0,7	0,75	0,8	1,0	1,2	1,5
7,14	8,33	8,93	9,52	11,9	14,28	17,85

### INCO 155.3 Encofrado



Long. fabricación (m): min 2 / max 23  
 Espesor (mm) / Peso (kg/m<sup>2</sup>)

0,6	0,7	0,75	0,8	1,0	1,2	1,5
8,42	9,82	10,52	11,22	14,02	16,83	21,03



El estadio multiusos Roig  
Arena en Valencia - España  
ERRE Arquitectura

INCO 70.4 Colaborante  
INCO 100.3 Colaborante



# Información para el diseño

## Introducción al forjado colaborante

El forjado colaborante es una tipología de forjado unidireccional que se compone de un perfil grecado de acero galvanizado, el cual sirve como encofrado para una losa de hormigón ejecutada in situ. Una vez que el hormigón alcanza la resistencia característica del proyecto, el perfil grecado y la losa de hormigón trabajan de manera conjunta.

Por lo tanto, se establecen dos fases estructurales en el proceso de ejecución del forjado colaborante: la fase inicial de encofrado y la fase final mixta. Durante la fase de encofrado, con el hormigón fresco, el perfil soporta las cargas de ejecución y vertido del hormigón. En la fase mixta, con el hormigón fraguado, la sección completa del forjado soporta las cargas del proyecto. Así, el perfil colabora con el hormigón a través de unas embuticiones específicas, actuando como armadura de positivos y formando una sección transversal mixta. Por este motivo, el forjado colaborante también se conoce como losa colaborante o losa mixta.

El forjado colaborante puede garantizar requerimientos de resistencia al fuego de hasta REI 240 sin necesidad de revestimientos proyectados o falsos techos protectores, únicamente con la disposición de una armadura de positivos y un canto mínimo de losa ([ver detalles constructivos FC1, FC2 y FC3](#)).

Mediante esta solución, se pueden realizar forjados ligeros con un peso propio inferior a 2 kN/m<sup>2</sup>, utilizando un procedimiento de ejecución ágil y sencillo, especialmente en aquellos casos en los que no se requiera apuntalamiento.

El forjado colaborante, siendo un elemento estructural unidireccional, se considera en el cálculo como apoyado sobre la estructura y, por lo tanto, sometido principalmente a esfuerzos de flexión, cortante, rasante y flecha debidos a las acciones gravitatorias.

## Crterios de diseño

- Rango de luces que permite el forjado colaborante (2 - 5 m).
- Cargas permanentes y variables (3 - 30 kN/m<sup>2</sup>).
- Distribución de apoyos uniforme para resolver el forjado con el canto de losa más eficiente.
- Restricciones de apuntalamiento e influencia del despiece considerado.

- Mínimo canto de la losa necesario para cumplir con el requerimiento de fuego.
- Canto de la losa compatible con el aislamiento acústico y las vibraciones.

## Perfiles colaborantes

Incoperfil dispone de una amplia variedad de perfiles colaborantes para dar solución al sistema de forjado colaborante.

Perfil colaborante	Altura de greca (mm)	Ancho útil (mm)
INCO 70.4 Colaborante	70	840
INCO 100.3 Colaborante	100	825
INCO 100.3 R Colaborante		

Para seleccionar el perfil colaborante más adecuado para cada proyecto, se deben tener en cuenta las características más relevantes de cada perfil:

- INCO 70.4 Colaborante: Mínimo canto de losa sin requerimiento de fuego o con requerimiento reducido (REI 30).
- INCO 100.3 Colaborante: Máxima distancia entre vanos sin apuntalamiento.
- INCO 100.3 R Colaborante: Mínimo canto de losa frente a requerimiento de fuego elevado (REI 240).

## Acero y recubrimientos

Los tipos de acero más habituales empleados en la fabricación de los perfiles colaborantes y sus características, según la norma UNE-EN 10346, son los siguientes:

Tipo acero	Límite elástico (Rp0,2) MPa Min.	Resistencia a la tracción (Rm) MPa Min.	Alargamiento (A80) % Min.
S280GD	280	360	18
S320GD	320	390	17

El límite elástico del acero debe ser al menos de calidad S280GD, es decir, presentar un límite elástico mínimo Rp0,2 de 280 N/mm<sup>2</sup>, una resistencia a tracción mínima Rm de 360 N/mm<sup>2</sup> y un alargamiento a la rotura mínimo A80 de 18%. En determinadas ocasiones puede ser necesario el empleo de un límite elástico superior, como por ejemplo S320GD, para mejorar el comportamiento resistente tanto del perfil colaborante en fase de encofrado como del forjado en fase mixta.

En función del grado de corrosividad del ambiente interior según la norma UNE-EN 1090-4, se deberá definir el tipo de recubrimiento de zinc. En la siguiente tabla se indican los requisitos generales que deberán verificarse con las condiciones particulares de la obra.

Categoría de corrosividad	Ambiente Interior
C1 Muy baja	Edificios calefactados con atmósferas limpias: oficinas, tiendas, colegios y hoteles.
C2 Baja	Edificios no calefactados donde puede producirse condensación: almacenes y polideportivos.
C3 Media	Salas de producción con alta humedad y polución aérea plantas de procesamiento de comida, lavanderías, fábricas de cerveza y lecherías.
C4 Alta	Plantas de productos químicos: piscinas, varaderos y astilleros.
C5-I Muy alta (industrial)	Edificios con condensación casi permanente y alta polución.
C5-M Muy alta (marina)	Edificios con condensación casi permanente y alta polución.

En general, para ambientes interiores con una categoría de corrosividad muy baja, tipo C1, se recomienda emplear al menos un recubrimiento de zinc Z200 de 200 g/m<sup>2</sup> por ambas caras del perfil colaborante, según la norma UNE-EN 10346.

En ambientes interiores o exteriores con una categoría de corrosividad baja, tipo C2, se recomienda emplear, en ausencia de recubrimientos orgánicos de pintura, al menos un recubrimiento de zinc Z275 o de zinc-magnesio ZM120 por ambas caras.

En ambientes interiores o exteriores con una categoría de corrosividad media, tipo C3, se recomienda emplear, en ausencia de recubrimientos orgánicos de pintura, al menos un recubrimiento de zinc-magnesio ZM250 por ambas caras.

En ambientes interiores o exteriores con una categoría de corrosividad alta, tipo C4, o con una categoría de corrosividad muy alta, tipo C5, se recomienda emplear, en ausencia de recubrimientos orgánicos de pintura, al menos un recubrimiento de zinc-magnesio ZM310 por ambas caras.

Categoría de corrosividad	Tipo de recubrimiento metálico (sin recubrimiento orgánico de pintura)
C1 Muy Baja	Z200
C2 Baja	Z275; ZM120
C3 Media	ZM250
C4 Alta	ZM310
C5 Muy Alta	ZM310

Para más información sobre la protección del acero frente a la corrosión mediante recubrimientos metálicos y orgánicos consultar la norma UNE-EN 1090-4 y el Manual Técnico de Materiales.

Se ha de prestar especial atención a la compatibilidad entre materiales cuando se instalen componentes de diferentes metales. Se tendrá en consideración lo especificado en las normas UNE-EN 1090-4 y UNE-EN 1993-1-3.

## Espesor del perfil colaborante

Los perfiles colaborantes se fabrican en 3 espesores diferentes: 0,75, 1,00 y 1,20 mm. De acuerdo con la norma UNE-EN 1993-1-3, el espesor nominal mínimo para este tipo de perfiles colaborantes es de 0,75 mm. La elección del espesor se realiza teniendo en cuenta las características del proyecto, como la separación de apoyos, la magnitud de las acciones y la necesidad de evitar el apuntalamiento.

Perfil colaborante	Rango de espesores (mm)
INCO 70.4 Colaborante	
INCO 100.3 Colaborante	0,75 - 1,00 - 1,20
INCO 100.3 R Colaborante	

El espesor seleccionado tiene una influencia relevante tanto en la fase de encofrado como en la fase mixta. Por lo general, para optimizar la solución del forjado, se emplea un espesor de 0,75 mm cuando la separación entre vigas de apoyo es de aproximadamente 2-3 m, un espesor de 1,00 mm para separaciones de 3-4 m y un espesor de 1,20 mm para separaciones de 4-5 m.

En la fase de encofrado, el espesor del perfil colaborante influye directamente en su capacidad resistente y, por lo tanto, en la separación máxima entre las vigas de apoyo sin necesidad de apuntalamiento. En la fase mixta, el espesor también mejora el comportamiento resistente del forjado y, en determinados casos, puede reducir el canto total de la losa. Por lo tanto, un espesor de 0,75 mm generalmente permite, a igualdad de canto de losa, una separación entre apoyos sin apuntalamiento y un nivel de cargas en fase mixta del 50-70% respecto al espesor de 1,20 mm.

El espesor nominal del perfil colaborante incluye un revestimiento medio de zinc de 0,014 mm por cara, correspondiente a un recubrimiento de zinc Z200, y de 0,020 mm por cara para un Z275, según la norma UNE-EN 10346.

## Tipos de hormigón

Para la ejecución de losas mixtas debe utilizarse un hormigón con una resistencia característica de HA-25 o superior. El hormigón HA-25, se emplea principalmente en forjados interiores bajo condiciones ambientales normales, mientras que un hormigón HA-30 puede ser más conveniente en ambientes agresivos o exteriores, especialmente cuando el forjado se utiliza como material de acabado. En la mayoría de casos, no suele ser necesario utilizar hormigones con resistencias superiores a HA-30, ya que no se obtienen ventajas estructurales ni de durabilidad relevantes. Los hormigones de tipos superiores a HA-50 no deben utilizarse, salvo que su empleo esté debidamente justificado.

La resistencia característica a compresión, medida en probeta cilíndrica a los 28 días de edad, deberá ser igual o superior a 25 N/mm<sup>2</sup>, de acuerdo con lo establecido en el Código Estructural. Además, según los ensayos realizados, la resistencia característica del hormigón a los 43 días de edad deberá superar los 26,9 N/mm<sup>2</sup>.

La docilidad del hormigón deberá ser la adecuada para garantizar que, con los métodos previstos de puesta en obra y compactación, el hormigón fresco recubre completamente las armaduras y llene los encofrados, evitando la formación de coqueas. La docilidad del hormigón se evaluará mediante la determinación de su consistencia. En los forjados de obras de edificación, según el Código Estructural, se utilizará un hormigón de consistencia Fluida (F), con un asiento comprendido entre 100 y 150 mm, no permitiéndose valores inferiores a 100 mm.

La densidad o masa específica del hormigón endurecido depende de múltiples factores, principalmente de la naturaleza de los áridos, su granulometría y el método de compactación empleado. En general, para la ejecución de losas mixtas, se considera una densidad aproximada de 2.300 kg/m<sup>3</sup>.

Se deben emplear gravas naturales que cumplan, en igual o mayor grado, las características y la durabilidad exigidas al hormigón. Se recomienda el uso de áridos de tipo silíceo y canto rodado, mientras que el resto deberán ser sometidos a un análisis previo. El tamaño máximo del árido no deberá exceder los 20 mm y, en cualquier caso, no deberá superar las siguientes especificaciones:

- > 0,4-hc, donde hc es el canto de la capa de compresión.
- > bo/3, donde bo es el ancho medio de los nervios.
- > 31,5 mm, tamiz C.

## Tipos de armaduras

El forjado colaborante presenta 3 tipos de armaduras según su función: armadura antifisuración o mallazo, armadura de negativos y armadura de positivos o fuego.

Tipo de armadura	Posición Armadura	Recubrimiento mínimo (mm)
Antifisuración	Superior	20
Refuerzo de negativos	Superior	20*
Refuerzo de positivos o fuego	Inferior	40/65**

\* Se coloca por debajo de la armadura antifisuración.  
\*\* En función del perfil colaborante.

> Armadura antifisuración o mallazo: Se dispone de forma continua con un recubrimiento mínimo de 20 mm respecto a la cara superior del forjado. El área de la sección de la armadura de control de fisuración no deberá ser inferior al 0,2% del área de la sección de hormigón situada por encima de los nervios. En los casos en que circulen carretillas eleva-

doras u otras cargas concentradas de características similares, dicho porcentaje mínimo será del 0,5%.

Las dimensiones más habituales de la armadura antifisuración se presentan con separaciones de 15x15 y 20x20 cm, y diámetros de 6, 8, 10 y 12 mm. Se deberán garantizar los empalmes por solapo y el anclaje correspondiente de la armadura antifisuración (ver detalles constructivos FC1, FC2 y FC3).

0,2% del área de la sección de hormigón por encima de los nervios		
Canto de losa (mm)		Armadura mínima antifisuración (cm x cm x mm)
INCO 70.4 Colaborante	INCO 100.3 / INCO 100.3 R Colaborante	
120	150	
130	160	20x20x6
140	170	
150	180	15x15x6
160	190	
170	200	
180	210	20x20x8
190	220	
200	230	15x15x8

> Armadura de negativos: Se dispone de forma discontinua sobre los apoyos intermedios. Cada barra de refuerzo se coloca por debajo de la armadura antifisuración y sobre la vertical de cada nervio del forjado. La longitud del armado de negativos a cada lado del apoyo es de 1/3 de la luz de los vanos adyacentes al mismo. Por ejemplo, para vanos separados 3 metros la longitud total de los refuerzos de negativos será de 2 metros (1+1). La sección del armado de refuerzo se determinará mediante cálculo y quedará especificada en el informe correspondiente. Los diámetros más habituales de refuerzo de negativos son 6, 8, 10, 12 y 16 mm.

En proyectos con separaciones de apoyos de 2-3 metros, se puede simplificar la ejecución del armado de negativos utilizando únicamente la armadura antifisuración, evitando así la disposición de refuerzos de pequeña longitud sobre los apoyos intermedios. Para separaciones de apoyos de 4-5 metros, puede ser recomendable recurrir a soluciones de mallazo y refuerzo de negativos para ajustar la cuantía de acero del forjado. En caso de emplear únicamente la armadura antifisuración como armado de negativos, se deberán garantizar los empalmes por solapo de dicha armadura, los cuales preferiblemente se ubicarán en centro de vano.

> Armadura de positivos: Se dispone de forma continua en la parte inferior de todos los nervios del perfil colaborante. La posición del refuerzo varía en función del tipo de perfil, para los perfiles INCO 70.4 Colaborante e INCO 100.3 R Colaborante es de 40 mm de la parte inferior del nervio, mientras que para el perfil INCO 100.3 Colaborante es de 65 mm. Los diámetros más habituales de refuerzo de positivos son 6, 8, 10, 12 y 16 mm, aunque en los perfiles de canto de

100 mm se pueden emplear diámetros de hasta 20 mm. La sección del refuerzo de positivos se determinará mediante cálculo y quedará especificada en el informe correspondiente.

Por lo general, los forjados colaborantes se diseñan normalmente como losas apoyadas sobre la estructura, donde el perfil colaborante proporciona el armado de positivos necesario. En algunos casos, se puede considerar un armado de refuerzo de positivos adicional para mejorar el comportamiento del forjado frente a esfuerzos de flexión. En los casos en los que se utilice acero prelacado en lugar de acero galvanizado en la fabricación del perfil colaborante, será necesario disponer de la armadura de positivos para garantizar el comportamiento resistente del forjado. Se deberán garantizar los empalmes por solapo y el anclaje correspondiente de la armadura de positivos. Generalmente, debido al canto reducido de esta tipología de forjados, se realiza un anclaje en gancho de la armadura de positivos en los apoyos extremos.

En los casos en los que coincidan en un mismo cálculo la armadura de positivos y la armadura de fuego, y dado que ambas se ubican en la misma posición, prevalecerá el refuerzo de mayor diámetro (ver detalles constructivos FC1, FC2 y FC3).

➤ Armadura de fuego: se dispone de forma continua en la parte inferior de todos los nervios del perfil colaborante y en la misma posición que la armadura de positivos. La posición del refuerzo varía en función del tipo de perfil, para los perfiles INCO 70.4 Colaborante e INCO 100.3 R Colaborante es de 40 mm de la parte inferior del nervio, mientras que para el perfil INCO 100.3 Colaborante es de 65 mm. Los diámetros más habituales de refuerzo de fuego son 6, 8, 10, 12 y 16 mm, aunque en los perfiles de canto de 100 mm se pueden emplear diámetros de hasta 20 mm. La sección del refuerzo de fuego se determinará mediante cálculo y quedará especificada en el informe correspondiente.

Su principal función es garantizar el comportamiento resistente de la losa mixta bajo un requerimiento de fuego superior a REI 30. Los forjados con un requerimiento igual o inferior a REI 30 no necesitan armadura de fuego. Se deberán garantizar los empalmes por solapo y el anclaje correspondiente de la armadura de fuego. Generalmente, debido al canto reducido de esta tipología de forjados, se realiza un anclaje en gancho de la armadura de fuego en los apoyos extremos.

En los casos en los que coincidan en un mismo cálculo la armadura de positivos y la armadura de fuego, y dado que ambas se ubican en la misma posición, prevalecerá el refuerzo de mayor diámetro.

Para garantizar los recubrimientos de la armadura antifisuración, Incoperfil recomienda que el espesor de la capa de

compresión, en ausencia de armadura de negativos, sea al menos la suma de los siguientes parámetros:

- Dos veces el tamaño máximo del árido.
- Dos veces el diámetro de la armadura antifisuración.
- 10 mm adicionales de tolerancia.

Por ejemplo, para un tamaño máximo del árido de 20 mm y un mallazo antifisuración de 20x20x10, la capa mínima de compresión recomendada será de 70 mm (20x2 + 10x2 + 10 mm).

En caso de incluir una armadura de negativos, se deberá sumar el diámetro de dicho refuerzo al espesor mínimo de la capa de compresión recomendada (ver detalles constructivos FC1, FC2 y FC3).

## Cálculo en fase de encofrado

El perfil colaborante, en la fase de ejecución, debe soportar el peso del hormigón, además de las cargas de ejecución, acopios y el efecto de embalsamiento. Se garantizará el cumplimiento de los Estados Límites Últimos y Estados Límites de Servicio correspondientes a la fase de encofrado según la norma UNE-EN 1994-1-1.

- Efecto embalsamiento: Si la flecha central de la chapa bajo su peso propio más el del hormigón fresco, calculada para el Estado Límite de Servicio, es mayor que 1/10 del canto de la losa, se considerará una carga adicional al peso propio en el dimensionado del forjado.
- Límite de deformación: Las deformaciones del perfil colaborante en centro de vano no deberán superar L/180 y 20 mm frente a las cargas de ejecución.
- Cargas de ejecución: Las cargas que actúan en fase de encofrado son: el peso propio de la losa, una carga adicional de construcción de 0,75 kN/m<sup>2</sup> en toda la superficie del forjado y una carga adicional de ejecución de 0,75 kN/m<sup>2</sup> aplicada en un ámbito de 3 metros en centro de vano y sobre los apoyos intermedios. Cuando las luces sean inferiores a 3 metros se considerarán las dos cargas anteriores repartidas en toda la superficie.

## Cálculo en fase mixta

Una vez fraguado el hormigón, se produce la colaboración entre éste y el perfil colaborante. La losa mixta resultante será capaz de soportar las cargas consideradas en el proyecto. Se garantizará el cumplimiento de los Estados Límites Últimos y de Servicio correspondientes a la fase mixta.

- Límite de deformación: Para luces iguales o inferiores a 3,50 m, las deformaciones en centro de vano no deberán superar L/350 y, para luces superiores a 3,50 m, no deberán superar L/700 + 5 mm. En el caso de la existencia de pa-

vimentos o cerramientos frágiles, para luces iguales o inferiores a 3,50 m, las deformaciones en centro de vano no deberán superar L/700 y, para luces superiores a 3,50 m, no deberán superar L/1.000 + 5 mm. En el caso de la existencia de un voladizo del forjado colaborante en la dirección de los nervios, las deformaciones en punta de voladizo no deberán superar L/350.

- Requerimiento de Fuego: El forjado colaborante no precisa de un análisis explícito de su comportamiento bajo condiciones de fuego cuando la resistencia al fuego requerida no supera los 30 minutos (REI 30). Para resistencias superiores a los 30 minutos, desde REI 60 hasta REI 240, será necesario adoptar medidas adicionales de protección al fuego como: armadura inferior de refuerzo de fuego, revestimientos proyectados (a base de fibras minerales o vermiculita) o falsos techos a modo de pantallas protectoras.

Los criterios utilizados para caracterizar la resistencia al fuego del forjado colaborante, según la norma UNE-EN 1994-1-2, son:

- Capacidad Portante (R, Resistance), asegura la capacidad de un elemento estructural para soportar cargas durante la acción del fuego. Las armaduras de refuerzo adicional en todos los nervios contribuyen a aumentar la resistencia al fuego del forjado.
- Aislamiento Térmico (I, Insulation), asegura la capacidad de un elemento de compartimentación de evitar la transmisión excesiva de calor. Se verificará que el incremento medio de la temperatura en la cara no expuesta de la losa no exceda de los 140 °C y el valor medio de la temperatura no sobrepase los 180 °C en ningún punto. Para lograr esto, el forjado colaborante deberá disponer de un canto mínimo de hormigón en función del tiempo de resistencia requerido.
- Integridad (E, Integrity), asegura la capacidad de un elemento de compartimentación de prevenir el paso de las llamas o gases calientes. La chapa impedirá el paso de las llamas a través de las fisuras y la puesta en obra del hormigón garantizará que las juntas se encuentran selladas. Si el forjado cumple el criterio de aislamiento térmico también cumple el de integridad.

Los cálculos de la resistencia al fuego del forjado colaborante, en caso de ser necesarios, cumplirán los requerimientos de capacidad portante y de aislamiento térmico, y de esta forma garantizarán las exigencias globales REI. Se entiende por exigencias globales REI el tiempo mínimo en el cual se cumplen todos los criterios de capacidad portante, integridad y aislamiento térmico.

Para mejorar el cumplimiento del criterio de aislamiento térmico de la losa mixta en resistencias al fuego superiores a REI 30, se puede considerar hasta 20 mm de una posible capa de hormigón de nivelación o pavimento de características térmicas equivalentes.

Según la norma UNE-EN 14782, los productos no recubiertos orgánicamente se consideran que satisfacen los requisitos para el comportamiento de reacción al fuego de Clase A1 sin necesidad de ensayo.

Según el RD 842/2013, los materiales de los distintos componentes del forjado colaborante: acero galvanizado del perfil colaborante, acero de las armaduras pasivas y hormigón, se consideran productos pertenecientes a las clases A1 y A1FL de reacción al fuego sin necesidad de ensayo.

## Tablas de resistencia

Las fichas técnicas del forjado colaborante incluyen tablas de resistencia para cada uno de los espesores: 0,75 mm, 1,00 mm y 1,20 mm. Estas tablas proporcionan los valores de la sobrecarga de uso que soporta el forjado, en función del espesor de la chapa, el número de vanos, la separación entre apoyos y el canto total de la losa. Las tablas de resistencia están disponibles con un límite elástico de S280GD.

La separación entre apoyos en las tablas es uniforme y se considera a eje de estructura. En caso de disponer de vanos desiguales, será necesaria la elaboración de un informe de cálculo.

En la fase de encofrado, para el cálculo del perfil colaborante, se considera en las tablas una anchura de 100 mm para los apoyos de las líneas de puntales. En la fase mixta, para el cálculo del forjado colaborante, se considera igualmente una anchura de 100 mm para los apoyos de la estructura, tanto intermedios como extremos.

