

Proyecto final de carrera

**Estudio vivienda unifamiliar  
prefabricada de hormigón**



Alumno: **MERCEDES LA ROSA CUBELLS**

DNI: **26747128-Z**

Tutor: **DAVID HERNÁNDEZ FIGUEIRIDO**

**ARQUITECTURA TÉCNICA**

Convocatoria: **OCTUBRE 2013**



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	5
3. ANTECEDENTES .....	6
3.1. Historia de los prefabricados.....	6
3.2. Estado actual de la prefabricación .....	7
4. PREFABRICADOS DE HORMIGÓN .....	9
4.1. Concepto de prefabricación e industrialización .....	9
4.2. Campos de aplicación.....	11
4.3. Propiedades de los prefabricados de hormigón .....	11
4.4. Elementos prefabricados de hormigón.....	15
4.4.1. Cimentaciones.....	15
4.4.2. Pilares .....	16
4.4.3. Vigas .....	17
4.4.4. Forjados .....	19
4.4.5. Cerramientos.....	21
4.4.6. Otros .....	26
4.5. Diseño y fabricación.....	27
4.6. Transporte .....	33
4.7. Montaje .....	34
4.8. Conexiones entre elementos prefabricados .....	36
4.8.1. Conexiones con cáliz.....	37
4.8.2. Conexiones atornilladas .....	38
4.8.3. Conexiones con vainas.....	41
4.8.4. Conexiones con galce .....	42
4.8.5. Conexiones con cajas con eslingas.....	42
4.8.6. Conexiones con ménsulas.....	43
5. SEGURIDAD .....	44
5.1. Riesgos y medidas preventivas en la fabricación .....	44
5.2. Riesgos y medidas preventivas en el montaje.....	46
6. NORMATIVA APLICABLE A LOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN.....	48
6.1. Mercado CE.....	48

6.2. Normativa de la EHE.....	49
6.3. Eurocódigos estructurales.....	53
6.4. Normativa del CTE.....	53
7. CONTROL CALIDAD .....	54
7.1. Criterios generales.....	54
7.2. Control previo al suministro .....	56
7.2.1. Comprobación documental .....	56
7.2.2. Comprobación de las instalaciones.....	57
7.2.3. Posible exención de comprobaciones previas.....	57
7.3. Control durante el suministro.....	57
7.3.1. Control documental durante el suministro .....	57
7.3.2. Comprobación de la conformidad de los materiales empleados .....	58
7.3.3. Comprobaciones experimentales durante el suministro .....	58
8. SOSTENIBILIDAD.....	63
8.1. Sostenibilidad.....	63
8.2. Declaraciones ambientales del producto.....	64
9. ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA CONSTRUCCIÓN PREFABRICADA Y LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL .....	65
9.1. Estudio de la estructura .....	65
9.2. Estudio del tiempo de ejecución.....	66
9.3. Estudio coste económico .....	67
9.4. Estudio demanda energética.....	69
9.4.1. Limitación de la demanda energética CTE DB-HE 1 .....	69
9.4.2. Cerramiento de fachada .....	71
9.4.1. Cubierta.....	74
9.4.2. Losa cimentación.....	77
10. CONCLUSIONES.....	79
11. BIBLIOGRAFÍA.....	81
Anexo A: Elementos prefabricados de hormigón .....	A
Anexo B: Fabricación y transporte de elementos prefabricados .....	B
Anexo C: Normativa y control de calidad .....	C
Anexo D: Planos vivienda unifamiliar.....	D
Anexo E: Presupuesto y planificación de obra.....	E

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio trata de analizar el uso de elementos prefabricados de hormigón para la construcción de viviendas, principalmente aplicado a la vivienda unifamiliar industrializada.

Se realiza un estudio de los diferentes sistemas de construcción industrializada y su evolución a lo largo de la historia. Analizando los sistemas de producción, los materiales utilizados, su transporte y montaje.

El proyecto presenta un modelo alternativo a la construcción tradicional analizando sus ventajas: reducir costes, acortar plazos de ejecución y mejorar acabados.

Para un mejor estudio de este sistema, se realiza un análisis comparativo de la construcción de una vivienda unifamiliar utilizando el método tradicional y mediante elementos prefabricados de hormigón.

Para ello se estudian los diferentes elementos prefabricados de hormigón que pueden ser utilizados y las ventajas de cada uno de ellos, el método de ejecución de ambos sistemas, los presupuestos, controles de calidad y planificación de la ejecución de la obra, analizando los tiempos de producción y montaje.

Con todo este análisis se obtiene una comparación de ambos sistemas constructivos, observando las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos.

## 2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es demostrar las ventajas que tiene el sistema constructivo con elementos prefabricados de hormigón frente al sistema constructivo tradicional.

La construcción prefabricada se ha desarrollado durante años en países del norte de Europa y en Estados Unidos pero en España es un sistema constructivo poco utilizado.

Este sistema permite reducir los tiempos de ejecución por lo que reduce los costes indirectos de un proyecto, también se consigue tener un mayor control de residuos comparándolo con la construcción tradicional.

Otras ventajas que presenta el uso de estos elementos son el aumento de la seguridad en obra, la resistencia al fuego, el aislamiento acústico, la eliminación de andamios y el mantenimiento reducido. En cuanto al diseño, ofrece una gran adaptabilidad de formas y tamaños, así como variedad en los acabados.

El proyecto del estudio de la vivienda industrializada surge a raíz de las prácticas realizadas en la empresa de elementos prefabricados PAVI, S.L.

Durante el periodo de estancia en prácticas se desarrolló el proyecto "HOUSES TO LIVE IN" donde diferentes estudios de arquitectura aportaron proyectos de viviendas unifamiliares que fueron adaptados al sistema de construcción con elementos prefabricados de hormigón.

Por este motivo se me encargo realizar un estudio entre las diferentes propuestas de los estudios de arquitectura para determinar las diferencias entre la construcción prefabricada y la tradicional, analizando principalmente los costes de ambos sistemas constructivos.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1. Historia de los prefabricados

Para encontrar el primer ejemplo de prefabricación hay que remontarse al siglo XVI, cuando Leonardo da Vinci recibió el encargo de planificar una serie de ciudades nuevas en la región de Loire. Se planteó establecer en el centro de cada ciudad una fábrica para la elaboración de elementos básicos, previamente diseñados, para la construcción de los edificios alrededor de las fábricas.

También durante este periodo, en la guerra entre franceses e ingleses, el ejército francés construyó pabellones de madera prefabricados que podían ser montados, desmontados y transportados fácilmente. En 1578 se montó en Canadá una casa prefabricada que había sido construida en Inglaterra, y posteriormente, en 1624 se instaló en Massachusetts la Great House, que fue construida por Edward Winslow en Inglaterra.

A finales del siglo XVIII se empieza a industrializar la construcción en Europa, con la construcción de puentes y cubiertas de hierro fundido, material también utilizado posteriormente en pilares y vigas de edificios. Mientras, en Estados Unidos, se desarrolla la construcción de edificios *Balloon Frame* mediante listones de madera prefabricados ensamblados con clavos fabricados en serie.

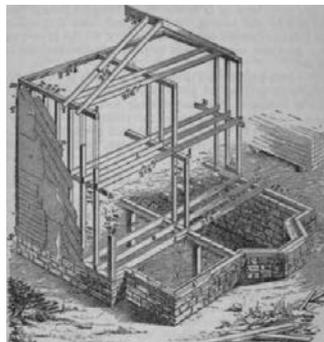


Figura 3.1: Sistema Balloon Frame

Desde la época del imperio romano el hormigón casi no se utilizaba y no es hasta finales del siglo XIX cuando se vuelve a emplear. Aplicado junto con entramados de alambre, constituyen la materia prima ideal para prefabricados.

En 1889 en Estados Unidos, Eduard T. Potter idea un edificio prefabricado mediante módulos tridimensionales en forma de cajón apilable. Dos años más tarde en Europa se prefabrican las primeras vigas de hormigón armado para la construcción del casino de Biarritz.

A principios del siglo XX se hace necesario el desarrollo de proyectos de edificación basados en la prefabricación, debido a la presión social para obtener una vivienda.

Por este motivo el inglés Brodie y los americanos Edison y Atterbury inventan técnicas y sistemas de fabricación para solucionar este problema.

Brodie y Atterbury desarrollan un sistema cerrado de construcción basado en paneles de hormigón prefabricado, producidos en fábrica, para ser transportados a obra y montados con grúas, mientras que Edison inventa y patenta un sistema para construir edificios, hasta de dos o tres plantas, mediante el vertido de hormigón en moldes metálicos de manera continuada.



Figura 3.2: Montaje de paneles de hormigón

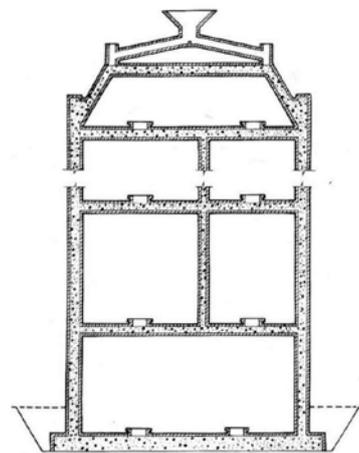


Figura 3.3: Esquema del molde metálico empleado por Edison

Tras la segunda Guerra Mundial se lleva a cabo un proceso de reconstrucción de Europa, por lo que se desarrolla el uso de elementos prefabricados de hormigón para la construcción de carreteras y edificios.

### 3.2. Estado actual de la prefabricación

Actualmente el sistema de construcción con elementos prefabricados se ha desarrollado, aunque en España, no es un sistema habitual en la edificación residencial.

Tras la reconstrucción de Europa después de la Segunda Guerra Mundial, la construcción prefabricada se extendió por toda Europa, pero principalmente en los países más industrializados y los países del este. Mientras, en los países más calurosos y menos industrializados apenas progresó.

La evolución de este sistema se ha producido en tres fases, alcanzando posibilidades de diseño ilimitadas.

En primer lugar se desarrollaron sistemas muy rígidos, que limitaban los procesos creativos de los arquitectos. A continuación, se crearon unos sistemas de componentes semi-abiertos, que ofrecían una variedad limitada de tipologías, a partir de diseños de elementos con poca flexibilidad.

En la actualidad se construyen sistemas prefabricados totalmente abiertos, proporcionando una gran variedad de posibilidades de desarrollo y con la tecnología actual se puede construir en fábrica cualquier componente de un edificio.

En otros países con un clima más frío que en España, este sistema ha evolucionado más rápidamente ya que no pueden construir durante una serie de meses, por este motivo recurren a sistemas prefabricados para garantizar la calidad en la construcción.

También se ha desarrollado en países donde la seguridad no es muy alta, ya que este sistema ofrece una disminución del tiempo de construcción muy importante.

Los sistemas constructivos son muy amplios y se ha innovado en diferentes soluciones y sistemas de controles de calidad, que ofrecen una mayor fiabilidad frente a los sistemas tradicionales.

En nuestro país los elementos prefabricados se están utilizando principalmente para la construcción de naves industriales, por su rapidez de ejecución y por las grandes luces que permite, y también en obra civil, para la construcción de puentes, carreteras, presas, etc. Aunque actualmente este sistema constructivo se empieza a utilizar en la edificación residencial.

### 4. PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

#### 4.1. Concepto de prefabricación e industrialización<sup>1</sup>

La **prefabricación** es un sistema constructivo basado en el *diseño y producción* de componentes y subsistemas *elaborados en serie* en una *fábrica o taller fuera de su ubicación final* y que en su posición definitiva, tras una *fase de montaje simple, precisa y no laboriosa*, conforman el todo o una *parte de un edificio o construcción*.

- Diseño y producción: aunque se considera que la prefabricación es principalmente un proceso de producción, se deben tener en cuenta una serie de fases previas de gran importancia: investigación, innovación, planificación, diseño, optimización, etc. La principal ventaja de la prefabricación nace de considerar el diseño y la ejecución del conjunto arquitectónico, como un único proceso coordinado.
- Elaborados en serie: en su gran mayoría, los productos prefabricados se ejecutan en serie, aporta numerosas ventajas: *mayor calidad* (automatización de tareas), *facilidad de fabricación* (uso de máquinas y moldes), *mayores tiradas y alta productividad*, *menor tiempo de producción*, *mano de obra más fácil de formar...*

No obstante, la prefabricación en tiradas cortas o únicas también son rentables e interesantes en algunas circunstancias: *aumento de calidad*, *mejor control de producción*, *seguridad constructiva*, *independencia de condiciones meteorológicas*, *ahorro de tiempos de ejecución*, *pre-elaboración y almacenamiento hasta el momento de la colocación definitiva...*

- En una fábrica o taller fuera de su ubicación final: las instalaciones en las que se ejecutan los componentes o subsistemas prefabricados, pueden estar tan lejos como se quiera o tan cerca, como incluso a pie de obra. En este segundo caso, las condiciones de producción e incorporación de equipamiento de mayor calidad podrían ser más complicadas, dado el carácter temporal del taller a pie de obra; sin embargo, aparecen ventajas adicionales como puede ser el ahorro en transporte, la necesidad de menor espacio de almacenaje, la flexibilidad en función del avance de las obras...
- Fase de montaje simple, precisa y no laboriosa: cuando un edificio es prefabricado, las operaciones en el terreno son esencialmente de montaje, y

---

<sup>1</sup> J. Alcántara (21 agosto 2012) Artículo "Prefabricación vs Industrialización"

no de elaboración. Una buena referencia para conocer el grado de prefabricación de un edificio es la cantidad de residuos generados en la obra; cuanta mayor cantidad de escombros y suciedad, menos índice de prefabricación presenta el inmueble.

- Conforman el todo o una parte: la prefabricación no requiere que la totalidad de la construcción se haya llevado a cabo mediante elementos, previamente elaborados en fábrica o taller. Aunque se tienda a conseguir la planificación de construcciones totalmente industrializadas, en ocasiones eso no es posible o interesante, y el proceso de prefabricación se proyecta de forma parcial.

La **industrialización** es el proceso productivo que, de forma racional y automatizada, implica la aplicación de tecnologías avanzadas al proceso de diseño, producción, fabricación y gestión, empleando materiales, medios de transporte y técnicas mecanizadas en serie para obtener una mayor productividad.

Ventajas asociadas a la industrialización e, indirectamente, a la prefabricación:

- Aumento de la calidad
- Mayor seguridad laboral
- Reducción de mano de obra no especializada
- Reducción de escombros y deshechos
- Mayor respeto al medio ambiente
- Reducción del plazo de construcción
- Mayor organización y planificación
- Medios auxiliares más livianos

## 4.2. Campos de aplicación

Los elementos prefabricados de hormigón pueden emplearse para diferentes tipos de construcción:

- Obra civil: puentes carreteras...
- Obras marítimas: cajones, muelles, pantalanes...
- Obras hidráulicas: tuberías, depósitos...
- Obras subterráneas: marcos, arcos, revestimientos...
- Elementos de urbanización: pavimentos, bordillos, mobiliario urbano...
- Edificación:
  - o Edificios de viviendas
  - o Edificios de oficinas
  - o Hoteles
  - o Colegios, bibliotecas...
  - o Hospitales, centros de salud...
  - o Instalaciones deportivas
  - o Instalaciones de servicios
  - o Naves industriales

## 4.3. Propiedades de los prefabricados de hormigón

Los prefabricados de hormigón presentan una serie de cualidades y ventajas frente a otras soluciones constructivas.

Algunas de las principales ventajas, son propiedades que ofrece el hormigón:

- La **durabilidad**, es una de las propiedades principales del hormigón endurecido, las piezas de hormigón están proyectadas para resistir las acciones mecánicas y las acciones ambientales.

Además los estrictos controles de producción, aseguran la alta resistencia y calidad de los elementos, ya que garantizan el uniforme recubrimiento de las armaduras.

Clase de exposición	Recubrimiento mínimo (mm)
Normal con humedad alta	20
Normal con humedad media	25

Tabla 4.1: Recubrimientos mínimos

Para garantizar la mayor durabilidad de los elementos, se han de considerar los diferentes mecanismos de degradación, en función de la agresividad del ambiente a la que esté sometido el elemento, para ello se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Elección de las formas estructurales más adecuadas.
- Calidad adecuada del hormigón.
- Espesor de recubrimiento adecuado para ofrecer protección a las armaduras.
- Control del valor máximo de las fisuras.
- Colocación de protecciones superficiales en caso de ambientes muy agresivos.
- Prevención contra la corrosión de las armaduras.

Los agentes que pueden disminuir la durabilidad del hormigón son muchos, pero se clasifican en:

- Agentes mecánicos: sobrecargas, vibraciones.
- Agentes físicos: heladas, fuego.
- Agentes biológicos: microorganismo, vegetación
- Agentes químicos (terrenos de sulfatos, productos químicos industriales).

Por tanto, para conseguir estructuras durables, debemos actuar en:

- Fase de redacción del proyecto.
  - Durante la ejecución de la obra.
  - En el uso y mantenimiento de la estructura.
- **Resistencia al fuego**, los elementos de hormigón constituyen una barrera de protección contra el fuego. Es un material ignífugo que no arde ni desprende partículas incandescentes, por lo que impide la propagación del fuego.

Resistencia al fuego	Espesores mínimos (mm)			
	Soportes	Vigas	Forjados	Paneles
El 30	150	80	60	60
El 60	200	100	80	80
El 90	250	100	100	100
El 120	250	120	120	120
El 180	350	140	150	150
El 240	400	160	175	175

Tabla 4.2: Resistencia al fuego de elementos de hormigón, Ref. CTE

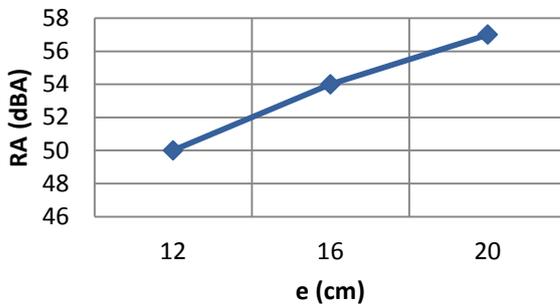
- **Aislamiento acústico**, gracias a la densidad del hormigón los elementos prefabricados de hormigón tiene un excelente comportamiento frente al ruido. Como puede tener cualquier textura o tamaño, es utilizado para absorber ruido o potenciar el sonido, o como excelente barrera antiruido en carreteras o autopistas.

El índice de reducción acústica ponderado ( $R_A$ ), se puede determinar mediante ensayo en el laboratorio o mediante las siguientes expresiones:

$$m \leq 150 \text{ kg/m}^2; R_A = 16,6 \cdot \log(m) + 5 \text{ (dBA)}$$

$$m \geq 150 \text{ kg/m}^2; R_A = 36,5 \cdot \log(m) - 38,5 \text{ (dBA)}$$

A continuación se muestran los datos obtenidos mediante ensayo en paneles de hormigón de 2,7x4 m.



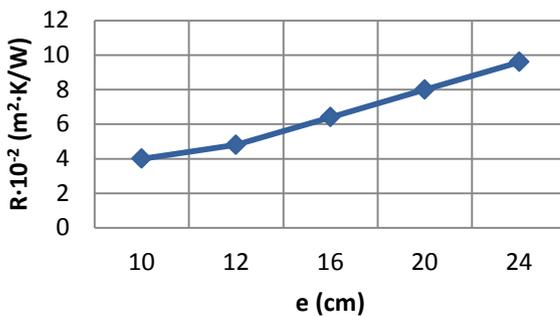
e (cm)	m (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>A</sub> (dBA)
12	280,80	50
16	374,40	54
20	468,00	57

Tabla 4.3: Datos ensayo acústico, Ref. PAVI

- El **comportamiento térmico** del hormigón varía según la densidad del elemento. Los elementos pueden actuar reteniendo el calor, aislándolo o ambas cosas.

La resistencia térmica de las fachadas de hormigón se mejora con el trasdosado interior.

La conductividad térmica ( $\lambda$ ) de los paneles de hormigón de densidad ( $\rho$ ) 2.500 kg/m<sup>3</sup> es de 2,5 W/m·K. La resistencia térmica (R) se obtiene en función del espesor (e) como se muestra en los siguientes datos.



e (cm)	R·10 <sup>-2</sup> (m <sup>2</sup> ·K/W)
10	4,00
12	4,80
16	6,40
20	8,00
24	9,60

Tabla 4.4: Resistencia térmica, Ref. PAVI

- ***Estanqueidad del agua y viento***, los paneles prefabricados de hormigón utilizados como cerramiento, ofrecen una gran estanqueidad al agua y viento, que junto con el buen montaje y sellado de juntas, evitan las humedades y posibles entradas de aire.

Por este motivo son muy utilizados no solo en edificación, sino también para construcción de depósitos y conducciones de agua, así como barreras de protección fluvial o costera y sistemas de drenaje.

- El excelente ***comportamiento frente a las heladas*** de los elementos prefabricados de hormigón, se consigue gracias a los estrictos controles a los que son sometidos, ya que se obtiene un hormigón muy compacto, con áridos y granulometrías estudiadas, y se cuida el curado del hormigón para evitar poros y conseguir resistencias altas a edades tempranas.

Otras de las ventajas de los prefabricados de hormigón son:

- **Rapidez de la ejecución**, todo el proceso de fabricación se lleva a cabo en plantas de producción, por lo que la ejecución no se ve afectada por las inclemencias climatológicas como la lluvia, el calor o el frío.
- **Seguridad en obra**, los procesos de montaje están estandarizados en obra y se realizan con personal cualificado, por lo que se aumenta su .
- **Sostenibilidad**, las estructuras prefabricadas pueden desmontarse sin generar residuos una vez superada su vida útil. Por ello los sistemas ensamblados in situ son más sostenible, ya que generan menos emisiones y residuos.
- **Mantenimiento reducido**
- **Inexistencia de escombros**
- **Eliminación de andamios**
- **Flexibilidad en el diseño**, en la actualidad se pueden fabricar todo tipo de piezas, de diversos tamaños y formas, para adaptarse al diseño de cualquier edificio.
- **Variedad de acabados**
- **Posibilidad grandes luces y grandes cargas**, hasta 40 metros en edificación y más de 80 metros en puentes.
- **Relación luz/canto elevadas**, reduciendo coeficiente de seguridad.
- **Menores plazos de ejecución**

#### 4.4. Elementos prefabricados de hormigón

Se pueden diferenciar los elementos prefabricados de hormigón, según la función que realizan en la construcción.

Elementos no estructurales	Elementos estructurales		
	Combinación estructural	Estructurales	
Bloques de hormigón Bovedillas de hormigón Baldosas terrazo Baldosa cemento Bordillos	Viguetas Semiviguetas Zapatillas	Vigas Pilares Cimentaciones Losas armadas	Placas alveolares Paneles autoportantes Escaleras Portagradas

En el diseño y fabricación de los elementos prefabricados de hormigón hay que tener en cuenta, no solo las dimensiones máximas específicas de cada fabricante, sino también las limitaciones por el transporte o por el montaje de la grúa.

##### 4.4.1. Cimentaciones

La cimentación es la parte estructural del edificio encargada de transmitir las cargas al terreno, por lo que se realiza en función del mismo.

##### Zapatas prefabricadas

Armado



Hormigonado



Desmoldeo

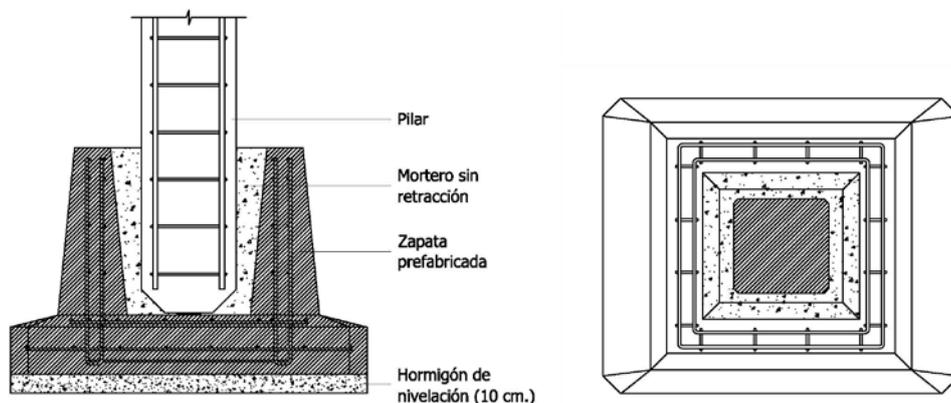


Figura 4.1: Zapata prefabricada, Ref. PAVI

## 4.4.2. Pilares

Los pilares son los elementos verticales que sustentan la estructura, destinados a recibir las cargas verticales para transmitir las a la cimentación.