Las tablas de resistencia muestran en cada casilla los valores resultantes para la fase mixta: la sobrecarga de uso (Q), la cuantía de armadura antifisuración y negativos (N) y el diámetro de positivos-fuego (R60/90/120) para cumplir con el requerimiento de fuego superior a REI 30 (REI60, REI90, REI120). También se indican los resultados en fase de encofrado, especificando si es necesario el apuntalamiento mediante distintos sombreados.

La sobrecarga de uso (Q) corresponde a la carga que soporta el forjado en cada caso, sin aplicar coeficientes de mayoración. Para incluir una carga permanente adicional a la sobrecarga de las tablas de resistencia, dado que se aplican coeficientes de mayoración distintos, se debe multiplicar el valor de la carga permanente por 0,90 (es decir, el factor 1,35/1,50) y sumarlo al valor de la sobrecarga de uso para obtener el valor final a utilizar al consultar las tablas.

La cuantía de armadura antifisuración y negativos (N) se integra en el mallazo antifisuración, que cumple ambas funciones y se expresa en mm<sup>2</sup>/m. Las fichas técnicas incluyen una tabla que permite identificar el mallazo comercial correspondiente

a cada cuantía. En caso de ser necesario independizar la cuantía de la armadura de negativos de la cuantía de la armadura antifisuración, será necesario elaborar un informe de cálculo.

La armadura de positivos-fuego (R60/90/120) se especifica con los diámetros en mm de la armadura refuerzo dispuesta en todos los nervios. Si no se especifica diámetro de positivos-fuego, representado mediante un guion (-), significa que el canto de losa es insuficiente. En tal caso, le recomendamos ponerse en contacto con nuestro Departamento Técnico para estudiar posibles alternativas. Además, para cumplir el requerimiento de fuego, no se ha considerado una posible capa de hormigón de nivelación o pavimento de características térmicas equivalentes de hasta 20 mm. En el caso de existir, y para incluirla en los cálculos, será necesario elaborar un informe de cálculo.

En la fase de encofrado, las tablas de resistencia especifican las zonas sin apuntalamiento, con una línea de puntales en el centro del vano y dos líneas de puntales a un tercio del vano. Estas zonas, con o sin apuntalamiento, funcionarán de manera independiente a los resultados de la fase mixta cuando el número de vanos no coincida con el número de chapas en un mismo tramo de forjado. Por ejemplo, en una configuración de losa continua de tres vanos, donde el despiece de las chapas se realiza a un solo vano (chapas biapoyadas), el análisis en la fase mixta se realizará considerando la luz y el canto de los tres vanos continuos, mientras que, en la fase de encofrado, el apuntalamiento se verificará considerando la luz y el canto para un solo vano.

## Tipología de estructura

El forjado colaborante, generalmente apoyado sobre pórticos de estructura metálica, puede instalarse sobre distintos tipos de estructura, como hormigón, madera, muros de fábrica o mampostería. La tipología estructural determinará tanto el apoyo mínimo necesario para el forjado como el tipo de fijación a emplear.

Dado que el forjado colaborante es un elemento estructural unidireccional, la estructura principal o secundaria de soporte deberá configurarse mediante líneas de apoyo orientadas transversalmente a la dirección del perfil y longitudinalmente en los bordes del forjado ([ver detalles constructivos FC4 y FC5](#)).

## Separación entre apoyos

La distancia entre las vigas de apoyo influye directamente en la capacidad resistente del forjado colaborante. Dicha distancia se considera a eje de estructura a efectos de cálculo.

Otro factor relevante en la capacidad resistente del forjado, dependiendo de la separación entre apoyos, es el canto de la losa. Con un canto reducido, el nivel de cargas que puede soportar el forjado para una determinada separación entre apoyos se muestra en la siguiente tabla:

Canto de losa (mm)	Separación entre apoyos (m)	Nivel de carga	Valor de la sobrecarga (kN/m <sup>2</sup> )
120	2,00	Muy Alto	30
	3,00	Alto	12
	4,00	Medio	6
	5,00	Bajo	3

Para la obtención de las distintas separaciones de apoyos y sobrecargas se ha considerado el perfil INCO 70.4 Colaborante con los siguientes parámetros: Acero: S280GD, Espesor: 1,20 mm, Canto de losa: 120 mm y Número de vanos: 2.

Con un canto elevado de losa, el nivel de cargas que puede soportar el forjado aumenta para una determinada separación entre apoyos, tal como se indica en la siguiente tabla:

Canto de losa (mm)	Separación entre apoyos (m)	Nivel de carga	Valor de la sobrecarga (kN/m <sup>2</sup> )
200	2,00	Muy Alto	50
	3,00	Muy Alto	20
	4,00	Alto	10
	5,00	Medio	5

Para la obtención de las distintas separaciones de apoyos y sobrecargas se ha considerado el perfil INCO 70.4 Colaborante con los siguientes parámetros: Acero: S280GD, Espesor: 1,20 mm, Canto de losa: 200 mm y Número de vanos: 2.

Se recomienda, según las cargas, una separación entre apoyos lo más uniforme posible, con luces comprendidas entre 2 y 3 metros, para optimizar la sección del forjado.

La separación máxima entre las vigas de apoyo del forjado se ha establecido en 5,00 m, ya que representa la luz máxima empleada en los ensayos realizados en laboratorio. No se disponen de resultados experimentales para separaciones mayores. Además, es importante tener en cuenta que la eficiencia técnica y económica de la solución se ve comprometida con separaciones de apoyos cercanas a los 5,00 m, ya que generalmente requieren un canto de losa elevado.

## Apoyo transversal mínimo

La anchura mínima de los elementos estructurales sobre los que se apoya el forjado colaborante en la dirección transversal a sus nervios debe ser suficiente para permitir una correcta sujeción de la chapa, evitando el colapso por desplazamiento accidental durante la ejecución. Para ello se establecen una serie de requisitos según la norma UNE-EN 1994-1-1:

› Las losas mixtas que apoyan sobre soportes de acero u hormigón requieren un apoyo mínimo de 75 mm (50 mm para la chapa y 75 mm para la sección de hormigón) en el caso de chapas extremas o solapadas entre sí (ver detalle constructivo FC5). En los apoyos intermedios, con las chapas colocadas a testa, el apoyo mínimo será de 100 mm (50 mm para cada chapa y 100 mm para la sección de hormigón).

Apoyo sobre acero u hormigón		
Tipo de chapas	Apoyo mínimo del perfil (mm)	Apoyo mínimo de la sección de hormigón (mm)
Chapas extremas o solapadas entre sí	50	75
Chapas colocadas a testa	50	100

› Las losas mixtas que apoyan sobre soportes formados por otros materiales requieren un apoyo mínimo de 100 mm (70 mm para la chapa y 100 mm para la sección de hormigón) en el caso de las chapas extremas o solapadas entre sí. En los apoyos intermedios, con las chapas colocadas a testa, el apoyo mínimo será de 140 mm (70 mm para cada chapa y 140 mm para la sección de hormigón).

Apoyo sobre otros materiales		
Tipo de chapas	Apoyo mínimo del perfil (mm)	Apoyo mínimo de la sección de hormigón (mm)
Chapas extremas o solapadas entre sí	70	100
Chapas colocadas a testa	70	140

En función de la solución adoptada para retener el hormigón en los apoyos extremos, mediante remate perimetral o junta estanca, se deben considerar los aspectos constructivos relacionados con el apoyo mínimo del forjado. En caso de utilizar una solución de retención del hormigón con junta de estanqueidad o remate troquelado, el apoyo mínimo de la chapa debe ser de 50 o 70 mm, dependiendo del material del soporte, mientras que, en caso de utilizar una solución de remate sin troquelar, el apoyo mínimo pasa a ser el de la sección de hormigón de 75 o 100 mm, ya que en este caso se interrumpe la continuidad del hormigón a través de los nervios.

### Apoyo longitudinal

En el perímetro del forjado, a lo largo de los bordes longitudinales y en la di-

rección de los nervios, se dispondrá un apoyo continuo del forjado colaborante mediante perfiles estructurales auxiliares, como perfiles de atado o arriostamiento. Si no es posible disponer de un apoyo longitudinal, será necesario conformar un zuncho armado con refuerzo de positivos en el borde del forjado. Este zuncho tendrá una anchura superior a 100 mm y estará apuntalado durante la fase de ejecución (ver detalles constructivos FC4 y FC8).

### Solape longitudinal, transversal y a testa

La principal función de los solapes longitudinales y transversales es garantizar el ajuste correcto entre las chapas contiguas del perfil colaborante y evitar pérdidas de lechada durante el hormigonado.

En el solape longitudinal, los perfiles colaborantes se encajarán uno sobre otro en sus nervios extremos, según se especifica en la ficha técnica de cada perfil. Para garantizar un contacto adecuado entre las chapas, se realizarán las fijaciones necesarias, tal como se indica en el apartado de fijaciones.



En el solape transversal entre las distintas filas de chapas la longitud mínima será de 40 mm, siendo recomendable una longitud de 100 mm. Este solape debe realizarse siempre sobre un apoyo intermedio y fijarse a la estructura para evitar el deslizamiento de las chapas durante la fase de ejecución, conforme a lo indicado en el apartado de fijaciones.

En ciertos casos, como el uso de conectores o la fijación de las chapas con clavos, el solape transversal puede resolverse mediante uniones a testa. Para ello, será fundamental analizar el despiece, considerando las tolerancias de fabricación en la longitud de las chapas, para garantizar el apoyo mínimo. Adicionalmente, se deberá prever un margen de 10 mm entre chapas para absorber posibles desviaciones durante la instalación. Además, para prevenir pérdidas de lechada durante el hormigonado, se recomienda emplear cinta adhesiva entre las chapas en las uniones a testa.

## Canto del forjado colaborante

El canto total de la losa mixta, entendido como la suma de la altura del perfil y la capa de compresión, estará determinado por el cálculo, en función de los parámetros definidos en el proyecto, como el número de vanos, la separación entre apoyos, las acciones permanentes y variables, y el requerimiento de fuego, así como por las características del forjado, como el tipo de perfil colaborante y el espesor de la chapa.

El canto mínimo del forjado colaborante se detalla en la siguiente tabla, en función de la altura del perfil y la capa de compresión mínima.

Perfil colaborante	Altura de greca (mm)	Capa de compresión (mm)	Canto mínimo (mm)
INCO 70.4 Colaborante	70	40 50	110 120
INCO 100.3 Colaborante	100	40	140
INCO 100.3 R Colaborante		50	150

Cuando el forjado colaborante forme parte de una viga mixta o actúe como un diafragma rígido capaz de transmitir los esfuerzos horizontales de la estructura a los sistemas de rigidización lateral, debe cumplirse que la losa disponga de una capa de compresión igual o superior a 50 mm y que existan conectores debidamente dimensionados sobre la estructura principal. En los casos en que el forjado no actúe como diafragma rígido, ni colabore como estructura mixta junto con las vigas, podrá plantearse una capa de compresión de 40 mm garantizando el recubrimiento mínimo de la armadura correspondiente.

Se recomienda no utilizar espesores de capa de compresión superiores a 200 mm para evitar forjados excesivamente pesados, con un peso propio superior a 5,00 kN/m<sup>2</sup>, lo que afectaría negativamente la eficiencia de la solución de forjado colaborante.

Perfil colaborante	Peso del forjado (kN/m <sup>2</sup> )								
	Canto de losa (mm)								
	120	130	140	150	160	180	200	220	240
INCO 70.4 Col.	1,89	2,12	2,35	2,57	2,80	3,25	3,70	4,16	4,62

INCO 100.3 Col.	--	--	--	2,01	2,24	2,69	3,14	3,59	4,05
INCO 100.3 R Col.	--	--	--	2,83	3,05	3,51	3,96	4,41	4,87

El canto del forjado colaborante también puede estar condicionado por el requerimiento de fuego. En los casos en los que este requerimiento sea superior a REI 30, para garantizar el cumplimiento del criterio de aislamiento térmico, es necesario establecer un canto mínimo de forjado. Los cantos mínimos para un determinado perfil colaborante y requerimiento de fuego son:

Perfil colaborante	Canto mínimo* del forjado según REI (mm)					
	REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	REI 240
INCO 70.4 Col.	120	130	150	170	200	220
INCO 100.3 Col.	150	160	170	190	220	250
INCO 100.3 R Col.	150	150	150	160	190	210

\* Sin considerar una posible capa de hormigón de nivelación o pavimento de características térmicas equivalentes.

Considerar una capa de hasta 20 mm de hormigón de nivelación o pavimento de características térmicas equivalentes puede reducir el canto total del forjado, al mejorar el cumplimiento del criterio de aislamiento térmico del forjado colaborante en requerimientos de fuego superiores REI 30.

Perfil colaborante	Canto mínimo* del forjado según REI (mm)					
	REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	REI 240
INCO 70.4 Col.	120	120	130	150	180	200
INCO 100.3 Col.	150	150	160	170	200	230
INCO 100.3 R Col.	150	150	150	150	170	190

\* Considerando 20 mm de una posible capa de hormigón de nivelación o pavimento de características térmicas equivalentes.

## Forjado embebido en la estructura

En los casos en que sea necesario reducir la sección total de la estructura horizontal para aumentar la altura libre entre plantas, se pueden plantear soluciones embebiendo total o parcialmente el forjado en las vigas de apoyo.

El forjado embebido parcialmente consiste en disponer de un espesor suficiente de la capa de compresión sobre las vigas, lo que permite la continuidad de la armadura de negativos sobre los apoyos intermedios, ya sea solo la armadura antifisuración o

esta junto con refuerzos de negativos. Por esta razón, este tipo de forjado se considera biapoyado durante la fase de encofrado, debido a la interrupción de la chapa, y continuo en la fase mixta, gracias a la continuidad del armado de negativos.

En el forjado embebido totalmente, las vigas interrumpen la capa de compresión, impidiendo la continuidad de la armadura de negativos sobre los apoyos intermedios. Por este motivo, este tipo de forjado se considera biapoyado tanto en la fase de encofrado como en la fase mixta.

Para la ejecución del forjado embebido, la losa podrá apoyarse sobre elementos estructurales secundarios debidamente dimensionados, como pletinas o angulares con rigidizadores, respetando los condicionantes constructivos y el apoyo mínimo especificado para la chapa y la losa. Se deberá garantizar un espacio libre de al menos 50 mm en proyección vertical para permitir el acceso de las herramientas de fijación de la chapa. Además, al emplear esta solución para reducir la sección de la estructura horizontal, será necesario considerar el aumento de los costes y plazos de montaje asociados a la instalación de las chapas entre las vigas, en comparación con una solución convencional en la que el forjado se apoya directamente sobre estas (**ver detalle constructivo FC9**).

## Voladizos

El forjado colaborante puede disponer de sus extremos en voladizo siempre que se resuelva con una chapa continua, con al menos 2 apoyos, y en la misma dirección que los nervios del perfil. La longitud del voladizo no será superior a 1/3 de la luz del vano adyacente y, en ningún caso, excederá de 1,00 m. Cualquier voladizo en la dirección de los nervios del perfil colaborante deberá dimensionarse mediante un informe de cálculo. Los voladizos en la dirección perpendicular a los nervios del perfil colaborante deberán resolverse mediante la prolongación de la estructura, ya que no podrán plantearse sin un apoyo transversal. Cualquier perfil colaborante con al menos un extremo en voladizo, deberá fijarse en todos los apoyos inmediatamente después de su colocación sobre la estructura. Esta indicación deberá quedar reflejada en la documentación gráfica del proyecto.

Durante la fase de encofrado, el perfil colaborante puede soportar un voladizo en la dirección de los nervios hasta 500 mm sin necesidad de apuntalamiento. Los voladizos superiores a 500 mm requerirán de una línea de apuntalamiento en su extremo. En la fase mixta, se determinará la cantidad necesaria de armadura de negativos y se limitarán las deformaciones en la punta del voladizo según lo establecido en el proyecto.

Para su comprobación local, los balcones volados de cualquier tipo de edificio se

calcularán con la sobrecarga de uso correspondiente a la categoría de uso con la que se comunique, más una sobrecarga lineal actuando en sus bordes de 2 kN/m, según la norma CTE SE-AE Acciones en la Edificación (ver detalles constructivos FC7 y FC8).

## Huecos en el forjado

Con anterioridad a la ejecución del forjado, es necesario determinar las dimensiones y el número de huecos que se presentarán en él. Por lo tanto, se debe evitar la perforación del forjado una vez que el hormigón haya fraguado, ya que esto podría provocar la pérdida de conexión entre el perfil colaborante y el hormigón.

Cuando los huecos se definan con anterioridad al hormigonado, se pueden utilizar encofrados interiores de bloques de espuma. Posteriormente, una vez que el hormigón haya fraguado o alcanzado la resistencia suficiente, se retirará el material de encofrado y se cortará la chapa, protegiendo sus bordes con un spray de pintura que contenga un alto porcentaje de zinc puro. En los casos en los que sea necesario la apertura de huecos después de la ejecución de la losa, se debe utilizar una herramienta de corte con disco de diamante, evitando en todo caso perforar el forjado con útiles de percusión.

Se distinguen tres tamaños de hueco en función de sus dimensiones:

- > Huecos pequeños, de hasta 300 x 300 mm, no requieren refuerzos adicionales.
- > Huecos medianos, de hasta 700 x 700 mm, requieren armado de refuerzo adicional debidamente dimensionado para el reparto de las cargas.
- > Huecos grandes, mayores de 700 x 700 mm, requerirán de una estructura perimetral secundaria debidamente diseñada para trasladar las cargas a la estructura principal.

Como reglas generales a seguir para el diseño de huecos:

- > La distancia entre huecos debe ser superior a 1,5A o 300 mm. Si es menor, se considerarán como un único hueco.
- > El ancho del hueco (A) no puede superar 0,25 D.
- > El ancho del hueco (B) no puede superar 0,25 d.

Siendo:

- > A: ancho del hueco en dirección transversal al forjado.
- > B: ancho del hueco en dirección longitudinal al forjado.
- > D: separación entre vigas principales.
- > d: separación entre vigas secundarias (luz del vano del forjado).

Si no se cumplen estas reglas generales, los huecos se considerarán como grandes y requerirán una estructura adicional.

En huecos medianos, de hasta 700 x 700 mm, se debe garantizar un sistema efectivo de reparto de cargas mediante armadura de refuerzo adicional. Esta armadura se dispondrá en bandas longitudinales y transversales alrededor del hueco. Las bandas longitudinales deberán cubrir al menos la totalidad del vano, hasta las vigas de apoyo del forjado y anclándose a partir de ese punto. Por su parte, las bandas transversales cubrirán una longitud de 2A, siendo A la anchura transversal del hueco, y se anclarán a partir de este punto.

Como referencia, en los huecos medianos se colocará un armado longitudinal y transversal distribuido a cada lado del hueco. El armado longitudinal estará compuesto por al menos 4 barras de refuerzo de positivos, con 2 a cada lado del hueco, ubicadas en los nervios adyacentes. El armado transversal consistirá en al menos 4 barras de refuerzo, con 2 a cada lado del hueco, dispuestas transversalmente sobre el perfil colaborante, con una separación de 20 mm entre estas y el perfil. En ambos casos, la armadura de refuerzo deberá cubrir un ancho mínimo de A/2. Esta armadura de refuerzo estará compuesta por barras de un diámetro mínimo, determinado por la siguiente ecuación:

$$\emptyset \geq \sqrt{\frac{A * E * 1,250}{\pi * Au}}$$

Siendo:

- >  $\emptyset$ : diámetro mínimo de la armadura de refuerzo en las bandas longitudinales y transversales. (mm)
- > A: ancho del hueco en dirección transversal al forjado. (mm)
- > E: espesor del perfil colaborante. (mm)
- > Au: ancho útil del perfil colaborante. (mm)

Por ejemplo, para un hueco de 700 x 500 mm, con el perfil INCO 70.4 Colaborante de 840 mm de ancho útil (Au) y 1,20 mm de espesor (E), siendo 700 mm la dimensión transversal del hueco (Ah), el diámetro de la armadura de refuerzo será  $\emptyset \geq 19,95$  mm, es decir,  $\emptyset = 20$  mm.

La armadura de refuerzo adicional para huecos medianos requiere la aprobación de la Dirección Técnica y deberá quedar reflejada en la documentación gráfica del proyecto.

En el caso de una agrupación de dos o más huecos de pequeñas dimensiones (hasta 300x300mm), a efectos de valorar el tamaño del hueco, se deberá considerar un único hueco de dimensiones equivalentes al área que contiene todos los huecos pequeños. Según las dimensiones de dicho hueco, y conforme a la clasificación de huecos anteriormente indicada, se tomarán las consideraciones constructivas necesarias.

Si el hueco interfiere en el área efectiva de la cabeza de compresión de vigas mixtas deberá separarse al menos una distancia de d/8, o bien se deberá considerar una reducción de la capacidad resistente de la viga mixta (ver detalles constructivos FC10, FC11 y FC12).

## Cargas concentradas

La existencia de cargas concentradas, ya sean lineales o puntuales aplicadas directamente sobre el forjado, debe considerarse en la fase de diseño para su correcta evaluación en el cálculo. Para ello, según la norma UNE-EN 1994-1-1, se determinará el ancho de reparto de la carga (bm), en función de la sección transversal del forjado y del ancho de la carga concentrada, a partir del cual se obtendrá el ancho eficaz de la losa (bem). Para obtener de manera simplificada el valor de bem, es necesario que se cumpla la condición  $hp/h < 0,60$ , siendo hp el canto del perfil y h el canto total del forjado.

Para asegurar la correcta distribución de las cargas sobre el ancho eficaz de la losa (bem) calculado, se colocará una armadura de refuerzo transversal sobre el perfil colaborante, a 20 mm de este, formada por un mallazo antifisuración dimensionado por flexión transversal de la losa.

No será necesario dimensionar la armadura de refuerzo transversal si los valores característicos de las cargas no superan los siguientes límites:

- > Cargas puntuales: 7,50 kN.
- > Cargas lineales: 5,00 kN/m.

En este caso, la armadura transversal deberá tener una cuantía geométrica superior al 0,2% del área de hormigón situada por encima de los nervios y se extenderá sobre un ancho igual o mayor al ancho eficaz de la losa (bem) calculado, anclándose a partir de este punto según la norma UNE-EN 1992-1-1.

0,2% del área de la sección de hormigón por encima de los nervios		
Canto de losa (mm)		Armadura refuerzo transversal (cm x cm x mm)
INCO 70.4 Colaborante	INCO 100.3 / INCO 100.3 R Colaborante	
120	150	
130	160	20x20x6
140	170	
150	180	15x15x6
160	190	
170	200	
180	210	20x20x8
190	220	
200	230	15x15x8

En caso de que las cargas superen los valores indicados, deberá calcularse la distribución de momentos flectores provocados por las cargas concentradas lineales o puntuales, y disponerse una armadura transversal suficiente según la norma UNE-EN 1992-1-1.

Adicionalmente, Incoperfil recomienda que, cuando se superen estos límites, se contemple en la fase de diseño estructural la incorporación de una viga situada por debajo del forjado y coincidente con los

puntos de aplicación de las cargas. De esta forma, se evita que la losa mixta sea el principal elemento estructural encargado de soportar grandes cargas concentradas.

El empleo de una armadura de refuerzo transversal sobre el perfil colaborante debe considerarse en la definición del espesor de la capa de compresión, con el fin de garantizar los recubrimientos mínimos exigidos entre los distintos tipos de armadura dispuestos en el forjado, como la armadura antifisuración. Este aspecto afecta directamente al correcto comportamiento estructural del forjado frente a cargas concentradas.

## Conectores

Los conectores se emplean habitualmente para generar estructuras mixtas acero-hormigón, permitiendo que la viga metálica trabaje como elemento traccionado y la losa mixta como cabeza de compresión en la zona de momentos positivos. De esta forma, los conectores logran una colaboración solidaria entre ambos materiales frente a esfuerzos de rasante, mejorando la resistencia a flexión de positivos, incrementando la rigidez horizontal de la estructura y reduciendo su canto total. Su uso se limita a considerar el forjado como diafragma rígido, capaz de limitar los desplazamientos frente a acciones horizontales, o en estructuras sismorresistentes. En determinados casos, como puede ser en forjados inclinados de cubierta o zancas de escaleras, es fundamental el empleo de los conectores para limitar el deslizamiento entre el forjado colaborante y la estructura.

La utilización de conectores requiere de un análisis global y específico del cálculo de la estructura, y se considera independiente del cálculo del forjado colaborante. Aunque los conectores limitan el deslizamiento entre el hormigón y el perfil colaborante en los apoyos extremos, mejorando el comportamiento a rasante de la losa mixta, su efecto es generalmente despreciado en el cálculo y la resistencia del forjado colaborante. Por lo tanto, Incoperfil no considera la incidencia de los conectores sobre el comportamiento del forjado colaborante. La disposición y dimensionado de los conectores debe realizarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Existen distintos tipos de conectores según su método de fijación a la estructura. Entre ellos se encuentran los conectores de cizalla, que se fijan por medio de clavos aplicados con pistola, los conectores cilíndricos soldados in situ a las vigas a través del perfil colaborante y los conectores cilíndricos previamente soldados en taller a la estructura.

Los conectores de cizalla fijados mediante disparo, tipo Hilti X-HVB, debido a la altura máxima de 140 mm de los distintos modelos disponibles y a las limitaciones geométricas de los nervios del perfil, solo pueden emplearse junto con el perfil INCO 70.4 Colaborante. En este caso, la altura mínima de los conectores será de 119 mm, por lo que

los modelos compatibles serán el X-HVB 125 o X-HVB 140. En estructuras metálicas, el espesor del ala de la viga para la colocación de los clavos de fijación de los conectores de cizalla deberá ser de al menos 6 mm.

Los conectores cilíndricos soldados en obra a través del perfil colaborante pueden emplearse indistintamente con el perfil INCO 70.4 Colaborante o con los perfiles INCO 100.3 Colaborante e INCO 100.3 R Colaborante. La altura mínima del perno conector deberá ser 35 mm mayor que la altura del perfil, es decir, 105 mm para el perfil INCO 70.4 Colaborante y 135 mm para los perfiles INCO 100.3 Colaborante e INCO 100.3 R Colaborante. En estructura metálica, el espesor mínimo del ala de la viga deberá ser de 6 mm para conectores de 16 mm de diámetro y de 8 mm para conectores de 20 mm de diámetro.

En el caso de conectores cilíndricos soldados en taller sobre las vigas, la presencia de los pernos impide la colocación continua de la chapa colaborante. En estas situaciones pueden adoptarse dos soluciones: realizar el despiece del perfil colaborante en chapas biapoyadas de un solo vano, garantizando en todo caso el apoyo mínimo requerido sobre la estructura (**ver detalle constructivo FC6**); o bien emplear chapas colaborantes con varios apoyos y prepunzonadas, cuando el perfil lo permita. Actualmente, Incoperfil fabrica la opción de chapa prepunzonada únicamente para el perfil INCO 70.4 Colaborante, con perforaciones situadas en el valle del perfil, en correspondencia con la posición de los conectores, lo que permite el paso de estos a través de la chapa y facilita su correcta colocación sobre las vigas sin interferencias.

## Vibraciones

La estructura horizontal, compuesta por forjados y vigas metálicas, se diseñará para cumplir con los Estados Límites de Servicio, prestando especial atención a las vibraciones desde la fase inicial del proyecto. Existe una tendencia creciente hacia la construcción de forjados más ligeros y con mayores separaciones entre apoyos, lo que conlleva una reducción tanto de la frecuencia natural como de la amortiguación de la estructura horizontal. Como resultado, estos forjados son más propensos a vibraciones causadas principalmente por el tránsito de personas.

Para evitar que estas vibraciones entren en resonancia con el forjado, es decir, que su frecuencia natural coincida con la de las actividades, la estructura horizontal se diseñará con una frecuencia natural superior a 3 Hz. Adicionalmente, ningún elemento estructural deberá presentar individualmente una frecuencia natural inferior a 3 Hz. Los forjados destinados a actividades grupales deberán diseñarse con frecuencias superiores a 5 Hz. En ausencia de información específica, la frecuencia natural del forjado no deberá ser inferior a 5 Hz para un uso de oficina, residencial o industrial. En el caso de pistas de baile o maquinaria sensible, este límite deberá ser

aún mayor. Por este motivo, los forjados colaborantes con los perfiles INCO 70.4 Colaborante, INCO 100.3 Colaborante e INCO 100.3 R Colaborante se diseñarán con una frecuencia natural mínima de 5 Hz.

$$f = \frac{18}{\sqrt{\delta_{max}}}$$

Un método adecuado para determinar la frecuencia natural aproximada del forjado es utilizando la deformación máxima generada por el peso de una masa uniforme por unidad de longitud. Combinando esta deformación con la ecuación general de la frecuencia, obtenemos la siguiente expresión:

Esta ecuación puede aplicarse de forma generalizada siempre que se utilice un valor adecuado de  $\delta$ . Este valor debe considerar las condiciones de los apoyos y las cargas, incluyendo el peso propio del forjado, las cargas permanentes y un 10% de la sobrecarga de uso. Además, esta aproximación podría proporcionar la frecuencia natural del conjunto de la estructura horizontal si se considera como la suma de las deformaciones de cada uno de sus componentes, tales como el forjado colaborante, las vigas principales y las vigas secundarias.

Aunque la sensibilidad dinámica del forjado colaborante generalmente no es crítica en comparación con la de las vigas sobre las que se apoya, debido a sus menores deformaciones, es esencial considerarlas conjuntamente para garantizar niveles adecuados de vibración en el conjunto de la estructura horizontal.

## Aislamiento acústico

El forjado colaborante debe cumplir una serie de exigencias para garantizar el correcto acondicionamiento acústico de los espacios interiores.

➤ Ruido aéreo ( $R_A$ ): Según el CTE DB HR Protección frente al ruido, en ausencia de ensayo en laboratorio, el índice global de reducción acústica, ponderado A, para un elemento constructivo ( $R_{A}$ ), proporcionado por un elemento constructivo de una hoja de materiales homogéneos, es función casi exclusiva de su masa y son aplicables las siguientes expresiones (ley de masa) que determinan el aislamiento  $R_{A'}$ , en función de la masa por unidad de superficie, m, expresada en kg/m<sup>2</sup>: Para un forjado de masa superior a 150 kg/m<sup>2</sup> es de aplicación la siguiente expresión:

$$R_A = 36,5 \log m - 38,5 \text{ (dBA)}$$

➤ Ruido de impacto ( $L_{n,w}$ ): Según el CTE DB HR Protección frente al ruido, en ausencia de ensayo, puede afirmarse que el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado de un elemento constructivo horizontal ( $L_{n,w}$ ), proporcionado por un elemento constructivo de una sola hoja de materiales homogéneos, es función casi exclusivamente de su masa y es aplicable la siguiente expresión definida

en la norma UNE-EN ISO 12354-2, que determina el nivel de presión, en función de la masa por unidad de superficie,  $m$ , expresada en  $\text{kg/m}^2$ :

$$L_{n'w} = 164 - 35 \log m \text{ (dB)}$$

Aislamiento acústico. INCO 70.4 Colaborante

Canto (mm)	Peso ( $\text{kg/m}^2$ )	Ruido aéreo RA (dBA)	Ruido de impacto, $L_{n'w}$ (dB)
120	183	44	84
130	206	45	83
140	229	47	81
150	251	49	80
160	274	50	78
170	296	51	77
180	319	52	76
190	341	53	75
200	365	55	74

Aislamiento acústico. INCO 100.3 Colaborante

Canto (mm)	Peso ( $\text{kg/m}^2$ )	Ruido aéreo RA (dBA)	Ruido de impacto, $L_{n'w}$ (dB)
150	195	45	83
160	218	46	82
170	240	48	80
180	263	49	79
190	286	51	78
200	308	52	76
210	331	53	75
220	353	54	74
230	376	55	73

Aislamiento acústico. INCO 100.3 R Colaborante

Canto (mm)	Peso ( $\text{kg/m}^2$ )	Ruido aéreo RA (dBA)	Ruido de impacto, $L_{n'w}$ (dB)
150	277	50	78
160	300	51	77
170	322	53	76
180	345	54	75
190	368	55	74
200	390	56	73
210	413	56	72
220	435	57	71
230	458	58	70

La transmisión del ruido aéreo se mejora principalmente mediante soluciones masivas y multicapa, mientras que la reducción del ruido de impacto requiere soluciones multicapa combinadas con capas blandas. Por lo tanto, las soluciones constructivas que incluyen varios componentes superpuestos sobre la losa, como un panel de lana de roca junto con una lámina de polietileno reticulado y una capa flotante de mortero, son las más eficaces para mejorar el comportamiento acústico global del forjado.

## Encofrado perdido

La solución de encofrado perdido está formada por un perfil grecado de acero galvanizado que actúa como encofrado para

una losa de hormigón ejecutada in situ. La principal función del perfil grecado es soportar las cargas durante la ejecución y el vertido del hormigón evitando la necesidad de apuntalamiento.

A diferencia de la solución de forjado colaborante, en la solución de encofrado perdido los perfiles no presentan embuticiones, por lo que no colaboran con la losa una vez endurecido el hormigón. Debido a esta ausencia de contribución de la chapa, es obligatorio el empleo de armadura de positivos, mediante una malla electrosoldada o una barra de refuerzo en cada nervio del perfil, según el tipo de perfil grecado.

Los perfiles grecados utilizados en esta solución de encofrado perdido presentan distintas geometrías y alturas de greca.

Perfil grecado	Altura de greca (mm)	Ancho útil (mm)
INCO 30.4 Encofrado	30	1.100
INCO 30.5 Encofrado	30	1.050
INCO 44.4 Encofrado	44	980
INCO 70.4 Encofrado	70	840
INCO 100.3 Encofrado	100	825
INCO 155.3 Encofrado	155	840

Los perfiles de encofrado se fabrican en distintos rangos de espesores según cada perfil. El espesor seleccionado tiene una influencia relevante en la fase de encofrado ya que determina su capacidad resistente y, por lo tanto, la separación máxima entre las vigas de apoyo sin necesidad de apuntalamiento.

Perfil grecado	Rango de espesores (mm)
INCO 30.4 Encofrado	
INCO 30.5 Encofrado	0,70 - 0,75 - 0,80 - 1,00 - 1,20
INCO 44.4 Encofrado	
INCO 70.4 Encofrado	
INCO 100.3 Encofrado	0,70 - 0,75 - 0,80 - 1,00 - 1,20 - 1,50
INCO 155.3 Encofrado	

El canto mínimo de la solución de encofrado perdido queda definido por la altura del perfil y de la capa de compresión, según se indica en la siguiente tabla:

Perfil grecado	Altura de greca (mm)	Capa de compresión (mm)	Canto mínimo (mm)
INCO 30.4 Encofrado	30	90	120
INCO 30.5 Encofrado	30	90	120
INCO 44.4 Encofrado	44	96	140
INCO 70.4 Encofrado	70	50	120
INCO 100.3 Encofrado	100	50	150
INCO 155.3 Encofrado	155	55	210

La definición del espesor de la capa de compresión considera el armado previsto para la losa de hormigón. Este se compone, en la parte superior, de una armadura antifisuración y de negativos, resuelta ge-

neralmente mediante malla electrosoldada, y en la parte inferior, de una armadura de positivos en función del tipo de perfil grecado. En los perfiles de canto reducido, hasta 44 mm, la armadura inferior estará formada por una malla electrosoldada. En los perfiles de mayor canto, a partir de 70 mm, se emplearán barras de refuerzo en todos los nervios del perfil (**ver detalles constructivos FC13 a FC18**).

El dimensionado de la sección resistente y de las armaduras necesarias deberá realizarse conforme a los criterios establecidos en la norma UNE-EN 1994-1-2.

El peso del forjado queda definido por la altura del perfil y de la capa de compresión según la siguiente tabla.

Perfil grecado	Peso del forjado ( $\text{kN/m}^2$ )						
	Canto de losa (mm)						
	120	140	160	180	200	220	240
INCO 30.4 Encofrado	2,27	2,72	3,18	3,63	4,09	4,54	5,00
INCO 30.5 Encofrado	2,27	2,73	3,19	3,64	4,10	4,55	5,01
INCO 44.4 Encofrado	--	2,48	2,93	3,39	3,84	4,30	4,75
INCO 70.4 Encofrado	1,89	2,35	2,80	3,25	3,70	4,16	4,62
INCO 100.3 Encofrado	--	--	2,24	2,69	3,14	3,59	4,05
INCO 155.3 Encofrado	--	--	--	--	--	3,01	3,47

Los perfiles de encofrado se pueden suministrar tanto en galvanizado como en prelacado, según el grado de corrosividad del ambiente.

## Ensayos experimentales

Los cálculos teóricos de resistencia de los perfiles, INCO 70.4 Colaborante, INCO 100.3 Colaborante e INCO 100.3 R Colaborante, han sido verificados mediante ensayos normalizados en laboratorio para cada uno de los espesores de chapa según la norma UNE-EN 1993-1-3.

Los ensayos para la obtención de las características resistentes del forjado colaborante para cada uno de los perfiles, INCO 70.4 Colaborante, INCO 100.3 Colaborante e INCO 100.3 R Colaborante, han sido realizados en laboratorio según la metodología preconizada según la norma UNE-EN 1994-1-1. A partir de este método se obtienen los parámetros m-k para los diferentes espesores de cada uno de los perfiles colaborantes.

## Servicio de soporte técnico

En Incoperfil ofrecemos un servicio de asesoramiento gratuito para ayudarle a seleccionar la solución de forjado colaborante que mejor se adapte a su proyecto. Desde la justificación del cálculo del forja-

do hasta la unidad de obra y los detalles constructivos, le proporcionamos todas las herramientas necesarias para llevar a cabo su proyecto de acuerdo a sus expectativas.

Puede solicitar un informe de cálculo detallado para justificar la solución de forjado colaborante a través del siguiente enlace a nuestra página web:

<https://incoperfil.com/informes-de-calculo>

El informe incluye las verificaciones de todos los componentes del forjado: perfil colaborante, espesor de chapa, armadura (mallazo antifisuración, negativos y positivos-fuego), canto de la losa y la evaluación del apuntalamiento durante la fase de ejecución.

Además, en nuestra página web puede encontrar toda la documentación técnica necesaria, incluyendo fichas técnicas, detalles constructivos, manuales técnicos y declaración de prestaciones (DdP) de los productos y sistemas. Toda esta información está disponible en el siguiente enlace:

<https://incoperfil.com/documentacion>

Si tiene alguna consulta adicional o prefiere un asesoramiento más personalizado, no dude en contactarnos directamente por teléfono o correo electrónico. Estaremos encantados de ayudarle en cualquier fase de su proyecto.

Web: <https://incoperfil.com/contacto/>  
Email: [dpto\\_tecnico@incoperfil.com](mailto:dpto_tecnico@incoperfil.com)  
Tel: +34 96 121 17 78

## Detalles constructivos

Como complemento a nuestro servicio técnico, en Incoperfil ponemos a su disposición una extensa colección de detalles constructivos en formato DWG. Estos detalles, organizados por tipo de perfil colaborante, abarcan todas las etapas del proyecto, desde el diseño hasta la puesta en obra.

Entre los principales aspectos incluidos se encuentran:

- › Características de los apoyos y tipos de fijaciones.

- › Tipologías de armaduras, definición del apuntalamiento y disposición de conectores.
- › Resolución de bordes, voladizos, cambios de nivel y dirección, y formación de huecos.

Los detalles constructivos abarcan la mayoría de los encuentros que pueden presentarse en este tipo de forjados, permitiendo su adaptación a las condiciones específicas de cada proyecto. En el apartado de Detalles constructivos de este manual se incluye una selección con los encuentros más significativos (ver detalles constructivos FC1 a FC18), mientras que el conjunto de detalles está disponible en formato DWG en la sección de Documentación de nuestra página web.

## Marcado CE

Todos nuestros perfiles colaborantes disponen de marcado CE de acuerdo con la normativa UNE-EN 1090-4. La declaración de prestaciones (DdP) está disponible en la sección de Documentación de nuestra página web.

## Normativa

Las consideraciones constructivas y estructurales del presente manual están de acuerdo a la siguiente normativa:

- › UNE-EN 1992-1-1 Proyecto de Estructuras de Hormigón. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.
- › UNE-EN 1992-1-2 Proyecto de Estructuras de Hormigón. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras frente al fuego.
- › UNE-EN 1993-1-3 Diseño de estructuras de acero. Parte 1-3: Reglas generales para elementos conformados en frío.
- › UNE-EN 1994-1-1 Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para la edificación.
- › UNE-EN 1994-1-2 Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero. Parte 1-2: Reglas generales proyecto de estructuras sometidas a incendio.
- › UNE-EN 1090-4 Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 4: Requisitos técnicos para elementos estructurales y estructuras de acero conformados en

frío para aplicaciones de cubierta, techo, forjado y muro.

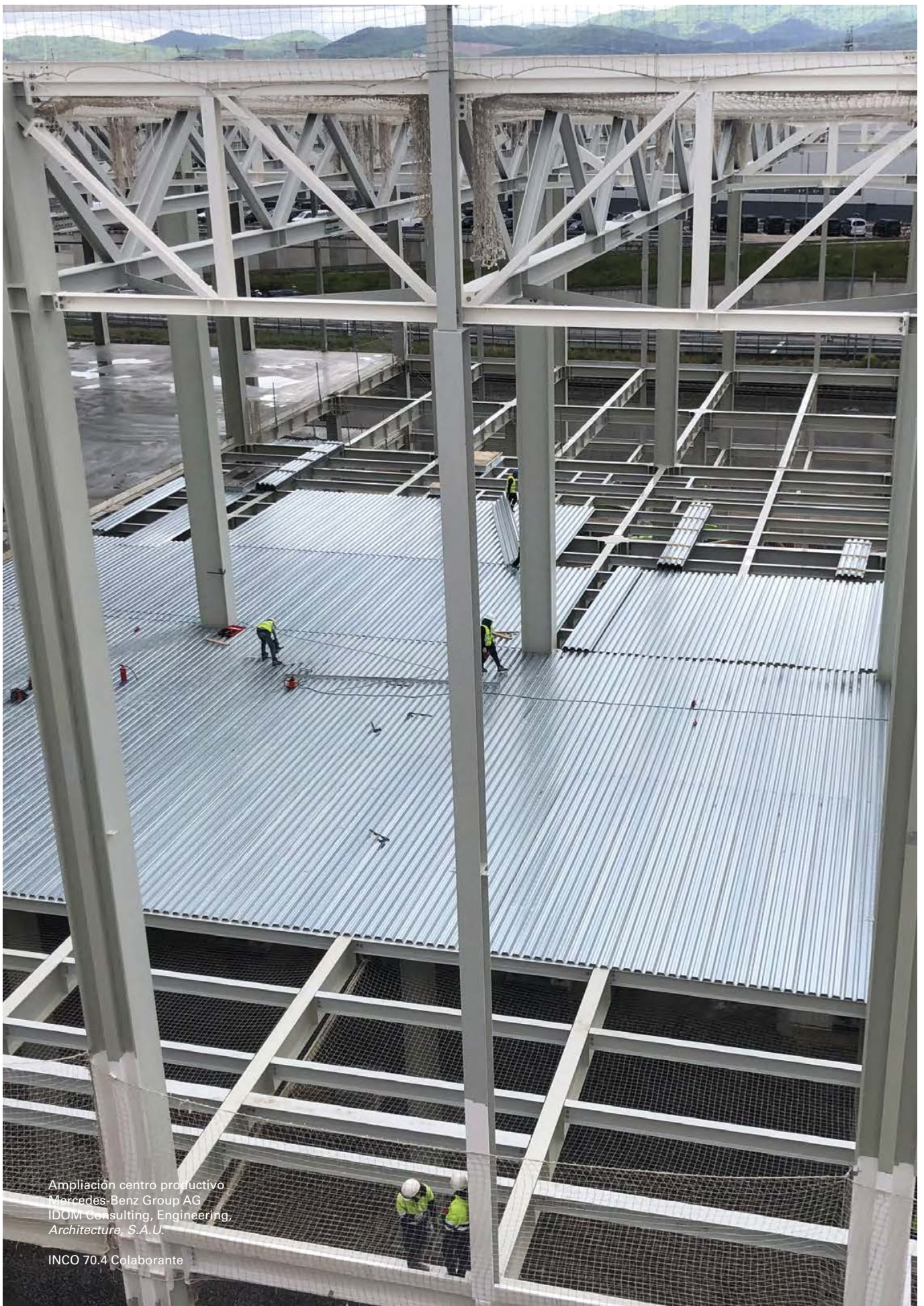
- › UNE-EN 10346 Productos planos de acero, recubiertos en continuo por inmersión en caliente.
- › UNE-EN 14782 Chapas metálicas autoportantes para recubrimiento y revestimiento de cubiertas y fachadas.

## Alcance y aplicación del contenido técnico

La información contenida en este manual, incluidas las recomendaciones relativas al diseño de nuestros sistemas de forjado colaborante, se proporciona de buena fe, basándose en el conocimiento técnico disponible en el momento de su publicación y en la experiencia acumulada por Incoperfil a lo largo de su participación en numerosos proyectos.

No obstante, debido a la diversidad de condiciones que pueden presentarse durante el desarrollo de cada proyecto — como las particularidades de la estructura portante, las acciones de cálculo, los condicionantes normativos o las exigencias específicas del proyecto—, esta información no debe interpretarse como una garantía, ni como una certificación de idoneidad universal para un uso concreto. Este manual constituye una guía técnica de apoyo y no sustituye, en ningún caso, al proyecto técnico, a las especificaciones particulares de obra ni a los documentos contractuales del proceso constructivo. Corresponde a la dirección facultativa y al proyectista evaluar la adecuación del sistema propuesto a las condiciones reales de cada caso y realizar, en su caso, las comprobaciones y cálculos necesarios. En caso de duda o de requerimientos específicos no contemplados en este manual, recomendamos contactar con nuestro departamento técnico.

Incoperfil se reserva el derecho a modificar, actualizar o ajustar la documentación contenida en este manual sin previo aviso, con el fin de mejorar su contenido, adaptarse a cambios normativos o incorporar nuevas soluciones constructivas. La versión más actualizada puede solicitarse a nuestro departamento técnico o consultarse en la sección de Documentación de nuestra página web.



Ampliación centro productivo  
Mercedes-Benz Group AG  
IDOM Consulting, Engineering,  
Architecture, S.A.U.

INCO 70.4 Colaborante

# Información para la puesta en obra



## Embalaje y transporte

Los perfiles colaborantes, una vez fabricados, se agrupan en paquetes flejados de aproximadamente 20 chapas y de longitud máxima en función del tipo de perfil.

Perfil colaborante	Longitud de fabricación (m)
INCO 70.4 Col.	2-14
INCO 100.3 Col.	2-24
INCO 100.3 R Col.	

Los paquetes se limitarán a un peso máximo de 2.000 kg. En función de cada perfil, se establece una orientación de la superficie máxima por paquete en la siguiente tabla:

Perfil colaborante	Superficie máxima por paquete (m <sup>2</sup> )		
	Espesor (mm)		
	0,75	1,00	1,20
INCO 70.4 Col.			
INCO 100.3 Col.	230	170	150
INCO 100.3 R Col.			