Pueden ser de sección rectangular o con galces (centrado o descentrado) para introducir el panel, principalmente utilizados para medianeras.



Figura 4.2: Pilar rectangular, Ref. PAVI



Figura 4.3: Pilar con galce, Ref. PAVI

En la cabeza del pilar se suelen realizar cajeados para conectar con los diferentes tipos de vigas. También se dejan armaduras salientes para conectar con otros pilares o con vigas.

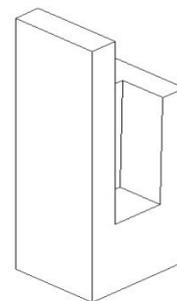
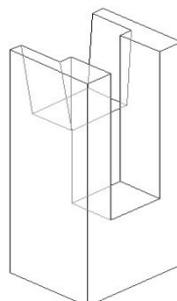
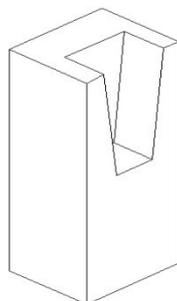


Figura 4.4: Ejemplos de cabeza de pilares, Ref. PAVI

### 4.4.3. Vigas

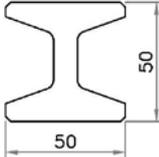
Las vigas son elementos constructivos que trabajan a flexión.

Las vigas más utilizadas para forjados de edificación son la de sección “T invertida”, “L”, “I” y rectangular, para conseguir mayores luces y poder así prescindir de pilares intermedios, se emplea el pretensado.

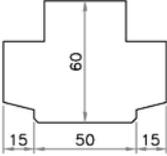
El resto de vigas prefabricadas son más utilizadas para edificación industrial (delta, portacanal, hastial, etc.)

A continuación se muestran las características técnicas de las vigas fabricadas en la empresa Prefabricados PAVI

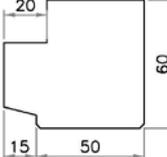
Características técnicas viga de sección “I”		
<b>Anchura</b>	50 cm	
<b>Canto</b>	$85 \leq \text{canto} \leq 110 \text{ cm}$	50/55/60 cm
<b>Longitud</b>	hasta 25 metros	hasta 12 metros
	Pretensadas	



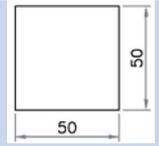
Características técnicas viga de sección “T invertida”		
<b>Anchura</b>	80-90 cm	
<b>Canto</b>	60/70/80/90/100/110 cm	
<b>Longitud</b>	hasta 25 metros	
	Pretensada	



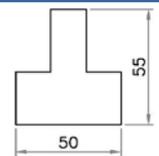
Características técnicas viga de sección “L”		
<b>Anchura</b>	65-70 cm	
<b>Canto</b>	60/70/80/90/100/110 cm	
<b>Longitud</b>	hasta 25 metros	
	Pretensada	



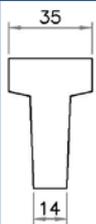
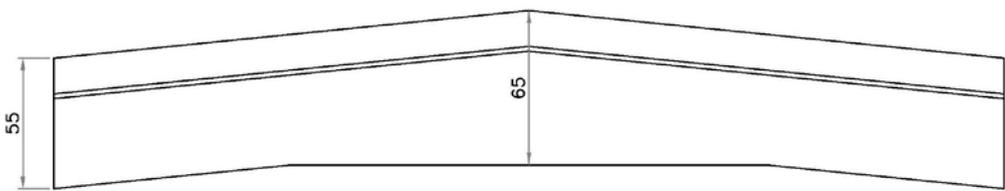
Características técnicas viga de sección rectangular		
<b>Anchura</b>	$20 \leq \text{ancho} \leq 50 \text{ cm}$	
<b>Canto</b>	$40 \leq \text{canto} \leq 130 \text{ cm}$	
<b>Longitud</b>	hasta 25 metros	
	Armada	

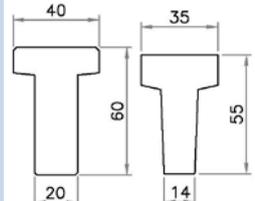


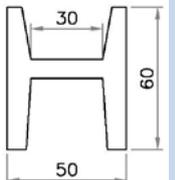
Características técnicas viga de sección “TN”		
<b>Anchura</b>	$20 \leq \text{ancho} \leq 50 \text{ cm}$	
<b>Canto</b>	$40 \leq \text{canto} \leq 130 \text{ cm}$	
<b>Longitud</b>	hasta 25 metros	
	Armada	

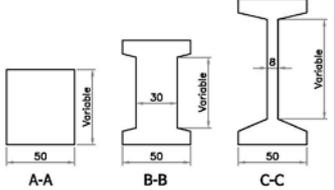
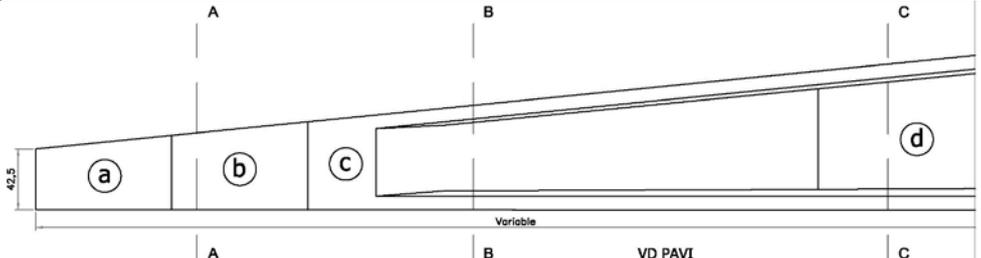


## ESTUDIO VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

Características técnicas viga de sección "T" cubierta (HASTIAL)		
<b>Anchura</b>	35 cm	
<b>Canto</b>	55 cm	
<b>Longitud</b>	hasta 9 metros	
	Armada	
		

Características técnicas viga de sección "T"			
<b>Anchura</b>	40 cm	35 cm	
<b>Canto</b>	60 cm	55 cm	
<b>Longitud</b>	hasta 16 metros	hasta 12 metros	
	Pretensada	Armada	

Características técnicas viga portacanalón		
<b>Anchura</b>	50 cm	
<b>Canto</b>	60 cm	
<b>Longitud</b>	hasta 11,5 metros	
	Armada	

Características técnicas viga delta		
<b>Anchura</b>	50 cm.	
<b>Canto en apoyo</b>	42,5 cm	
<b>Longitud</b>	De 12,5 hasta 31,5 metros	
	Pretensada	
		

### 4.4.4. Forjados

El forjado es el elemento estructural, horizontal o inclinado, que recibe las cargas y las transmite al resto de elementos de la estructura. Realiza también la función de separación entre plantas.

Según su ejecución pueden clasificarse en:

- Forjados “in situ”, construcción totalmente realizada en obra, desde el encofrado, armado, hormigonado y curado. Pueden ser macizos o aligerados y ser unidireccionales y bidireccionales.
- Forjados semiprefabricados, formado por viguetas o semiviguetas, bovedillas y hormigón colocado “in situ”.
- Forjados prefabricados, formado por piezas prefabricadas autorresistentes, capaces de resistir por si solas a la totalidad de los esfuerzos.

#### ***Vigueta y bovedilla***

Sistema constructivo de forjado constituido por:

- a) viguetas prefabricadas de hormigón armadas o pretensadas;
- b) piezas de entrevigado (bovedillas) cuya función puede ser de aligeramiento o también colaborante en la resistencia. Suelen ser de hormigón, cerámicas, de porexpan o de arcilla expandida.
- c) armaduras de obra, longitudinales, transversales y de reparto, colocadas previamente al hormigonado, y
- d) hormigón vertido en obra para relleno de nervios y formación de la losa superior

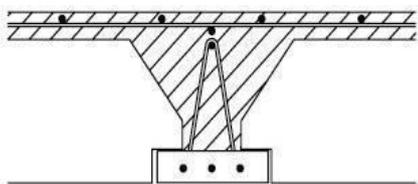


Figura 4.5: Forjado viguetas armadas

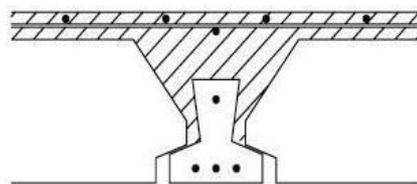


Figura 4.6: Forjado viguetas pretensadas

Consiste en un tipo de forjado unidireccional (la disposición de los elementos sólo le permite transmitir las cargas a los apoyos en una única dirección, siendo ésta la que define el sentido longitudinal de las viguetas) y semiprefabricado (los elementos prefabricados aportan una resistencia parcial, que debe ser completada con hormigón y armaduras in situ).

Las viguetas, son el elemento resistente mientras que las bovedillas tienen una función aligerante y/o colaboradora con las viguetas.

La rigidez de este tipo de forjados se consigue mediante la incorporación de una losa armada de hormigón (capa de compresión), que une todos los nervios del forjado. Esta capa está compuesta por un mallazo (armadura electrosoldada con varillas de acero en dos direcciones perpendiculares, en forma de malla) que se coloca sobre las bovedillas y que, posteriormente, se hormigona. Esta capa consigue el reparto uniforme de las cargas.

- El forjado está constituido por piezas pequeñas y fácilmente manejables manualmente. Las correcciones en obra, incluyendo cortes y taladros, son sencillas.
- Acabado inferior directo.
- Tiene las ventajas e inconvenientes de un proceso artesanal en que predomina la mano de obra in situ.

**Losas alveolares<sup>2</sup>**, es un elemento superficial plano de hormigón pretensado, con canto constante y aligerado mediante alveolos longitudinales.

Aunque se utiliza para diferentes soluciones, su principal uso es como elemento de forjado, ya que cubre grandes luces y donde el canto varía entre 12 y 50 cm.

Debido a su gran rigidez se requieren cantos menores para cubrir las mismas luces que con otros sistemas de forjado, además ofrece una garantía para el constructor ya que acorta plazos de ejecución y aumenta la seguridad en obra.



Figura 4.7: Placa alveolar, Ref. PAVI

Características placa alveolar						
<b>Canto forjado (cm)</b>	15	20	25	30	40	50
<b>Ancho de placa (cm)</b>	120					
<b>Peso placa (kN/m<sup>2</sup>)</b>	2,41	2,91	3,49	3,94	5,17	6,26

Tabla 4.5: Características placa alveolar, Ref. López y Silvestre S.L.

<sup>2</sup> Ver características técnicas de la placa alveolar en ANEXO A, Ref. López & Silvestre.

**Prelosas**<sup>3</sup>, es un elemento constructivo formado por una placa de hormigón (7cm.) con celosías de acero y armado interior, que sirve como encofrado permanente, para el hormigón vertido in-situ. Se colocan elementos aligerantes en función del canto.

Pueden ser:

- armadas o pretensadas;
- compuestas con nervios rigidizadores
- con armaduras básicas electrosoldadas en celosía o sin nada.
- compuestas sólidas compuestas huecas con elementos aligerantes (embebidos o pegados) estructurales o no;



Figura 4.8: Prelosa. Ref. PAVI

Características prelosas PAVI				
<b>Canto forjado (cm)</b>	20	25	30	35
<b>Espesor prelosa(cm)</b>	7			
<b>Altura aligerante(cm)</b>	8	14	17	23
<b>Altura armadura reparto (cm)</b>	15	20	25	30
<b>Ancho prelosa (m)</b>	2,5			
<b>Peso forjado (kN/m<sup>2</sup>)</b>	3,69	4,08	4,46	4,85

Tabla 4.6: Características prelosa, Ref. PAVI

#### 4.4.5. Cerramientos<sup>4</sup>

Los cerramientos prefabricados se pueden diferenciar dependiendo de si va a tener función estructural, divisoria o de revestimiento.

<sup>3</sup> Ver características técnicas de la prelosa en ANEXO A, Ref. PAVI

<sup>4</sup> Ver características técnicas de los elementos de cerramiento en ANEXO A, Ref. PAVI

Los **paneles no resistentes o autoportantes**, son aquellos que soportan las cargas propias y las acciones exteriores, solo cumplen la función de envolvente.

Los **paneles portantes**, soportan y transmiten las cargas verticales de los pisos y la estructura y pueden contribuir a la estabilidad horizontal del edificio. Se suele combinar con forjados de placa alveolar para obtener un conjunto estructural completo.

Los **paneles sándwich**, son paneles de hormigón que llevan una capa de material aislante térmico en el interior. Este sistema presenta un gran número de puentes térmicos, ocasionados por los conectores metálicos o los sistemas de anclaje, que es necesario tener en cuenta en el cálculo del aislamiento.

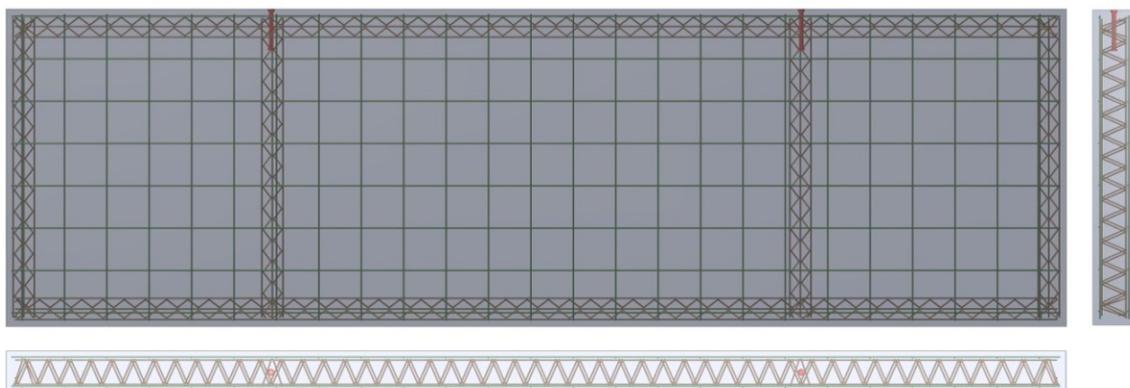
Para evitar el puente térmico, la unión entre los paneles de hormigón se debe hacer con conectores especiales de fibra de vidrio, que se colocan a través de la capa de aislante intermedia.

A continuación se muestran las características técnicas de diferentes tipos de cerramientos:

### 4.4.5.1. Panel macizo de hormigón

Características técnicas					
Espesor (cm)	10	12	16	20	24
Longitud máx. (m)	6	12			
Anchura máx. (m)	3				
Recubrimiento min. (cm)	2,5				
Peso propio (kg/m <sup>2</sup> )	250	300	400	500	600
Resistencia compresión (N·mm <sup>2</sup> )	30 (mínimo)				
EI (min)		120	120	180	180
Aislamiento acústico(dBA)	49	51	55	59	63
Transmitancia térmica (W/m <sup>2</sup> ·K)	Elevada inercia térmica				

**Tabla 4.7: Características panel macizo, Ref. PAVI**



**Figura 4.9: Detalle panel macizo**

4.4.5.2. Panel aligerado con puente térmico

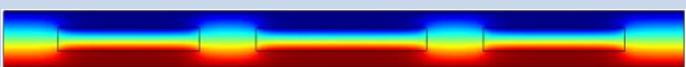
Características técnicas			
<b>Espesor (cm)</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>24</b>
<b>Longitud máx. (m)</b>	12		
<b>Anchura máx. (m)</b>	3		
<b>Recubrimiento min. (cm)</b>	2,5		
<b>Peso propio (kg/m<sup>2</sup>)</b>	250	350	400
<b>Resistencia compresión (N·mm<sup>2</sup>)</b>	30		
<b>EI (min)</b>	120		
<b>Aislamiento acústico(dBA)</b>	52	56	60
<b>Transmitancia térmica (W/m<sup>2</sup>·K)</b>	Distribución de flujo		
	Distribución de temperatura		

Tabla 4.8: Características panel aligerado, Ref. PAVI

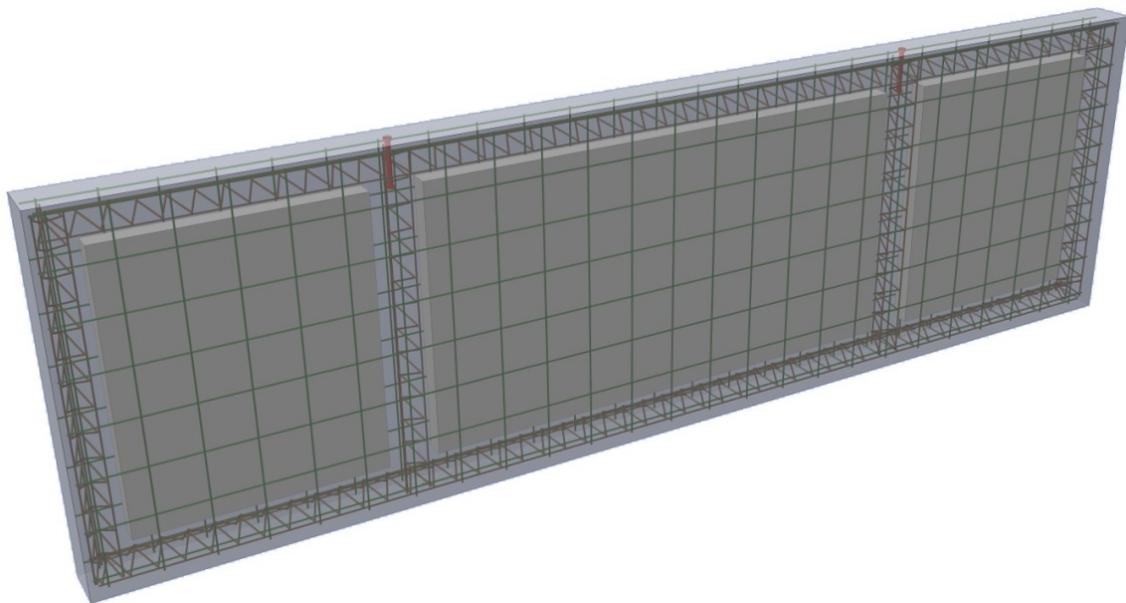


Figura 4.10: Detalle panel aligerado con puente térmico

4.4.5.3. Panel aligerado sin puente térmico

Características técnicas			
Espesor (cm)	16	20	24
Longitud máx. (m)	12		
Anchura máx. (m)	3		
Recubrimiento min. (cm)	2,5		
Peso propio (kg/m <sup>2</sup> )	250	350	400
Resistencia compresión (N·mm <sup>2</sup> )	30		
EI (min)	120		
Aislamiento acústico(dBA)	52	56	60
Transmitancia térmica (W/m <sup>2</sup> ·K)	XPS 4 cm	0,72	0,71
	XPS 5 cm	0,62	0,61
	XPS 6 cm	0,51	0,51

Tabla 4.9: Características panel aligerado, Ref. PAVI

1º Armado y hormigonado de la cara inferior



2º Colocación de aislante XPS



3º Colocación de conectores



4º Armado y hormigonado de la capa superior



Detalle panel aligerado sin puente térmico



Figura 4.11: Proceso fabricación panel aligerado sin puente térmico, Ref. THERMOMASS

4.4.5.4. Muro doble con puente térmico

Características técnicas					
Esesor (cm)	20	25	30	40	50
Longitud máx. (m)	12				
Anchura máx. (m)	3 (optima 2,25)				
Recubrimiento min. (cm)	2,5				
Peso propio (kg/m <sup>2</sup> )	350				
Resistencia compresión (N·mm <sup>2</sup> )	30				

Tabla 4.10: Características muro doble, Ref. PAVI

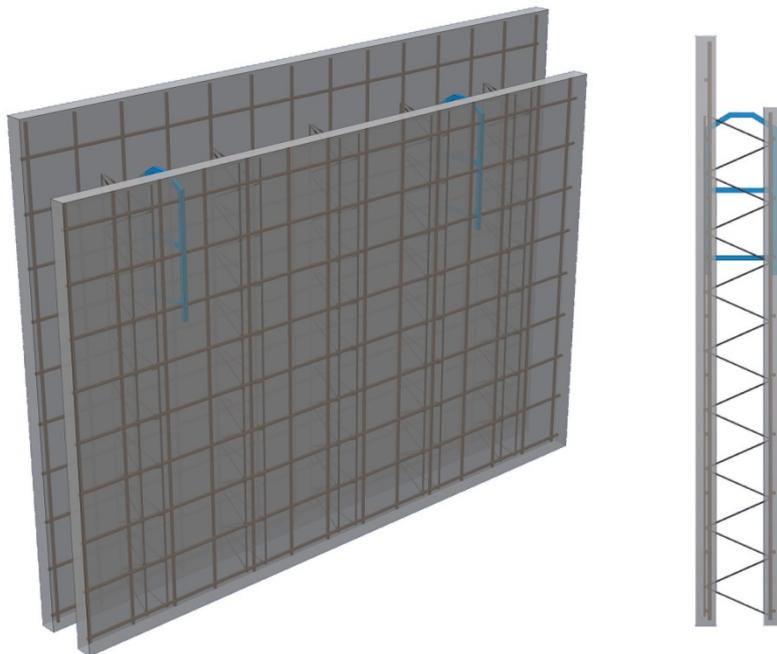


Figura 4.12: Detalle muro doble, Ref. PAVI

4.4.5.5. Muro doble sin puente térmico

Características técnicas		
Espesor (cm)		30
Longitud máx. (m)		12
Anchura máx. (m)		3 (optima 2,25)
Recubrimiento min. (cm)		2,5
Peso propio (kg/m <sup>2</sup> )		350
Resistencia compresión (N·mm <sup>2</sup> )		30
Transmitancia térmica (W/m <sup>2</sup> ·K)	XPS 4 cm	0,68
	XPS 5 cm	0,59
	XPS 6 cm	0,51

Tabla 4.11: Características muro doble, Ref. PAVI



Figura 4.13: Muro doble sin puente térmico, Ref. PAVI

4.4.6. Otros<sup>5</sup>



Figura 4.14: Escalera prefabricada.  
Ref. PAVI



Figura 4.15: Correa tubular.  
Ref. PAVI



Figura 4.16: Portagradas.  
Ref. PUJOL

<sup>5</sup> Ver detalles de escaleras y Portagradas en ANEXO A, Ref. PAVI

### 4.5. Diseño y fabricación

El **diseño** es un proceso fundamental en la construcción con elementos prefabricados, ya que las correcciones en obra que no estén contempladas en el proyecto, son muy costosas.

Se pueden conseguir formas complejas con la utilización de diversos moldes diseñados específicamente para cada tipo de elemento.

El acabado del hormigón puede variar tanto en texturas como en colores. También es posible realizar marcados en los paneles.

Se debe tener en cuenta en el diseño, el paso de canalizaciones e instalaciones de las viviendas para facilitar su montaje en obra.

Se pueden distinguir tres tipos de plantas para la producción de elementos prefabricados de hormigón:

**Plantas a pie de obra**, son instalaciones provisionales donde no se realizan inversiones importantes. Se prepara una base bien compactada y después se pavimenta para que queden bien los moldes.

Suelen ser para volúmenes pequeños de producción y para elementos sencillos.

El objetivo principal de este tipo de instalaciones es reducir los costes por la ausencia de transporte, ya que en la ejecución de elementos de grandes dimensiones supone un coste importante.

**Plantas fijas**, son instalaciones montadas con carácter permanente, utilizando sistemas de producción sofisticados que facilitan la fabricación.

Son las más frecuentes, ya que por su carácter permanente, se puede realizar un estudio preventivo en sus fases de fabricación.

Dentro de una planta de prefabricados se pueden utilizar dos tipos de fabricación:

- Fabricación fija, donde los moldes de las piezas se mantienen fijos y las piezas pasan de unos moldes a otros
- Fabricación en cadena, donde los moldes se mueven con los elementos y se trasladan de unos lugares a otros. Las distintas fases de trabajo son las mismas para todos los elementos.

En el caso particular de la empresa Prefabricados PAVI encontramos tres zonas diferenciadas de producción de elementos prefabricados.