Cada paquete dispone de una etiqueta de identificación donde consta toda la información relevante del material: designación del producto, número de pedido y destino del material, nombre del cliente y referencia de obra, número de chapas y longitud de las mismas y peso total del paquete. Además, cada paquete incluirá una etiqueta específica con la posición de instalación del perfil colaborante, indicando la cara de vertido del hormigón.

Los perfiles colaborantes se suministran en una posición específica, definida por su orientación durante el proceso de fabricación. Esta posición se indica en la ficha técnica: la posición de fabricación de los perfiles INCO 70.4 Colaborante e INCO 100.3 Colaborante corresponde a la cara B orientada hacia arriba, mientras que la posición de fabricación del perfil INCO 100.3 R Colaborante corresponde a la cara A orientada hacia arriba. Por lo tanto, para la instalación del perfil INCO 100.3 R Colaborante, será necesario voltear los paquetes en obra antes del montaje. La posición de fabricación, suministro e instalación de cada perfil se presenta en la siguiente tabla:

Perfil colaborante	Posición de fabricación	Posición de instalación
	Cara hacia arriba	
INCO 70.4 Col.	B	B
INCO 100.3 Col.	B	B
INCO 100.3 R Col.	B	A*

\* El perfil INCO 100.3 R debe ser volteado en obra antes de su instalación.

Para los perfiles colaborantes hasta 13 metros de longitud, se recomienda el transporte en camión cerrado con lona para evitar la exposición directa a la in-

temperie y prevenir la oxidación del material. Por otro lado, para los perfiles de 13 a 23 metros de longitud, debido a las grandes dimensiones de las piezas, se utilizarán plataformas extensibles abiertas. En la tramitación del pedido se tendrán en cuenta todas las limitaciones, tanto del transporte, como de acceso, manipulación y descarga en la obra.

## Recepción y descarga

Previamente a la descarga debe verificarse que el material corresponde con la geometría y el espesor especificado en el pedido. Además, se debe realizar una comprobación visual para asegurarse que no se han producido daños durante el transporte. Los defectos encontrados en la mercancía deberán ser fotografiados antes de su descarga y quedarán reflejados en el albarán de entrega.

Para su descarga y acopio en la obra se utilizarán medios de elevación adecuados, como grúas u otros equipos similares. Se evitará la descarga mediante carretilla elevadora por riesgo de producir daños en el material. Preferiblemente la descarga se realizará directamente en la zona de instalación para reducir los movimientos de los paquetes. Cuando el material no va a ser instalado próximamente se almacenará convenientemente en la obra.

## Almacenamiento y protección

Una vez acopiado el material en la obra deben tomarse las siguientes medidas en consideración para garantizar la correcta conservación del material hasta su colocación:

- > Los paquetes se almacenarán en una zona cubierta y ventilada.
- > El material estará protegido de la humedad mediante una lona transpirable y ventilada.
- > Los paquetes no deben estar en contacto directo sobre el terreno, deberán apoyarse sobre durmientes de madera con la suficiente inclinación para permitir la posible evacuación del agua de condensación.
- > No se apilarán en la obra más de tres alturas de paquetes, y tampoco podrán almacenarse otros materiales sobre los paquetes de los perfiles.

La humedad, y más particularmente la condensación en el interior de los embalajes, puede provocar la aparición de óxido blanco, compuesto por hidrocianato de zinc, sobre los recubrimientos de zinc. Este fenómeno se produce cuando el agua se infiltra entre las chapas apiladas en un paquete, quedando retenida, acelerando el proceso de oxidación. Todo con-

tacto prolongado con la humedad puede deteriorar la protección anticorrosiva de los recubrimientos metálicos, afectando su durabilidad.

## Manejo e izado

La elevación se realizará por medio de un balancín homologado, equipado con eslingas de cadena protegida o de lona con protección anticorte. Se deberá asegurar, durante el proceso de izado, que los paquetes queden totalmente equilibrados y firmemente sujetos para evitar cualquier riesgo de deslizamiento. La separación de eslingas, que vendrá determinada por la longitud del balancín, deberá ser aproximadamente la mitad de la longitud del paquete.

## Instalación sobre la estructura

Previamente a la instalación del perfil deberá comprobarse la preparación de los trabajos previos como, por ejemplo, los elementos de protección colectiva, preparación de huecos, la colocación de remates perimetrales, etc.

En general, los paquetes se dispondrán sobre las vigas principales de la estructura, cerca de los soportes, siempre que la estructura esté completamente terminada y sea capaz de soportar el peso de los mismos, que puede oscilar entre 200 y 300 kg/m<sup>2</sup>. Además, los paquetes se orientarán en el sentido de instalación y se colocarán manualmente en su posición, chapa a chapa, siempre bajo las indicaciones de la Dirección de Obra. Cada chapa será transportada desde el paquete hasta su posición por al menos dos operarios, dependiendo de su peso, para evitar rayaduras en las chapas inferiores durante su elevación y desplazamiento.

Deberá prestarse especial atención a la posición de montaje del perfil colaborante, siguiendo lo especificado en el proyecto y en las etiquetas que indican su correcta posición de instalación.

Durante todo el proceso de instalación se verificará que el perfil mantiene invariable tanto su geometría como su ancho útil.

La superficie de apoyo del perfil colaborante se deberá encontrar limpia y nivelada para garantizar el correcto asiento de perfil. Durante la instalación se verificará y garantizará el apoyo mínimo de la chapa según el tipo de estructura.

La instalación del perfil colaborante se iniciará en los puntos de arranque y en el sentido de montaje indicado en los planos de proyecto. Se iniciará siempre desde un extremo de la planta, cubriendo la crujía

mediante una distribución uniforme y de forma completa. Se evitará en todo momento iniciar la instalación en varios puntos dentro de una misma planta.

Es estrictamente necesario que cada chapa esté correctamente fijada a la estructura y a la chapa contigua, antes de proceder a la colocación de la siguiente, para evitar riesgo de caídas de operarios. Sobre las superficies inclinadas, los paquetes y las chapas deberán asegurarse para evitar su deslizamiento. Una vez todas las chapas estén correctamente colocadas y fijadas quedará garantizada una adecuada plataforma de trabajo.

En la medida de lo posible, se planificará en la obra la instalación del perfil colaborante para evitar dejar paquetes abiertos, con chapas sin colocar, al final de la jornada. En caso de no ser posible, dichos paquetes incompletos se asegurarán correctamente para evitar riesgos en caso de fuertes rachas de viento u otras causas.

Durante la ejecución se evitará cualquier carga que apoye directamente sobre la chapa, disponiendo durmientes de madera de espesor suficiente para su reparto sobre el mayor número de chapas. Se evitarán las cargas concentradas. Las cargas existentes se colocarán directamente sobre las vigas principales, centradas respecto a éstas, preferiblemente en los apoyos intermedios de la chapa y cubriendo una anchura total no mayor que 1,20 metros.

Los perfiles colaborantes que resulten dañados (cortes, abolladuras, o rayaduras) durante la instalación o posteriormente, solo podrán ser instalados o mantenerse instalados si la Dirección de Obra verifica que aún disponen de suficiente capacidad para soportar las cargas de proyecto, cumplen los requisitos de aptitud al servicio y aseguran una durabilidad adecuada.

## Fijación del perfil

El perfil colaborante se fijará a la estructura de apoyo para evitar su deslizamiento durante el proceso de ejecución, debido a la acción del viento u otras causas. Las fijaciones deberán realizarse de acuerdo con la norma UNE-EN 1090-4 y las recomendaciones del fabricante del elemento de la fijación.

Existen de 3 tipos de fijaciones para la instalación del perfil colaborante:

- Fijaciones transversales sobre la estructura: cada chapa deberá fijarse a las vigas de apoyo, transversalmente a los nervios del perfil, con al menos una fijación por cada valle en los apoyos extremos y una fijación cada dos valles en los apoyos intermedios. En caso de riesgos específicos por cuestiones de seguridad, será necesario estudiar las fijaciones mínimas necesarias.

- Fijaciones longitudinales sobre la estructura: las chapas se fijarán a la estructura de borde, paralela a los nervios del perfil, con una separación máxima entre fijaciones de 500 mm.
- Fijaciones longitudinales entre perfiles colaborantes: las chapas se fijarán entre sí en el solape longitudinal con una separación máxima entre fijaciones de 750 mm para chapas biapoyadas y de 1.000 mm para chapas de tres o más apoyos. Estas fijaciones son especialmente importantes cuando el canto de la losa supera los 200 mm o las luces entre apoyos son mayores a 3 m. En estas condiciones, se recomienda reducir la separación entre fijaciones al 50%.

Las fijaciones transversales y longitudinales de la chapa a la estructura se realizarán en los valles del perfil, ya sea mediante tornillería autotaladrante adecuada para estructura metálica ( $\varnothing \geq 5,5$  mm) o de madera ( $\varnothing \geq 6,5$  mm), o mediante clavos de fijación directa con pólvora para estructura metálica o de hormigón. En los solapes transversales entre chapas del perfil colaborante sobre la estructura, se utilizará exclusivamente tornillería autotaladrante, ya que las chapas no ajustan perfectamente debido a las embuticiones. La fijación con clavos sobre la estructura se limitará a la realización de los solapes a testa. Además, no se permitirá la fijación con clavos, si la disposición de fijaciones en el valle no es simétrica respecto a la sección transversal del perfil, o si el espesor de la viga es inferior a 6 mm en estructura metálica o a 80 mm en estructura de hormigón.

Fijaciones chapa - estructura				
Material	Estructura		Fijaciones	
	Espesor (mm)	Diámetro (mm)	Tipo	
Acero	1,5 < e < 6	$\varnothing 5,5$	1	
		$\varnothing 5,5$	2	
Acero	e > 6	$\varnothing 5,5$	1	
		$\varnothing 5,5$	2	
		--	3	
Madera	--	$\varnothing 6,5$	2	
Hormigón	e > 80	--	3	
	e > 40	--	4	

Tipo 1: Acero al carbono autotaladrante.  
 Tipo 2: Acero Inoxidable autotaladrante.  
 Tipo 3: Clavo por medio de disparo.  
 Tipo 4: Acero al carbono autorroscante con pretaladro.

Las fijaciones entre chapas se realizarán en los solapes longitudinales, ya sea mediante tornillería autotaladrante ( $\varnothing \geq 4,8$  mm), o mediante remaches ( $\varnothing \geq 5,5$  mm).

Fijaciones chapa - chapa	
Diámetro	Tipo
$\varnothing 4,8$ mm	Acero al carbono autotaladrante
$\varnothing 5,5$ mm	Acero inoxidable autotaladrante
$\varnothing 5,5$ mm	Acero inoxidable remache

Las fijaciones autotaladrantes deben garantizar una longitud y rosca adecuadas al espesor de las chapas y al material de soporte. Si es necesario retirar fijaciones ya instaladas en la chapa, los tornillos de sustitución deberán tener un diámetro mayor para garantizar un ajuste adecuado.

En general, para fijar el perfil colaborante sobre una estructura metálica, las fijaciones con tornillería autotaladrante deben colocarse con una separación mínima de 20 mm entre sí, así como a 20 mm del borde de la viga y a 20 mm del borde de la chapa. Los clavos de fijación directa con pólvora se instalarán con una separación mínima de 20 mm entre ellos de manera transversal, y deberán estar a 20 mm del borde de la viga y 20 mm del borde de la chapa. Longitudinalmente, los clavos deberán estar separados 45 mm. Se seguirán las recomendaciones del fabricante de las fijaciones, de acuerdo con las características del material del perfil colaborante y del tipo de estructura. Además, las fijaciones deberán garantizar la misma durabilidad que el resto de los componentes del forjado.

Después de realizar cualquier fijación del perfil colaborante, será necesario limpiar la superficie de trabajo para eliminar las virutas de taladro o los vástagos de remache. Esta medida es fundamental para prevenir posibles daños por corrosión en el perfil colaborante.

## Corte del perfil en obra

De acuerdo con el despiece del proyecto, el perfil colaborante se suministrará cortado de fábrica a las longitudes especificadas. Cuando sea necesario realizar cortes adicionales de ajuste en la chapa para adaptarse a irregularidades de la planta o a cajeados de soportes, se recomienda emplear preferentemente una roedora para cortes transversales al perfil, una cizalla eléctrica para cortes longitudinales y una sierra de sable como alternativa puntual para cortes en ambas direcciones, especialmente en zonas de difícil acceso. No se recomienda el uso de la radial, ya que la abrasión generada por la herramienta dañará el recubrimiento metálico y orgánico de la chapa. En caso de utilizarse, será fundamental proteger adecuadamente el borde cortado aplicando un spray de pintura con alto contenido de zinc puro, seguido de una capa de pintura compatible con el recubrimiento orgánico existente.

Es importante respetar las longitudes de chapa consideradas en el cálculo, por lo que no se deben cortar en obra aquellas chapas que se hayan considerado como continuas.

Tras realizar cualquier corte del perfil greñado o bandeja, deberá limpiarse la superficie de trabajo para eliminar todos los residuos generados durante el proceso. Esta medida es fundamental para prevenir posibles daños por corrosión en el perfil.

## Remates perimetrales

Los remates perimetrales del forjado colaborante están formados por piezas en sección de "C" de acero galvanizado con un

espesor mínimo de 1,00 mm. Su función es conformar el perímetro del forjado y actuar como elemento de contención del hormigón. También sirven como referencia durante la fase de hormigonado, delimitando el nivel de la cara superior de la losa. Por lo general, los remates perimetrales se colocan sobre las vigas antes del montaje de la chapa. En caso de voladizos del forjado, se instalarán posteriormente, una vez colocada la chapa.

Para evitar que el empuje del hormigón deforme el remate perimetral, se colocarán tirantes desde la parte superior del remate hasta el perfil colaborante. Estos tirantes estarán formados por pletinas galvanizadas de 1,00 mm de espesor y 40 mm de anchura, separadas entre sí a una distancia máxima de 1.000 mm, en función del canto del forjado (ver detalles constructivos FC4 a FC5).

Canto de losa (mm)	Separación máxima de tirantes (mm)	Espesor mínimo remate perimetral (mm)
120-140	1.000	1,00
150-170	750	1,00
180-200	500	1,20
210-240	250	1,20

En los casos en los que sea necesario realizar un voladizo de pequeñas dimensiones, de hasta 120 mm, para ajustar los límites del forjado, podrá resolverse mediante el vuelo del remate perimetral, considerando el canto de la losa y el espesor del remate, según la siguiente tabla.

Canto de losa (mm)	Voladizo máximo remate perimetral (mm)	
	Espesor mín. remate perimetral (mm)	
120-140	1,00	1,20
150-170	100	120
180-200	50	100
210-240	--	75
210-240	--	50

## Jointas y remates de estanqueidad

En los casos en que el remate perimetral no ajuste completamente contra el perfil colaborante, pueden ser necesarios remates auxiliares o jointas de estanqueidad para garantizar la contención del hormigón en las chapas extremas. Dependiendo de la solución adoptada, se tendrán en cuenta los aspectos constructivos relacionados con el apoyo mínimo del forjado.

En los bordes transversales, se presentan tres posibles soluciones para impedir el paso del hormigón a través de los huecos inferiores de las grecas:

- Remates auxiliares sin troquelar: Están formados por piezas continuas de acero galvanizado en forma de "L". El tramo vertical del remate tiene una longitud igual a la altura del perfil, mientras que el tramo horizontal es de 20 mm. El remate se fija por el tramo horizontal a la parte superior del perfil colaborante

mediante tornillos autotaladrantes o remaches, quedando la parte vertical cubriendo las grecas del perfil. Dado que estos remates interrumpen la continuidad del hormigón en el apoyo, el apoyo mínimo de la chapa será de 75 mm sobre estructura metálica o de hormigón y de 100 mm sobre otros materiales.

- Remates auxiliares troquelados: Están formados por piezas discontinuas de acero galvanizado con la geometría trapezoidal de los huecos inferiores de las grecas y en forma de "L". El tramo vertical del remate tiene una longitud igual a la altura del perfil, mientras que el tramo horizontal es de 20 mm. El remate se fija por el tramo horizontal a la parte superior del perfil colaborante mediante tornillos autotaladrantes o remaches, quedando la parte vertical cubriendo las grecas del perfil. Dado que estos remates no interrumpen la continuidad del hormigón en el apoyo, el apoyo mínimo de la chapa será de 50 mm sobre estructura metálica o de hormigón y de 70 mm sobre otros materiales (ver detalle constructivo de FC5).

- Jointas de estanqueidad grecadas: Se colocan sobre la estructura con anterioridad a la chapa, y se disponen en la parte inferior del perfil colaborante en los apoyos extremos. Estas jointas están fabricadas en espuma de polietileno reticulado de celda cerrada, con una densidad mínima de 18 kg/m<sup>3</sup> y un espesor de 50 mm. Tienen diversas geometrías adaptadas a los perfiles colaborantes. Dado que estas jointas no interrumpen la continuidad del hormigón en el apoyo, el apoyo mínimo de la chapa será de 50 mm sobre estructura metálica o de hormigón y de 70 mm sobre otros materiales (ver detalle constructivo de FC9).

En los bordes longitudinales, cuando sea necesario cortar longitudinalmente las chapas de borde, se requerirán remates auxiliares en forma de Z, fabricados en piezas continuas de acero galvanizado. El tramo vertical del remate tiene una longitud igual a la altura del perfil, mientras que los tramos horizontales son de 20 mm. Este remate se fija por los tramos horizontales a la parte superior del perfil colaborante y a la viga de borde, cubriendo de esta forma el hueco de la altura del perfil (ver detalle constructivo de FC4).

## Apuntalamiento

El criterio general de apuntalamiento en una sucesión de plantas es apuntalar cada planta en orden ascendente, sin dejar plantas intermedias sin apuntalar. Las líneas de apuntalamiento se colocarán de forma equidistante: en el centro del vano para una línea de puntales y en los tercios del vano para dos líneas, una vez que las chapas estén instaladas y fijadas. La separación entre puntales no será superior al ancho útil del perfil colaborante, 840 mm para el perfil INCO 70.4 Colaborante y 825 mm para los perfiles INCO 100.3 e INCO 100.3 R Colaborante, y la chapa apoyará

sobre los puntales a través de una sopanada con un ancho mínimo de 100 mm y un canto suficiente.

Durante la fase de encofrado, el perfil colaborante puede soportar un voladizo en la dirección de los nervios hasta 500 mm sin necesidad de apuntalamiento. Los voladizos superiores a 500 mm requerirán de una línea de apuntalamiento en su extremo.

El plazo de retirada de los puntales dependerá de la evolución del endurecimiento del hormigón y, por lo tanto, del tipo de cemento, de la temperatura, etc. Los puntales nunca deberán ser retirados antes de que el hormigón alcance el 75% de la resistencia característica del proyecto, y siempre que hayan transcurrido un mínimo de 8 días desde la fecha de hormigonado. Si el control de la fisuración es un factor determinante, los puntales no deberán retirarse hasta que el hormigón haya alcanzado el 100 % de la resistencia característica del proyecto. Cuando no se tenga experiencia en casos similares, es aconsejable realizar ensayos de resistencia del hormigón o adoptar un mayor plazo antes de la retirada de los puntales. Al retirar los puntales, se procederá de forma inversa a su colocación, siempre bajo las indicaciones de la Dirección de Obra.

En general, todos los bordes del forjado colaborante se apoyan transversalmente sobre la estructura principal o secundaria y longitudinalmente sobre zunchos o perfiles de borde. Si no existe un perfil estructural como apoyo longitudinal del borde del forjado, paralelo a la dirección de los nervios del perfil, será necesario apuntalar dicho borde y conformar un nervio armado con un ancho mínimo de 100 mm.

Como orientación, con el canto mínimo de losa y un espesor de 1,20 mm, la luz máxima sin apuntalar es de 4 m para el perfil INCO 70.4 Colaborante y para el perfil INCO 100.3 R Colaborante, y de 5 m para el perfil INCO 100.3 Colaborante. Para reducir los plazos de ejecución, es preferible optar por soluciones que no requieran apuntalamiento. No obstante, el uso de puntales permite alcanzar mayores separaciones entre las vigas de apoyo del forjado.

## Colocación de armaduras

Se verificará que el armado de la losa tenga las longitudes, solapes y secciones definidas en los planos, especialmente en los apoyos intermedios y alrededor de los huecos, así como que los extremos de los refuerzos de positivos-fuego estén correctamente dispuestos para garantizar su anclaje. Las armaduras se asegurarán adecuadamente para evitar cualquier variación en su posición y en los recubrimientos establecidos en el proyecto.

Se prestará especial atención a los separadores utilizados, ya sean plásticos o de

alambre electrosoldado, evitando el uso de elementos improvisados. Generalmente, para garantizar el recubrimiento de la armadura de positivos-fuego, se emplearán separadores plásticos tipo rueda o timón, con el diámetro adecuado en función del perfil colaborante.

La armadura de negativos, en caso de ser necesaria, irá dispuesta por debajo del mallazo antifisuración. En caso de que la armadura antifisuración cumpla la función de armadura de refuerzo de negativos, se garantizará el correcto solape de los mallazos, siendo recomendable que este se realice preferentemente en el centro del vano.

Cuando en un mismo forjado deban disponerse tanto la armadura de positivos como la armadura de fuego, al ubicarse ambas en la misma posición, se colocará una única barra de refuerzo, adoptando la de mayor diámetro.

En caso de coincidencia entre conectores en la viga y la armadura de positivos-fuego, se analizarán alternativas constructivas que permitan la continuidad de dicho armado.

## Hormigonado

La superficie del perfil colaborante deberá estar limpia y desengrasada antes de proceder al vertido del hormigón. El vertido se realizará desde una altura máxima de 30 cm, coincidiendo con las vigas de apoyo u otros elementos resistentes de la estructura. El hormigón se extenderá de manera uniforme desde los apoyos hasta el centro de vano, en sentido longitudinal a los nervios del perfil.

Durante la fase de vertido, no deberán coincidir más de dos operarios en el mismo vano; cuatro operarios serán suficientes para llevar a cabo todas las tareas del hormigonado. El método de compactación habitual es mediante un vibrador de aguja, no siendo recomendable los métodos de compactación manual.

Los procedimientos más habituales de hormigonado son por bombeo o por cubilote. El hormigonado con bomba es el más eficiente, alcanzando rendimientos brutos de entre 25 y 50 m<sup>3</sup>/h. El hormigonado con cubilote, utilizado ocasionalmente, es mucho menos eficiente, con rendimientos brutos de alrededor de 5 m<sup>3</sup>/h.

En el hormigonado de superficies inclinadas, es importante considerar que el hormigón puede deslizarse debido a la acción de la gravedad, dependiendo de su consistencia, especialmente durante la aplicación del vibrador. Por ello, se debe hormigonar de forma ascendente,

realizando roscas correctamente posicionadas. Estas roscas deben calcularse cuidadosamente en cuanto a su volumen y distancia, para asegurar que el hormigón alcance su posición final tras un breve proceso de vibrado.

Si se prevé que, debido a la capacidad de los medios de bombeo disponibles, no será posible hormigonar la totalidad de la superficie en una sola jornada, se deben establecer juntas de construcción adecuadamente planificadas. Las juntas deben situarse lo más cerca posible de las vigas de apoyo y, como máximo, a 1/3 de la luz del vano. Las juntas de construcción se realizarán preferiblemente sobre los solapes transversales entre chapas, para evitar la aparición de vanos cargados y descargados dentro de una misma chapa. Si existen de conectores, la junta se realizará a un lado de estos y siempre fuera de su ámbito de trabajo.