En primer lugar la NAVE 1, dedicado a la fabricación de elementos prefabricados no estructurales como bovedillas o bloques de hormigón, con la central propia de hormigonado.

## ESTUDIO VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

Por otro lado está la NAVE 2, dedicada a la fabricación de elementos de cerramiento y la NAVE 3 donde se fabrican los elementos lineales, con otra central de hormigonado.

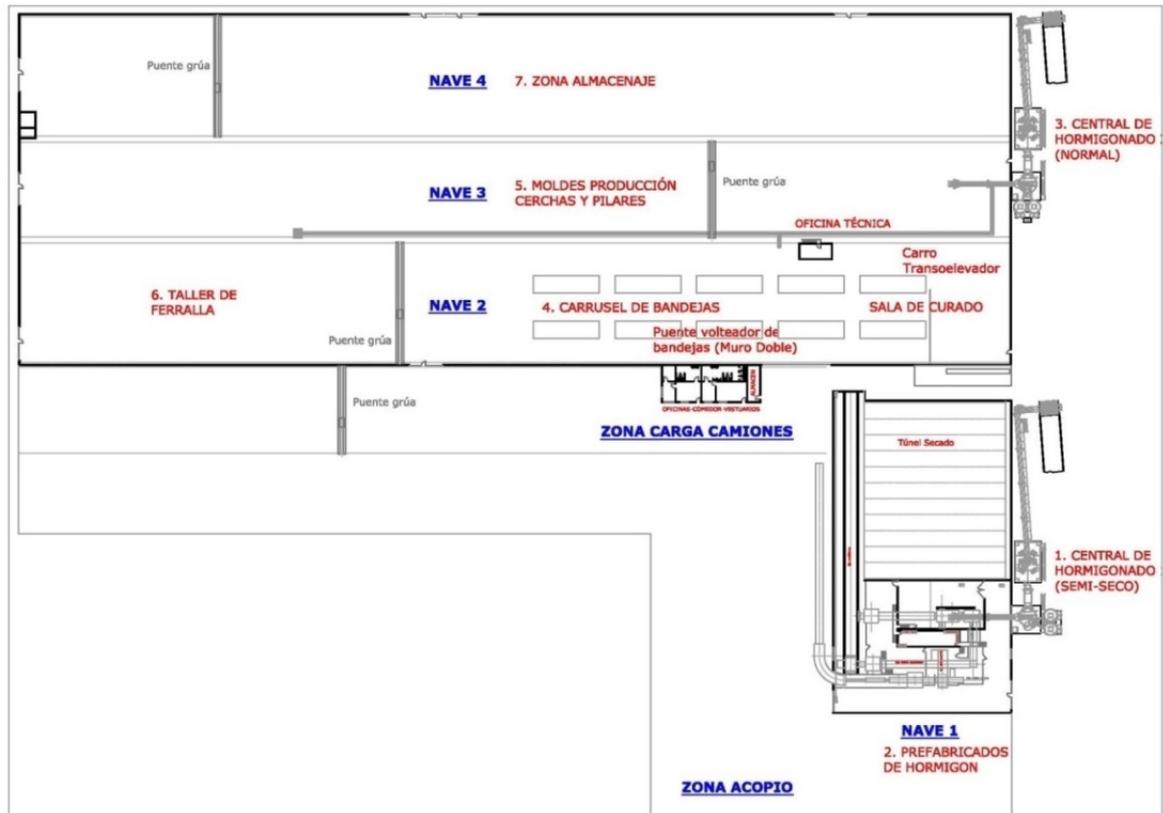


Figura 4.17: Planta esquema de fábrica PAVI<sup>6</sup>

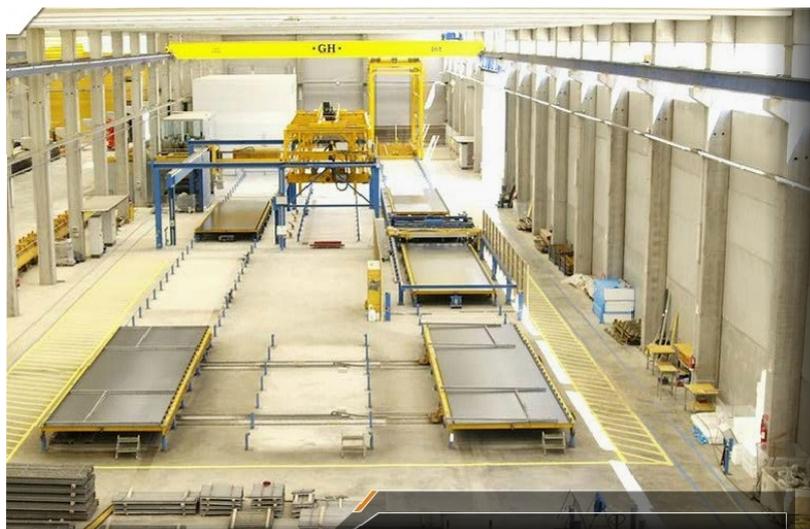


Figura 4.18: Nave 2, zona carrusel PAVI, Ref. PAVI

<sup>6</sup> Ver plano de la planta de prefabricados PAVI en ANEXO A

El proceso de fabricación comienza con la **preparación del molde**. En primer lugar se limpia el molde de restos de hormigón u otros elementos, puede realizarse por medios mecánicos (cepillos, espátulas...) o por medios químicos (ácidos...). Una vez finalizada la limpieza se comprueban las dimensiones del molde y el estado de la superficie. Por último, se aplica el desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al molde.



Figura 4.19: Molde de viga rectangular. Ref. PAVI



Figura 4.20: Molde de viga delta. Ref. PAVI

En el caso de los elementos de cerramiento, antes de aplicar el desencofrante, se realiza el replanteo de las mesas de producción mediante el plotter de la máquina para delimitar la superficie de cada elemento y se fijan los costeros con imanes.



Figura 4.21: Replanteo de la pieza y la armadura del panel mediante el plotter. Ref. EBAWE



Figura 4.22: Colocación costeros para delimitar la superficie del elemento. Ref. PAVI

A continuación se colocan las **armaduras** en los moldes, según las planillas de los elementos del proyecto. Se colocan mediante separadores para garantizar el recubrimiento mínimo exigido. Los cercos y estribos se fijan a las barras principales mediante atado, nunca con soldadura una vez colocadas en los moldes.

También se colocan los elementos de elevación (bulones, anclajes ondulados o eslingas) y de anclaje o conexión (vainas, tubos de elevación, cajas con eslingas, pies de pared, anclajes ocultos, etc.)



Figura 4.23: Colocación del armado de la viga delta sobre el molde. Ref. PAVI



Figura 4.24: Colocación del armado del muro doble (mallazo, armadura refuerzo y celosía) Ref. PAVI

Cuando se han comprobado todas las armaduras y otros elementos se procede al **hormigonado** del molde. El hormigón se fabrica en la planta, según las dosificaciones especificadas en el proyecto.

El vertido de hormigón debe realizarse a baja altura (1-2 metros como máximo) y por capas horizontales para que permita una buena compactación de la masa.



Figura 4.25: Vertido de hormigón en molde de viga delta por medio de cubo de hormigonado. Ref. PAVI



Figura 4.26: Vertido de hormigón sobre la mesa mediante la tolva de distribución. Ref. PAVI

Para la buena **compactación** del hormigón se procede al vibrado de la mezcla, con ello se consigue eliminar huecos y obtener un completo cerrado de la masa sin segregarse. Puede realizarse por picado (hormigones de consistencia blanda y fluida) y por vibrado (hormigones de consistencia seca para conseguir hormigones más resistentes).

El **acabado** de las superficies vistas de los elementos no debe presentar coqueas o irregularidades. En el caso de los paneles de cerramiento, una vez vibrado el elemento, el asilado puede realizarse por dos sistemas:

- Con travesaño oscilante, la compactación del hormigón se produce mediante vibradores específicos, en la profundidad de capa necesaria.

- Con palas rotativas, compuesto por un disco rotante que produce un alisado tosco y por palas rotativas para el alisado fino.



Figura 4.27: Dispositivo alisador con travesaño oscilante. Ref. EBAWE



Figura 4.28: Dispositivo alisador de palas rotativas. Ref. EBAWE

El **curado** apropiado del hormigón fresco por cualquier método, exige la retención de humedad para permitir la hidratación del cemento o para impedir la formación de fisuras superficiales, debidas a la pérdida rápida del agua.

Se puede realizar mediante riego directo, con recubrimiento plástico o técnicas especiales como en cámaras de curado, donde se realiza un aumento gradual de temperatura.

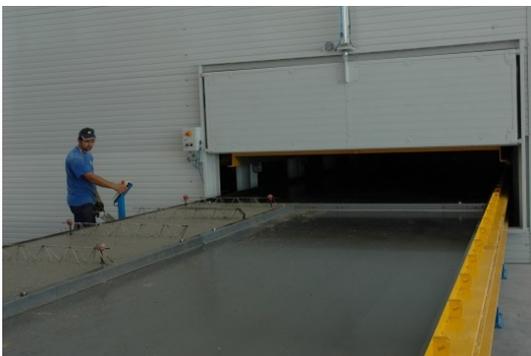


Figura 4.29: Camara de curado. Ref. PAVI



Figura 4.30: Carro trans-elevador. Ref. PAVI

El **desmoldeo** se realiza quitando los encofrados y elevando los elementos mediante eslingas, en el caso de los elementos lineales. En cuanto a los elementos superficiales, se quitan los costeros y una vez colocados en posición prácticamente vertical por medio de las mesas abatibles, se elevan los paneles.



Figura 4.31: Desmoldeo de vigas delta. Ref. PAVI

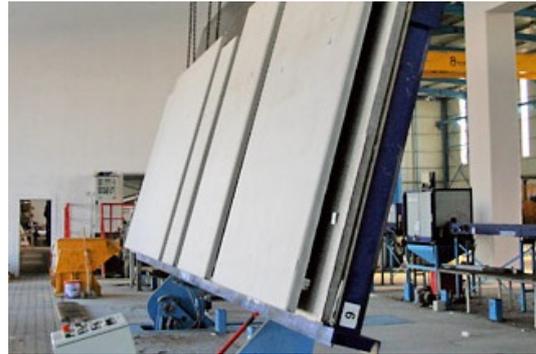


Figura 4.32: Desmoldeo muro doble. Ref. VOLLERT

Los **elementos de izado** se colocan embebidos en las piezas prefabricadas, están diseñados para soportar el peso del elemento. El número mínimo de elementos elevación se determina en función de la longitud de los elementos.

Longitud del panel (m)	Elementos de izado
$L \leq 4$	2
$4 \leq L \leq 7$	3
$L \geq 7$	4

Tabla 4.12: Elementos de izado, Ref. ANFhARQ

En el caso de los paneles pueden ser bulones o casquillos roscados.

Para la manipulación de los pilares se colocan bulones, utilizados para el desmoldeo y transporte, y tubos de elevación para su montaje en obra.

En las vigas se pueden colocar bulones, anillas de elevación o eslingas.



Figura 4.33: Bulones paneles. Ref. PAVI



Figura 4.34: Tubo elevación pilares. Ref. PAVI

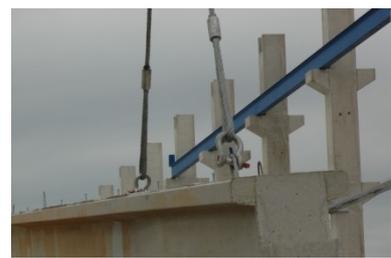


Figura 4.35: Anilla de elevación vigas. Ref. PAVI

La zona de **acopio** de los elementos debe encontrarse a continuación de la nave de producción, donde el puente grúa pueda trasladarlos.

Estará provista de bancos de apoyo para los diferentes elementos para conseguir una sujeción estable, deben colocarse sobre durmientes de madera para evitar daños en las piezas.

Los paneles se deben acopiar en posición vertical para evitar esfuerzos perpendiculares a su superficie.

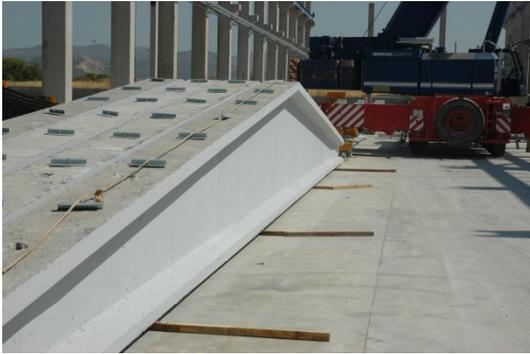


Figura 4.36: Acopio viga. Ref. PAVI



Figura 4.37: Acopio paneles de cerramiento. Ref. PAVI

### 4.6. Transporte

El **transporte** es un proceso muy importante dentro de la construcción con elementos prefabricados, ya que presenta numerosas limitaciones muy importantes para la planificación de la edificación.

La planificación del transporte debe estar muy organizada con el encargado del montaje en obra, ya que los elementos deben cargarse en el orden inverso al de montaje, para agilizar su puesta en obra y evitar realizar acopio en obra.

Otra circunstancia a tener en cuenta a la hora de planificar los transportes son los accesos a la obra, teniendo en cuenta dimensiones y posibles maniobras de los vehículos.

Los paneles se transportan normalmente en vertical, apoyados sobre caballetes metálicos con la base de apoyo de madera o con protecciones de goma.



Figura 4.38: Transporte vigas, Ref. PAVI



Figura 4.39: Transporte paneles, Ref. PAVI

El código de circulación<sup>7</sup> establece una serie de dimensiones y volúmenes admitidos para el transporte de los elementos.

- La *longitud* máxima autorizada depende del tipo de vehículo:
  - o Vehículos rígidos, 12 m incluida la zona de tracción.
  - o Vehículos articulados, 12 m remolque (total 16,5 m)
- La *anchura* máxima autorizada es de 2,55 m.
- La *altura* máxima autorizada, incluida la carga es de 4 m.
- Las *masas* máximas permitidas se establecen en función de los ejes:
  - o Vehículo eje simple: 11,5 T sobre eje motor o 10 T sobre eje no motor.
  - o Vehículo rígido o remolque de 2 ejes: 18 T
  - o Remolque de 3 ejes: 24 T
  - o Vehículo rígido de 3 ejes: 25/26 T
  - o Vehículo rígido de 4 ejes: 31/32 T
  - o Vehículo articulado de 4 ejes: 36/38 T

### 4.7. Montaje

El **montaje** de los elementos varía en función de su tamaño, los elementos de izado, el tipo de anclaje, su posición en obra, etc.

Antes de iniciar el montaje se debe, en primer lugar, estudiar el plano de situación general de la obra y verificar los accesos, pendientes y áreas de maniobra.

También es necesario realizar el replanteo de los elementos según los planos de montaje, donde deben estar reflejados las cotas de replanteo, la modulación y la nomenclatura correcta de los elementos.

La selección de la grúa y los equipos de montaje es muy importante para el resultado final del proyecto y deben ser adecuados para las dimensiones y el peso de los elementos que van a manipular. También se debe tener en cuenta en su elección, el radio de acción y el alcance de la pluma, en función de la posición de la zona de almacenamiento.

El montaje se realiza de la siguiente forma:

- Traslado de las piezas a su zona de montaje
- Posicionamiento
- Nivelado y aplomado
- Anclaje (soldadura, atornillado, etc.)

---

<sup>7</sup> Ver Reglamento General de Vehículos, Anexo IX: Masas y dimensiones. BOE 21/01/10, ANEXO B.

**Montaje Pilares**

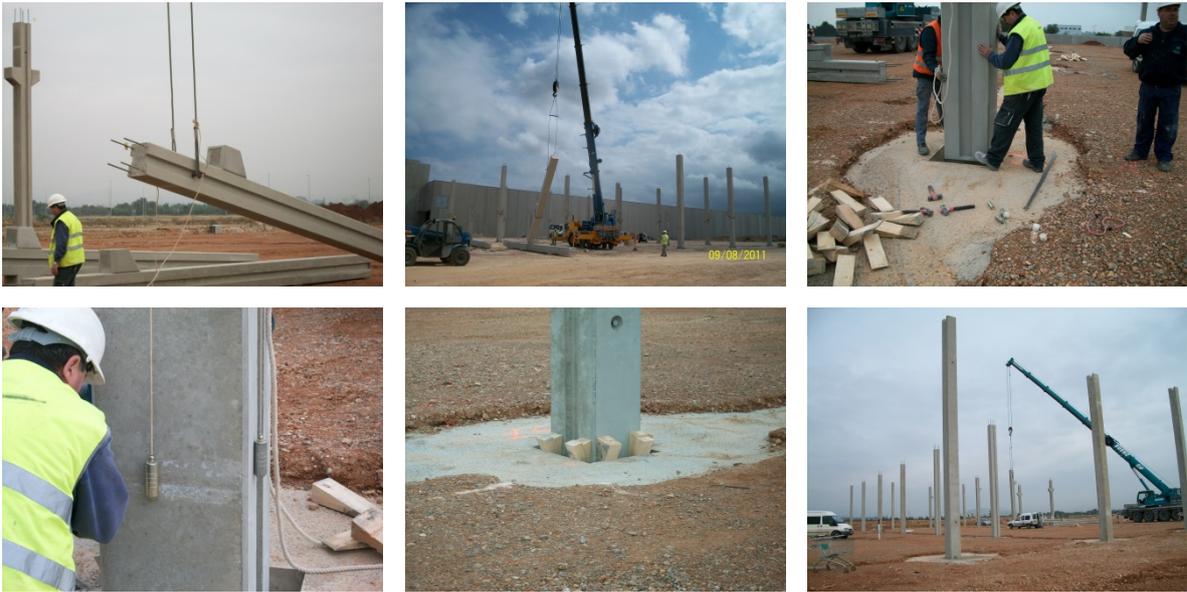


Figura 4.40: Elevación, manipulado y posicionamiento. Aplomado, acuñado y estado final del pilar. Ref. PAVI

**Montaje Vigas/correas**



Figura 4.41: Manipulación, posicionamiento y montaje viga. Ref. PAVI

Figura 4.42: Posicionar anclaje en viga, acopio y montaje correas. Ref. PAVI

### Montaje Paneles



Figura 4.43: Acopio, posicionamiento y estado final panel entre galces. Ref. PAVI

### Montaje Muro doble<sup>8</sup>



Figura 4.44: Acopio, posicionamiento, hormigonado del interior del muro. Ref. PAVI

## 4.8. Conexiones entre elementos prefabricados

En el diseño de los elementos prefabricados es muy importante definir los sistemas de conexión entre ellos, teniendo en cuenta la seguridad, facilidad montaje y el coste económico.

Existen infinidad de sistemas de conexión, pero cada empresa de prefabricados, desarrolla unos sistemas en función de sus diseños y sus métodos de producción y montaje.

Las conexiones, también pueden ser diferentes en función de los elementos a los que vayan fijados.

Los elementos de conexión deberán protegerse con mortero, hormigón o pinturas cuando estén expuestos a ambientes corrosivos o a la intemperie. Dicho recubrimiento depende del grado de resistencia al fuego, del ambiente y del uso del elemento.

<sup>8</sup> Guía de montaje de muro doble en ANEXO B, Ref. PAVI

### 4.8.1. Conexiones con cáliz

El cáliz es un cubo de hormigón armado realizado en la cimentación para empotrar el pilar. Para garantizar el empotramiento es necesario que la profundidad sea 1,5 veces el lado mayor del pilar.

Siempre debe dejarse una holgura perimetral de 5-10 cm, respecto a la sección del pilar, para corregir un posible error de replanteo.

1º Colocación de la armadura de reparto



2º Colocación del encofrado para formar el cáliz



3º Hormigonado de la zapata y desencofrado del cáliz



4º Colocación del pilar en el cáliz y aplomado mediante cuñas



5º Relleno del hueco perimetral con grout (mortero sin retracción) para empotrar completamente el pilar



Figura 4.45: Unión con caliz, zapata-pilar, Ref. PAVI



Figura 4.46: Unión con caliz, zapata corrida-panel, Ref. CASAS PMP

## 4.8.2. Conexiones atornilladas

### I. PIES DE PILAR

Los pies de pilar se utilizan para crear una unión rígida entre pilar-cimentación, pilar-pilar o pilar-viga. Es un sistema mucho más rápido que la conexión con vainas, pero es necesaria una mayor precisión, ya que la tolerancia es de  $\pm 2$  mm.

Con la utilización de este sistema en la unión con la cimentación se reduce el canto de la zapata considerablemente.

Los pies de pared se colocan en el pilar en el momento de la fabricación, conectados a la armadura longitudinal del pilar. Tienen sus cajas de instalación para facilitar el montaje.



Figura 4.47: Colocación pies de pilar, Ref. PEIKKO

Los tornillos de anclaje se colocan en la cimentación o el pilar inferior utilizando una plantilla con unos agujeros para mayor precisión, ya que la tolerancia es de  $\pm 2$  mm.

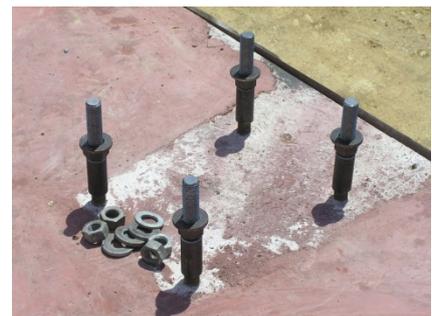
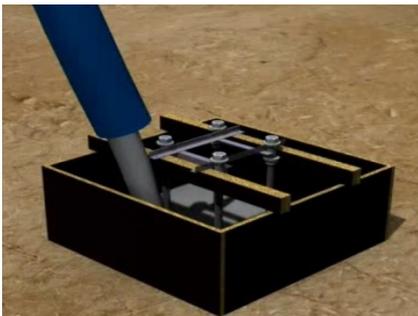


Figura 4.48: Colocación tornillos de anclaje, Ref. PEIKKO

1º Se colocan las tuercas y las arandelas inferiores y se nivelan



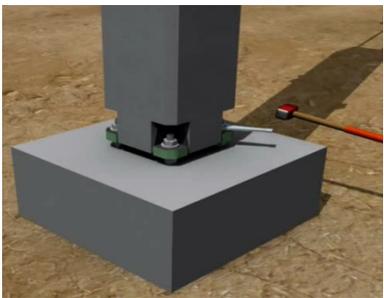
2º Se presenta el pilar sobre las tuercas inferiores y se colocan las arandelas y tuercas superiores



3º Se descarga parte del peso del pilar y se nivela el pilar con las tuercas inferiores



4º Se descarga totalmente el pilar y se aprietan todas las tuercas



5º Se rellena la junta con grout (mortero sin retracción)

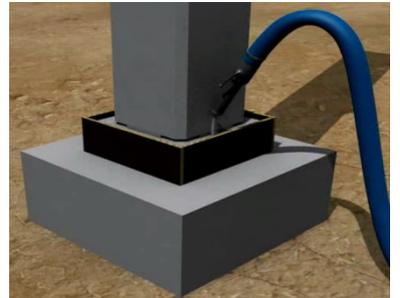


Figura 4.49: Proceso montaje pilar, Ref. PEIKKO

## II. PIES DE PARED

Los pies de pared se utilizan para crear una unión rígida entre panel-cimentación o panel-panel.

La tolerancia de colocación del pie de pared es de  $\pm 25$  mm longitudinalmente y  $\pm 5$  mm horizontalmente.

Se debe esperar a que el mortero adquiera la resistencia de proyecto, para colocar otros elementos sobre él.

Los pies de pared se pueden colocar fijándolos en el molde del panel ya sea con imanes o con tornillos.

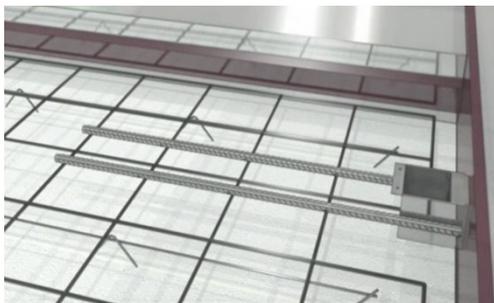


Figura 4.50: Colocación pies de pared, Ref. PEIKKO

1º Se coloca la pared con ayuda de calzos  
Se debe apuntalar la pared y comprobar la verticalidad.