## Alcance y aplicación de las recomendaciones de instalación

Las indicaciones recogidas en este manual tienen carácter orientativo y están dirigidas a facilitar una correcta instalación de nuestros sistemas de forjado colaborante, conforme a las buenas prácticas del sector y a la experiencia técnica acumulada por Incoperfil en múltiples proyectos ejecutados. En cualquier caso, prevalecerán las indicaciones y criterios de la Dirección de Obra.

La calidad y durabilidad del sistema instalado dependerán, en gran medida, de la correcta manipulación de los materiales, su almacenamiento previo a la instalación, la preparación del soporte, las condiciones climáticas durante el montaje, así como el cumplimiento riguroso de las instrucciones facilitadas por nuestro departamento técnico.

Incoperfil no será responsable de los daños o deficiencias derivados de una instalación incorrecta, de la modificación no autorizada de los detalles constructivos, o del uso indebido de los productos suministrados. En caso de duda o de requerimientos específicos del proyecto, recomendamos contactar con nuestro departamento técnico antes de ejecutar cualquier solución no recogida explícitamente en este manual.

Incoperfil se reserva el derecho a modificar, actualizar o ajustar la documentación contenida en este manual sin previo aviso, con el fin de mejorar su contenido, adaptarse a cambios normativos o incorporar nuevas soluciones constructivas. Para obtener la versión más actualizada

de esta documentación o resolver cualquier consulta técnica durante la instalación, puede dirigirse a nuestro departamento técnico o acceder a la sección de Documentación de nuestra página web.

## Propiedad intelectual y condiciones de uso

Este manual técnico es propiedad de Ingeniería y Construcción del Perfil, S.A. (Incoperfil) y está protegido por la legislación vigente en materia de propiedad intelectual e industrial.

Se autoriza su uso, reproducción y adaptación exclusivamente con fines de prescripción, diseño, cálculo o ejecución de proyectos en los que se contemplen productos fabricados y suministrados por Incoperfil.

En todos los casos deberá mantenerse visible la referencia a la marca comercial y a la autoría de la documentación. Queda expresamente prohibida, total o parcialmente, cualquier utilización, copia, distribución, modificación, transformación o comunicación pública de este documento con fines distintos a los autorizados, sin el consentimiento expreso y por escrito de Incoperfil.

La utilización de este material implica la aceptación de estas condiciones.

El uso no autorizado puede constituir una infracción de los derechos protegidos por la ley.

© Incoperfil. Todos los derechos reservados. El presente manual y la documentación técnica asociada (fichas, detalles y artículos técnicos) están registrados por Incoperfil en ColoriURIS (Acta n.º 1-INCO-PERFIL-12.2025).

## Responsabilidad sobre el uso del contenido

Incoperfil ha tomado todas las precauciones razonables para garantizar la exactitud de la información contenida en este manual. No obstante, no se hace responsable de posibles errores, omisiones o interpretaciones erróneas derivadas de su uso.

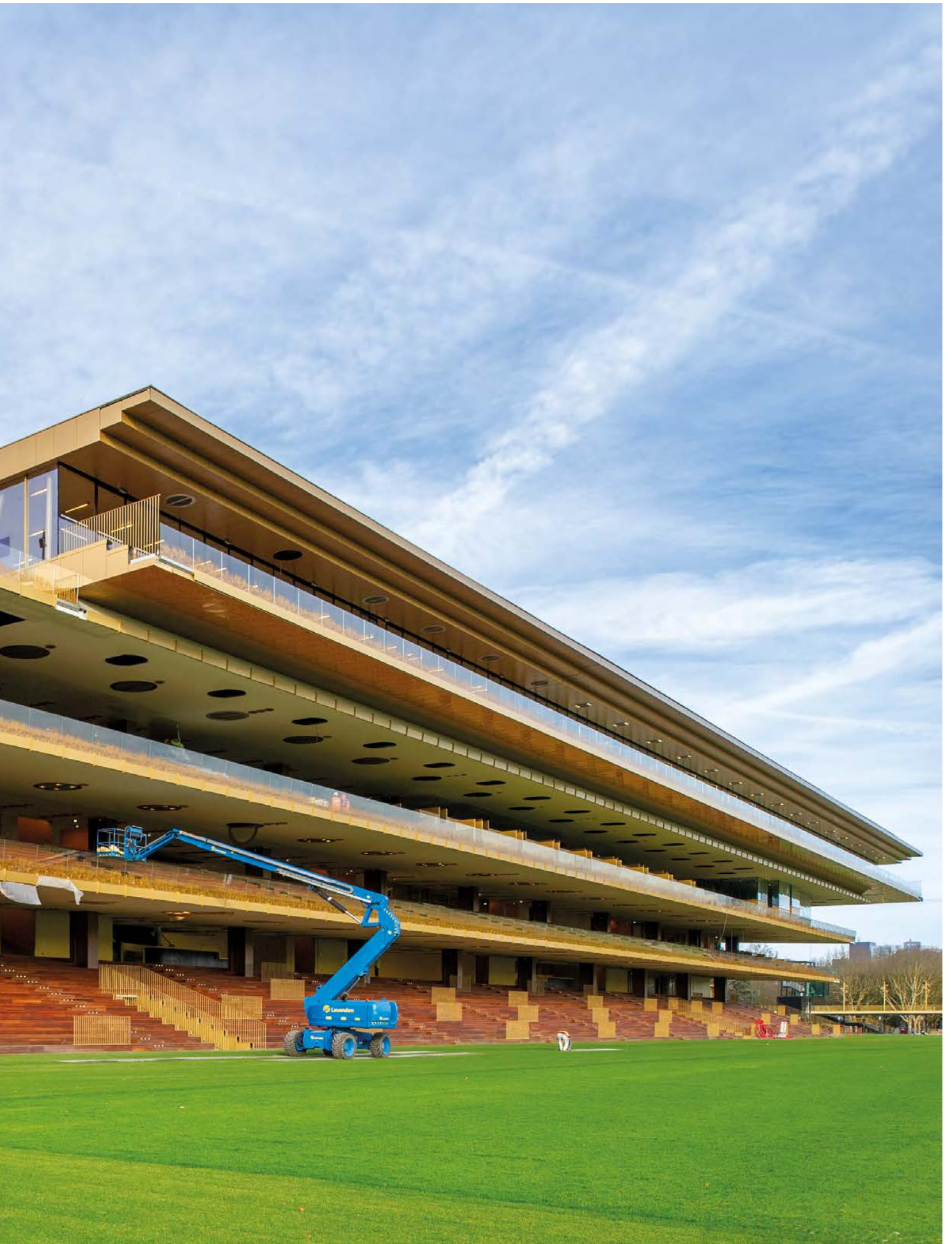
La información incluida en este manual puede estar sujeta a actualizaciones.

Para asegurar la validez de los datos empleados, se recomienda consultar siempre la versión más reciente de este documento o contactar con el departamento técnico de Incoperfil.



Renovación del Hipódromo de Longchamp en París – Francia  
*Dominique Perrault Architecture*

INCO 70.4 Colaborante





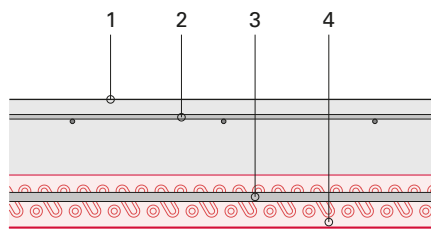
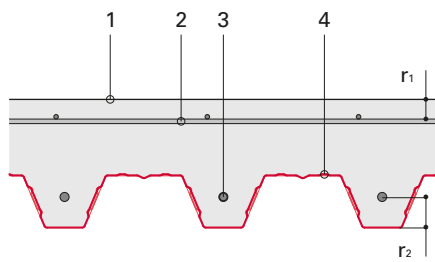


---

## Forjado colaborante

- > FC1 INCO 70.4 Colaborante
- > FC2 INCO 100.3 Colaborante
- > FC3 INCO 100.3 R Colaborante
- > FC4 Remate perimetral longitudinal
- > FC5 Remate perimetral transversal
- > FC6 Conectores
- > FC7 Voladizo con prolongación de la chapa
- > FC8 Voladizo con prolongación de la estructura
- > FC9 Forjado embebido sin continuidad
- > FC10 Hueco pequeño (menor de 300 mm)
- > FC11 Hueco mediano (entre 300 y 700 mm)
- > FC12 Hueco grande (mayor de 700 mm)
- > FC13 INCO 30.4 Encofrado
- > FC14 INCO 30.5 Encofrado
- > FC15 INCO 44.4 Encofrado
- > FC16 INCO 70.4 Encofrado
- > FC17 INCO 100.3 Encofrado
- > FC18 INCO 155.3 Encofrado

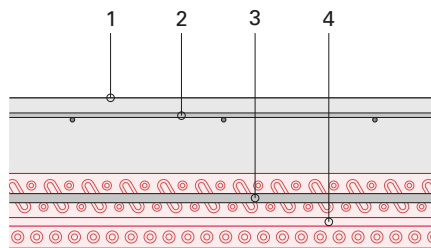
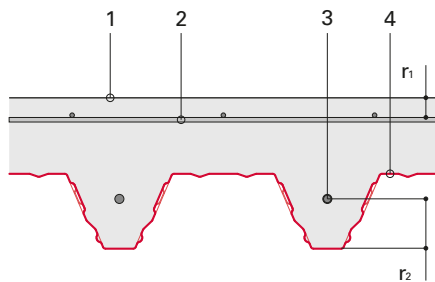
FC1 INCO 70.4 Colaborante



Secciones transversales y longitudinales  
Escala 1:10

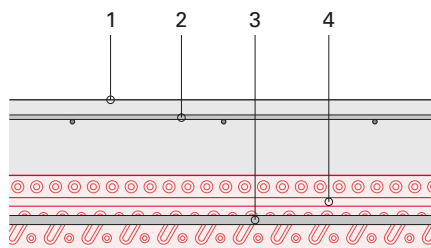
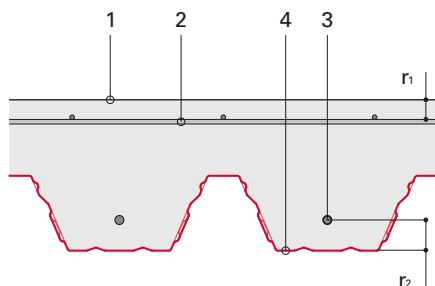
1. Hormigón
2. Armadura antisurcación y de negativos
3. Armadura de positivos y fuego
4. Perfil de soporte: INCO 70.4 Colaborante

FC2 INCO 100.3 Colaborante



1. Hormigón
2. Armadura antisurcación y de negativos
3. Armadura de positivos y fuego
4. Perfil de soporte: INCO 100.3 Colaborante

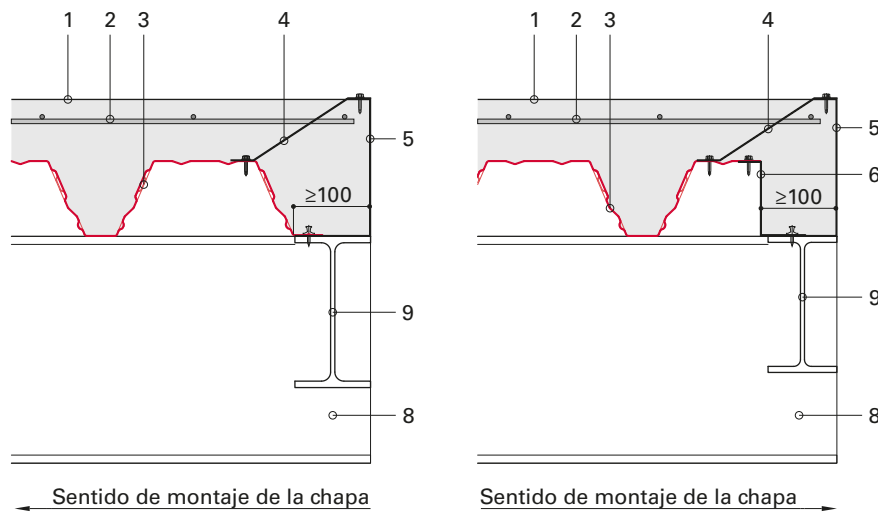
FC3 INCO 100.3 R Colaborante



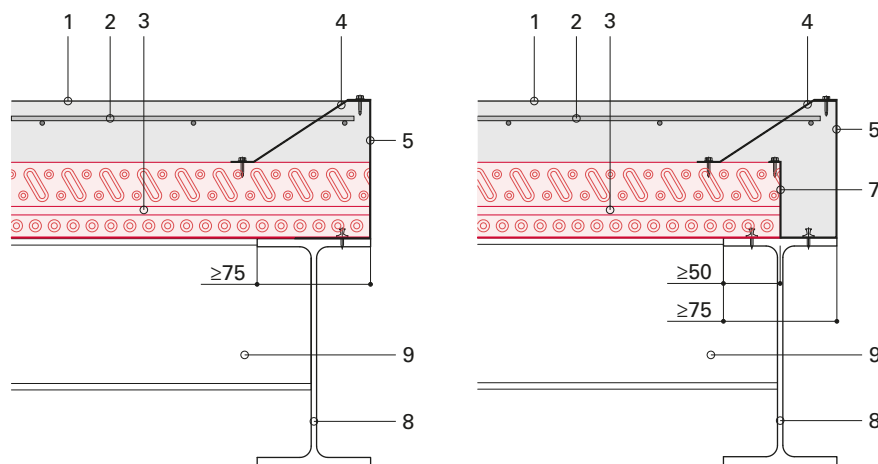
1. Hormigón
2. Armadura antisurcación y de negativos
3. Armadura de positivos y fuego
4. Perfil de soporte: INCO 100.3 R Colaborante

Nota:  
 $r_1$ : recubrimiento mínimo de armadura superior  
 $r_1 \geq 20$  mm  
 $r_2$ : recubrimiento mínimo de armadura inferior  
 INCO 70.4 -  $r_2 \geq 40$  mm  
 INCO 100.3 -  $r_2 \geq 65$  mm  
 INCO 100.3 R -  $r_2 \geq 40$  mm

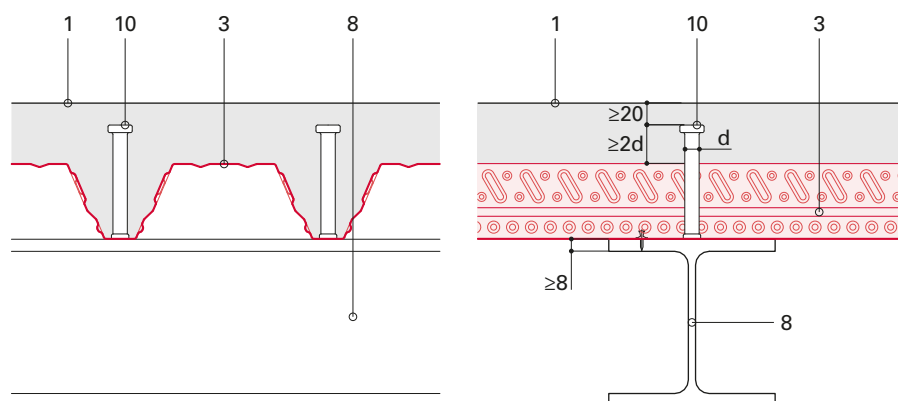
FC4 Perfil INCO 100.3 Colaborante. Remate perimetral longitudinal



FC5 Perfil INCO 100.3 Colaborante. Remate perimetral transversal



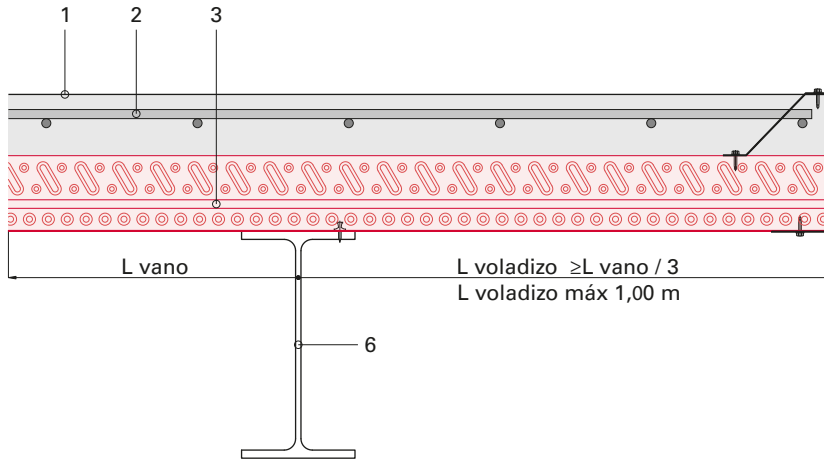
FC6 Perfil INCO 100.3 Colaborante. Conectores



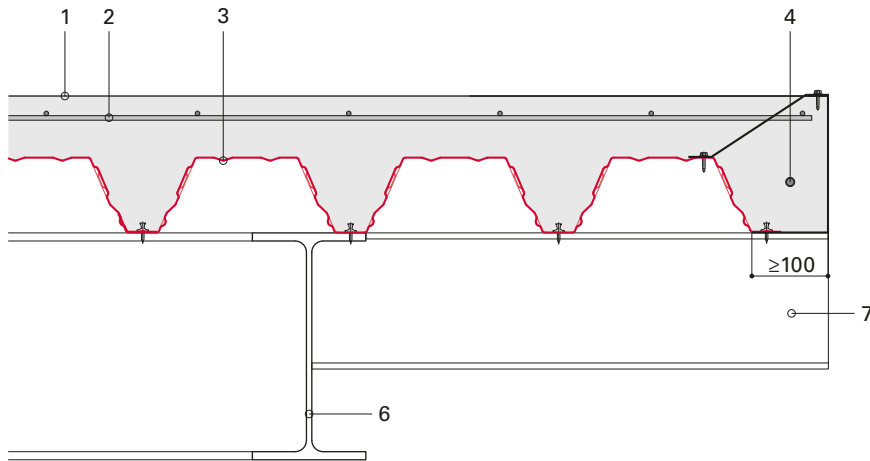
Secciones verticales  
Escala 1:10. Cotas en mm

1. Hormigón
2. Armadura antifisuración y de negativos
3. Perfil de soporte: INCO 100.3 Colaborante
4. Tirante: RCOL-02
5. Remate perimetral: RCOL-01
6. Remate de contención del hormigón
7. Remate troquelado de contención del hormigón
8. Estructura: viga
9. Estructura: viga secundaria
10. Conector

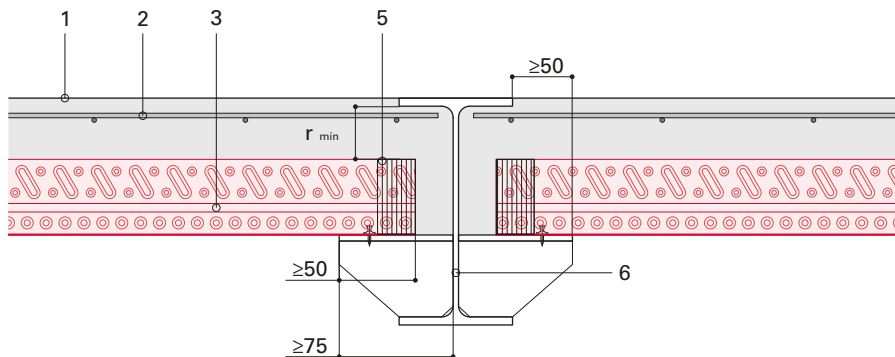
FC7 Perfil INCO 100.3 Colaborante. Voladizo con prolongación de la chapa



FC8 Perfil INCO 100.3 Colaborante. Voladizo con prolongación de la estructura



FC9 Perfil INCO 100.3 Colaborante. Forjado embebido sin continuidad

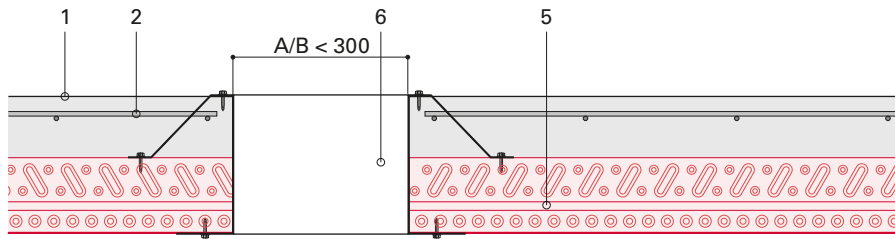


Secciones verticales  
Escala 1:10. Cotas en mm

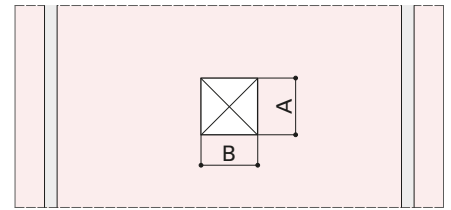
1. Hormigón
2. Armadura antifisuración y de negativos
3. Perfil de soporte: INCO 100.3 Colaborante
4. Armadura de positivos en nervio de borde sin apoyo
5. Junta estanca
6. Estructura: viga
7. Estructura: viga secundaria

Nota:  
 $r_{min}$  tamaño máximo del árido

FC10 Perfil INCO 100.3 Colaborante. Huevo pequeño (menor de 300 mm)

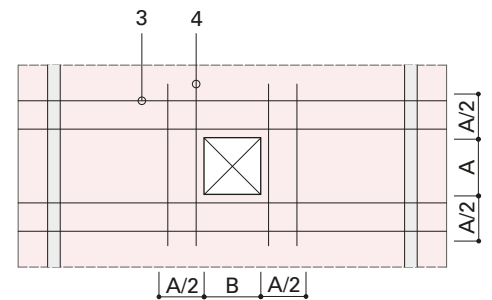
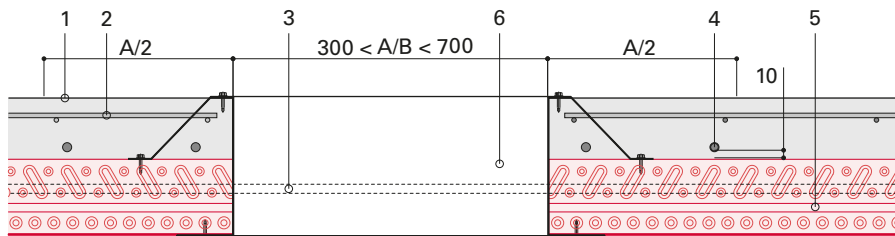


Plantas



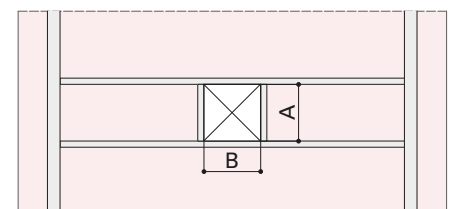
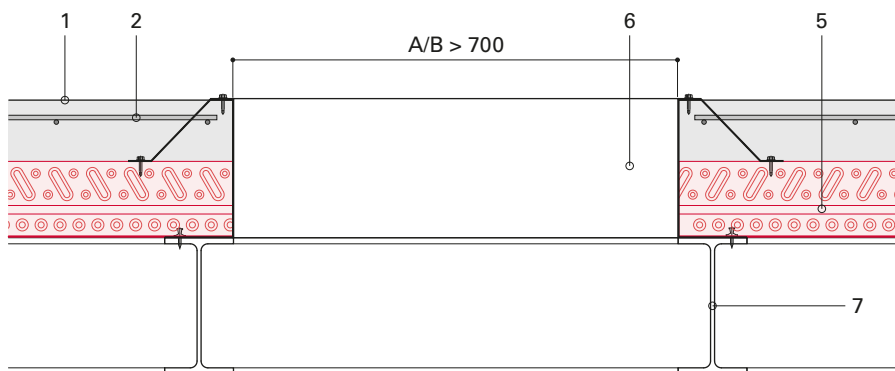
A: ancho transversal del huevo  
B: ancho longitudinal del huevo

FC11 Perfil INCO 100.3 Colaborante. Huevo mediano (entre 300 y 700 mm)



A/2: ancho de banda con armado de refuerzo alrededor del huevo, en función de A

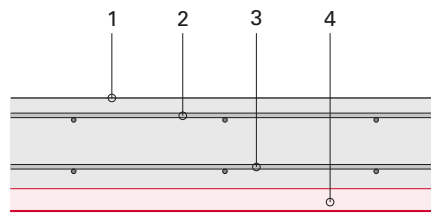
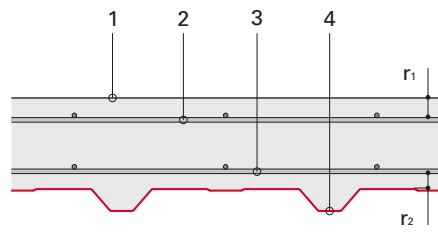
FC12 Perfil INCO 100.3 Colaborante. Huevo grande (mayor de 700 mm)



Secciones verticales  
Escala 1:10. Cotas en mm

1. Hormigón
2. Armadura antifisuración y de negativos
3. Armadura longitudinal de refuerzo
4. Armadura transversal de refuerzo
5. Perfil de soporte: INCO 100.3 Colaborante
6. Remate perimetral RCOL - 01
7. Estructura: viga secundaria

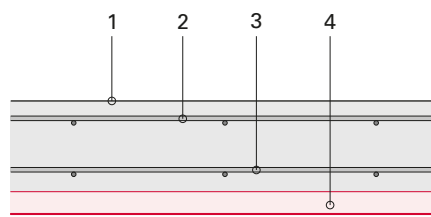
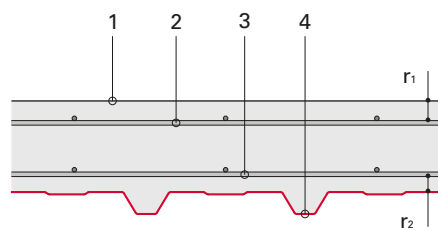
FC13 INCO 30.4 Encofrado



Secciones transversales y longitudinales  
Escala 1:10. Cotas en mm

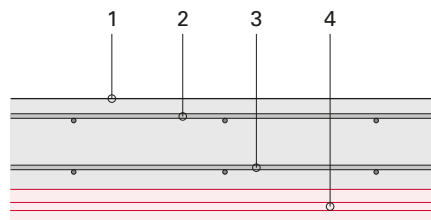
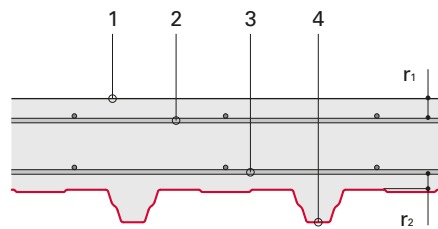
1. Hormigón
2. Armadura antisurcación y de negativos
3. Armadura de positivos y fuego
4. Perfil de soporte: INCO 30.4 Encofrado

FC14 INCO 30.5 Encofrado



1. Hormigón
2. Armadura antisurcación y de negativos
3. Armadura de positivos y fuego
4. Perfil de soporte: INCO 30.5 Encofrado

FC15 INCO 44.4 Encofrado



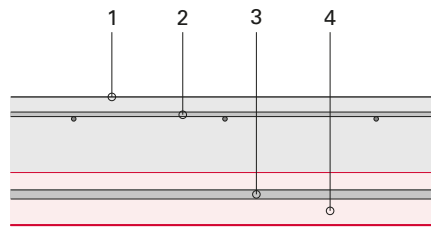
1. Hormigón
2. Armadura antisurcación y de negativos
3. Armadura de positivos y fuego
4. Perfil de soporte: INCO 44.4 Encofrado

Nota:

r<sub>1</sub>: recubrimiento mínimo de armadura superior según informe de cálculo

r<sub>2</sub>: recubrimiento mínimo de armadura inferior según informe de cálculo

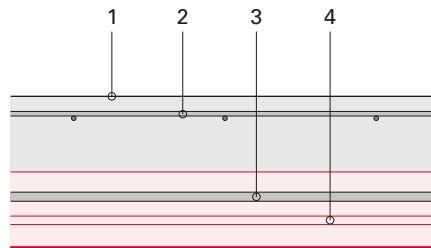
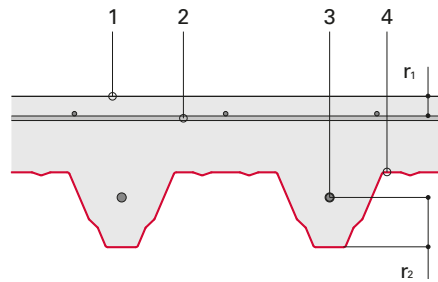
FC16 INCO 70.4 Encofrado



Secciones transversales y longitudinales  
Escala 1:10. Cotas en mm

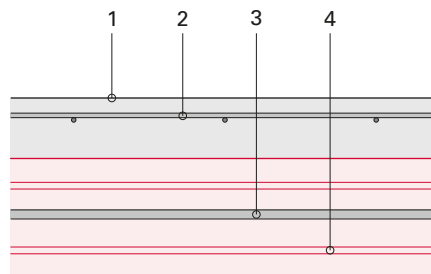
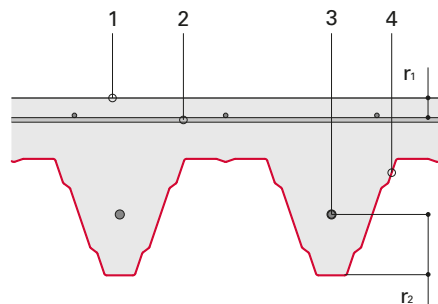
1. Hormigón
2. Armadura antisifuración y de negativos
3. Armadura de positivos y fuego
4. Perfil de soporte: INCO 70.4 Encofrado perdido

FC17 INCO 100.3 Encofrado



1. Hormigón
2. Armadura antisifuración y de negativos
3. Armadura de positivos y fuego
4. Perfil de soporte: INCO 100.3 Encofrado perdido

FC18 INCO 155.3 Encofrado



1. Hormigón
2. Armadura antisifuración y de negativos
3. Armadura de positivos y fuego
4. Perfil de soporte: INCO 155.3 Encofrado perdido

Nota:

$r_1$ : recubrimiento mínimo de armadura superior según informe de cálculo

$r_2$ : recubrimiento mínimo de armadura inferior según informe de cálculo



Nuevas instalaciones de Gourmet S.A.  
en Paterna (Valencia)- España

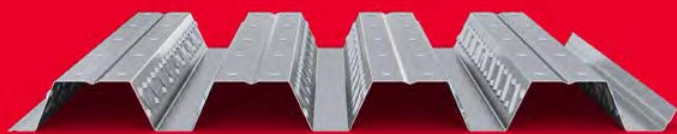
INCO 100.3 Colaborante



---

## Forjado colaborante

- > INCO 70.4 Colaborante
- > INCO 100.3 Colaborante
- > INCO 100.3 R Colaborante



- > Forjado colaborante
- > Ancho útil: 840 mm
- > Altura de greca: 70 mm
- > Separación de grecas: 210 mm

## Descripción

El perfil INCO 70.4 Colaborante desempeña una doble función, como encofrado perdido en la fase de vertido del hormigón y como armadura de positivos en la fase mixta. Está especialmente diseñado para resolver forjados resistentes con el mínimo canto de forjado. Este perfil ofrece una muy buena resistencia para la solución de forjado, alcanzando luces de hasta 5 metros.

## Condiciones de fabricación

- > Longitud fabricación Mín / Máx: 2 / 12 m
- > Rango de espesores: 0,75 | 1,00 | 1,20 mm
- > Pedido mínimo: 100 m<sup>2</sup>
- > Peso paquete: 1.500 - 2.000 kg
- > Color: Galvanizado
- > Posición fabricación: Cara B orientada hacia arriba

## Condiciones de transporte

Espesor (mm)	Superficie* (m <sup>2</sup> )
0,75	2.000
1,00	1.300
1,20	1.100

\*superficie estimada en función de la longitud.

## Material

- > Clase de acero EN 10346
- > Tolerancias dimensionales EN 10143
- > Reacción al fuego EN 14782

## Acabado

- > Acero galvanizado (Z)
- > Acero Magnelis (ZM)

## Artículos complementarios

- > Remate perimetral
- > Junta estanca superior / inferior

## Información sobre las tablas

- > Comprobaciones perfil: flexión, cortante, abolladura y flecha según la norma Eurocódigo 3: UNE-EN 1993-1-3
- > Comprobaciones losa mixta: flexión, cortante, rasante y flecha según la norma Eurocódigo 4: UNE-EN 1994-1-1 y UNE-EN 1994-1-2
- > La sobrecarga de uso no está mayorada y viene dada en proyección horizontal
- > Se incluye el peso propio de la losa
- > Estos valores son una aproximación de resistencia y requieren un informe de cálculo para un análisis detallado
- > Ancho apoyos ext./int. (mm): 100/100
- > Ejemplo: Espesor 1,00 mm, 2 vanos, canto 140 mm, distancia entre apoyos 3,00 m, sin apuntalamiento, sobrecarga de uso = 1.185 kg/m<sup>2</sup>, sección antifisuración y negativos 393 mm<sup>2</sup>/m, positivos Ø6 para REI60

## Información de cálculo

- > Hipótesis de cálculo:  
ELU:  $Q = 1,35 \times PP + 1,50 \times SU$   
ELS:  $Q = 1,00 \times PP + 1,00 \times SU$   
PP: Peso propio | SU: Sobrecarga de uso
- > Limitaciones de flecha:  
Fase de encofrado:  
Flecha máx < L/180  
Fase mixta:  
Luz ≤ 3,50 m | Flecha máx < L/350  
Luz > 3,50 m | Flecha máx < L/700 + 5 mm

## Documentación relacionada

- > Catálogo general
- > Ficha técnica
- > Manual técnico
- > Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

## Comience a diseñar su forjado colaborante



Encuentre en nuestra web toda la documentación técnica que necesita para comenzar a diseñar su proyecto.

[www.incoperfil.com/soluciones](http://www.incoperfil.com/soluciones)



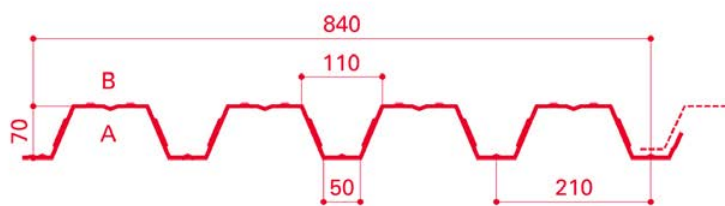
Dispone de formularios para solicitar un informe específico para su proyecto.

[www.incoperfil.com/cyd](http://www.incoperfil.com/cyd)



Solicite soporte a nuestro departamento técnico para diseñar y seleccionar el sistema más adecuado.

[dpto\\_tecnico@incoperfil.com](mailto:dpto_tecnico@incoperfil.com)



Cotas en mm

Recubrimiento superior,  $r_1$  (mm): 20  
 Recubrimiento inferior,  $r_2$  (mm): 40

### Características del perfil

Espesor (mm)	Peso (daN/m <sup>2</sup> )	Área bruta (mm <sup>2</sup> /m)	I. bruta (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. + (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. - (mm <sup>4</sup> /mm)	W + (mm <sup>3</sup> /m)	W - (mm <sup>3</sup> /m)
0,75	8,76	1.116	800.578	780.682	648.009	12.627	15.672
1,00	11,68	1.488	1.067.438	1.038.647	861.720	23.588	26.593
1,20	14,02	1.786	1.280.925	1.316.341	1.040.382	33.280	33.400

Nota: Perfil de acero galvanizado S280GD+Z200, límite elástico garantizado de 280 N/mm<sup>2</sup> y recubrimiento mínimo de 200 g/m<sup>2</sup>, adecuado para ambientes interiores no agresivos. Para otras características del acero, consulte con nuestro departamento técnico.

### Características del forjado colaborante

Canto, H (mm)	Peso propio forjado (kN/m <sup>2</sup> )			Volumen hormigón (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> /m)	Inercia bruta (cm <sup>4</sup> /m)	Ruido aéreo, R <sub>A</sub> (dBA)	Ruido de impacto, L <sub>n,w</sub> (dB)
	Espesor (mm)							
	0,75	1,00	1,20					
110	1,61	1,64	1,67	0,067	666	7.167	46,05	82,92
120	1,84	1,87	1,89	0,077	766	9.492	44,63	84,29
130	2,06	2,10	2,12	0,087	866	12.155	46,45	82,54
140	2,29	2,32	2,35	0,097	966	15.198	48,05	81,01
150	2,51	2,55	2,58	0,107	1.066	18.665	49,50	79,62
160	2,74	2,77	2,80	0,117	1.166	22.604	50,83	78,34
170	2,96	3,00	3,03	0,127	1.266	27.068	52,06	77,16
180	3,19	3,23	3,25	0,137	1.366	32.105	53,20	76,07
190	3,42	3,45	3,48	0,147	1.466	37.769	54,26	75,05
200	3,65	3,68	3,70	0,157	1.566	44.111	55,26	74,10

Nota: R<sub>A</sub> y L<sub>n,w</sub> corresponden al forjado sin acabado, según el CTE DB-HR Protección Frente al Ruido.

Tipo hormigón	Resistencia, $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Mod. elasticidad (daN/cm <sup>2</sup> )	Tamaño máximo de árido			Peso específico (daN/m <sup>3</sup> )
HA-25	25	30.471,58	< (0,4 · h)	< ( $b_0 / 3$ )	< (tamiz C, 31,5 mm)	2.300

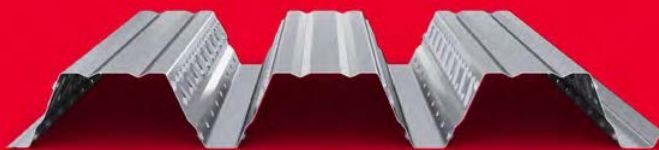
Nota:  $b_0$  se refiere al ancho medio de los nervios, con un valor de 79,85 mm.

### Características de la armadura antisifuración y negativos

Designación	Clase Acero	$f_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	$F_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	Alargamiento %	$f_s / f_y$
B 500 S	Soldable	500	550	12	1,05

#### Secciones nominales de acero (B 500 S) por metro lineal

Separación (cm)	20x20	15x15	20x20	15x15	20x20	15x15	20x20	15x15	20x20	15x15
Diámetro (mm)	5	5	6	6	8	8	10	10	12	12
Cuantía (mm <sup>2</sup> /m)	99	131	142	189	252	336	393	524	566	754



- > Forjado colaborante
- > Ancho útil: 825 mm
- > Altura de greca: 100 mm
- > Separación de grecas: 275 mm

## Descripción

El perfil INCO 100.3 Colaborante desempeña una doble función, como encofrado perdido en la fase de vertido del hormigón y como armadura de positivos en la fase mixta. Está especialmente diseñado alcanzar las máximas distancias sin apuntalamiento. Este perfil ofrece una muy buena resistencia para la solución de forjado, alcanzando luces de hasta 5 metros.

## Condiciones de fabricación

- > Longitud fabricación Mín / Máx: 2 / 12 m
- > Rango de espesores: 0,75 | 1,00 | 1,20 mm
- > Pedido mínimo: 250 m<sup>2</sup>
- > Peso paquete: 1.500 - 2.000 kg
- > Color: Galvanizado
- > Posición fabricación: Cara B orientada hacia arriba

## Condiciones de transporte

Espesor (mm)	Superficie* (m <sup>2</sup> )
0,75	1.600
1,00	1.300
1,20	1.100

\*superficie estimada en función de la longitud.

## Material

- > Clase de acero EN 10346
- > Tolerancias dimensionales EN 10143
- > Reacción al fuego EN 14782

## Acabado

- > Acero galvanizado (Z)
- > Acero Magnelis (ZM)

## Artículos complementarios

- > Remate perimetral
- > Junta estanca superior / inferior

## Información sobre las tablas

- > Comprobaciones perfil: flexión, cortante, abolladura y flecha según la norma Eurocódigo 3: UNE-EN 1993-1-3
- > Comprobaciones losa mixta: flexión, cortante, rasante y flecha según la norma Eurocódigo 4: UNE-EN 1994-1-1 y UNE-EN 1994-1-2
- > La sobrecarga de uso no está mayorada y viene dada en proyección horizontal
- > Se incluye el peso propio de la losa
- > Estos valores son una aproximación de resistencia y requieren un informe de cálculo para un análisis detallado
- > Ancho apoyos ext./int. (mm): 100/100
- > Ejemplo: Espesor 1,00 mm, 2 vanos, canto 170 mm, distancia entre apoyos 3,00 m, sin apuntalamiento, sobrecarga de uso = 1.404 kg/m<sup>2</sup>, sección antifisuración y negativos 336 mm<sup>2</sup>/m, positivos Ø8 para REI60

## Información de cálculo

- > Hipótesis de cálculo:  
ELU:  $Q = 1,35 \times PP + 1,50 \times SU$   
ELS:  $Q = 1,00 \times PP + 1,00 \times SU$   
PP: Peso propio | SU: Sobrecarga de uso
- > Limitaciones de flecha:  
Fase de encofrado:  
Flecha máx < L/180  
Fase mixta:  
Luz ≤ 3,50 m | Flecha máx < L/350  
Luz > 3,50 m | Flecha máx < L/700 + 5 mm

## Documentación relacionada

- > Catálogo general
- > Ficha técnica
- > Manual técnico
- > Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

## Comience a diseñar su forjado colaborante



Encuentre en nuestra web toda la documentación técnica que necesita para comenzar a diseñar su proyecto.

[www.incoperfil.com/soluciones](http://www.incoperfil.com/soluciones)



Dispone de formularios para solicitar un informe específico para su proyecto.

[www.incoperfil.com/cyd](http://www.incoperfil.com/cyd)

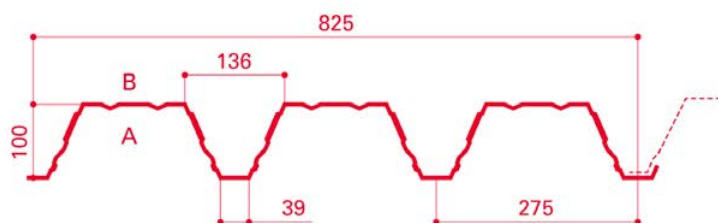


Solicite soporte a nuestro departamento técnico para diseñar y seleccionar el sistema más adecuado.

[dpto\\_tecnico@incoperfil.com](mailto:dpto_tecnico@incoperfil.com)

# INCO 100.3 Colaborante<sup>®</sup>

FORJADO COLABORANTE



Cotas en mm

Recubrimiento superior,  $r_1$  (mm): 20  
Recubrimiento inferior,  $r_2$  (mm): 65

## Características del perfil

Espesor (mm)	Peso (daN/m <sup>2</sup> )	Área bruta (mm <sup>2</sup> /m)	I. bruta (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. + (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. - (mm <sup>4</sup> /mm)	W + (mm <sup>3</sup> /m)	W - (mm <sup>3</sup> /m)
0,75	8,92	1.136	1.617.470	1.458.115	1.459.805	24.983	21.352
1,00	11,89	1.515	2.310.769	1.917.338	1.761.922	34.908	33.982
1,20	14,27	1.818	2.773.026	2.284.717	2.003.616	42.849	44.087

Nota: Perfil de acero galvanizado S280GD+Z200, límite elástico garantizado de 280 N/mm<sup>2</sup> y recubrimiento mínimo de 200 g/m<sup>2</sup>, adecuado para ambientes interiores no agresivos. Para otras características del acero, consulte con nuestro departamento técnico.

## Características del forjado colaborante

Canto, H (mm)	Peso propio forjado (kN/m <sup>2</sup> )			Volumen hormigón (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> /m)	Inercia bruta (cm <sup>4</sup> /m)	Ruido aéreo, R <sub>A</sub> (dBA)	Ruido de impacto, L <sub>n,w</sub> (dB)
	Espesor (mm)							
140	0,75	1,00	1,20	0,072	718	13.905	43,59	85,29
150	1,72	1,76	1,78	0,082	818	17.742	45,48	83,47
160	1,95	1,98	2,01	0,092	918	21.952	47,29	81,74
170	2,18	2,21	2,24	0,102	1.018	26.554	48,81	80,28
180	2,41	2,44	2,47	0,112	1.118	31.578	50,19	78,95
190	2,63	2,66	2,69	0,122	1.218	37.064	51,47	77,73
200	2,86	2,89	2,92	0,132	1.318	43.056	52,65	76,59
210	3,08	3,12	3,14	0,142	1.418	49.599	53,75	75,54
220	3,31	3,34	3,37	0,152	1.518	56.743	54,78	74,55
230	3,53	3,57	3,59	0,162	1.618	64.538	55,74	73,63
230	3,77	3,80	3,82	0,162	1.618	64.538	55,74	73,63

Nota: R<sub>A</sub> y L<sub>n,w</sub> corresponden al forjado sin acabado, según el CTE DB-HR Protección Frente al Ruido.

Tipo hormigón	Resistencia, f <sub>ck</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Mod. elasticidad (daN/cm <sup>2</sup> )	Tamaño máximo de árido			Peso específico (daN/m <sup>3</sup> )
HA-25	25	30.471,58	< (0,4 · h)	< (b <sub>0</sub> / 3)	< (tamiz C, 31,5 mm)	2.300

Nota: b<sub>0</sub> se refiere al ancho medio de los nervios, con un valor de 87,50 mm.

## Características de la armadura antisifuración y negativos

Designación	Clase Acero	f <sub>s</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	F <sub>s</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Alargamiento %	f <sub>s</sub> / f <sub>y</sub>
B 500 S	Soldable	500	550	12	1,05

Secciones nominales de acero (B 500 S) por metro lineal

Separación (cm)	20x20	15x15	20x20	15x15	20x20	15x15	20x20	15x15	20x20	15x15
Diámetro (mm)	5	5	6	6	8	8	10	10	12	12
Cuantía (mm <sup>2</sup> /m)	99	131	142	189	252	336	393	524	566	754



- > Forjado colaborante
- > Ancho útil: 825 mm
- > Altura de greca: 100 mm
- > Separación de grecas: 275 mm

## Descripción

El perfil INCO 100.3 R Colaborante desempeña una doble función, como encofrado perdido en la fase de vertido del hormigón y como armadura de positivos en la fase mixta. Está especialmente diseñado para requerimientos al fuego elevados con el mínimo canto de forjado. Este perfil ofrece una muy buena resistencia para la solución de forjado, alcanzando luces de hasta 5 metros.

## Condiciones de fabricación

- > Longitud fabricación Mín / Máx: 2 / 12 m
- > Rango de espesores: 0,75 | 1,00 | 1,20 mm
- > Pedido mínimo: 250 m<sup>2</sup>
- > Peso paquete: 1.500 - 2.000 kg
- > Color: Galvanizado
- > Posición fabricación: Cara B orientada hacia arriba

## Condiciones de transporte

Espesor (mm)	Superficie* (m <sup>2</sup> )
0,75	1.600
1,00	1.300
1,20	1.100

\*superficie estimada en función de la longitud.