2º Se aprietan las tuercas. En el caso de soportar esfuerzos cortantes, se debe soldar la arandela a la pletina inferior



3º Se rellena de grout la junta entre elementos  
No se deben quitar los puntales hasta que la pared este arriostrada



Figura 4.51: Proceso montaje pilar, Ref. PEIKKO

### III. ANCLAJE OCULTO

Otros sistemas de unión son los anclajes ocultos o guías, utilizados principalmente para la unión lateral entre paneles o para la unión panel-pilar.

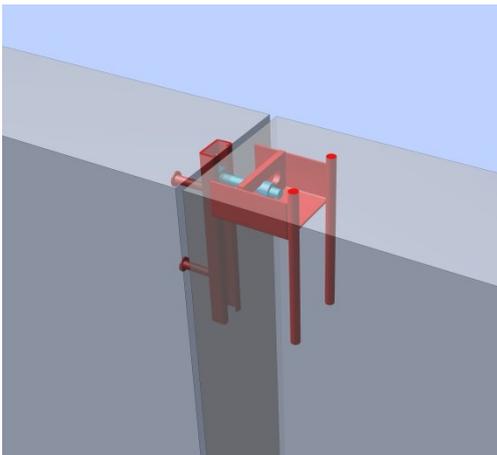


Figura 4.52: Anclaje oculto, panel-panel, Ref. PAVI S.L.



Figura 4.53: Anclaje oculto, panel-panel, Ref. NOXIFER

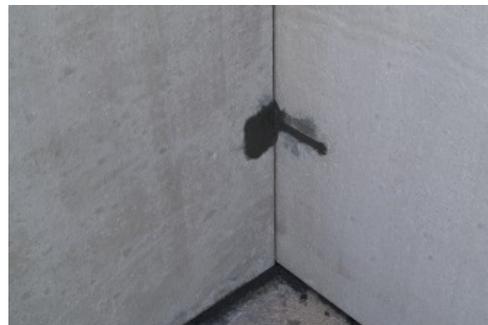
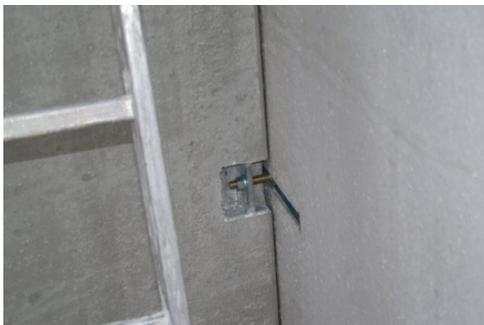


Figura 4.54: Anclaje oculto, panel-panel, Ref. PAVI



Figura 4.55: Anclaje oculto con guías, panel-panel, Ref. NOXIFER

### 4.8.3. Conexiones con vainas

Uno de los sistemas más económicos de conexión entre elementos prefabricados, es el uso de vainas con posterior relleno de grout.

Se puede utilizar para la unión cimentación-pilar o panel, entre pilares o paneles, pilar-vigas, etc.

Durante el proceso de fabricación de los elementos, se dejan unas vainas corrugadas según la longitud de anclaje indicada.

El proceso de montaje consiste en introducir una barra de acero corrugado en la vaina del elemento inferior y posteriormente encajar el otro elemento. A continuación se rellenan de grout todas las juntas.

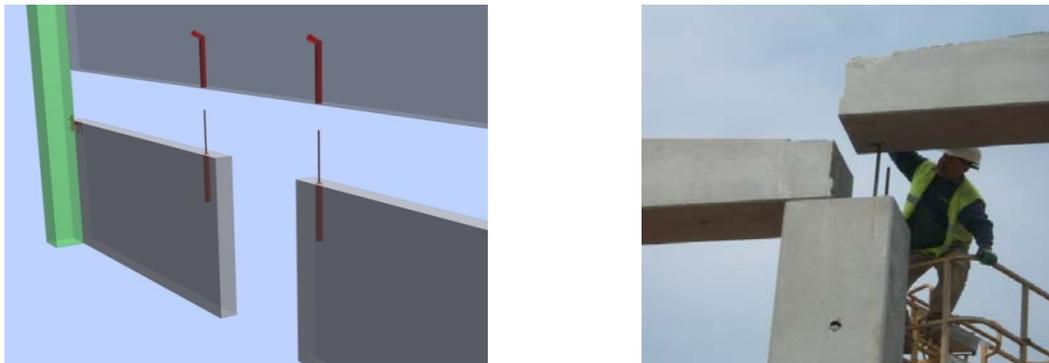


Figura 4.56: Solución vainas, Ref. PAVI

### 4.8.4. Conexiones con galce

Uno de los sistemas de unión entre paneles y pilares es con galceado. Se utiliza en casos en el que el pilar quede visto, ya sea en medianera o en fachadas.

Durante la fabricación de los pilares se deja el galce donde luego ira encajado el panel.

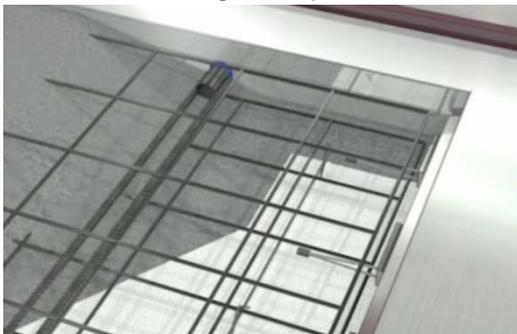


Figura 4.57: Union galceada, pilar-panel, Ref. PAVI

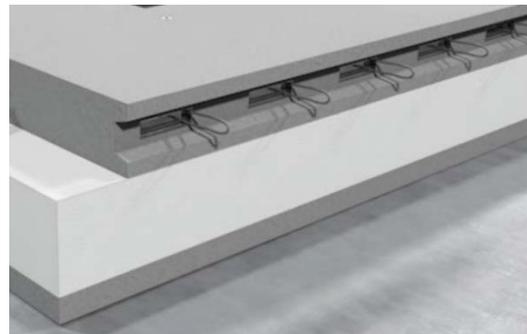
### 4.8.5. Conexiones con cajas con eslingas

Otro sistema para la unión vertical entre paneles son las cajas con eslingas.

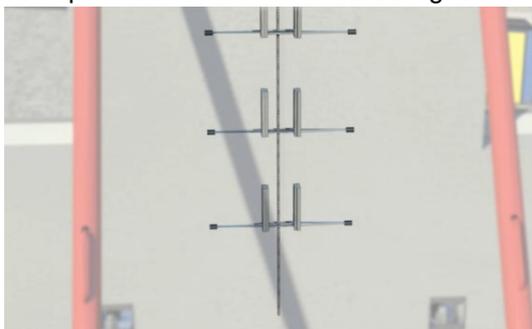
1º Se colocan las cajas con las eslingas ancladas a los moldes de los paneles y se hormigona el panel



2º Se abren las cajas que contienen las eslingas y se monta el panel



3º Se coloca una armadura en la union de dos paneles entrelazando las eslingas



4º Se hormigona la union entre paneles



Figura 4.58: Union con eslinga, panel-panel, Ref. PEIKKO

### 4.8.6. Conexiones con ménsulas

Las vigas o forjados se suelen unir con los pilares o paneles mediante ménsulas. Suelen ser de hormigón, aunque existen otro tipo de ménsulas más costosas, metálicas, pero que mejoran el acabado.



**Figura 4.59: Mensulas metálicas  
Unión pilar-viga, Ref. PEIKKO**



**Figura 4.60: Mensulas metálica  
Unión pilar-forjado, Ref. PEIKKO**



**Figura 4.61: Mensulas de hormigón en pilar  
Unión pilar-viga, Ref. PAVI**



**Figura 4.62: Mensulas de hormigón en panel  
Unión panel-forjado, Ref. PMP.**

## 5. SEGURIDAD

La utilización de elementos prefabricados reduce, el número de accidentes en la construcción por diferentes motivos.

- La producción de elementos prefabricados en fábrica, requiere una mayor especialización de la mano de obra que las cuadrillas de trabajos en la construcción tradicional.
- Los sistemas de seguridad en fábrica están más controlados, aunque hay que tener especial cuidado en los riesgos a los que están sometidos los operarios.
- Al prescindir del uso de andamios, se elimina el riesgo de caída en altura.
- El número de operarios necesarios en obra se reduce considerablemente.

Aunque este sistema reduce los accidentes en obra, hay que establecer los riesgos y medidas preventivas que se han de tomar, tanto en la fabricación como en el transporte y montaje de los elementos prefabricados.

### 5.1. Riesgos y medidas preventivas en la fabricación

Riesgos	Medidas preventivas	Equipos de protección individual
Caídas desde zonas elevadas de la planta, como zona de almacenaje o al atar piezas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceder a las zonas elevadas de planta mediante escalera metálica provista de barandilla de 90 cm de altura.</li> <li>- Todas las zonas elevadas de la planta estarán provistas de barandilla de 90 cm de altura, pasamanos, barras intermedias y zócalo.</li> <li>- Acceder a la parte superior de las piezas con medios auxiliares adecuados</li> </ul>	
Caída desde los moldes en la colocación de la armadura o el hormigonado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El acceso a los moldes se hará desde las escaleras provistas en los moldes.</li> <li>- Se instalarán pasarelas que permitan la circulación sobre la zona de trabajo.</li> </ul>	
Pisadas sobre objetos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No caminar sobre elementos de ferralla o accesorios al instalar en el molde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Botas de seguridad con puntera reforzada de acero y plantilla antiperforante.</li> </ul>
Riesgos derivados de las soldaduras por arco eléctrico o por soldadura oxiacetilénica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación específica de los operarios que utilicen el grupo soldador.</li> <li>- Separar los trabajos de soldadura de otros tajos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pantalla protectora de vidrio ignífugo.</li> <li>- Delantal.</li> <li>- Guantes.</li> <li>- Manguitos de cuero.</li> </ul>

## ESTUDIO VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

Riesgos	Medidas preventivas	Equipos de protección individual
Caída de objetos manipulados por el puente grúa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar circular por debajo de las piezas que están siendo manipuladas por el puente grúa.</li> <li>- Realizar revisiones en los elementos de elevación de los elementos.</li> <li>- No sobrepasar el límite de carga admisible del puente grúa o de otros elementos de elevación o transporte.</li> </ul>	
Golpes contra objetos inmóviles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Señalizar zonas de acopio de material</li> <li>- Establecer zonas de trabajo limitadas</li> <li>- Mantener el orden y limpieza en el lugar de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casco de polietileno</li> <li>- Botas de seguridad con puntera reforzada</li> <li>- Ropa de trabajo</li> </ul>
Golpes contra objetos móviles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar circular por debajo de las piezas que están siendo manipuladas por el puente grúa o dentro de su radio de acción.</li> <li>- Transportar la carga a una altura que no interfiera en ningún tajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casco de polietileno</li> <li>- Guantes</li> <li>- Botas de seguridad con puntera reforzada</li> <li>- Ropa de trabajo</li> </ul>
Aplastamiento por o entre elementos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transportar los elementos a una altura que no interfiera en otros tajos.</li> <li>- Asegurar que no hay obstáculos o presencia de otros operarios en el radio de acción del puente grúa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casco de polietileno</li> <li>- Ropa de trabajo</li> </ul>
Sobresfuerzos por la manipulación de elementos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guiar las cargas en suspensión mediante cuerdas, situadas en los laterales de las piezas.</li> <li>- Utilizar siempre que sea posible, medios auxiliares o maquinaria para el traslado de elementos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guantes de cuero con la palma reforzada.</li> <li>- Cinturones de cuero protectores de la región lumbar.</li> </ul>
Atropello por la maquinaria de obra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respetar las señales que indiquen presencia de vehículos y los caminos destinados a las personas</li> </ul>	
Ruido provocado por las vibraciones de los moldes y la central de hormigón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existencia de una cabina para los operarios de la central.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilización de protectores auditivos para atenuar el ruido de la maquinaria.</li> </ul>
Dermatitis originada por el contacto con el hormigón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No mover el hormigón con las manos.</li> <li>- Señalizar las tareas de hormigonado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilización de guantes impermeables para la manipulación de hormigón.</li> </ul>

## ESTUDIO VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

Riesgos	Medidas preventivas	Equipos de protección individual
Los riesgos derivados de la exposición al polvo.	- Mantener las instalaciones limpias.	- Utilizar máscara para el polvo y si es necesario, aspiradores de las pulidoras

### 5.2. Riesgos y medidas preventivas en el montaje

Riesgos	Medidas preventivas	Equipos de protección individual
Caídas desde alturas a través de huecos durante la manipulación de la carga o desde plataforma de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los huecos horizontales estarán tapados para evitar caídas, y los huecos verticales estarán protegidos con una barandilla de 90 cm., barra intermedia y rodapié.</li> <li>- Atado de piezas por la parte superior, utilizando medios auxiliares adecuados: escaleras, andamios...</li> </ul>	- En las zonas elevadas que no dispongan de protecciones colectivas, se deberá utilizar arnés de seguridad.
Golpes a los trabajadores en el transporte con grúa de piezas en suspensión.	- Evitar situarse en lugares de batida de carga, mientras duren las operaciones de elevación y transporte de los elementos.	- Casco de polietileno
Sobresfuerzos por la manipulación de elementos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guiar las cargas en suspensión mediante cuerdas situadas en los laterales de las piezas.</li> <li>- Utilizar siempre que sea posible, medios auxiliares o maquinaria para el traslado de elementos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guantes de cuero con la palma reforzada.</li> <li>- Cinturones de cuero protectores de la región lumbar.</li> </ul>
Caída de piezas prefabricadas durante el transporte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La zona de trabajo estará limitada inferiormente, para evitar el paso de personas por debajo de la acción de los montadores de estructuras.</li> <li>- No se instalaran los elementos prefabricados con vientos superiores a 60 km/h</li> <li>- Todos los ganchos estarán provistos de cierre de seguridad.</li> </ul>	
Atrapamiento por o entre objetos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegurar que no hay obstáculos o presencia de otros operarios en el radio de acción de la grúa.</li> <li>- Controlar visualmente las cargas suspendidas durante las maniobras.</li> <li>- No descolgar el gancho de la grúa hasta que esté debidamente apuntalado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casco de polietileno</li> <li>- Ropa de trabajo</li> <li>- Guantes de seguridad para evitar enganches.</li> </ul>

## ESTUDIO VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

Riesgos	Medidas preventivas	Equipos de protección individual
Vuelco de elementos prefabricados por falta de apuntalamiento o apuntalamiento incorrecto.	- Antes de dejar ir el elemento prefabricado de la grúa, se tendrá la seguridad de que esté perfectamente fijado.	- Casco de polietileno - Ropa de trabajo - Guantes de seguridad para evitar enganches.
<b>Otros riesgos inherentes a la obra que pueden afectar al trabajador</b>		
Caída a causa de superficies mojadas o húmedas o al pisar materiales desordenados.	- Mantener el orden y limpieza de la zona de trabajo, para evitar caídas al pisar objetos que estén fuera de su lugar.	
Atropello por la maquinaria de obra.	- Respetar las señales que indiquen presencia de vehículos y los caminos destinados a las personas	

Trabajos sobre plataforma



Barandillas de seguridad



Apuntalamiento elementos



Figura 5.1: Medidas preventivas durante el montaje de elementos prefabricados, Ref. PAVI

### 6. NORMATIVA APLICABLE A LOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

#### 6.1. Mercado CE

El Mercado CE para productos de construcción, reglamentado a través de la Directiva Europea 89/106/CEE y desde el 1 de julio de 2013 en el Reglamento 305/2011 (RPC) <sup>9</sup>, es un requisito indispensable para la libre comercialización y uso de un producto, en todos los países de la UE, estableciendo unos niveles mínimos de seguridad por debajo de los cuales no puede situarse ningún fabricante.

Según el RPC todos los productos que influyan en al menos uno de los siguientes requisitos esenciales, deben tener el mercado CE:

- Resistencia mecánica y estabilidad
- Seguridad en caso de incendios
- Higiene, salud y medio ambiente
- Seguridad de utilización
- Protección contra el ruido
- Ahorro de energía y aislamiento térmico
- Uso sostenible de los recursos

El mercado CE lo establece el fabricante, basándose en el sistema de certificación que indique la norma o documento correspondiente a cada producto.

En función de las características del producto, se establecen los sistemas de certificación, desde el sistema 4 el menos exigente (autocertificación) al sistema 1+ el más exigente.

Para los productos prefabricados de hormigón es obligatorio, en la mayoría de los casos, estar en posesión del mercado CE en la mayoría de los casos <sup>10</sup>.

#### ELEMENTOS ESTRUCTURALES:

- Productos para forjados: placas alveolares, prelosas, viguetas, bovedillas.
- Elementos estructurales: lineales (vigas, pilares y correas), puentes, escaleras.
- Elementos para cimentaciones (pilotes, cálices, etc.)
- Elementos de cerramiento: paneles de fachada, bloques, etc.
- Obra civil: marcos, mástiles y postes, muros de contención, etc.

#### ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

---

<sup>9</sup> Ver documento diferencias entre el nuevo RPC y la antigua DPC en ANEXO C, Ref. ANDECE.

<sup>10</sup> Ver la relación de productos prefabricados con mercado CE en ANEXO C, Ref. ANDECE.

- Bloques y ladrillos de hormigón
- Pavimentos: adoquines, bordillos, baldosas.
- Canalizaciones: tuberías y pozos de registro.
- Rejillas para ganado.
- Tejas de cubierta.

En el caso de los elementos prefabricados de hormigón con carácter estructural, el sistema de certificación que les afecta es el 2+, que además de las tareas que ha de realizar el fabricante, implica la participación de un Organismo externo (Organismo Notificado).

Tareas del fabricante	Tareas del Organismo Notificado	Documentos
Ensayo inicial	Certificación del CPF sobre la base de: - Inspección inicial de la fábrica y del CPF - Vigilancia, evaluación y aprobación continua del CPF	Etiquetado marcado CE
Control de Producción en fábrica (CPF)		Declaración de conformidad del marcado CE del fabricante
Ensayos adicionales de muestras tomadas en fábrica		Certificado del CPF emitido por el del Organismo Notificado

**Tabla 6.1: Sistema de verificación productos prefabricados carácter estructural, SISTEMA 2+, Ref. ANDECE**

Las **Evaluaciones Técnicas Europeas (ETE, antiguo DITE)**, son otros documentos que conllevan marcado CE y que constituyen una evaluación técnica favorable de la idoneidad de un producto para el uso asignado.

Un producto puede ser objeto de DITE, según la Directiva de Productos de Construcción cuando se da alguna de las siguientes condiciones:

- No existen Normas Armonizadas ni normas nacionales reconocidas para el Producto.
- No existe mandato de Norma Armonizada por parte de la Comisión Europea.

### 6.2. Normativa de la EHE

La instrucción del hormigón estructural EHE-08, es el marco reglamentario por el que se establecen las exigencias que deben cumplir las estructuras de hormigón, para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendios, además de la protección del medio ambiente, proporcionando procedimientos que permiten demostrar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas. Las exigencias

deben cumplirse en el proyecto y la construcción de las estructuras de hormigón, así como en su mantenimiento.

Una de las novedades que incorpora la EHE-08 es la reglamentación de los elementos prefabricados de hormigón, definiendo requisitos particulares en la etapa de cálculo, control y ejecución.

Estas novedades se manifiestan en los siguientes artículos:

- **CAPÍTULO XII: ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

- *Artículo 59.* Estructuras construidas con elementos prefabricados.  
Desarrollo de aspectos específicos de aplicación a las estructuras construidas, parcial o totalmente, con elementos prefabricados de hormigón, como son el análisis estructural, apoyos, conexiones, etc.

- **CAPÍTULO XIII: EJECUCIÓN**

- *Artículo 76.* Elementos prefabricados  
Este artículo desarrolla consideraciones generales que deben tomarse en los procesos de transporte, descarga, manipulación, acopio y montaje de elementos prefabricados, de forma que no sean alterados en ninguna de esas etapas y puedan cumplir las funciones previstas, una vez formen parte de la estructura.

- **CAPÍTULO XVI: CONTROL DE CONFORMIDAD DE PRODUCTOS**

- *Artículo 85.* Criterios específicos para la comprobación de los materiales componentes del hormigón.
- *Artículo 86.9.* Control de hormigón para la fabricación de elementos prefabricados.  
Este artículo expone los criterios de conformidad del hormigón fabricado, para el caso de elementos prefabricados que no dispongan de marcado CE. En el caso de elementos prefabricados que tengan marcado CE, su control del hormigón deberá realizarse, conforme a los correspondientes criterios establecidos, en la correspondiente norma europea armonizada.
- *Artículo 91.* Control de los elementos prefabricados

- **CAPÍTULO XVII: CONTROL DE EJECUCIÓN**

- *Artículo 99.* Control de montaje y uniones de elementos prefabricados

### - ANEJOS

- *Anejo 12.* Aspectos constructivos y de cálculo específicos de forjados unidireccionales con viguetas y loas alveolares prefabricadas.
- *Anejo 19.* Niveles de garantía y requisitos para el reconocimiento oficial de los Distintivos de Calidad.

Otros capítulos de alcance más genérico, pero con especial incidencia en la fabricación y diseño de los elementos prefabricados de hormigón, son los siguientes:

### - CAPÍTULO VI: MATERIALES

- *Art. 26.* Cementos
- *Art. 27.* Agua
- *Art. 28.* Áridos
- *Art. 29.* Aditivos
- *Art. 30.* Adiciones
- *Art. 31.* Hormigones
- *Art. 32.* Aceros para armaduras pasivas
- *Art. 33.* Armaduras pasivas
- *Art. 34.* Aceros para armaduras activas
- *Art. 35.* Armaduras activas

### - CAPÍTULO VII. DURABILIDAD

### - CAPÍTULO X. CÁLCULOS RELATIVOS A ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

### - CAPÍTULO XI. CÁLCULOS RELATIVOS A ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

También incorpora la posibilidad de que los productos dispongan, de forma voluntaria, un ***Distintivo de Calidad Oficialmente Reconocido (D.O.R)***<sup>11</sup>, de un nivel superior al mercado CE, que establece una serie de consideraciones específicas que facilitan su utilización en las obra y que constituyen un elemento diferencial.

Disponer de un *D.O.R.* concede un tratamiento diferencial, no una ventaja puramente comercial, que se materializa en aspectos relativos al proyecto, el control o la ejecución de la estructura, como son:

---

<sup>11</sup> Ver documento de D.O.R. para elementos prefabricados en ANEXO C, *Ref. ANDECE*

- Empleo en los cálculos unos coeficientes de seguridad de los materiales menores, siempre que cumplan una serie de condiciones (*art. 15.3* de la EHE-08)

<b>Coeficiente seguridad</b>	<b>Hormigón</b>	<b>Acero</b>
Con obligación de marcado CE	1,70	1,15
Control de hormigón según EHE-08, acreditado por organismo de control o entidad de acreditación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voluntario para productos con marcado CE</li> <li>• Obligado para productos sin marcado CE</li> </ul>	1,50	1,15
Elemento con D.O.R. y control de la ejecución de la estructura a nivel intenso según Capítulo XVII EHE-08	1,35	1,10

**Tabla 6.2: Coeficiente seguridad, Ref. EHE-08**

- Aumento, hasta un 5%, del valor de la tensión inicial aplicada en los elementos pretensados (*art. 70.3.3* de la EHE-08)
- Ciertas exenciones documentales y de inspección de las instalaciones (*art. 91* de la EHE-08)

El **sello CIETAN-AIDICO<sup>12</sup>** es el primer Distintivo Oficialmente Reconocido conforme la Instrucción del hormigón EHE-08, para la certificación de productos prefabricados de hormigón.



**Figura 6.1: Sello CIETAN-AIDICO**

Su ámbito de certificación se extiende a cualquier elemento prefabricado de hormigón estructural:

- Elemento pretensado fabricado en bancadas o pistas: vigueta pretensada, losa alveolar, prelosa...
- Elemento armado fabricado en moldes: vigueta armada, pilar, viga, muro, panel, elemento de cubierta, elemento de cimentación...
- Elemento en moldes con armadura activa y pasiva: viga, pilote, elemento nervado...
- Elementos especiales de grandes dimensiones: viga artesana, garaje, escalera...

<sup>12</sup> Ver relación de productos con sello CIETAN-AIDICO en ANEXO C, Ref. AIDICO

### 6.3. Eurocódigos estructurales

Los Eurocódigos Estructurales, son un conjunto de normas europeas de carácter voluntario que recogen métodos comunes a todos los Estados Miembros de la UE para el cálculo y dimensionado de estructuras.