## Material

- > Clase de acero EN 10346
- > Tolerancias dimensionales EN 10143
- > Reacción al fuego EN 14782

## Acabado

- > Acero galvanizado (Z)
- > Acero Magnelis (ZM)

## Artículos complementarios

- > Remate perimetral
- > Junta estanca superior / inferior

## Información sobre las tablas

- > Comprobaciones perfil: flexión, cortante, abolladura y flecha según la norma Eurocódigo 3: UNE-EN 1993-1-3
- > Comprobaciones losa mixta: flexión, cortante, rasante y flecha según la norma Eurocódigo 4: UNE-EN 1994-1-1 y UNE-EN 1994-1-2
- > La sobrecarga de uso no está mayorada y viene dada en proyección horizontal
- > Se incluye el peso propio de la losa
- > Estos valores son una aproximación de resistencia y requieren un informe de cálculo para un análisis detallado
- > Ancho apoyos ext./int. (mm): 100/100
- > Ejemplo: Espesor 1,00 mm, 2 vanos, canto 170 mm, distancia entre apoyos 3,00 m, sin apuntalamiento, sobrecarga de uso = 1.364 kg/m<sup>2</sup>, sección antifisuración y negativos 336 mm<sup>2</sup>/m, positivos Ø8 para REI60

## Información de cálculo

- > Hipótesis de cálculo:  
ELU: Q = 1,35 x PP + 1,50 x SU  
ELS: Q = 1,00 x PP + 1,00 x SU  
PP: Peso propio | SU: Sobrecarga de uso
- > Limitaciones de flecha:  
Fase de encofrado:  
Flecha máx < L/180  
Fase mixta:  
Luz ≤ 3,50 m | Flecha máx < L/350  
Luz > 3,50 m | Flecha máx < L/700 + 5 mm

## Documentación relacionada

- > Catálogo general
- > Ficha técnica
- > Manual técnico
- > Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

## Comience a diseñar su forjado colaborante



Encuentre en nuestra web toda la documentación técnica que necesita para comenzar a diseñar su proyecto.

[www.incoperfil.com/soluciones](http://www.incoperfil.com/soluciones)



Dispone de formularios para solicitar un informe específico para su proyecto.

[www.incoperfil.com/cyd](http://www.incoperfil.com/cyd)



Solicite soporte a nuestro departamento técnico para diseñar y seleccionar el sistema más adecuado.

[dpto\\_tecnico@incoperfil.com](mailto:dpto_tecnico@incoperfil.com)

# INCO 100.3 R Colaborante<sup>®</sup>

FORJADO COLABORANTE



Cotas en mm

Recubrimiento superior,  $r_1$  (mm): 20  
Recubrimiento inferior,  $r_2$  (mm): 40

## Características del perfil

Espesor (mm)	Peso (daN/m <sup>2</sup> )	Área bruta (mm <sup>2</sup> /m)	I. bruta (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. + (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. - (mm <sup>4</sup> /mm)	W + (mm <sup>3</sup> /m)	W - (mm <sup>3</sup> /m)
0,75	8,92	1.136	1.617.470	1.459.805	1.458.115	21.352	24.983
1,00	11,89	1.515	2.310.769	1.761.922	1.917.338	33.982	34.908
1,20	14,27	1.818	2.773.026	2.003.616	2.284.717	44.087	42.849

Nota: Perfil de acero galvanizado S280GD+Z200, límite elástico garantizado de 280 N/mm<sup>2</sup> y recubrimiento mínimo de 200 g/m<sup>2</sup>, adecuado para ambientes interiores no agresivos. Para otras características del acero, consulte con nuestro departamento técnico.

## Características del forjado colaborante

Canto, H (mm)	Peso propio forjado (kN/m <sup>2</sup> )			Volumen hormigón (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> /m)	Inercia bruta (cm <sup>4</sup> /m)	Ruido aéreo, R <sub>A</sub> (dBA)	Ruido de impacto, L <sub>n,w</sub> (dB)
	Espesor (mm)							
140	0,75	1,00	1,20	0,108	1.082	17.292	49,66	79,46
150	2,54	2,58	2,60	0,118	1.182	21.354	50,98	78,20
160	2,78	2,80	2,83	0,128	1.282	25.996	52,20	77,03
170	3,00	3,03	3,05	0,138	1.382	31.267	53,33	75,95
180	3,23	3,26	3,28	0,148	1.482	37.216	54,41	74,91
190	3,45	3,48	3,51	0,158	1.582	43.896	55,40	73,96
200	3,68	3,71	3,74	0,168	1.682	51.358	56,33	73,07
210	3,90	3,93	3,96	0,178	1.782	59.656	57,21	72,23
220	4,13	4,16	4,19	0,188	1.882	68.843	58,04	71,43
230	4,35	4,38	4,41	0,198	1.982	78.971	58,83	70,67
230	4,59	4,62	4,64	0,198	1.982	78.971	58,83	70,67

Nota: R<sub>A</sub> y L<sub>n,w</sub> corresponden al forjado sin acabado, según el CTE DB-HR Protección Frente al Ruido.

Tipo hormigón	Resistencia, $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Mod. elasticidad (daN/cm <sup>2</sup> )	Tamaño máximo de árido			Peso específico (daN/m <sup>3</sup> )
HA-25	25	30.471,58	< (0,4 · h)	< (b <sub>0</sub> / 3)	< (tamiz C, 31,5 mm)	2.300

Nota: b<sub>0</sub> se refiere al ancho medio de los nervios, con un valor de 187,50 mm.

## Características de la armadura antisurcación y negativos

Designación	Clase Acero	$f_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	$F_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	Alargamiento %	$f_s / f_y$
B 500 S	Soldable	500	550	12	1,05

### Secciones nominales de acero (B 500 S) por metro lineal

Separación (cm)	20x20	15x15	20x20	15x15	20x20	15x15	20x20	15x15	20x20	15x15
Diámetro (mm)	5	5	6	6	8	8	10	10	12	12
Cuantía (mm <sup>2</sup> /m)	99	131	142	189	252	336	393	524	566	754



Puente de la Constitución de 1812 en la  
bahía de Cádiz - España  
Arquitecto Javier Manterola



---

## Encofrado perdido

- > INCO 30.4 Encofrado
- > INCO 30.5 Encofrado
- > INCO 44.4 Encofrado
- > INCO 70.4 Encofrado
- > INCO 100.3 Encofrado
- > INCO 155.3 Encofrado



- > Encofrado perdido
- > Ancho útil: 1.100 mm
- > Altura de greca: 30 mm
- > Separación de grecas: 275 mm

## Descripción

El perfil INCO 30.4 se emplea como encofrado perdido en la fase de vertido de hormigón. Este perfil se presenta como la opción más económica para la solución de encofrado, alcanzando luces de hasta 1,8 metros sin apuntalamiento.

## Condiciones de fabricación

- > Longitud fabricación Mín / Máx: 2 / 12 m
- > Rango de espesores:  
0,60 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 1,00 | 1,20 mm
- > Pedido mínimo: 250 m<sup>2</sup>
- > Peso paquete: 1.500 - 2.000 kg
- > Color: Blanco. Otros bajo demanda
- > Posición color: A
- > Posición fabricación: Cara A orientada hacia arriba

## Condiciones de transporte

Espesor (mm)	Superficie* (m <sup>2</sup> )
0,60	4.100
0,70	3.500
0,75	3.200
0,80	3.100
1,00	2.400
1,20	2.000

\*superficie estimada en función de la longitud.

## Material

- > Clase de acero EN 10346
- > Recubrimiento orgánico EN 10169
- > Tolerancias dimensionales EN 10143
- > Reacción al fuego EN 14782

## Acabado

- > Acero galvanizado (Z) y Magnelis (ZM)
- > Acero lacado estándar (15-25 µm)
- > Acero altas prestaciones (35-200 µm)
- > Perforados para soluciones acústicas

## Artículos complementarios

- > Remate perimetral
- > Junta estanca superior / inferior

## Información sobre las tablas

- > Comprobaciones perfil: flexión, cortante, abolladura y flecha según la norma Eurocódigo 3: UNE-EN 1993-1-3
- > Se incluye el peso propio de la losa y las cargas de ejecución
- > Ejemplo: 2 vanos, espesor 1,00 mm, canto 200 mm, distancia máxima entre apoyos sin apuntalamiento 1,11 m

## Información de cálculo

- > Hipótesis de cálculo:  
ELU:  $Q = 1,35 \times PP + 1,50 \times SU$   
ELS:  $Q = 1,00 \times PP + 1,00 \times SU$   
PP: Peso propio | SU: Sobrecarga de uso
- > Limitaciones de flecha:  
Fase de encofrado:  
Flecha máx <  $L/180$

## Documentación relacionada

- > Catálogo general
- > Ficha técnica
- > Manual técnico
- > Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

## Comience a diseñar su encofrado perdido



Encuentre en nuestra web toda la documentación técnica que necesita para comenzar a diseñar su proyecto.

[www.incoperfil.com/soluciones](http://www.incoperfil.com/soluciones)



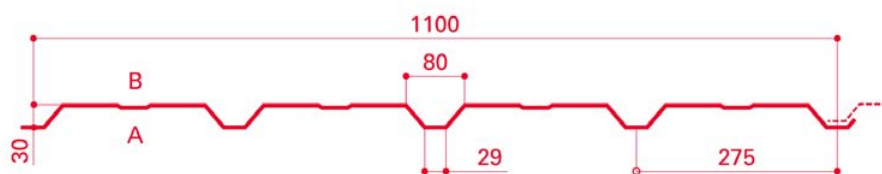
Dispone de formularios para solicitar un informe específico para su proyecto.

[www.incoperfil.com/cyd](http://www.incoperfil.com/cyd)



Solicite soporte a nuestro departamento técnico para diseñar y seleccionar el sistema más adecuado.

[dpto\\_tecnico@incoperfil.com](mailto:dpto_tecnico@incoperfil.com)



- > Material: Acero
- > Límite Elástico (N/mm<sup>2</sup>): 280
- > Ancho apoyos ext./int. (mm): 100/100
- > Flecha (mm): L/180

Cotas en mm

### Características del perfil

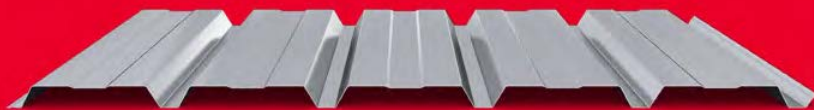
Espesor (mm)	Peso (daN/m <sup>2</sup> )	Área bruta (mm <sup>2</sup> /m)	I. bruta (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. + (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. - (mm <sup>4</sup> /mm)	W + (mm <sup>3</sup> /m)	W - (mm <sup>3</sup> /m)
0,70	6,20	795	88.674	53.726	84.748	3.284	3.613
0,80	7,10	909	101.301	64.306	100.182	3.802	4.294
1,00	8,90	1.136	126.532	86.731	126.532	4.848	5.409
1,20	10,70	1.364	151.735	110.479	151.735	5.898	6.459

### Características del Forjado

Canto, H (mm)	Peso propio forjado (kN/m <sup>2</sup> )				Volumen hormigón (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> /m)	Inercia bruta (cm <sup>4</sup> /m)
	Espesor (mm)						
	0,70	0,80	1,00	1,20			
120	2,24	2,25	2,27	2,29	0,096	959	16.813
140	2,70	2,71	2,72	2,74	0,116	1.159	25.230
160	3,16	3,16	3,18	3,20	0,136	1.359	36.247
180	3,61	3,62	3,63	3,65	0,156	1.559	50.276
200	4,06	4,07	4,09	4,11	0,176	1.759	67.729
220	4,51	4,52	4,54	4,56	0,196	1.959	89.019
240	4,97	4,98	5,00	5,02	0,216	2.159	114.557
260	5,43	5,43	5,45	5,47	0,236	2.359	144.755
280	5,88	5,89	5,90	5,92	0,256	2.559	180.025
300	6,33	6,34	6,36	6,38	0,276	2.759	220.779

### Luz máxima sin apuntalamiento (m)

Espesor (mm)	Vanos (ud)	Canto, H (mm)									
		120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
0,70	1	1,15	1,09	1,03	0,99	0,95	0,91	0,88	0,85	0,82	0,80
	2	1,08	1,03	0,97	0,93	0,88	0,85	0,81	0,78	0,76	0,73
	3	1,18	1,11	1,07	1,02	0,97	0,93	0,89	0,86	0,83	0,80
0,80	1	1,23	1,17	1,11	1,06	1,02	0,98	0,95	0,91	0,89	0,86
	2	1,19	1,12	1,08	1,03	0,98	0,94	0,91	0,87	0,84	0,82
	3	1,31	1,23	1,17	1,11	1,08	1,03	0,99	0,95	0,92	0,89
1,00	1	1,39	1,32	1,25	1,20	1,15	1,11	1,07	1,03	1,00	0,97
	2	1,36	1,28	1,22	1,16	1,11	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95
	3	1,52	1,42	1,34	1,28	1,23	1,18	1,13	1,09	1,07	1,03
1,20	1	1,53	1,45	1,38	1,32	1,27	1,22	1,18	1,14	1,10	1,07
	2	1,53	1,42	1,35	1,29	1,23	1,18	1,14	1,10	1,08	1,05
	3	1,66	1,58	1,50	1,42	1,36	1,31	1,26	1,22	1,18	1,14



- > Encofrado perdido
- > Ancho útil: 1.050 mm
- > Altura de greca: 30 mm
- > Separación de grecas: 210 mm

## Descripción

El perfil INCO 30.5 se emplea como encofrado perdido en la fase de vertido de hormigón. Este perfil aúna resistencia con economía para la solución de encofrado, alcanzando luces de hasta 2 metros sin apuntalamiento.

## Condiciones de fabricación

- > Longitud fabricación Mín/Máx: 2,2 / 12 m
- > Rango de espesores:  
0,60 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 1,00 | 1,20 mm
- > Pedido mínimo: 250 m<sup>2</sup>
- > Peso paquete: 1.500 - 2.000 kg
- > Color: Blanco. Otros bajo demanda
- > Posición color: A
- > Posición fabricación: Cara A orientada hacia arriba

## Condiciones de transporte

Espesor (mm)	Superficie* (m <sup>2</sup> )
0,60	3.900
0,70	3.300
0,75	3.100
0,80	2.900
1,00	2.300
1,20	1.900

\*superficie estimada en función de la longitud.

## Material

- > Clase de acero EN 10346
- > Recubrimiento orgánico EN 10169
- > Tolerancias dimensionales EN 10143
- > Reacción al fuego EN 14782

## Acabado

- > Acero galvanizado (Z) y Magnelis (ZM)
- > Acero lacado estándar (15-25 µm)
- > Acero altas prestaciones (35-200 µm)
- > Perforados para soluciones acústicas

## Artículos complementarios

- > Remate perimetral
- > Junta estanca superior / inferior

## Información sobre las tablas

- > Comprobaciones perfil: flexión, cortante, abolladura y flecha según la norma Eurocódigo 3: UNE-EN 1993-1-3
- > Se incluye el peso propio de la losa y las cargas de ejecución
- > Ejemplo: 2 vanos, espesor 1,00 mm, canto 200 mm, distancia máxima entre apoyos sin apuntalamiento 1,19 m

## Información de cálculo

- > Hipótesis de cálculo:  
ELU:  $Q = 1,35 \times PP + 1,50 \times SU$   
ELS:  $Q = 1,00 \times PP + 1,00 \times SU$   
PP: Peso propio | SU: Sobrecarga de uso
- > Limitaciones de flecha:  
Fase de encofrado:  
Flecha máx < L/180

## Documentación relacionada

- > Catálogo general
- > Ficha técnica
- > Manual técnico
- > Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

## Comience a diseñar su encofrado perdido



Encuentre en nuestra web toda la documentación técnica que necesita para comenzar a diseñar su proyecto.

[www.incoperfil.com/soluciones](http://www.incoperfil.com/soluciones)



Dispone de formularios para solicitar un informe específico para su proyecto.

[www.incoperfil.com/cyd](http://www.incoperfil.com/cyd)



Solicite soporte a nuestro departamento técnico para diseñar y seleccionar el sistema más adecuado.

[dpto\\_tecnico@incoperfil.com](mailto:dpto_tecnico@incoperfil.com)



- > Material: Acero
- > Límite Elástico (N/mm<sup>2</sup>): 280
- > Ancho apoyos ext./int. (mm): 100/100
- > Flecha (mm): L/180

Cotas en mm

### Características del perfil

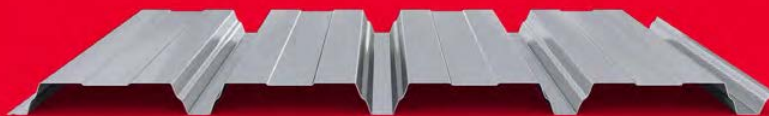
Espesor (mm)	Peso (daN/m <sup>2</sup> )	Área bruta (mm <sup>2</sup> /m)	I. bruta (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. + (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. - (mm <sup>4</sup> /mm)	W + (mm <sup>3</sup> /m)	W - (mm <sup>3</sup> /m)
0,70	6,60	833	95.165	67.746	94.361	3.849	4.199
0,80	7,50	952	108.704	81.041	108.705	4.450	4.835
1,00	9,40	1.190	135.746	108.848	135.746	5.654	6.009
1,20	11,30	1.429	162.744	137.760	162.744	6.853	7.169

### Características del Forjado

Canto, H (mm)	Peso propio forjado (kN/m <sup>2</sup> )				Volumen hormigón (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> /m)	Inercia bruta (cm <sup>4</sup> /m)
	Espesor (mm)						
	0,70	0,80	1,00	1,20			
120	2,25	2,26	2,28	2,30	0,096	961	14.705
140	2,70	2,71	2,73	2,75	0,116	1.161	22.292
160	3,16	3,17	3,19	3,21	0,136	1.361	32.319
180	3,61	3,62	3,64	3,66	0,156	1.561	45.189
200	4,07	4,08	4,10	4,12	0,176	1.761	61.304
220	4,52	4,53	4,55	4,57	0,196	1.961	81.067
240	4,98	4,99	5,01	5,03	0,216	2.161	104.882
260	5,43	5,44	5,46	5,48	0,236	2.361	133.151
280	5,88	5,89	5,91	5,93	0,256	2.561	166.278
300	6,34	6,35	6,37	6,39	0,276	2.761	204.665

### Luz máxima sin apuntalamiento (m)

Espesor (mm)	Vanos (ud)	Canto, H (mm)									
		120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
0,70	1	1,24	1,17	1,12	1,07	1,02	0,99	0,95	0,92	0,89	0,87
	2	1,18	1,11	1,08	1,03	0,98	0,94	0,91	0,87	0,84	0,82
	3	1,30	1,23	1,16	1,11	1,07	1,03	0,99	0,95	0,92	0,89
0,80	1	1,33	1,26	1,20	1,15	1,10	1,06	1,02	0,99	0,96	0,93
	2	1,29	1,21	1,15	1,09	1,07	1,03	0,99	0,95	0,92	0,89
	3	1,42	1,34	1,27	1,21	1,16	1,11	1,08	1,04	1,01	0,97
1,00	1	1,50	1,42	1,35	1,29	1,24	1,19	1,15	1,11	1,08	1,05
	2	1,46	1,38	1,31	1,25	1,19	1,14	1,10	1,08	1,05	1,02
	3	1,62	1,53	1,44	1,38	1,32	1,27	1,22	1,18	1,14	1,11
1,20	1	1,65	1,56	1,49	1,42	1,36	1,31	1,27	1,23	1,19	1,15
	2	1,64	1,55	1,44	1,38	1,32	1,27	1,22	1,18	1,14	1,11
	3	1,78	1,68	1,61	1,53	1,46	1,40	1,35	1,31	1,27	1,23



- > Encofrado perdido
- > Ancho útil: 980 mm
- > Altura de greca: 44 mm
- > Separación de grecas: 245 mm

## Descripción

El perfil INCO 44.4 se emplea como encofrado perdido en la fase de vertido de hormigón. Este perfil ofrece una buena resistencia para la solución de encofrado, alcanzando luces de hasta 2,50 metros sin apuntalamiento.

## Condiciones de fabricación

- > Longitud fabricación Mín/Máx: 2,2 / 14 m
- > Rango de espesores:  
0,60 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 1,00 | 1,20 mm
- > Pedido mínimo: 250 m<sup>2</sup>
- > Peso paquete: 1.500 - 2.000 kg
- > Color: Blanco. Otros bajo demanda
- > Posición color: A
- > Posición fabricación: Cara B orientada hacia arriba

## Condiciones de transporte

Espesor (mm)	Superficie* (m <sup>2</sup> )
0,60	3.600
0,70	3.100
0,75	2.900
0,80	2.700
1,00	2.100
1,20	1.800

\*superficie estimada en función de la longitud.

## Material

- > Clase de acero EN 10346
- > Recubrimiento orgánico EN 10169
- > Tolerancias dimensionales EN 10143
- > Reacción al fuego EN 14782

## Acabado

- > Acero galvanizado (Z) y Magnelis (ZM)
- > Acero lacado estándar (15-25 µm)
- > Acero altas prestaciones (35-200 µm)
- > Perforados para soluciones acústicas

## Artículos complementarios

- > Remate perimetral
- > Junta estanca superior / inferior

## Información sobre las tablas

- > Comprobaciones perfil: flexión, cortante, abolladura y flecha según la norma Eurocódigo 3: UNE-EN 1993-1-3
- > Se incluye el peso propio de la losa y las cargas de ejecución
- > Ejemplo: 2 vanos, espesor 1,00 mm, canto 200 mm, distancia máxima entre apoyos sin apuntalamiento 1,51 m

## Información de cálculo

- > Hipótesis de cálculo:  
ELU:  $Q = 1,35 \times PP + 1,50 \times SU$   
ELS:  $Q = 1,00 \times PP + 1,00 \times SU$   
PP: Peso propio | SU: Sobrecarga de uso
- > Limitaciones de flecha:  
Fase de encofrado:  
Flecha máx < L/180

## Documentación relacionada

- > Catálogo general
- > Ficha técnica
- > Manual técnico
- > Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

## Comience a diseñar su encofrado perdido



Encuentre en nuestra web toda la documentación técnica que necesita para comenzar a diseñar su proyecto.

[www.incoperfil.com/soluciones](http://www.incoperfil.com/soluciones)



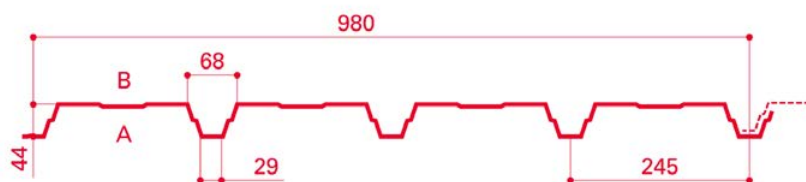
Dispone de formularios para solicitar un informe específico para su proyecto.

[www.incoperfil.com/cyd](http://www.incoperfil.com/cyd)



Solicite soporte a nuestro departamento técnico para diseñar y seleccionar el sistema más adecuado.