La norma UNE-EN 1992-1-1:2010, que forma parte del Eurocódigo de cálculo de estructuras de hormigón (Eurocódigo 2), es la que establece una serie de reglas adicionales para los elementos prefabricados de hormigón.

### 6.4. Normativa del CTE

El Código Técnico de la Edificación establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la LOE.

El CTE establece dichas exigencias básicas para cada uno de los requisitos básicos y proporciona procedimientos que permiten acreditar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas. Los Documentos básicos que afectan a los elementos prefabricados son los siguientes:

- Documento Básico, Seguridad estructural y Acciones de la edificación
  - DB-SE-AE. Acciones en la edificación
  - DB-SE-C. Cimientos
  - DB-SE-F. Fabrica
- Documento Básico, Seguridad en caso de incendios
  - DB-SI 1. Propagación interior
  - DB-SI 2. Propagación exterior
  - DB-SI 6. Resistencia estructural al incendio
- Documento Básico, Utilización y Accesibilidad
  - DB-SU 1. Seguridad frente al riesgo de caídas
  - DB-SU 8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo
- Documento Básico, Protección frente al ruido
- Documento Básico, Ahorro de energía
  - DB-HE 1. Limitación de demanda energética

Es de obligado cumplimiento para obras de nueva construcción y en obras de ampliación, modificación o rehabilitación, que se realicen en edificios existentes.

### 7. CONTROL CALIDAD<sup>13</sup>

El control de calidad de los elementos prefabricados de hormigón se diferencia en dos etapas, en primer lugar el control de producción en fábrica de los elementos y en segundo lugar el control de recepción de los productos en obra.

Dicho control se realizara basándose en los requisitos exigidos en la instrucción del hormigón (EHE-08), referente a elementos prefabricados de hormigón.

En el caso que la empresa suministradora posea un sello o marca de calidad normalizado, el control se limitará a la comprobación de dicho sello, en caso contrario se realizaran todos los ensayos previstos en la EHE.

En la recepción de obra se realizaran las comprobaciones de dimensiones y formas de los elementos prefabricados.

#### 7.1. Criterios generales

La conformidad de los elementos prefabricados con lo establecido en el proyecto, se comprobará durante su recepción en obra, e incluirá la comprobación de la conformidad de su comportamiento, tanto en lo relativo al hormigón, como a las armaduras, así como al comportamiento del propio elemento prefabricado.

En el caso de elementos prefabricados que dispongan del marcado CE, según lo establecido en la Directiva 89/106/CEE, su conformidad podrá ser suficientemente comprobada, mediante la verificación de que las categorías o valores declarados en la documentación que acompaña al citado marcado CE, permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones del proyecto, no siendo aplicable en este caso lo dispuesto en el Real Decreto 1630/1980, de 18 de julio.

En el caso de sistemas de forjados que incluyan elementos prefabricados de hormigón que no deban disponer de marcado CE, se estará a lo dispuesto en el Real Decreto 1630/1980, de 18 de julio, sobre fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas.

La Dirección Facultativa velará especialmente para que se mantengan los criterios suficientes, para garantizar la trazabilidad entre los elementos colocados con carácter permanente en la obra y los materiales y productos empleados.

---

<sup>13</sup> Ver "ficha de control documental de suministro de elementos prefabricados en ANEXO C, Ref. ANDECE

A los efectos de su control, la prefabricación de elementos estructurales de hormigón incluye, al menos, los siguientes procesos:

- elaboración de las armaduras,
- armado de la ferralla,
- montaje de la armadura pasiva,
- operaciones de pretensado, en su caso,
- fabricación del hormigón, y
- vertido, compactación y curado del hormigón.

El control de recepción de los elementos prefabricados podrá incluir comprobaciones tanto sobre los procesos de prefabricación, como sobre los productos empleados (hormigón, armaduras elaboradas y acero de pretensado), así como sobre la geometría final del elemento.

El control de recepción debe efectuarse, tanto sobre los elementos prefabricados en una instalación industrial ajena a la obra, como sobre aquéllos prefabricados directamente por el constructor en la propia obra.

El suministrador o el constructor, deberá incluir en su sistema de control de producción, un sistema para el seguimiento de cada uno de los procesos aplicados durante su actividad, y definirá unos criterios de comprobación que permitan verificar a la Dirección Facultativa que los citados procesos se desarrollan según lo establecido en la EHE.

Para ello, reflejará en los correspondientes registros de autocontrol, los resultados de todas las comprobaciones realizadas para cada una de las actividades que le sean de aplicación.

La Dirección Facultativa podrá requerir, las evidencias documentales sobre cualquiera de los procesos relacionados con la y, en particular, la información que demuestre la existencia de un control de producción, que incluya todas las características especificadas por la instrucción del hormigón y cuyos resultados deberán estar registrados en documentos de autocontrol. Además podrá efectuar, cuando proceda, las oportunas inspecciones en las propias instalaciones de prefabricación y, en su caso, la toma de muestras para su posterior ensayo.

### 7.2. Control previo al suministro

El control previo al suministro tiene por objeto verificar la conformidad de las condiciones administrativas, así como de las instalaciones de prefabricación, mediante las correspondientes inspecciones y comprobaciones de carácter documental.

#### 7.2.1. Comprobación documental

Además de la documentación general a la que hace referencia el apartado 79.3.1 de la EHE-08, que sea aplicable a los elementos prefabricados, el suministrador de los elementos prefabricados o el constructor deberán presentar, a la Dirección Facultativa, una copia compulsada por persona física de la siguiente documentación:

- a) en su caso, copia, compulsada por persona física, del certificado que avala que los elementos prefabricados que serán objeto de suministro a la obra están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- b) en su caso, certificados de cualificación del personal que realiza la soldadura no resistente de las armaduras pasivas, que avale su formación específica para dicho procedimiento,
- c) en su caso, certificados de homologación de soldadores, según UNE-EN 287-1 y del proceso de soldadura, según UNE-EN ISO 15614-1, en caso de realizarse soldadura resistente de armaduras pasivas,
- d) en su caso, certificados de que el acero para armaduras pasivas, el acero para armaduras activas o la ferralla armada están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

En el caso de elementos prefabricados según proyecto en los que se prevea la modificación del despiece original incluido en el proyecto, el Suministrador, o en su caso, el constructor remitirá el nuevo despiece para su aceptación por escrito por parte de la Dirección Facultativa. En cualquier caso, previamente al inicio del suministro de elementos prefabricados según proyecto, la Dirección Facultativa directamente, o mediante la entidad de control de calidad, podrá revisar las plantillas de despiece que se hayan preparado específicamente para los elementos de la obra.

En el caso de que se produjera un cambio del suministrador, será preceptivo presentar nuevamente la documentación correspondiente.

### 7.2.2. Comprobación de las instalaciones

La Dirección Facultativa valorará la conveniencia de efectuar, directamente o a través de una entidad de control de calidad, una visita de inspección a la instalación donde se elaboran los elementos prefabricados al objeto de comprobar:

- que las instalaciones cumplen todos los requisitos exigidos por la EHE-08.
- que los procesos de prefabricación se desarrollan correctamente, y
- que existe un sistema de gestión de acopios de materiales que permiten conseguir la necesaria trazabilidad.

Estas inspecciones serán preceptivas en el caso de instalaciones de prefabricación que pertenezca a la obra.

El prefabricador o el constructor, deberá poder demostrar que su gestión de acopios y el control de sus procesos, garantizan la trazabilidad hasta su entrega a la obra incluyendo, en su caso, el transporte.

El prefabricador o el constructor deberán demostrar que su central de hormigón y sus instalaciones y equipos para la elaboración de la armadura y aplicación del pretensado cumplen todas las exigencias técnicas establecidas para las mismas, con carácter general, por esta Instrucción.

### 7.2.3. Posible exención de comprobaciones previas

En el caso de que los elementos prefabricados estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, la Dirección Facultativa podrá eximir de las comprobaciones documentales a las que se refieren los puntos b) y c) del apartado 91.4.1.

## 7.3. Control durante el suministro

### 7.3.1. Control documental durante el suministro

La Dirección Facultativa deberá comprobar que cada remesa de elementos prefabricados que se suministre a la obra, va acompañada de la correspondiente hoja de suministro a la que hace referencia el apartado 79.3.1 de la Instrucción del Hormigón (EHE-08).

La Dirección Facultativa comprobará que la documentación aportada por el Suministrador de los elementos prefabricados o, en su caso, por el Constructor, es conforme con los coeficientes de seguridad de los materiales que hayan sido adoptados en el proyecto.

La Dirección Facultativa aceptará la documentación de la partida de elementos prefabricados, tras comprobar que es conforme con la EHE-08, así como con lo especificado en el proyecto.

### **7.3.2. Comprobación de la conformidad de los materiales empleados**

La Dirección Facultativa comprobará que el prefabricador o el constructor ha controlado la conformidad de los productos directamente empleados para la prefabricación del elemento estructural y, en particular, la del hormigón, la de las armaduras elaboradas y la de los elementos de pretensado.

El control del hormigón, se efectuará aplicando los criterios del artículo 86º de la EHE-08 y considerando, como lote, al conjunto del mismo tipo de hormigón con el que se ha fabricado la totalidad de elementos de una misma tipología, siempre que no hayan sido fabricados en un período de tiempo superior a tres meses.

El control de las armaduras elaboradas se efectuará aplicando los criterios del artículo 88º de la EHE-08.

Para realizar las citadas comprobaciones, la Dirección Facultativa, podrá emplear cualquiera de los siguientes procedimientos:

- la revisión de los registros documentales, en los que la persona responsable en la instalación de prefabricación, debe reflejar los controles efectuados para la recepción, así como sus resultados,
- la comprobación de los procedimientos de recepción, mediante su inspección en la propia instalación industrial,
- en el caso de elementos prefabricados que no estén en posesión de un distintivo oficialmente reconocido, mediante la realización de ensayos sobre muestras tomadas en la propia instalación de prefabricación, todo ello sin perjuicio de los ensayos cuya realización disponga la Dirección facultativa.

### **7.3.3. Comprobaciones experimentales durante el suministro**

El control experimental de los elementos prefabricados incluirá la comprobación de la conformidad de los productos empleados, la de los propios procesos de prefabricación y la de sus dimensiones geométricas.

Además, se comprobará que los elementos llevan un código o marca de identificación que, junto con la documentación de suministro, permite conocer el fabricante, el lote y la fecha de fabricación de forma que se pueda, en su caso,

comprobar la trazabilidad de los materiales empleados para la prefabricación de cada elemento.

### 7.3.3.1. Posible exención de las comprobaciones experimentales

En el caso de elementos normalizados y prefabricados en serie que disponga del marcado CE, según lo establecido en la Directiva 89/106/CEE, la Dirección Facultativa podrá aceptar su conformidad, sin efectuar comprobaciones experimentales adicionales, mediante la verificación de que la documentación que acompaña al citado marcado CE, refleja las categorías o valores declarados que permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas por la Instrucción del Hormigón (EHE-08), así como las que pudieran haberse definido específicamente en el proyecto. En este caso, está especialmente recomendado que la Dirección Facultativa, directamente o mediante la entidad de control, efectúe una inspección de las instalaciones de prefabricación, a las que se refiere el apartado 88.4.2 de la EHE-08.

En el caso de elementos normalizados prefabricados en serie y destinados a formar parte de una sección compuesta, junto con otras partes ejecutadas in situ, su conformidad podrá comprobarse de acuerdo con lo indicado en el párrafo anterior, cuando se haya empleado el método 1 de los definidos en el apartado 3.3 de la Guía L para la aplicación de la Directiva 89/106/CEE, elaborada por los servicios de la Comisión Europea (documento CONSTRUCT 03/629.Rev.1, de fecha 27 de noviembre de 2003).

Conforme a lo indicado en el apartado 3.2. de la Guía L para la aplicación de la Directiva 89/106/CEE, elaborada por los servicios de la Comisión Europea (documento CONSTRUCT 03/629.Rev.1, de fecha 27 de noviembre de 2003), sólo podrá aceptarse la conformidad de los elementos a los que se refieren los párrafos anteriores, cuando la documentación que acompañe al marcado CE, garantice el cumplimiento de los parámetros, clases y niveles específicamente definidos por la Administración Española, en los correspondientes Anejos Nacionales de las normas de la serie UNE-EN 1990, que fueran de aplicación al correspondiente elemento prefabricado.

Cuando se haya empleado el método 3 de los definidos en el apartado 3.3., de la Guía L anteriormente citada, la conformidad de los elementos prefabricados podrá comprobarse de acuerdo con lo indicado en el primer párrafo de este apartado, mediante la verificación de que la documentación que acompaña al citado marcado CE, refleja el

empleo de los materiales conformes con lo indicado en el proyecto y que éste es conforme con las especificaciones de la EHE-08

En el caso de elementos prefabricados para los que no esté en vigor el marcado CE y estuvieran en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, la Dirección Facultativa podrá eximir de la realización de cualquier comprobación experimental de las referidas en el apartado 91.5.3.3. y 91.5.3.4. de la EHE-08.

### **7.3.3.2. Lotes para la comprobación de la conformidad de los elementos prefabricados**

En el caso de elementos normalizados prefabricados en serie, se define como lote la cantidad de elementos de la misma tipología, que forma parte de la misma remesa y procedentes del mismo fabricante, siempre que sus fechas de fabricación no difieran más de tres meses.

En el caso elementos prefabricados, específicamente para la obra según un proyecto concreto, se define como lote la totalidad de los elementos de la misma remesa y procedentes del mismo fabricante.

### **7.3.3.3. Comprobación experimental de los procesos de prefabricación**

Esta comprobación se efectuará, al menos, una vez durante la obra y comprenderá tanto la revisión del control de producción del prefabricador, como la realización de comprobaciones específicas sobre cada proceso, llevadas a cabo por una entidad de control de calidad.

En el caso de elementos normalizados prefabricados en serie, la Dirección Facultativa podrá limitar esta comprobación a la revisión del control de producción, que deberá efectuarse sobre los registros de autocontrol correspondientes al período de tiempo durante el que se hayan fabricado los elementos suministrados a la obra.

La comprobación experimental de los procesos se efectuará de acuerdo con los siguientes criterios:

#### **a) Proceso de elaboración de las armaduras pasivas:**

Se efectuarán comprobaciones de la conformidad de las armaduras con el proyecto, de acuerdo con los criterios establecidos en el artículo 88º de la EHE-08

### ***b) Proceso de montaje de las armaduras pasivas:***

Antes de su colocación en el molde, se comprobará que las armaduras elaboradas, una vez armadas, se corresponden con lo indicado en el proyecto, tanto en lo relativo a sus dimensiones geométricas, secciones de acero y longitudes de solape. Una vez colocadas sobre el molde, se comprobará que han dispuesto separadores de acuerdo con lo indicado en el apartado 69.8.2 de la EHE-08, que sus dimensiones permiten garantizar los correspondientes recubrimientos mínimos establecidos en el apartado 37.2.4 de la EHE-08.

Se efectuarán comprobaciones sobre una muestra de, al menos, cinco conjuntos de armadura y se aceptará la conformidad del proceso, cuando en la totalidad de las muestras, se obtengan diámetros de acero que se correspondan con lo establecido en el proyecto y, además, del resto de las comprobaciones, se obtengan desviaciones respecto de los valores nominales menores que las tolerancias establecidas en el Anejo nº 11 de la EHE-08, para la clase correspondiente al coeficiente de seguridad empleado en el proyecto.

### ***c) Proceso de aplicación del pretensado:***

El proceso de aplicación del pretensado se comprobará, al menos una vez, aplicando los criterios establecidos en el artículo 89º de la EHE-08. Se efectuarán las correspondientes comprobaciones antes del tesado, antes del hormigonado y, en su caso, antes de la inyección.

Se aceptará la conformidad del proceso cuando no se advierta ninguna desviación respecto a los criterios establecidos en el artículo 90º.

### ***d) Procesos de fabricación del hormigón, vertido, compactación y curado:***

En el caso de que el hormigón sea fabricado por el prefabricador, sus procesos de fabricación deberán cumplir los mismos criterios técnicos que los exigidos para las centrales de hormigón, salvo en los requisitos referentes al transporte. Además, su vertido, compactación y curado deberán ser conformes con los criterios establecidos, con carácter general, por esta Instrucción.

Para ello, se efectuará, al menos una vez durante la obra, una inspección para comprobar la conformidad con la que se desarrollan dichos procesos.

### **7.3.3.4. Comprobación experimental de la geometría de los elementos prefabricados**

En el caso de elementos prefabricados con marcado CE, de conformidad con una norma europea armonizada específica, la comprobación de la geometría se efectuará

mediante la comprobación de la documentación del marcado CE, ya que sus tolerancias deberán ser conformes con las indicadas en las correspondientes normas.

En el resto de los casos no incluidos en el párrafo anterior, para cada lote definido en 91.5.3.2 de la EHE-08, se seleccionará una muestra formada por un número suficientemente representativo de elementos, de acuerdo con la *Tabla 7.1*, que preferiblemente, sean pertenecientes a diferentes formas y tipologías. Se comprobará que las dimensiones geométricas de cada elemento presentan unas variaciones dimensionales respecto a las dimensiones nominales de proyecto, conformes con las tolerancias definidas en el Anejo nº 11 de la EHE-08 para la clase correspondiente al coeficiente de seguridad empleado en el proyecto.

Tipo de elemento suministrado	Número mínimo elementos controlados en cada partida
Elementos tipo pilotes, viguetas, bloques...	10
Elementos tipo losas, paneles, pilares, jácenas,...	3
Elementos de grandes dimensiones tipo artesas, cajones,...	1

Tabla 7.1

En el caso de que se produjera un incumplimiento, se desechará el elemento sobre el que se ha obtenido el mismo y se procederá a una nueva toma de muestras que, si resultara positiva, permitirá la aceptación del lote. En caso contrario, la Dirección Facultativa requerirá del Suministrador una justificación técnica de que la pieza cumple los requisitos exigibles.

### 7.3.3.5. Certificado del suministro

Al finalizar el suministro de los elementos prefabricados, el constructor facilitará a la Dirección Facultativa un certificado de los mismos, elaborado por el suministrador de los elementos prefabricados y firmado por persona física, cuyo contenido será conforme a lo establecido en el Anejo nº 21 de la EHE-08. En el caso de elementos prefabricados que tengan que disponer del marcado CE, dicho certificado será el que acompaña al referido marcado CE.

En el caso de que un mismo Suministrador de elementos prefabricados, efectuara varios suministros durante el mismo mes, se podrá aceptar un único certificado, que incluya la totalidad de los elementos suministrados durante el mes de referencia.

### 8. SOSTENIBILIDAD

#### 8.1. Sostenibilidad

Los conceptos de eficiencia y sostenibilidad son inherentes a la construcción prefabricada, ya que se trata de la aplicación al proceso constructivo de los mismos procesos de estandarización, modularidad, tecnología, control de calidad y tiempos de ejecución empleados en los procesos industriales.

La construcción del futuro pasa por la utilización de materiales y soluciones de diseño con un menor impacto ambiental, duraderas, que puedan incluso tener un beneficio para los ciudadanos, ser versátiles, etc. Con el uso de elementos prefabricados se puede materializar cualquier diseño sin incrementar el coste económico ni ambiental, ya que estos productos ofrecen líneas modernas con la textura de la piedra natural y con la tecnología de fabricación más avanzada.

Según la Directiva de Eficiencia Energética de Edificios (2002/91/CE), el “sector residencial y terciario (la mayor parte edificios) consumen más del 40% del consumo energético final en la Unión Europea y se está extendiendo”, por lo que uno de los principales objetivos de la Comisión Europea es hacer que los ciudadanos utilicen edificios con la mayor comodidad y el menor impacto posible.

La utilización de elementos prefabricados de hormigón permite optimizar el empleo de los materiales, por lo que necesitan menos recursos naturales para su fabricación. Los impactos derivados de las obras de construcción disminuyen debido a la rapidez de construcción de este sistema constructivo que, además, expone en menor medida a los operarios a riesgos inherentes a las obras.

Además, el aprovechamiento de la inercia térmica del hormigón supone ahorros energéticos en climatización importantes, ya que un edificio de hormigón consume alrededor de un 5-15% menos de energía en calefacción que un edificio construido en estructura ligera.

También hay que considerar que una de las ventajas principales de los elementos prefabricados de hormigón es la facilidad de desmontaje sin crear escombros y su posibilidad de reutilización y reciclado.

Para analizar la sostenibilidad de un producto es necesario tener en cuenta sus tres vertientes fundamentales: social, económica y medioambiental.

Desde el punto de vista económico se debe seguir trabajando para reducir los costes de producción, desde el aspecto social se debe mejorar el producto final con la

eficiencia energética, los acabados, etc., y desde el aspecto medioambiental se necesita reducir los consumos energéticos en la producción para que incidan mínimamente en el producto final.

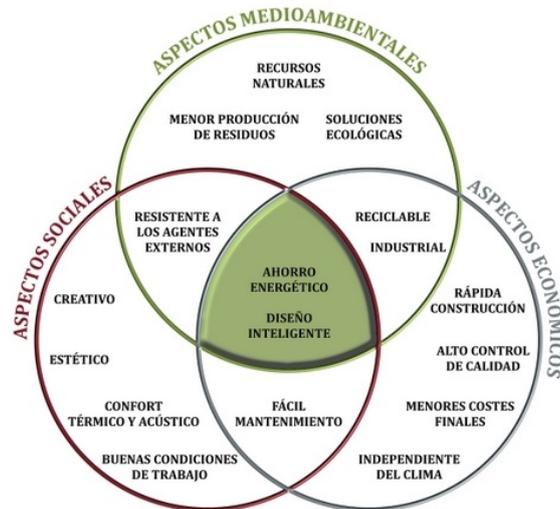


Figura 8.1: Aspectos sostenibilidad, Ref. ANDECE

### 8.2. Declaraciones ambientales del producto

Las declaraciones ambientales del producto (DAP) son informes en los que se detallan los impactos sobre el medio ambiente, asociados a un producto tanto por sus materias primas como por su fabricación y transporte, además se puede incluir la colocación, el uso y el desmontaje, reutilización y reciclaje.

La DAP de los prefabricados de hormigón son particulares debido a la naturaleza de las materias primas empleadas y a los procesos a los que son sometidas en fábrica. Los impactos sociales asociados a estas materias primas son mayores al resto de procesos involucrados, a excepción de la energía consumida en el uso del edificio.

El impacto ambiental de los prefabricados de hormigón en su fase inicial (fabricación materias primas) es muy elevado, pero en el resto de etapas el impacto ambiental es casi despreciable, a excepción del transporte si se trata de largos desplazamientos por carretera.

Por tanto, tenemos un producto con un funcionamiento óptimo al final del ciclo de vida, ya que los impactos ambientales asociados al moldeado, la instalación, uso, desmontaje, reutilización o reciclaje, no suponen apenas impacto sobre el resultado final. Además, en la industria de la prefabricación se tiene un control exhaustivo de los procesos y de los productos, mucho mayores que en la construcción tradicional.

### 9. ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA CONSTRUCCIÓN PREFABRICADA Y LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

Una vez realizado el estudio de los elementos prefabricados de hormigón, sus principales propiedades y su proceso de fabricación y montaje, se realiza un análisis comparativo entre la construcción de una vivienda unifamiliar utilizando elementos prefabricados de hormigón y mediante el sistema constructiva tradicional.

Para ello se utiliza el proyecto de una vivienda unifamiliar prefabricada y a partir de ella se calcula la estructura in situ de la vivienda.

Para hacer este análisis se debe tener en cuenta la diferencia de la estructura de ambas viviendas, su tiempo de ejecución, el coste económico y el estudio energético.

#### 9.1. Estudio de la estructura<sup>14</sup>

Para realizar el análisis de ambos sistemas constructivos, vamos a tener en cuenta solo la diferencia de ejecución de la estructura de la vivienda.

Aunque en este caso se ha optado por una cimentación por losa armada para ambos sistemas constructivos, hay que tener en cuenta en su ejecución, los sistemas de unión con el resto de la estructura.

En el caso de la vivienda tradicional, se deben dejar en la cimentación las esperas de los pilares, con la longitud de anclaje correspondiente.