[dpto\\_tecnico@incoperfil.com](mailto:dpto_tecnico@incoperfil.com)



- > Material: Acero
- > Límite Elástico (N/mm<sup>2</sup>): 280
- > Ancho apoyos ext./int. (mm): 100/100
- > Flecha (mm): L/180

Cotas en mm

### Características del perfil

Espesor (mm)	Peso (daN/m <sup>2</sup> )	Área bruta (mm <sup>2</sup> /m)	I. bruta (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. + (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. - (mm <sup>4</sup> /mm)	W + (mm <sup>3</sup> /m)	W - (mm <sup>3</sup> /m)
0,70	7,01	893	215.970	139.844	208.515	5.764	6.337
0,80	8,01	1.020	246.214	167.450	245.402	6.700	7.512
1,00	10,01	1.276	308.597	226.033	308.597	8.594	9.359
1,20	12,02	1.531	370.386	288.040	370.386	10.508	11.320

### Características del Forjado

Canto, H (mm)	Peso propio forjado (kN/m <sup>2</sup> )				Volumen hormigón (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> /m)	Inercia bruta (cm <sup>4</sup> /m)
	Espesor (mm)						
	0,70	0,80	1,00	1,20			
140	2,45	2,46	2,48	2,50	0,105	1.047	21.118
160	2,91	2,92	2,94	2,96	0,125	1.247	30.057
180	3,36	3,37	3,39	3,41	0,145	1.447	41.443
200	3,81	3,82	3,84	3,86	0,165	1.647	55.674
220	4,27	4,28	4,30	4,32	0,185	1.847	73.151
240	4,72	4,73	4,75	4,77	0,205	2.047	94.274
260	5,18	5,19	5,21	5,23	0,225	2.247	119.443
280	5,63	5,64	5,66	5,68	0,245	2.447	149.059
300	6,09	6,10	6,12	6,14	0,265	2.647	183.521

### Luz máxima sin apuntalamiento (m)

Espesor (mm)	Vanos (ud)	Canto, H (mm)								
		140	160	180	200	220	240	260	280	300
0,70	1	1,48	1,41	1,34	1,28	1,23	1,19	1,15	1,11	1,08
	2	1,37	1,29	1,22	1,16	1,11	1,08	1,04	1,01	0,97
	3	1,53	1,42	1,35	1,29	1,23	1,18	1,13	1,09	1,07
0,80	1	1,60	1,52	1,44	1,38	1,33	1,28	1,24	1,20	1,16
	2	1,54	1,43	1,36	1,29	1,24	1,18	1,14	1,10	1,08
	3	1,67	1,60	1,52	1,43	1,37	1,31	1,26	1,22	1,18
1,00	1	1,80	1,71	1,63	1,56	1,50	1,45	1,40	1,36	1,32
	2	1,74	1,66	1,58	1,51	1,42	1,37	1,32	1,27	1,23
	3	1,93	1,82	1,73	1,66	1,59	1,53	1,46	1,41	1,36
1,20	1	1,99	1,89	1,80	1,73	1,66	1,60	1,55	1,50	1,45
	2	1,96	1,84	1,75	1,67	1,62	1,56	1,50	1,43	1,38
	3	2,20	2,07	1,94	1,85	1,77	1,70	1,65	1,59	1,54



- > Encofrado perdido
- > Ancho útil: 840 mm
- > Altura de greca: 70 mm
- > Separación de grecas: 210 mm

## Descripción

El perfil INCO 70.4 se emplea como encofrado perdido en la fase de vertido de hormigón. Este perfil ofrece una muy buena resistencia para la solución de encofrado, alcanzando luces de hasta 3,90 metros sin apuntalamiento.

## Condiciones de fabricación

- > Longitud fabricación Mín / Máx: 2 / 14 m
- > Rango de espesores:  
0,60 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 1,00 | 1,20 mm
- > Pedido mínimo: 250 m<sup>2</sup>
- > Peso paquete: 1.500 - 2.000 kg
- > Color: Blanco. Otros bajo demanda
- > Posición color: A
- > Posición fabricación: Cara B orientada hacia arriba

## Condiciones de transporte

Espesor (mm)	Superficie* (m <sup>2</sup> )
0,60	3.100
0,70	2.600
0,75	2.500
0,80	2.300
1,00	1.800
1,20	1.500

\*superficie estimada en función de la longitud.

## Material

- > Clase de acero EN 10346
- > Recubrimiento orgánico EN 10169
- > Tolerancias dimensionales EN 10143
- > Reacción al fuego EN 14782

## Acabado

- > Acero galvanizado (Z) y Magnelis (ZM)
- > Acero lacado estándar (15-25 µm)
- > Acero altas prestaciones (35-200 µm)
- > Perforados para soluciones acústicas

## Artículos complementarios

- > Remate perimetral
- > Junta estanca superior / inferior

## Información sobre las tablas

- > Comprobaciones perfil: flexión, cortante, abolladura y flecha según la norma Eurocódigo 3: UNE-EN 1993-1-3
- > Se incluye el peso propio de la losa y las cargas de ejecución
- > Ejemplo: 2 vanos, espesor 1,00 mm, canto 200 mm, distancia máxima entre apoyos sin apuntalamiento 2,50 m

## Información de cálculo

- > Hipótesis de cálculo:  
ELU:  $Q = 1,35 \times PP + 1,50 \times SU$   
ELS:  $Q = 1,00 \times PP + 1,00 \times SU$   
PP: Peso propio | SU: Sobrecarga de uso
- > Limitaciones de flecha:  
Fase de encofrado:  
Flecha máx < L/180

## Documentación relacionada

- > Catálogo general
- > Ficha técnica
- > Manual técnico
- > Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

## Comience a diseñar su encofrado perdido



Encuentre en nuestra web toda la documentación técnica que necesita para comenzar a diseñar su proyecto.

[www.incoperfil.com/soluciones](http://www.incoperfil.com/soluciones)



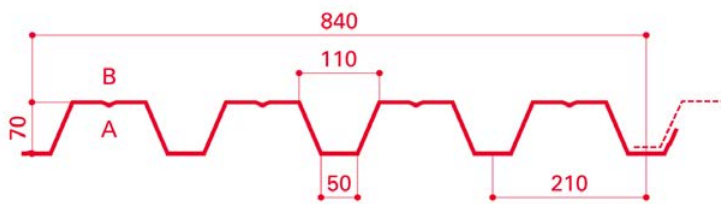
Dispone de formularios para solicitar un informe específico para su proyecto.

[www.incoperfil.com/cyd](http://www.incoperfil.com/cyd)



Solicite soporte a nuestro departamento técnico para diseñar y seleccionar el sistema más adecuado.

[dpto\\_tecnico@incoperfil.com](mailto:dpto_tecnico@incoperfil.com)



- > Material: Acero
- > Límite Elástico (N/mm<sup>2</sup>): 280
- > Ancho apoyos ext./int. (mm): 100/100
- > Flecha (mm): L/180

Cotas en mm

### Características del perfil

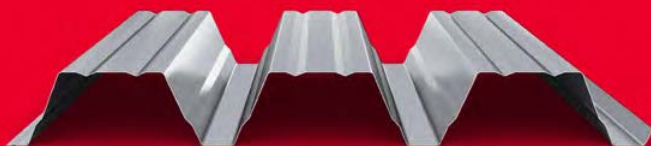
Espesor (mm)	Peso (daN/m <sup>2</sup> )	Área bruta (mm <sup>2</sup> /m)	I. bruta (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. + (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. - (mm <sup>4</sup> /mm)	W + (mm <sup>3</sup> /m)	W - (mm <sup>3</sup> /m)
0,70	8,17	1.042	738.725	673.258	592.251	16.254	13.134
0,80	9,34	1.190	844.414	790.899	778.881	19.159	18.404
1,00	11,69	1.488	1.055.919	1.029.987	1.055.919	24.498	25.899
1,20	14,01	1.786	1.267.596	1.267.597	1.267.597	29.834	31.038

### Características del Forjado

Canto, H (mm)	Peso propio forjado (kN/m <sup>2</sup> )				Volumen hormigón (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> /m)	Inercia bruta (cm <sup>4</sup> /m)
	Espesor (mm)						
120	0,70	0,80	1,00	1,20	0,077	766	9.492
140	2,27	2,28	2,31	2,33	0,097	966	15.198
160	2,73	2,74	2,76	2,78	0,117	1.166	22.604
180	3,18	3,19	3,22	3,24	0,137	1.366	32.105
200	3,64	3,65	3,67	3,70	0,157	1.566	44.111
220	4,09	4,10	4,13	4,15	0,177	1.766	59.044
240	4,55	4,56	4,58	4,60	0,197	1.966	77.328
260	5,00	5,01	5,03	5,06	0,217	2.166	99.389
280	5,46	5,47	5,49	5,52	0,237	2.366	125.657
300	5,91	5,92	5,95	5,97	0,257	2.566	156.559

### Luz máxima sin apuntalamiento (m)

Espesor (mm)	Vanos (ud)	Canto, H (mm)									
		120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
0,70	1	2,71	2,55	2,41	2,30	2,20	2,11	2,03	1,96	1,89	1,84
	2	2,17	2,01	1,85	1,74	1,66	1,59	1,52	1,44	1,38	1,33
	3	2,42	2,23	2,08	1,93	1,83	1,74	1,66	1,62	1,55	1,50
0,80	1	2,94	2,76	2,62	2,49	2,38	2,29	2,20	2,12	2,05	1,99
	2	2,65	2,44	2,27	2,13	2,01	1,89	1,80	1,73	1,66	1,62
	3	2,95	2,72	2,53	2,37	2,24	2,13	2,03	1,92	1,85	1,78
1,00	1	3,23	3,12	2,95	2,81	2,69	2,58	2,48	2,40	2,32	2,25
	2	3,28	3,02	2,82	2,64	2,50	2,37	2,26	2,17	2,08	2,01
	3	3,62	3,36	3,14	2,95	2,79	2,65	2,53	2,42	2,32	2,24
1,20	1	3,54	3,34	3,25	3,10	2,96	2,84	2,74	2,64	2,56	2,48
	2	3,68	3,41	3,18	2,99	2,83	2,69	2,57	2,46	2,36	2,28
	3	3,98	3,76	3,53	3,33	3,16	3,00	2,87	2,75	2,64	2,54



- > Encofrado perdido
- > Ancho útil: 825 mm
- > Altura de greca: 100 mm
- > Separación de grecas: 275 mm

## Descripción

El perfil INCO 100.3 se emplea como encofrado perdido en la fase de vertido de hormigón. Este perfil ofrece una gran resistencia para la solución de encofrado, alcanzando luces de hasta 4,40 metros sin apuntalamiento.

## Condiciones de fabricación

- > Longitud fabricación Mín/Máx: 2,2 / 23 m
- > Rango de espesores:  
0,60 | 0,70 | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,50 mm
- > Pedido mínimo: 250 m<sup>2</sup>
- > Peso paquete: 1.500 - 2.000 kg
- > Color: Blanco. Otros bajo demanda
- > Posición color: A
- > Posición fabricación: Cara B orientada hacia arriba

## Condiciones de transporte

Espesor (mm)	Superficie* (m <sup>2</sup> )
0,60	2.900
0,70	2.500
0,80	2.200
1,00	1.700
1,20	1.400
1,50	1.100

\*superficie estimada en función de la longitud.

## Material

- > Clase de acero EN 10346
- > Recubrimiento orgánico EN 10169
- > Tolerancias dimensionales EN 10143
- > Reacción al fuego EN 14782

## Acabado

- > Acero galvanizado (Z) y Magnelis (ZM)
- > Acero lacado estándar (15-25 µm)
- > Acero altas prestaciones (35-200 µm)
- > Perforados para soluciones acústicas

## Artículos complementarios

- > Remate perimetral
- > Junta estanca superior / inferior

## Información sobre las tablas

- > Comprobaciones perfil: flexión, cortante, abolladura y flecha según la norma Eurocódigo 3: UNE-EN 1993-1-3
- > Se incluye el peso propio de la losa y las cargas de ejecución
- > Ejemplo: 2 vanos, espesor 1,00 mm, canto 210 mm, distancia máxima entre apoyos sin apuntalamiento 2,72 m

## Información de cálculo

- > Hipótesis de cálculo:  
ELU:  $Q = 1,35 \times PP + 1,50 \times SU$   
ELS:  $Q = 1,00 \times PP + 1,00 \times SU$   
PP: Peso propio | SU: Sobrecarga de uso
- > Limitaciones de flecha:  
Fase de encofrado:  
Flecha máx < L/180

## Documentación relacionada

- > Catálogo general
- > Ficha técnica
- > Manual técnico
- > Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

## Comience a diseñar su encofrado perdido



Encuentre en nuestra web toda la documentación técnica que necesita para comenzar a diseñar su proyecto.

[www.incoperfil.com/soluciones](http://www.incoperfil.com/soluciones)



Dispone de formularios para solicitar un informe específico para su proyecto.

[www.incoperfil.com/cyd](http://www.incoperfil.com/cyd)



Solicite soporte a nuestro departamento técnico para diseñar y seleccionar el sistema más adecuado.

[dpto\\_tecnico@incoperfil.com](mailto:dpto_tecnico@incoperfil.com)

# INCO 100.3 Encofrado <sup>®</sup>

## ENCOFRADO PERDIDO



- > Material: Acero
- > Límite Elástico (N/mm<sup>2</sup>): 280
- > Ancho apoyos ext./int. (mm): 100/100
- > Flecha (mm): L/180

Cotas en mm

### Características del perfil

Espesor (mm)	Peso (daN/m <sup>2</sup> )	Área bruta (mm <sup>2</sup> /m)	I. bruta (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. + (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. - (mm <sup>4</sup> /mm)	W + (mm <sup>3</sup> /m)	W - (mm <sup>3</sup> /m)
0,70	8,33	1.061	1.499.585	1.523.327	1.344.993	21.355	16.786
0,80	9,52	1.212	1.848.560	1.728.328	1.501.627	26.661	21.767
1,00	11,89	1.515	2.310.769	2.138.331	1.814.894	37.273	31.729
1,20	14,27	1.818	2.773.026	2.548.333	2.128.161	47.884	41.690

### Características del Forjado

Canto, H (mm)	Peso propio forjado (kN/m <sup>2</sup> )				Volumen hormigón (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> /m)	Inercia bruta (cm <sup>4</sup> /m)
	Espesor (mm)						
	0,70	0,80	1,00	1,20			
150	1,96	1,97	1,99	2,02	0,083	827	17.743
170	2,41	2,42	2,45	2,47	0,103	1.027	26.522
190	2,87	2,88	2,90	2,92	0,123	1.227	37.023
210	3,32	3,33	3,36	3,38	0,143	1.427	49.576
230	3,78	3,79	3,81	3,84	0,163	1.627	64.561
250	4,23	4,24	4,27	4,29	0,183	1.827	82.386
270	4,69	4,70	4,72	4,74	0,203	2.027	103.468
290	5,14	5,15	5,17	5,20	0,223	2.227	128.233
310	5,60	5,61	5,63	5,66	0,243	2.427	157.109
330	6,05	6,06	6,08	6,11	0,263	2.627	190.527

### Luz máxima sin apuntalamiento (m)

Espesor (mm)	Vanos (ud)	Canto, H (mm)									
		150	170	190	210	230	250	270	290	310	330
0,70	1	3,05	2,87	2,72	2,60	2,48	2,39	2,30	2,22	2,15	2,09
	2	2,24	2,07	1,90	1,79	1,69	1,62	1,54	1,46	1,40	1,34
	3	2,50	2,30	2,15	2,01	1,88	1,78	1,70	1,64	1,58	1,52
0,80	1	3,40	3,21	3,04	2,90	2,77	2,67	2,57	2,48	2,40	2,33
	2	2,65	2,44	2,27	2,13	2,01	1,88	1,79	1,72	1,66	1,60
	3	2,96	2,73	2,54	2,38	2,24	2,13	2,03	1,91	1,83	1,76
1,00	1	4,01	3,80	3,60	3,42	3,28	3,15	3,03	2,93	2,84	2,75
	2	3,39	3,12	2,90	2,72	2,57	2,44	2,32	2,22	2,13	2,05
	3	3,75	3,48	3,25	3,04	2,87	2,72	2,60	2,48	2,38	2,29
1,20	1	4,40	4,16	4,04	3,88	3,71	3,57	3,43	3,32	3,21	3,11
	2	4,01	3,71	3,46	3,25	3,07	2,91	2,78	2,66	2,55	2,45
	3	4,43	4,10	3,84	3,62	3,43	3,26	3,11	2,97	2,85	2,75

# INCO 155.3 Encofrado®

ENCOFRADO PERDIDO



- > Encofrado perdido
- > Ancho útil: 840 mm
- > Altura de greca: 155 mm
- > Separación de grecas: 280 mm

## Descripción

El perfil INCO 155.3 se emplea como encofrado perdido en la fase de vertido de hormigón. Este perfil ofrece una excelente resistencia para la solución de encofrado, alcanzando luces de hasta 5,90 metros sin apuntalamiento.

## Condiciones de fabricación

- > Longitud fabricación Mín/Máx: 2,2 / 23 m
- > Rango de espesores:  
0,60 | 0,70 | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,50 mm
- > Pedido mínimo: 250 m<sup>2</sup>
- > Peso paquete: 1.500 - 2.000 kg
- > Color: Blanco. Otros bajo demanda
- > Posición color: A
- > Posición fabricación: Cara A orientada hacia arriba

## Condiciones de transporte

Espesor (mm)	Superficie* (m <sup>2</sup> )
0,60	2.400
0,70	2.100
0,80	1.900
1,00	1.400
1,20	1.200
1,50	980

\*superficie estimada en función de la longitud.

## Material

- > Clase de acero EN 10346
- > Recubrimiento orgánico EN 10169
- > Tolerancias dimensionales EN 10143
- > Reacción al fuego EN 14782

## Acabado

- > Acero galvanizado (Z) y Magnelis (ZM)
- > Acero lacado estándar (15-25 µm)
- > Acero altas prestaciones (35-200 µm)
- > Perforados para soluciones acústicas

## Artículos complementarios

- > Remate perimetral
- > Junta estanca superior / inferior

## Información sobre las tablas

- > Comprobaciones perfil: flexión, cortante, abolladura y flecha según la norma Eurocódigo 3: UNE-EN 1993-1-3
- > Se incluye el peso propio de la losa y las cargas de ejecución
- > Ejemplo: 2 vanos, espesor 1,00 mm, canto 330 mm, distancia máxima entre apoyos sin apuntalamiento 2,59 m

## Información de cálculo

- > Hipótesis de cálculo:  
ELU:  $Q = 1,35 \times PP + 1,50 \times SU$   
ELS:  $Q = 1,00 \times PP + 1,00 \times SU$   
PP: Peso propio | SU: Sobrecarga de uso
- > Limitaciones de flecha:  
Fase de encofrado:  
Flecha máx < L/180

## Documentación relacionada

- > Catálogo general
- > Ficha técnica
- > Manual técnico
- > Declaración de prestaciones (DDP / DOP)

## Comience a diseñar su encofrado perdido



EN 14782:2006



Encuentre en nuestra web toda la documentación técnica que necesita para comenzar a diseñar su proyecto.

[www.incoperfil.com/soluciones](http://www.incoperfil.com/soluciones)



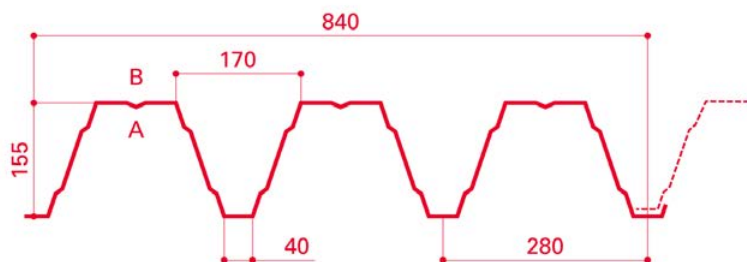
Dispone de formularios para solicitar un informe específico para su proyecto.

[www.incoperfil.com/cyd](http://www.incoperfil.com/cyd)



Solicite soporte a nuestro departamento técnico para diseñar y seleccionar el sistema más adecuado.

[dpto\\_tecnico@incoperfil.com](mailto:dpto_tecnico@incoperfil.com)



- > Material: Acero
- > Límite Elástico (N/mm<sup>2</sup>): 280
- > Ancho apoyos ext./int. (mm): 100/100
- > Flecha (mm): L/180

Cotas en mm

### Características del perfil

Espesor (mm)	Peso (daN/m <sup>2</sup> )	Área bruta (mm <sup>2</sup> /m)	I. bruta (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. + (mm <sup>4</sup> /mm)	I. eff. - (mm <sup>4</sup> /mm)	W + (mm <sup>3</sup> /m)	W - (mm <sup>3</sup> /m)
0,80	11,21	1.429	3.829.309	4.060.888	3.888.877	49.269	41.482
1,00	14,01	1.786	4.786.712	4.571.354	4.360.923	58.339	49.871
1,20	16,82	2.143	5.744.164	6.102.753	5.777.061	85.550	75.037
1,50	21,02	2.679	7.180.459	7.628.400	7.193.260	106.938	93.796

### Características del Forjado

Canto, H (mm)	Peso propio forjado (kN/m <sup>2</sup> )				Volumen hormigón (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> /m)	Inercia bruta (cm <sup>4</sup> /m)
	Espesor (mm)						
	0,80	1,00	1,20	1,50			
210	2,68	2,71	2,74	2,78	0,114	1.137	48.579
230	3,14	3,17	3,20	3,24	0,134	1.337	66.521
250	3,60	3,62	3,65	3,69	0,154	1.537	86.881
270	4,05	4,08	4,10	4,14	0,174	1.737	109.890
290	4,51	4,53	4,56	4,60	0,194	1.937	135.863
310	4,96	4,98	5,01	5,05	0,214	2.137	165.159
330	5,41	5,44	5,47	5,51	0,234	2.337	198.159
350	5,86	5,89	5,92	5,96	0,254	2.537	235.262
370	6,33	6,35	6,38	6,42	0,274	2.737	276.876
390	6,78	6,80	6,83	6,87	0,294	2.937	323.413

### Luz máxima sin apuntalamiento (m)

Espesor (mm)	Vanos (ud)	Canto, H (mm)									
		210	230	250	270	290	310	330	350	370	390
0,80	1	4,26	4,04	3,86	3,70	3,55	3,43	3,31	3,21	3,12	3,03
	2	3,05	2,83	2,65	2,49	2,35	2,21	2,09	1,97	1,87	1,78
	3	3,42	3,17	2,97	2,79	2,64	2,49	2,35	2,22	2,11	2,01
1,00	1	4,64	4,40	4,20	4,02	3,86	3,73	3,60	3,49	3,39	3,30
	2	3,65	3,40	3,19	3,01	2,85	2,72	2,59	2,49	2,39	2,30
	3	4,05	3,79	3,56	3,37	3,19	3,04	2,91	2,78	2,67	2,58
1,20	1	5,12	5,04	4,82	4,61	4,43	4,27	4,13	4,00	3,88	3,77
	2	4,38	4,10	3,86	3,65	3,46	3,30	3,16	3,03	2,91	2,81
	3	4,85	4,55	4,28	4,06	3,86	3,69	3,53	3,39	3,26	3,14
1,50	1	5,95	5,70	5,48	5,32	5,25	5,06	4,89	4,74	4,59	4,47
	2	5,38	5,04	4,75	4,51	4,30	4,11	3,94	3,79	3,64	3,52
	3	5,97	5,60	5,29	5,02	4,78	4,57	4,38	4,22	4,06	3,93

┌

┐

└

┘

Localice a su comercial:  
[www.incoperfil.com/donde-estamos](http://www.incoperfil.com/donde-estamos)

© Incoperfil. Todos los derechos reservados.  
Registro en ColorIURIS (Acta n.º 1-INCOPERFIL-12.2025)

Incoperfil  
Ingeniería y Construcción del Perfil, S.A.  
C/Nou, 16-27 Pol. Industrial Mas del Polio  
46469 Beniparrell (Valencia), España

Tel : +34 96 121 17 78  
[info@incoperfil.com](mailto:info@incoperfil.com)  
[www.incoperfil.com](http://www.incoperfil.com)