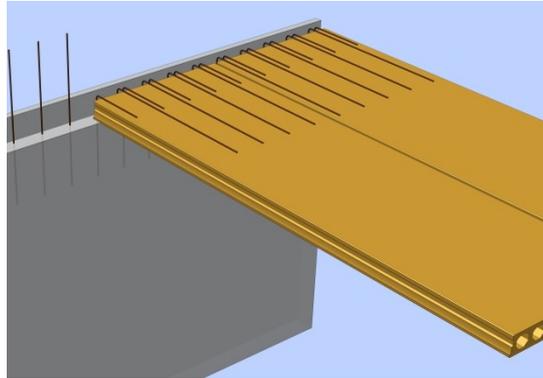
Para la vivienda prefabricada, se deben tener en cuenta los elementos de conexión con los paneles que se van a utilizar. La unión de los paneles de cerramiento de la vivienda con la cimentación se realiza con vainas, mientras que para los paneles centrales se ha optado por la solución atornillada con pies de pared, por lo que se deben tener en cuenta las esperas y los tornillos de conexión en la ejecución de la cimentación. En ambas soluciones se requiere mucha precisión en la colocación de los elementos, ya que la tolerancia de montaje es muy pequeña.

La principal diferencia de ambos sistemas radica en la ejecución de la estructura, ya que con la ejecución in situ de la estructura se ha de tener en cuenta todo el material referente a los encofrados de pilares y forjados, mientras que para la vivienda prefabricada solo se considera el encofrado para delimitar la capa de compresión del forjado.

---

<sup>14</sup> Ver planos de la vivienda en ANEXO D

En este caso, en los paneles se realiza un cajeadado para el apoyo de la placa alveolar, por lo que el mismo panel actúa de encofrado para la capa de compresión, solo sería necesaria la colocación del encofrado que delimita el relleno de la capa de compresión para el hueco de la escalera.



**Figura 9.1: Apoyo de placa alveolar en panel, Ref. PAVI**

## 9.2. Estudio del tiempo de ejecución

En cuanto al estudio del tiempo de ejecución de ambas viviendas, se calcula en primer lugar los días de duración de cada partida de obra, obteniendo los siguientes resultados:

	VIVIENDA TRADICIONAL		VIVIENDA PREFABRICADA	
	Días	%	Días	%
<b>1-Acondicionamiento del terreno</b>	7 días	5,56%	7 días	7,45%
<b>2-Cimentación</b>	7 días	5,56%	7 días	7,45%
<b>3-Saneamiento</b>	4 días	3,17%	4 días	4,26%
<b>4-Estructura y cerramiento</b>	37 días	29,37%	6 días	6,38%
<b>5-Cubierta</b>	6 días	4,76%	6 días	6,38%
<b>6-Albañilería</b>	24 días	19,05%	24 días	25,53%
<b>7-Carpintería</b>	13 días	10,32%	13 días	13,83%
<b>8-Instalaciones</b>	21 días	16,67%	21 días	22,34%
<b>9-Equipamiento</b>	4 días	3,17%	4 días	4,26%
<b>10-Pintura</b>	2 días	1,59%	2 días	2,13%
<b>11-Cerrajería</b>	1 día	0,79%	1 día	1,06%
<b>TOTAL</b>	<b>126 días</b>		<b>94 días</b>	

**Tabla 9.1: Duración de cada partida de la obra**

Analizando estos resultados se observa que la duración de la ejecución de la estructura y el cerramiento de una vivienda prefabricada es mucho menor que la vivienda tradicional.

## ESTUDIO VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

Pero para poder comparar realmente la duración real de la obra, se descomponen las partidas, ya que algunas de ellas se pueden solapar. Para ello se realiza un diagrama de Gantt de cada construcción.<sup>15</sup>

Con esto obtenemos que la duración real de la obra tradicional es de 86 días, mientras que la prefabricada es de 54 días.

	VIVIENDA TRADICIONAL		VIVIENDA PREFABRICADA	
<b>Duración total de la obra por partidas</b>	126 días	6,3 meses	94 días	4,7 meses
<b>Duración real de la obra</b>	<b>86 días</b>	<b>4,3 meses</b>	<b>54 días</b>	<b>2,7 meses</b>

Tabla 9.2: Duración real de la obra

La diferencia de tiempos de ejecución de obra conlleva también un ahorro del coste, como se analiza a continuación.

### 9.3. Estudio coste económico

Para analizar el coste económico de ambas viviendas se realizan dos presupuestos de manera simplificada para comparar ambas viviendas.<sup>16</sup>

	VIVIENDA TRADICIONAL		VIVIENDA PREFABRICADA	
<b>CAP.-01. Acondicionamiento del terreno</b>	947,46 €	0,83 %	947,46 €	0,83 %
<b>CAP.-02. Saneamiento</b>	1.809,00 €	1,59 %	1.809,00 €	1,58 %
<b>CAP.-03. Cimentación</b>	9.446,38 €	8,30 %	9.446,38 €	8,23 %
<b>CAP.-04. Estructura y cerramiento</b>	<b>32.839,70 €</b>	<b>28,85 %</b>	<b>33.833,38 €</b>	<b>29,47 %</b>
<b>CAP.-05. Particiones y trasdosados</b>	10.940,82 €	9,61 %	10.940,82 €	9,53 %
<b>CAP.-06. Cubierta</b>	11.014,46 €	9,69 %	11.014,46 €	9,59 %
<b>CAP.-07. Revestimientos</b>	12.596,75 €	11,07 %	12.596,75 €	10,97 %
<b>CAP.-08. Carpintería</b>	14.089,41 €	12,38 %	14.089,41 €	12,27 %
<b>CAP.-09. Instalación de fontanería</b>	4.696,25 €	4,13 %	4.696,25 €	4,09 %
<b>CAP.-10. Instalación de electricidad</b>	5.618,28 €	4,94 %	5.618,28 €	4,89 %
<b>CAP. 11. Instalación solar térmica</b>	1.219,00 €	1,07 %	1.219,00 €	1,06 %
<b>CAP.-12. Instalación de ventilación</b>	139,88 €	0,12 %	139,88 €	0,12 %
<b>CAP.-13. Varios</b>	8.460,98 €	7,43 %	8.460,98 €	7,37 %
<b>TOTAL</b>	<b>113.837,71 €</b>		<b>114.812,05 €</b>	

Tabla 9.3: Análisis de costes

La diferencia económica que observamos entre ambas construcciones no es muy grande, debido a que se trata de una obra pequeña.

En ambas tipologías constructivas, el mayor porcentaje del presupuesto se centra en el capítulo de estructura y cerramientos, cubierta y albañilería.

<sup>15</sup> Anexo E. Planificación de obra de vivienda prefabricada y tradicional.

<sup>16</sup> Anexo E. Presupuestos de obra de vivienda prefabricada y tradicional.

## ESTUDIO VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

En este caso, para realizar mejor el análisis entre ambas construcciones, se unifica en el presupuesto de vivienda tradicional, el capítulo de estructura y cerramiento, ya que en la vivienda prefabricada el cerramiento es la estructura vertical de la vivienda.

La diferencia principal de las dos construcciones, en cuanto al coste se refiere, se centra en los costes indirectos derivados de la construcción, ya que el tiempo de ejecución de la vivienda prefabricada es inferior a la vivienda tradicional.

Para ello se realiza el cálculo de costes indirectos, en función de la duración de ambas construcciones.

	Coste unitario	Coste tradicional (4,3 meses duración)	Coste prefabricada (2,7 meses duración)
Técnico de obra	2.350,00 €/mes	10.105,00 €	6.345,00 €
Encargado de obra	1.950,00 €/mes	8.385,00 €	5.265,00 €
Oficina de obra	400,00 €/mes	1.720,00 €	1.080,00 €
Suministro agua	50,00 €/mes	215,00 €	135,00 €
Suministro luz	150,00 €/mes	645,00 €	405,00 €
Alquiler grúa torre	1.412,00 €/mes	6.071,60 €	
Transporte, montaje y desmontaje grúa torre		6.677,42 €	
<b>TOTAL COSTES INDIRECTOS</b>		<b>33.819,02 €</b>	<b>13.230,00 €</b>

Con los costes indirectos se obtiene el porcentaje según el coste de ejecución material de cada sistema constructivo.

$$\%CI = \frac{\sum CI}{\sum CD} \cdot 100$$

$$\%CI (Prefabricada) = \frac{13.230,00}{114.812,05} \cdot 100 = \mathbf{11,5\%}$$

$$\% CI (Tradicional) = \frac{33.819,02}{113.837,71} \cdot 100 = \mathbf{29,7\%}$$

Por tanto, la duración de la obra es fundamental para el ahorro final del proyecto, debido a la influencia de los costes indirectos en el coste final.

También los medios auxiliares utilizados para la ejecución de la estructura in situ (grúa torre, andamios, encofrados, etc.), supone un incremento considerable del coste final.

9.4. Estudio demanda energética

9.4.1. Limitación de la demanda energética CTE DB-HE 1

2.1 Demanda energética

2. La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica, sean los valores límites establecidos en las tablas 2.2.

**Tablas 2.2 Valores límite de los parámetros característicos medios**

<b>ZONA CLIMÁTICA B3</b>										
<b>Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno</b>					$U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$					
<b>Transmitancia límite de suelos</b>					$U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$					
<b>Transmitancia límite de cubiertas</b>					$U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$					
<b>Factor solar modificado límite de lucernarios</b>					$F_{Lim}: 0,30$					
% de huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
					Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

4. Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

**Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m<sup>2</sup> K**

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos <sup>(2)</sup>	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

## ESTUDIO VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

Características de los materiales<sup>17</sup>

CERRAMIENTOS						
Material	e (cm.)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p</sub> (J/Kg·K)	$\lambda$ (W/m·K)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)	$\mu$
HA-35	20	2400	1000	2,30	0,0869	80
MORTERO	1,5	1800	1000	1,30	0,0115	10
LADRILLO HUECO	11	770	1000	0,32	0,3438	10
PUR	3,5	50	1000	0,028	1,2500	106
PYL	3	900	1000	0,25	0,1200	4

LOSA CIMENTACIÓN						
Material	e (cm.)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p</sub> (J/Kg·K)	$\lambda$ (W/m·K)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)	$\mu$
XPS	7	40	1400	0,034	2,0588	150

CUBIERTAS						
Material	e (cm.)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p</sub> (J/Kg·K)	$\lambda$ (W/m·K)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)	$\mu$
LÁMINA BETÚN	1,5	1100	1000	0,23	0,065	50000
FIELTRO	1,5	120	1300	0,05	0,3	15
PIEDRA ARTIFICIAL	10	1750	1000	1,30	0,0769	
XPS	6	40	1400	0,034	1,7647	150

FORJADOS						
Material	e (cm.)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p</sub> (J/kg·K)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)	$\mu$	RA (dBA)
PLACA ALVEOLAR 15 CON CAPA DE COMPRESIÓN	15+5	1810	1000	0,14	80	55
FORJADO BOVEDILLA HORMIGÓN CON CAPA DE COMPRESIÓN	25+5	1240	1000	0,21	80	55

Siendo,

- e: espesor [cm.]
- $\rho$ : Densidad [Kg/m<sup>3</sup>]
- C<sub>p</sub>: Calor específico [J/Kg·K]
- $\lambda$ : Conductividad térmica [W/m·K]
- R: resistencia térmica, [m<sup>2</sup>·K/W]  $\rightarrow R = \frac{e}{\lambda}$
- $\mu$ : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, adimensional

<sup>17</sup> Catalogo elementos constructivos del CTE

9.4.2. Cerramiento de fachada

El cerramiento de fachada es un cerramiento en contacto con el aire exterior en su totalidad, por lo que se calcula la transmitancia térmica utilizando la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

$$R_T = R_{Si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{Se}$$

Los valores  $R_{Si}$  y  $R_{Se}$  se obtienen de la siguiente tabla, en función del tipo de cerramiento.

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en  $m^2K/W$

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R <sub>se</sub>	R <sub>si</sub>
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente 	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente 	0,04	0,17

Se analiza si los dos sistemas constructivos empleados para la realización de la fachada del edificio cumplen con la transmitancia térmica. En la vivienda prefabricada se opta por la fachada con paneles de hormigón prefabricados de 20 cm de espesor, mientras que en la tradicional se realiza la fachada con fábrica de ladrillo hueco de 11 cm y enfoscado exterior con mortero de cemento. El trasdosado de ambas construcciones es el mismo y se realiza con espuma de poliuretano proyectado como aislante de la fachada, cámara de aire sin ventilar y trasdosado de doble placa de yeso laminado con estructura metálica.

Comprobación Transmitancia Térmica “U” CERRAMIENTO PREFABRICADO

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K}/W$$

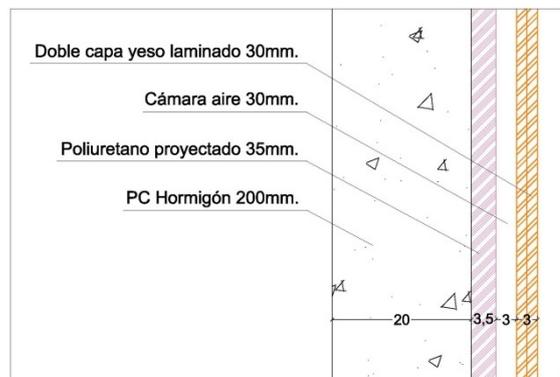
$$R_{HA} = 0,0869 \text{ m}^2\text{K}/W$$

$$R_{PUR} = 1,25 \text{ m}^2\text{K}/W$$

$$R_{CA\ 3CM.} = 0,17 \text{ m}^2\text{K}/W$$

$$R_{PYL\ DOBLE} = 0,12 \text{ m}^2\text{K}/W$$

$$R_{Si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K}/W$$



$$R_T = \sum R_i = 1,797 \text{ m}^2\text{K}/W$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{1,797} = 0,556 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de *cerramientos y particiones interiores* de la envolvente térmica U en W/m<sup>2</sup>K

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos <sup>(2)</sup>	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas <sup>(3)</sup>	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

<sup>(2)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

<sup>(3)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

$$0,556 < 1,07 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### Comprobación Transmitancia Térmica “U” CERRAMIENTO TRADICIONAL

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K}/W$$

$$R_{Mortero} = 0,0115 \text{ m}^2\text{K}/W$$

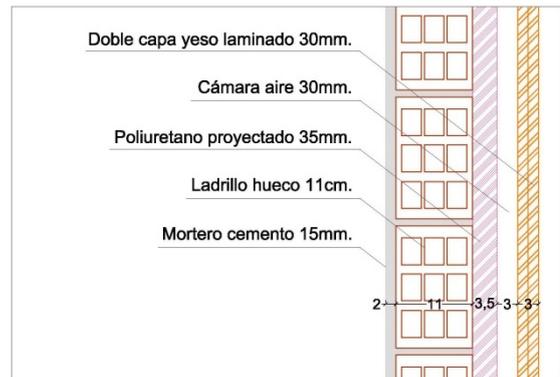
$$R_{LH11} = 0,3438 \text{ m}^2\text{K}/W$$

$$R_{PUR} = 1,25 \text{ m}^2\text{K}/W$$

$$R_{CA3CM.} = 0,17 \text{ m}^2\text{K}/W$$

$$R_{PYL DOBLE} = 0,12 \text{ m}^2\text{K}/W$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K}/W$$



$$R_T = \sum R_i = 1,935 \text{ m}^2\text{K}/W$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{1,935} = 0,517 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de *cerramientos y particiones interiores* de la envolvente térmica U en W/m<sup>2</sup>K

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos <sup>(2)</sup>	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas <sup>(3)</sup>	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

<sup>(2)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

<sup>(3)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

$$0,517 < 1,07 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**Comprobación Transmitancia Térmica “U” VENTANAS**

Se considera que las ventanas del edificio son de aluminio con rotura del puente térmico y vidrio de doble cristal 4-6-4.

La transmitancia térmica de los huecos viene definida por la siguiente expresión:

$$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$$

$$FM = \frac{\text{Superficie marco}}{\text{Superficie hueco}}$$

$$U_{H,v} = \text{Transmitancia termica del vidrio}$$

$$U_{H,m} = \text{Transmitancia termica del marco}$$

En este caso, se obtienen los siguientes valores extraídos de la base de datos del LIDER

$$U_{H,v} = 3,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}; \quad U_{H,m} = 4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Para realizar el cálculo de la transmitancia térmica, se calcula las superficies del marco y del hueco para los cuatro tipos de ventanas de la vivienda:

	<b>SUPERFICIE MARCO (m2)</b>	<b>SUPERFICIE HUECO (m2)</b>	<b>FM</b>	<b>U<sub>H</sub> (W/m<sup>2</sup>·K)</b>
<b>Ventana 1 (3,60x2,45m)</b>	1,68	8,82	0,190	3,43
<b>Ventana 2 (1,20x2,10m)</b>	0,50	2,52	0,199	3,44
<b>Ventana 3 (0,92x2,10m)</b>	0,46	1,93	0,237	3,47
<b>Ventana 4 (9,35x2,10m)</b>	3,05	19,82	0,154	3,41

El caso más desfavorable corresponde a la ventana 3, donde la transmitancia térmica del hueco es mayor.

$$U_H = 3,47 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de *cerramientos y particiones interiores* de la envolvente térmica U en W/m<sup>2</sup>K

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos <sup>(2)</sup>	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas <sup>(3)</sup>	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
<b>Vidrios y marcos</b>	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

<sup>(2)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

<sup>(3)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

$$3,47 < 5,70 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### 9.4.1. Cubierta

La cubierta es un cerramiento en contacto con el aire exterior, por lo que se calcula la transmitancia térmica al igual que la del cerramiento de fachada.

Pero en este caso los valores  $R_{si}$  y  $R_{se}$  serán diferentes, los obtenemos de la siguiente tabla, ya que se trata de un cerramiento horizontal.

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en  $m^2K/W$

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		$R_{se}$	$R_{si}$
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

En este caso se comprueba si ambos sistemas constructivos cumplen con la transmitancia térmica de cubierta, ya que en el caso de la vivienda prefabricada el forjado está compuesto por placa alveolar de 15 cm de canto y 5 cm de capa de compresión, mientras que en la vivienda de estructura "in situ", está formado por viguetas y bovedillas de hormigón de 25 cm de canto y 5 cm de la capa de compresión. El resto de la ejecución de la cubierta es idéntica en ambas soluciones.

Comprobación Transmitancia Térmica “U” CUBIERTA CON FORJADO PREFABRICADO

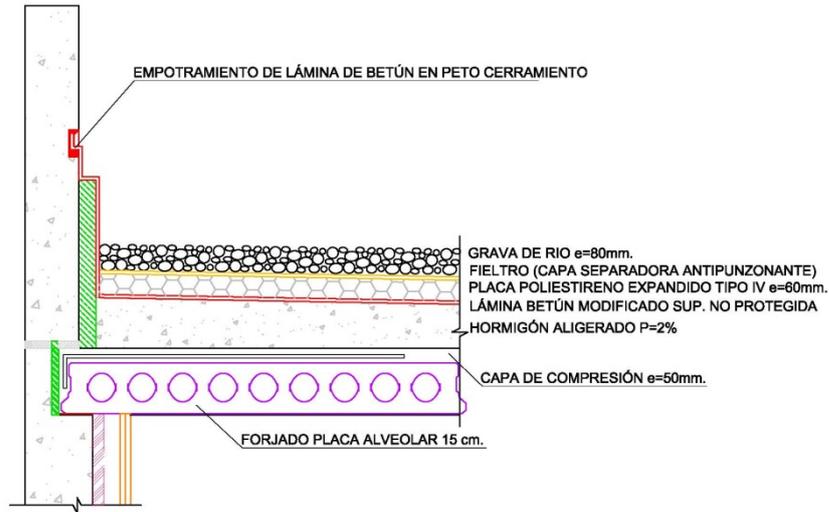


Figura 9.2: Detalle de la cubierta de la vivienda prefabricada

$$\begin{aligned}
 R_{se} &= 0,04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} & R_{\text{XPS EXPANDIDO}} &= 1,764 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \\
 R_{\text{P.ALVEOLAR}} &= 0,14 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} & R_{\text{FIELTRO}} &= 0,3 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \\
 R_{\text{H.ALIG}} &= 0,022 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} & R_{\text{PIEDRA ARTIF.}} &= 0,077 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \\
 R_{\text{BETÓN}} &= 0,065 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} & R_{si} &= 0,10 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \\
 R_T &= \sum R_i = 2,508 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \\
 U &= \frac{1}{R_T} = \frac{1}{2,508} = 0,399 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}
 \end{aligned}$$

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m<sup>2</sup>K

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos <sup>(2)</sup>	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas <sup>(3)</sup>	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

<sup>(2)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

<sup>(3)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

$$0,399 < 0,45 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Comprobación Transmitancia Térmica “U” CUBIERTA CON FORJADO PREFABRICADO

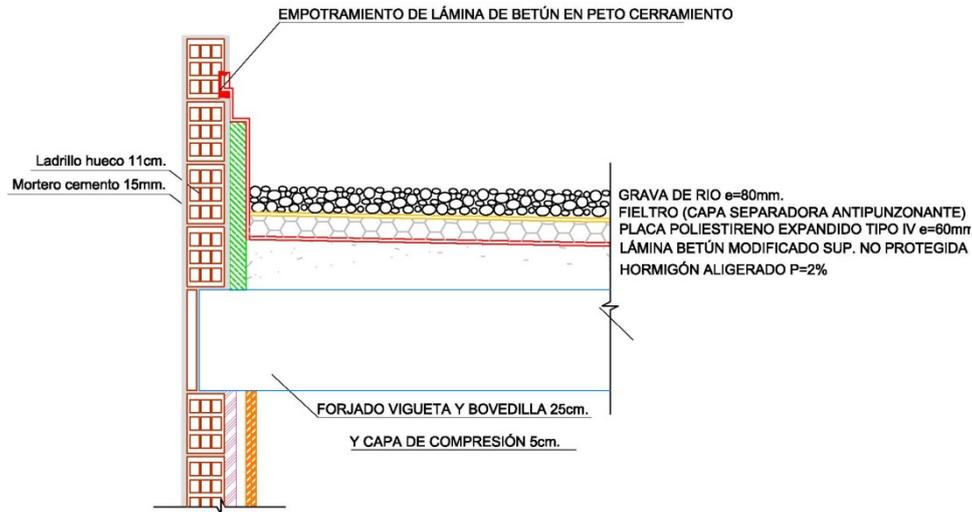


Figura 9.3: Detalle de la cubierta de la vivienda tradicional

$$\begin{aligned}
 R_{se} &= 0,04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} & R_{\text{XPS EXPANDIDO}} &= 1,764 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \\
 R_{\text{FORJADO INSITU}} &= 0,21 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} & R_{\text{FIELTRO}} &= 0,3 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \\
 R_{\text{HALIG}} &= 0,022 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} & R_{\text{PIEDRA ARTIF.}} &= 0,077 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \\
 R_{\text{BETÓN}} &= 0,065 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} & R_{si} &= 0,10 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \\
 R_T &= \sum R_i = 2,538 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \\
 U &= \frac{1}{R_T} = \frac{1}{2,508} = 0,394 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}
 \end{aligned}$$

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m<sup>2</sup>K

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos <sup>(2)</sup>	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas <sup>(3)</sup>	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

<sup>(2)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

<sup>(3)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

$$0,394 < 0,45 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

9.4.2. Losa cimentación

La losa de cimentación se sitúa apoyada a menos de 0,5 m por debajo del nivel del terreno, se calcula la transmitancia térmica del terreno utilizando el CASO 1.

Se utiliza el mismo sistema de cimentación para ambas soluciones constructivas.

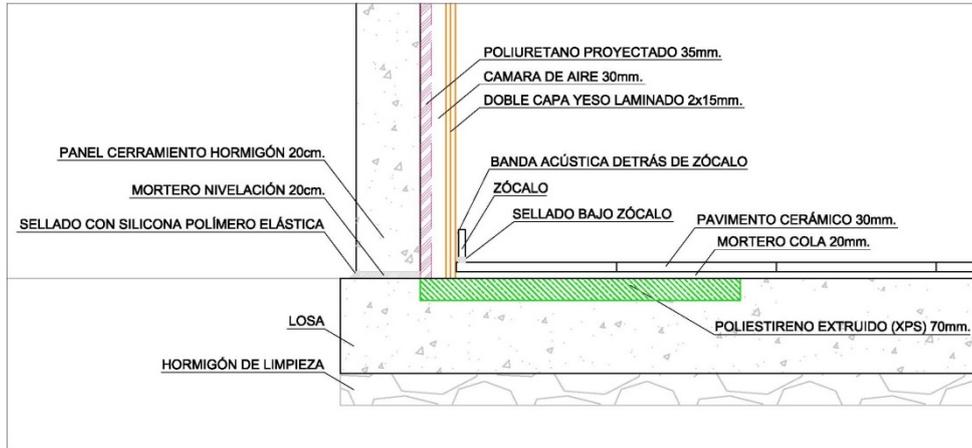


Figura 9.4: Detalle de la cimentación de la vivienda

Comprobación Transmitancia Térmica “U” de una losa con aislamiento térmico en el primer metro

- Losa cimentación 11,93 x 9,83 m →  $B' = \frac{A}{1/2P} = \frac{117,27}{1/2 \cdot 43,52} = 5,389$
- Poliestireno extruido e: 70 mm →  $R_a = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,07}{0,034} = 2,05 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

En el caso del primer metro de solera, se utiliza el valor de la tabla B'=1 y la resistencia térmica del XPS (70 cm.) para obtener la transmitancia térmica.

Tabla E.3 Transmitancia térmica U<sub>s</sub> en W/m<sup>2</sup> K

B'	R <sub>s</sub>	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
		R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> K/W)					R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> K/W)					R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> K/W)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

$$U_s = 0,66 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

# ESTUDIO VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de *cerramientos y particiones interiores* de la envolvente térmica U en W/m<sup>2</sup>K

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos <sup>(2)</sup>	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas <sup>(3)</sup>	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

<sup>(2)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

<sup>(3)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

$$0,66 < 1,07 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Para obtener la transmitancia térmica del suelo, se utilizan los valores calculados anteriormente, la longitud característica B'=5,389 m y la resistencia térmica del aislamiento XPS de 7 cm de espesor Ra=2,05 m<sup>2</sup>·K/W

Tabla E.3 Transmitancia térmica U<sub>s</sub> en W/m<sup>2</sup> K

R <sub>a</sub>	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m					
	R <sub>a</sub>	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> K/W)					R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> K/W)					R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> K/W)				
B'	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

$$U_s = 0,51 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de *cerramientos y particiones interiores* de la envolvente térmica U en W/m<sup>2</sup>K

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos <sup>(2)</sup>	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas <sup>(3)</sup>	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

<sup>(2)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

<sup>(3)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

$$0,51 < 0,68 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### 10. CONCLUSIONES

Una vez realizado el análisis de los dos sistemas constructivos utilizados para la realización de una vivienda unifamiliar, se obtienen diferentes conclusiones.

La diferencia del presupuesto de ejecución material de la construcción de una vivienda unifamiliar es muy pequeña, debido a las pequeñas dimensiones del proyecto, en cambio, debido a la reducción de plazos de ejecución, supone una reducción considerable de los costes indirectos generados en la obra.

El alto coste que supone al proyecto los medios utilizados para el transporte y montaje de los elementos, queda compensado con los medios auxiliares utilizados en la construcción de la estructura in situ, ya que en la construcción prefabricada se prescinde de sistemas de andamiaje y encofrados.

La necesidad de mano de obra especializada para el montaje de la estructura en obra y la reducción de tareas peligrosas que se encuentran en la construcción tradicional, reduce el riesgo de accidentes de trabajo.

Aunque los riesgos de obra disminuyan, se debe prestar mucha atención al manejo y transporte de los elementos, ya que las grandes dimensiones de los mismos suponen un problema añadido en obra.

La utilización de elementos de forjados prefabricados, como es el caso de las placas alveolares, permite reducir el canto del forjado para soportar las mismas cargas, además de lograr mayores luces entre apoyos. Por esto se pueden lograr espacios interiores más amplios.

Durante muchos años la utilización de sistemas de construcción prefabricados en otros países se ha desarrollado mucho más que en nuestro país, el motivo principal es que las condiciones meteorológicas adversas, principalmente el frío, dificultan las construcciones tradicionales, repercutiendo en la duración final de la obra y por tanto en el coste de la misma.

Al tratarse de un proceso de fabricación estandarizado, la calidad final de los elementos prefabricados es mucho mayor, ya que se pueden realizar controles de calidad

mayores y el proceso de fabricación está más controlado. Además las condiciones meteorológicas adversas no afectan a la calidad final del producto.

La construcción con elementos prefabricados de hormigón, aporta grandes beneficios medioambientales, ya que se reducen los residuos en obra y estos elementos son reutilizables y reciclables.

Aunque la construcción prefabricada tiene numerosas ventajas frente a la construcción tradicional, se deben tener en cuenta algunos inconvenientes que pueden llevar a problemas importantes en el proyecto.

Se deben controlar los accesos para la maquinaria y el transporte de los elementos, ya que dicho transporte se realiza con camiones de grandes dimensiones.

La planificación del proyecto se debe realizar minuciosamente, detallando en el proyecto las instalaciones y sistemas de unión entre elementos, ya que las tolerancias en el montaje de los elementos prefabricados son muy pequeños.

La mala coordinación entre el y el constructor en la ejecución de las tareas en obras, puede implicar la realización de modificaciones en el proyecto, lo que supone un aumento del coste considerable.

### 11. BIBLIOGRAFÍA

Martínez Muñoz, Olga; “Control del hormigón en los productos estructurales prefabricados”.

De Garrido, Luis; “Situación actual de las obras prefabricadas en Europa”.

Capote Abreu, Jorge; “Tecnología de la prefabricación en la construcción”.

Alcántara, J (21 agosto, 2012); “Prefabricación Vs. Industrialización. Edificación Modular”.

Capote Abreu, Jorge; “Indicaciones para el montaje de elementos prefabricados”.

Martín De Eugenio Cid, Julián (2 de Julio de 2008): “Entrevista al secretario general de ANDECE”.

Martín De Eugenio Cid, Julián: “Elementos prefabricados de hormigón. La garantía de la construcción industrializada”.

Escrig Pérez, Christian (2010); “Evolución de los sistemas de construcción industrializados a base de elementos prefabricados de hormigón”.

Fernández Ordoñez; “Historia de la prefabricación”.

Burón Maestro, Manuel y Fernández-Ordoñez Díez, David; “Evolución de la prefabricación para la edificación en España. Medio siglo de experiencia”.

Araujo Armero, Ramón (Mayo-Agosto 1997, Nº 5 Hormigón Prefabricado): “Hormigón prefabricado y construcción en altura”.

Pérez Estañol, Mireya y Ochoa, Raquel (Abril 2006); “Prefabricación, base del cambio en la construcción”.

Calavera, J., et al (2004); “Recomendaciones para el Proyecto, Ejecución y Montaje de Elementos Prefabricados”. Ediciones Colegio ICCP, Madrid.

Blanco, J.L. (2003); “Estudio relativo a la construcción modular”. UPC Tesis

Ministerio De Fomento (2006); “Código Técnico de la Edificación”.

Ministerio De Fomento (2008); “Instrucción de hormigón estructural, EHE-08”.

Ministerio De Fomento; “Eurocódigos estructurales”.

ANDECE; “Hormigón para la sostenibilidad”.

ANDECE; “Fachadas de hormigón arquitectónico”.

ANDECE; “Prefabricados de Hormigón – Las 100 mejores razones para utilizarlo”.

AENOR; “Reglamento General para la Certificación de Productos y Servicios”

Construmática; “Riesgos en el montaje y elaboración de prefabricados”.

Pitarch Roig, Ángel Miguel; Apuntes asignatura IB12, Materiales de construcción II, “Prefabricados de hormigón”.

Lecha Sangüesa, Antonio; Apuntes asignatura IB10, Construcción II.

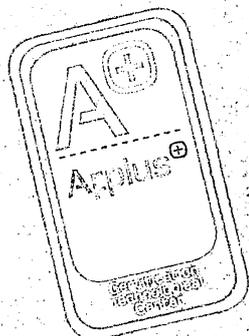
RUA AGUILAR, MARÍA JOSÉ Y BABILONI GOMIS, JOSÉ; Apuntes asignatura IB33, Mediciones y presupuestos.

Gil Ramos, Vicente; Apuntes asignatura IB32, Construcción y medio ambiente, "Demanda energética".

- PREFABRICADOS PAVI, Prefabricados de hormigón y viviendas prefabricadas. [www.pavi.es](http://www.pavi.es)
- ANCLAJES PEIKKO, Anclajes para elementos prefabricados de hormigón. [www.peikko.com](http://www.peikko.com)
- ANCLAJES NOXIFER, Elementos auxiliares para prefabricados de hormigón. [www.noxifer.com](http://www.noxifer.com)
- ANDECE, Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado del Hormigón, [www.andece.org](http://www.andece.org)
- APLIHORSA MODULAR, Viviendas prefabricadas [www.aplihorsamodular.com](http://www.aplihorsamodular.com)
- CASAS PRET A PORTER, Viviendas prefabricadas [www.casaspretaporter.es](http://www.casaspretaporter.es)
- MODULAR HOME, Viviendas prefabricadas [www.modularhome.es](http://www.modularhome.es)
- HORMIPRESA, Montaje de viviendas prefabricadas [www.hormipresa.com](http://www.hormipresa.com)
- PACADAR, Prefabricados de hormigón. [www.pacadar.com](http://www.pacadar.com)
- TECNYCONTA, Construcciones con hormigón prefabricado. [www.tecnyconta.es](http://www.tecnyconta.es)
- PREGALCO, Prefabricados de hormigón [www.pregalco.com](http://www.pregalco.com)
- VAP HOMES, Viviendas prefabricadas [www.vaphomes.com](http://www.vaphomes.com)
- THE BLOC HOUSE, Viviendas prefabricadas [www.theblochouse.com](http://www.theblochouse.com)
- PFEIFER, Elementos auxiliares para prefabricados de hormigón. [www.pfeifer.es](http://www.pfeifer.es)
- J&P ANCLAJES, Anclajes para elementos prefabricados. [www.jp-anclajes.com](http://www.jp-anclajes.com)
- EBawe, Instalaciones para la fabricación de elementos prefabricados [www.ebawe.com](http://www.ebawe.com)

## Anexo A: Elementos prefabricados de hormigón

- Ficha técnica placa alveolar
- Ficha técnica prelosa
- Ficha técnica panel macizo
- Ensayo térmico panel macizo
- Ensayo acústico panel macizo
- Ensayo resistencia al fuego panel macizo
- Ficha técnica panel aligerado
- Ensayo térmico panel aligerado
- Ficha técnica muro doble
- Ensayo térmico muro térmico
- Resumen ensayos
- Ficha técnica escalera y grada



CERTIFICADO

Núm.

CPF-0213/EHE

## CERTIFICADO DE INSPECCIÓN TÉCNICA

APPLUS+ LGAI, certifica que ha realizado una inspección técnica del sistema de Control de Producción en Fábrica (CPF) para la empresa LOPEZ Y SILVESTRE, PREFABRICADOS DE HORMIGÓN S.L., situada en Avda. de los Tejares S/N – 16638 El Pedernoso (Cuenca), de cuyo resultado se desprende que todos los hormigones para prefabricados de hormigón, cumplen con los requisitos especificados en la Instrucción EHE 2008 (R.D. 1247/2008)

**PRODUCTO: HORMIGON PARA PREFABRICADOS DE HORMIGÓN**

Fabricado en :

**LOPEZ Y SILVESTRE PREFAB. HORMIGÓN S.L.  
AVDA. DE LOS TEJARES S/N  
16638 EL PEDERNOSO (CUENCA)**

Este certificado tiene trazabilidad directa con el informe de inspección de APPLUS+ LGAI recogido en el expediente 09/32302720 donde se detalla el alcance y el resultado de la inspección realizada.

Este certificado es válido hasta 22 de Enero de 2011  
Bellaterra, 22 de Enero de 2010

  
Xavier Ruiz Peña  
Director Productos Industriales

**APPLUS<sup>®</sup>**  
CERTIFICACIÓN TECNOLÓGICA GLOBAL

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08 DEL FORJADO DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: L.S.-P15/120-RF

**FABRICANTE**

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGÓN,S.L.  
 Dirección: Avda Los Tejares s/n  
 Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

FIRMA

**TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA**

Nombre: D. Jesús Chomón Díaz  
 Titulación: Doctor Ingeniero Industrial

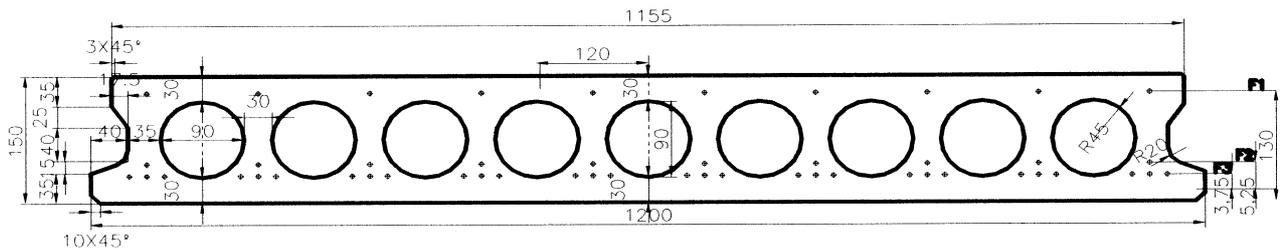
FIRMA

Hoja 1 de 6

**MARCADO**

**CE 2+**

**1. - PLACA**

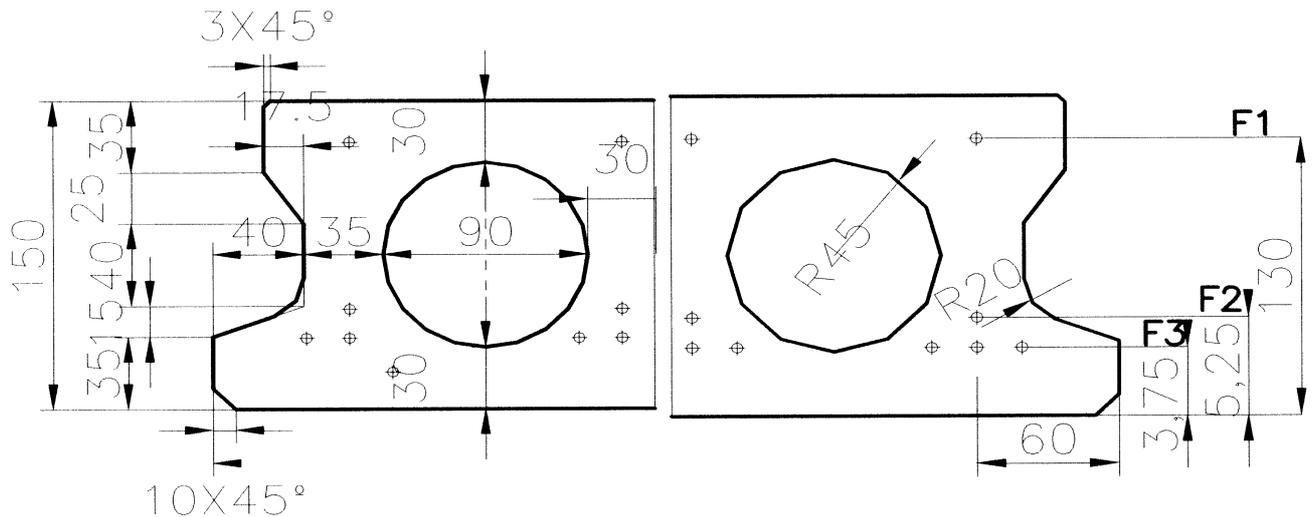


peso en N/m = 2778

cotas en mm.

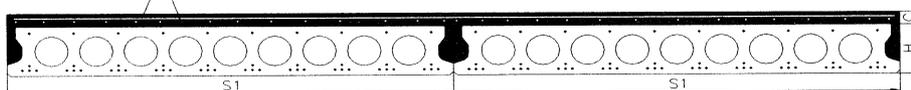
cotas a ejes de armadura en mm.

**2.-DETALLES**



**3.-FORJADO**

Malla (AEH-500)  $\phi$ 1/S1 perpendicular a nervio  
 $\phi$ 1/S1 paralela a nervio  
 ARMADURA DE REPARTO según EHE -08(artículo 59.2)



PESO KN/m2				
h+c	S1	PESO	$\phi$ /S1	$\phi$ /L/S1
15+0	120	2,41		
15+5	120	3,66	4 a 20	4 a 35
15+7	120	4,16	4 a 15	4 a 30
15+10	120	4,91	6 a 25	6 a 35

# MARCADO

## CE 2+

**FABRICANTE**

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGÓN, S.L.

Dirección: Avda Los Tejares s/n

Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

**TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA**

Nombre: D. Jesús Chomón Díaz

Titulación: Doctor Ingeniero Industrial

FIRMA

FIRMA

Hoja 2 de 6

**4. -MATERIALES**

HORMIGON DE VIGUETA	HP 40/P/12/IIIb	fck= 40 N/mm2	$\gamma_c=1.50$
HORMIGON VERTIDO EN OBRA	HA 25/B/16/IIa	fck= 25 N/mm2	$\gamma_c=1.50$
HORMIGON VERTIDO EN OBRA	HA30/B/16/IIIb	fck= 30 N/mm2	$\gamma_c=1.50$
HORMIGON VERTIDO EN OBRA	HA 35/B/16/IV	fck= 35 N/mm2	$\gamma_c=1.50$
ACERO DE PRETENSAR ALAMBRE	Y 1770 C	f <sub>pk</sub> =1600 N/mm2	alargamiento rot 4% $\gamma_s=1.15$
ACERO ARMADURA SUPERIOR	B400S	f <sub>yk</sub> =400 N/mm2	$\gamma_s=1.15$

**NOTA:** LA RESISTENCIA CARATERISTICA DEL HORMIGON EN OBRA ESTARA DE ACUERDO CON EL AMBIENTE EN OBRA Y LOS ESPESORES DE RECUBRIMIENTO (art 37.2.4 EHE-08)

SE PODRAN COMPLETAR CON EL ESPESOR DE LOS REVESTIMIENTOS DEL FORJADO QUE SEAN COMPACTOS E IMPERMEABLES CON CARÁCTER DEFINITIVO Y PERMANENTE

**5. -ARMADO DE LA VIGUETA**

		P1	P2	P3	P4
SITUACION de las ARMADURAS	F1	4φ5	4φ5	8φ5	10φ5
	F2	-	-	10φ5	10φ5
	F3	14φ5	20φ5	20φ5	30φ5
TENSION INICIAL N/mm2	sup.	1350	1350	1350	1350
	inf.	1350	1350	1350	1350
PERDIDAS TOTALES a PLAZO INFINITO %		16,0	16,80	19,20	22,40

**6. -ARMADO DE NEGATIVOS**

N01	N02	N03	N04	N05	N06	N07	N08	N09	N10	N11	N12	N13	N14	N15
5 φ 10	5 φ 12	6 φ 12	4 φ 16	5 φ 16	6 φ 16	7 φ 16	8 φ 16	9 φ 16	10 φ 16	10 φ 16 + 2 φ 16	10 φ 16 + 4 φ 16	8 φ 20	8 φ 20 + 2 φ 16	10 φ 20 + 2 φ 16

**7. - CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA VIGUETA**

TIPO DE VIGUETA	Módulo Resistente		P-e	Tensiones debidas al pretensado		FLEXIÓN POSITIVA		FLEXION NEGATIVA		Rigidez (1)	Cortante V <sub>u</sub>	FLEXIÓN POSITIVA		
	inferior	superior		σ <sub>p</sub>		Momento Último	Momento Ejec. vano	Momento Último	Momento Ejec. s/sop			M. Lim. Serv. clase exposición		
	mm²	mm²		σ <sub>p,inf</sub>	σ <sub>p,sup</sub>	m-kN	m-kN	m-kN	m-kN			M <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
				N/mm²	N/mm²							m-kN	m-kN	m-kN
P1	4041605	3938742	6,53	6,09	2,14	40,48	16,55	19,99	15,99	9243	60,24	18,51	28,16	33,42
P2	4064111	3939700	11,36	8,96	2,02	55,65	24,24	22,01	15,61	9269	66,09	27,02	36,72	44,23
P3	4088577	3964490	10,96	12,18	5,28	73,54	32,19	38,51	23,91	9327	79,09	35,90	45,66	56,43
P4	4129391	3980337	15,87	16,72	6,30	80,92	42,86	45,26	25,98	9391	88,95	47,58	57,44	71,96

M<sub>0</sub>= momento de descompresión de la fibra inferior de la sección

M<sub>1</sub>= momento que produce tensión nula en la fibra de la sección situada a la profundidad de la armadura inferior

M<sub>2</sub>= momento para el que se produce fisura de ancho 0.2 mm.

V<sub>u</sub> corresponde a la formulación según EHE-08 apartado 44.2.3.2.1.2.

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con los coeficientes empleados (para cargas permanentes y sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos

NOTA: (4) A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

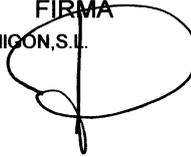
Edad.....	7 días	14 días	21 días	28 días	3 meses	6 meses	1 año	>5 años
Rigidez.....	0,83	0,89	0,91	1,00	1,06	1,13	1,16	1,20
Momento de fisuración.....	0,78	0,86	0,96	1,00	1,10	1,17	1,22	1,27

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08 DEL FORJADO  
DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: L.S-P15/120-RF

FABRICANTE

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGÓN,S.L.  
Dirección: Avda Los Tejares s/n  
Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

FIRMA



TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: D.Jesús Chomón Díaz  
Titulación: Dr. Ingeniero Industrial

FIRMA



MARCADO

CE 2+

Hoja 3 de 6

		Flexión positiva			Esfuerzo por bandas de 1 metro				Flexión positiva				
TIPO DE FORJADO	TIPO DE PLACA	MÓDULO RESISTENTE $W_{b,inf}$ (mm <sup>3</sup> /m)	$\beta^{***}$	MOMENTO ULTIMO (m·kN/m)	RIGIDEZ (m <sup>2</sup> ·kN/m)		M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)				Vu (kN/m) (2)	Vu (kN/m) (3)	RASANTE Vu(KN/m)
					HOMOGENEO E·Ih	FISURADA E·Ifis	Mo	Mfis	Mo'	Mo2			
15 + 0 / 120	P1	3368004	1,00	33,73	7703	4966	15,42	20,04	23,47	28,07	50,20	60,33	
	P2	3386759	1,00	46,38	7725	5137	22,52	27,16	30,60	37,08	55,08	62,52	
	P3	3407147	1,00	61,28	7772	5285	29,92	34,59	38,05	47,47	65,91	67,41	
	P4	3441159	1,00	67,43	7826	5304	39,65	44,37	47,87	60,27	74,12	71,33	

15 + 5 / 120	P1	5053925	2,40	52,24	15367	8275	24,24	31,16	36,31	43,41	62,29	78,88	151,41
	P2	5087151	2,40	69,83	15428	8877	34,19	41,16	46,33	56,15	67,60	81,74	151,41
	P3	5121576	2,40	91,52	15497	9574	47,92	54,93	60,14	74,84	79,39	88,13	151,41
	P4	5176059	2,40	105,05	15603	9760	62,47	69,56	74,82	94,43	88,31	93,25	151,41

NOTAS:

Según clase de exposición, apertura máxima de fisura:  $W_{kl}=0.2\text{mm}$   $W_{kIIa}=0.2\text{mm}$   $W_{kIIIyIV}=\text{descompresión}$

Mo= momento de descompresión de la fibra inferior de la sección

Mfis= momento de apertura de fisura en la fibra mas traccionada de la sección

Mo'= momento que produce tensión nula en la fibra de la sección situada a la profundidad de la armadura inferior

Mo2= momento para el que se produce fisura de ancho 0.2 mm.

\*\*\*  $\beta = (I_b)_{\text{forjado}} / (I_b)_{\text{vigüeta}}$

(2) Vu2 corresponde a la formulación según EHE-08 apartado 44.2.3.2,1.2. (3) Vu2 al apartado 44.2.3.2,1.1. a 5cm extremo

Rasante= Se ha considerado unión muy rugosa y valor beta de rasante 0,8 en caso de otra rugosidad: alta y beta =0,4

el valor del rasante se reduce a la mitad si es baja y beta= 0,2 el valor del rasante se reduce a 1/4

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con los coeficientes empleados

(para cargas permanentes y sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos

NOTA: (A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

Edad..... 7 días 14 días 21 días 28 días 3 meses 6 meses 1 año >5 años

Rigidez..... 0,83 0,89 0,91 1,00 1,06 1,13 1,16 1,20

Momento de fisuración..... 0,78 0,86 0,96 1,00 1,10 1,17 1,22 1,27

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08 DEL FORJADO DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: L.S-P15/120-RF

**FABRICANTE**

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGÓN, S.L.

Dirección: Avda Los Tejares s/n

Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

**FIRMA**

**TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA**

Nombre: D. Jesús Chomón Díaz

Titulación: Dr. Ingeniero Industrial

**FIRMA**

**MARCADO**

**CE 2+**

Hoja 4 de 6

		Flexión negativa				Esfuerzo por bandas de 1 metro				Flexión negativa					
TIPO DE FORJADO	TIPO DE ARMADO	ÁREA NERVIOS (cm <sup>2</sup> )	Mu (m·kN/m)		Mfis (m·kN/m)	RIGIDEZ (m <sup>2</sup> -kN/m)		Vu (kN/m)		RASANTE KN/m	M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)				
			SECCIÓN TIPO	SECCIÓN MACIZADA		BRUTA E-Ib	FISURADA E-Ifis	Seccion Tipo	Seccion Macizada		I	IIa-IIb	IIIa-IV	IIIC	
<b>15 + 0 / 120</b>	P1		16,66												
	P2		18,34												
	P3		32,09												
	P4		37,72												
<b>15 + 5 / 120</b>	N-01	3,93	25,53	25,53	15,99	16435	1961	52,93	104,71	151,41	16,44	14,14	12,02	10,12	
	N-02	5,65	36,30	36,30	16,21	16575	2670	59,09	116,72	151,41	21,71	17,86	14,31	11,18	
	N-03	6,79	43,20	43,20	16,35	16666	3092	62,47	123,29	151,41	27,30	21,85	16,76	12,27	
	N-04	8,04	50,73	50,73	16,51	16766	3526	65,80	129,79	151,41	28,07	22,42	17,14	12,48	
	N-05	10,05	62,66	62,66	16,76	16924	4105	70,48	138,90	151,41	37,88	29,52	21,56	14,43	
	N-06	12,06	74,07	74,03	17,01	17080	4612	73,41	146,86	151,41	50,50	38,76	27,41	17,01	
	N-07	14,07	85,02	85,03	17,27	17234	4940	73,41	153,98	151,41	66,35	50,47	34,94	20,38	
	N-08	16,08	95,07	95,98	17,52	17385	5339	73,41	160,45	151,41	84,02	63,60	43,48	24,30	
	N-09	18,10	104,24	106,22	17,77	17535	5452	73,41	166,41	151,41	103,31	77,97	52,90	28,71	
	N-10	20,11	112,24	116,10	18,02	17682	6563	73,41	171,93	151,41	112,24	93,47	63,11	33,55	
	N-11	24,13	117,59	134,87	18,52	17972	7954	73,41	181,97	151,41	117,59	117,59	85,55	44,38	
	N-12	28,15	119,74	152,00	19,01	18253	7261	73,41	190,94	151,41	119,74	119,74	110,29	56,48	
	N-13	25,13	118,16	139,29	18,64	18043	6820	73,41	184,30	151,41	118,16	109,14	73,49	38,61	
	N-14	29,15	120,20	156,05	19,14	18323	7396	73,41	193,05	151,41	120,20	120,20	96,38	49,73	
	N-15	35,44	122,82	179,37	19,91	18745	8174	73,41	205,23	151,41	122,82	122,82	122,82	67,85	
					15 + 0 / 120			Momento máximo en apoyo (nervio simple) =			87,40	m·kN/m			
					15 + 5 / 120			Momento máximo en apoyo (nervio simple) =			141,87	m·kN/m			
					15 + 0 / 120			Nervio simple con Ac <		1,97	cm <sup>2</sup> (sólo en compresión B 500 S)				
					15 + 5 / 120			Nervio simple con Ac <		2,70	cm <sup>2</sup> (sólo en compresión B 500 S)				

**NOTAS:**

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con los coeficientes empleados

(para cargas permanentes y sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos

Nº A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

Edad..... 7 días 14 días 21 días 28 días 3 meses 6 meses 1 año >5 años

Rigidez..... 0,83 0,89 0,91 1,00 1,06 1,13 1,16 1,20

Momento de fisuración..... 0,78 0,86 0,96 1,00 1,10 1,17 1,22 1,27

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08 DEL FORJADO  
DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: L.S-P16/120-RF

FABRICANTE

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGON,S.L.  
Dirección: Avda Los Tejares s/n  
Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

FIRMA

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: D.Jesús Chomón Díaz  
Titulación: Dr. Ingeniero Industrial

FIRMA

MARCADO

CE 2+

Hoja 5 de 6

Flexión positiva      Esfuerzo por bandas de 1 metro      Flexión positiva

TIPO DE FORJADO	TIPO DE PLACA	MÓDULO RESISTENTE $W_{b,inf}$ (mm <sup>3</sup> /m)	$\beta^{***}$	MOMENTO ULTIMO (m·kN/m)	RIGIDEZ (m <sup>2</sup> ·kN/m)		M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)				Vu (kN/m) (2)	Vu (kN/m) (3)	RASANTE Vu(KN/m)
					HOMOG E·Ih	FISURADA E·Ifis	Mo	Mfis	Mo'	Mo2			
15 + 7 / 120	P1	5909354	3,13	60,43	19763	10149	27,99	36,09	42,10	50,21	66,78	86,50	170,04
	P2	5948803	3,13	80,75	19846	11098	39,15	47,30	53,35	64,51	72,20	89,64	170,04
	P3	5992016	3,13	111,20	19936	12359	55,58	63,79	69,89	86,70	84,25	96,65	170,04
	P4	6056511	3,13	125,02	20074	12602	72,18	80,48	86,64	109,03	93,38	102,27	170,04

15 + 10 / 120	P1	7371792	4,48	72,73	28023	13549	33,74	43,84	51,34	60,95	73,25	97,28	197,99
	P2	7420874	4,48	97,14	28145	15186	46,75	56,92	64,47	77,63	78,83	100,81	197,99
	P3	7479536	4,48	137,16	28281	17571	67,31	77,56	85,17	105,16	91,19	108,69	197,99
	P4	7560331	4,48	164,86	28480	18379	87,05	97,41	105,10	131,67	100,55	115,01	197,99

NOTAS:

Según clase de exposición, apertura máxima de fisura:  $W_{kI}=0.2\text{mm}$   $W_{kIIa}=0.2'\text{mm}$   $W_{kIIIyIV}=\text{descompresión}$

Mo= momento de descompresión de la fibra inferior de la sección

Mfis= momento de apertura de fisura en la fibra mas traccionada de la sección

Mo'= momento que produce tensión nula en la fibra de la sección situada a la profundidad de la armadura inferior

Mo2= momento para el que se produce fisura de ancho 0.2 mm.

\*\*\*  $\beta = (I_b)_{\text{forjado}} / (I_b)_{\text{vigüeta}}$

(2) Vu2 corresponde a la formulación según EHE-08 apartado 44.2.3.2.1.2. (3) Vu2 al apartado 44.2.3.2.1.1. a 5cm extremo

Rasante= Se ha considerado unión muy rugosa y valor beta de rasante 0,8 en caso de otra rugosidad: alta y beta =0,4

el valor del rasante se reduce a la mitad si es baja y beta= 0,2 el valor del rasante se reduce a 1/4

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con los coeficientes empleados

(para cargas permanentes y sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos

NOTA: (A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

Edad..... 7 días 14 días 21 días 28 días 3 meses 6 meses 1 año >5 años

Rigidez..... 0,83 0,89 0,91 1,00 1,06 1,13 1,16 1,20

Momento de fisuración..... 0,78 0,86 0,96 1,00 1,10 1,17 1,22 1,27

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08 DEL FORJADO  
DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: L.S-P15/120-RF

**FABRICANTE**

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGÓN,S.L.

Dirección: Avda Los Tejares s/n

Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

**TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA**

Nombre: D.Jesús Chomón Díaz

Titulación: Dr. Ingeniero Industrial

FIRMA

FIRMA

**MARCADO**

**CE 2+**

Hoja 6 de 6

TIPO DE FORJADO	TIPO DE ARMADO	ÁREA NERVIOS (cm <sup>2</sup> )	Flexión negativa		M <sub>fis</sub> (m·kN/m)	Esfuerzo por bandas de 1 metro		RASANTE KN/m	Flexión negativa					
			SECCIÓN TIPO	SECCIÓN MACIZADA A		RIGIDEZ (m <sup>2</sup> ·KN/m)			Vu (KN/m)		M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)			
						BRUTA E·I <sub>b</sub>	FISURADA E·I <sub>fis</sub>		Seccion Tipo	Seccion Macizada	I	IIa-IIb	IIIa-IV	IIIc
<b>15 + 7 / 120</b>	N-01	3,93	28,32	28,32	19,20	21450	2440	54,88	108,84	170,04	18,47	16,09	13,89	11,91
	N-02	5,65	40,34	40,34	19,44	21620	3339	61,31	121,37	170,04	23,19	19,43	15,96	12,89
	N-03	6,79	48,06	48,06	19,60	21731	3878	64,83	128,23	170,04	28,84	23,43	18,41	13,99
	N-04	8,04	56,70	56,70	19,77	21854	4434	68,30	135,01	170,04	29,30	23,78	18,66	14,15
	N-05	10,05	69,90	69,90	20,05	22047	5206	73,18	144,52	170,04	39,28	30,96	23,10	16,12
	N-06	12,06	82,78	82,72	20,33	22239	5880	77,45	152,83	170,04	52,16	40,33	28,98	18,70
	N-07	14,07	95,11	95,17	20,61	22428	6323	78,71	160,26	170,04	68,34	52,23	36,56	22,06
	N-08	16,08	106,72	107,43	20,89	22614	6792	78,71	167,01	170,04	86,48	65,66	45,24	25,99
	N-09	18,10	117,34	119,31	21,16	22799	6952	78,71	173,22	170,04	106,38	80,46	54,89	30,44
	N-10	20,11	126,81	130,64	21,44	22981	8042	78,71	178,99	170,04	126,81	96,49	65,41	35,37
	N-11	24,13	138,45	152,34	22,00	23339	8980	78,71	189,46	170,04	138,45	131,76	88,69	46,50
	N-12	28,15	141,44	172,37	22,55	23688	9824	78,71	198,82	170,04	141,44	141,44	114,53	59,06
	N-13	25,13	139,24	157,48	22,13	23427	9200	78,71	191,89	170,04	139,24	113,09	76,38	40,68
	N-14	29,15	142,09	177,30	22,68	23774	10016	78,71	201,02	170,04	142,09	142,09	100,07	52,09
	N-15	35,44	145,81	205,03	23,54	24301	11141	78,71	213,73	170,04	145,81	145,81	138,68	70,97
<b>15 + 10 / 120</b>	N-01	3,93	32,49	32,49	24,32	30669	3256	57,68	114,70	197,99	22,17	19,52	17,07	14,86
	N-02	5,65	46,63	46,63	24,60	30896	4480	64,49	127,98	197,99	27,17	23,06	19,28	15,92
	N-03	6,79	55,57	55,57	24,78	31044	5224	68,22	135,24	197,99	33,40	27,46	21,98	17,14
	N-04	8,04	65,37	65,37	24,98	31206	6001	71,91	142,43	197,99	31,75	26,34	21,34	16,93
	N-05	10,05	80,74	80,74	25,31	31464	7107	77,08	152,50	197,99	42,01	33,65	25,83	18,94
	N-06	12,06	95,97	95,97	25,63	31720	8076	81,59	161,30	197,99	55,31	43,25	31,80	21,56
	N-07	14,07	110,37	110,59	25,95	31972	8738	85,63	169,17	197,99	72,07	55,49	39,51	24,95
	N-08	16,08	124,18	124,84	26,27	32222	9358	86,57	176,33	197,99	91,02	69,46	48,45	28,93
	N-09	18,10	137,00	138,72	26,59	32470	9622	86,57	182,91	197,99	111,93	84,95	58,47	33,48
	N-10	20,11	148,65	152,64	26,91	32715	10701	86,57	189,02	197,99	134,61	101,83	69,48	38,56
	N-11	24,13	168,71	178,52	27,54	33197	12478	86,57	200,11	197,99	168,71	139,23	94,06	50,15
	N-12	28,15	177,87	203,10	28,18	33670	14487	86,57	210,03	197,99	177,87	177,87	121,59	63,40
	N-13	25,13	173,19	184,76	27,70	33316	13296	86,57	202,69	197,99	158,65	119,77	81,30	44,20
	N-14	29,15	179,05	208,96	28,34	33787	12883	86,57	212,36	197,99	179,05	157,64	106,26	56,10
	N-15	35,44	187,12	243,67	29,33	34503	14268	86,57	225,83	197,99	187,12	187,12	147,53	76,12

15 + 7 / 120	Momento máximo en apoyo (nervio simple) =	167,48 m·kN/m
15 + 10 / 120	Momento máximo en apoyo (nervio simple) =	211,44 m·kN/m
15 + 7 / 120	Nervio simple con Ac <	2,99 cm <sup>2</sup> (sólo en compresión B 500 S)
15 + 10 / 120	Nervio simple con Ac <	3,42 cm <sup>2</sup> (sólo en compresión B 500 S)

**NOTAS:**

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con los coeficientes empleados

(para cargas permanentes y sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos

N/A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

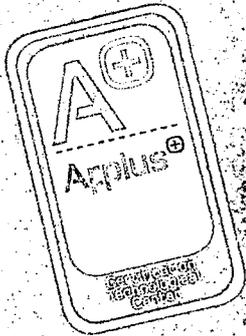
Edad..... 7 días 14 días 21 días 28 días 3 meses 6 meses 1 año >5 años

Rigidez..... 0,83 0,89 0,91 1,00 1,06 1,13 1,16 1,20

Momento de fisuración..... 0,78 0,86 0,96 1,00 1,10 1,17 1,22 1,27

LGAi Technological Center, S.A.  
Campus de la UAB  
Apartado de Correos 18  
E-08193 Bellaterra (Barcelona)  
T+34 93 567 20 00  
F +34 93 567 20 01  
www.appluscorp.com

Applus<sup>®</sup>



CERTIFICADO

Núm.

CPF-0213/EHE

## CERTIFICADO DE INSPECCIÓN TÉCNICA

APPLUS+ LGAI, certifica que ha realizado una inspección técnica del sistema de Control de Producción en Fábrica (CPF) para la empresa LOPEZ Y SILVESTRE, PREFABRICADOS DE HORMIGÓN S.L., situada en Avda. de los Tejares S/N – 16638 El Pedernoso (Cuenca), de cuyo resultado se desprende que todos los hormigones para prefabricados de hormigón, cumplen con los requisitos especificados en la Instrucción EHE 2008 (R.D. 1247/2008)

**PRODUCTO: HORMIGON PARA PREFABRICADOS DE HORMIGÓN**

Fabricado en :

**LOPEZ Y SILVESTRE PREFAB. HORMIGÓN S.L.  
AVDA. DE LOS TEJARES S/N  
16638 EL PEDERNOSO (CUENCA)**

Este certificado tiene trazabilidad directa con el informe de inspección de APPLUS+ LGAI recogido en el expediente 09/32302720 donde se detalla el alcance y el resultado de la inspección realizada.

Este certificado es válido hasta 22 de Enero de 2011  
Bellaterra, 22 de Enero de 2010

  
Xavier Ruiz Peña  
Director Productos Industriales

APPLUS<sup>®</sup>  
LGAi Technological Center, S.A.

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08 DEL FORJADO DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: L.S-PRELOSA 140

**FABRICANTE**

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGÓN S.L.

Dirección: Avda Los Tejares s/n

Población: 16638 EL PEDEROSO (Cuenca)

FIRMA

**TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA**

Nombre: D. Jesús Chomón Díaz

Titulación: Doctor Ingeniero Industrial

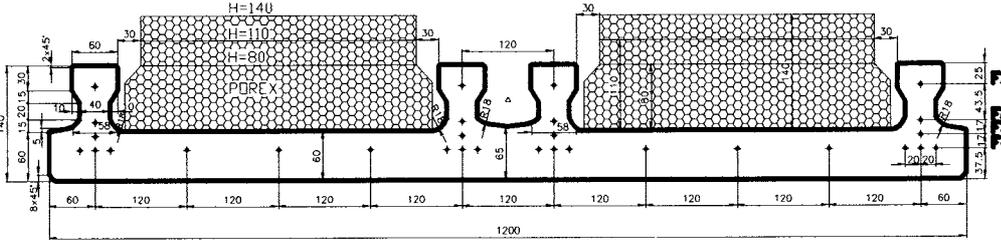
FIRMA

**MARCADO**

**CE 2+**

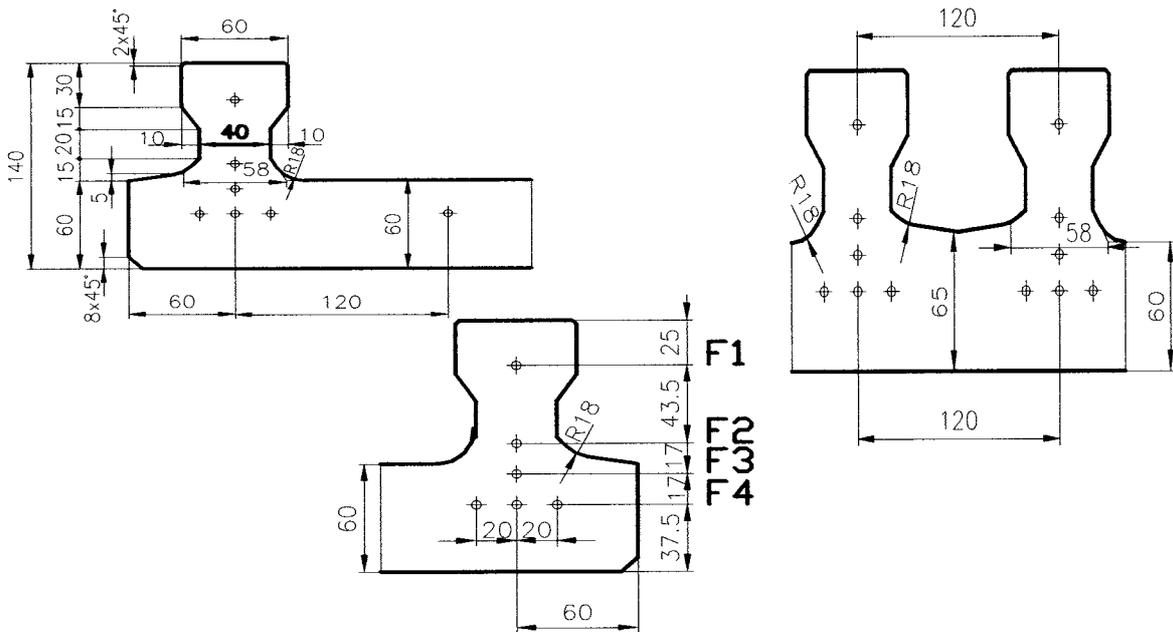
Hoja 1 de 10

**1.- SECCION**



PESO PLACA 2136 N/m

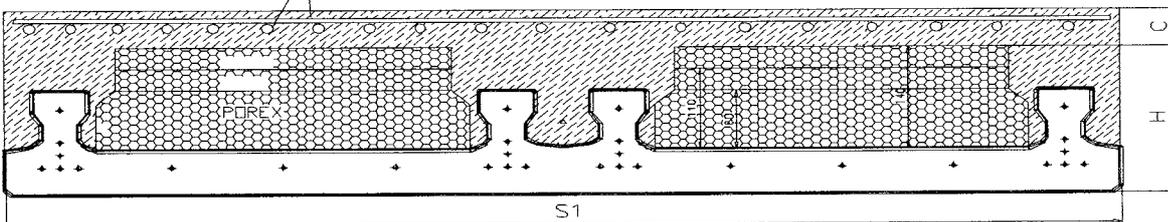
**2.- DETALLES**



**3.- FORJADO**

PESO KN / m2				
S1	H+C	P1	Øt/SØl/S1	Øt/SØl/S1
120	13+5	3,10	4a15	4a30
120	17+5	3,41	4a15	4a30
120	20+5	3,71	4a15	4a30
120	22+5	3,91	4a15	4a30
120	25+5	4,21	4a15	4a30
120	30+5	4,71	4a15	4a30
120	35+5	5,21	4a15	4a30

ARMADURA DE REPARTO SEGUN EHE-08 articulo 59.2  
 ◆ 1/2i armadura longitudinal  
 ◆ 1/3ct armadura transversal



FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08 DEL FORJADO DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: L.S-PRELOSA 140

FABRICANTE

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGON,S.L.

Dirección: Avda Los Tejares s/n

Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

FIRMA

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: D. Jesús Chomón Díaz

Titulación: Doctor Ingeniero Industrial

FIRMA

MARCADO

CE 2+

Hoja 2 de 10

4. -MATERIALES

HORMIGON DE PLACA	HP 40/P/12/IIa	fck= 40 N/mm <sup>2</sup>	γc=1.50
* HORMIGON VERTIDO EN OBRA	HA 25/B/20/IIa	fck= 25 N/mm <sup>2</sup>	γc=1.50
* HORMIGON VERTIDO EN OBRA	HA30/B/20/IIIb	fck= 30 N/mm <sup>2</sup>	γc=1.50
* HORMIGON VERTIDO EN OBRA	HA 35/B/20/IV	fck= 35 N/mm <sup>2</sup>	γc=1.50
ACERO DE PRETENSAR	Y 1860 C5	fpk=1600 N/mm <sup>2</sup>	γs=1.15
ACERO ARMADURA SUPERIOR	B500S	fyk=500 N/mm <sup>2</sup>	γs=1.15

NOTA: LA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DEL HORMIGON EN OBRA ESTARA DE ACUERDO CON EL AMBIENTE EN OBRA Y LOS ESPESORES DE RECUBRIMIENTO (art 37.2.4 EHE-08)

SE PODRAN COMPLETAR CON EL ESPESOR DE LOS REVESTIMIENTOS DEL FORJADO QUE SEAN COMPACTOS E IMPERMEABLES CON CARÁCTER DEFINITIVO Y PERMANENTE

5. -ARMADO DE LA PLACA

		P1	P2	P3	P4	P5
SITUACION DE LAS ARMADURAS	F1	4 Φ 5	4 Φ 5	4 Φ 5	4 Φ 5	4 Φ 5
	F2			4 Φ 5	4 Φ 5	4 Φ 5
	F3		4 Φ 5	4 Φ 5	4 Φ 5	4 Φ 5
	F4	10 Φ 5	10 Φ 5	10 Φ 5	14 Φ 5	18 Φ 5
TENSION INICIAL N/mm <sup>2</sup>	sup	1280	1280	1280	1280	1280
	inf	1280	1280	1280	1280	1280
PERDIDAS TOTALES A PLAZO INFINITO %		16	16	16	16	18,4

6. -ARMADO DE NEGATIVOS

N01	N02	N03	N04	N05	N06	N07	N08	N09	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16
2 Φ 8+	4 Φ 10	4 Φ 8+	2 Φ 10+	2 Φ 16	4 Φ 12	4 Φ 8+	2 Φ 10+	2 Φ 12+	6 Φ 12	4 Φ 16	4 Φ 12+	4 Φ 16+	4 Φ 16+	6 Φ 16	8 Φ 16
2 Φ 10		2 Φ 12	2 Φ 12			4 Φ 10	2 Φ 16	2 Φ 16			2 Φ 16	2 Φ 10	2 Φ 12		

7. - CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA PLACA

TIPO DE PLACA	Módulo Resistente		P-e	Tensiones debidas al pretensado		FLEXIÓN POSITIVA		FLEXION NEGATIVA		Rigidez	Cortante Vu	FLEXIÓN POSITIVA			
	inferior	superior		σ <sub>p,inf</sub>	σ <sub>p,sup</sub>	Momento	Momento	Momento	Momento			M. Lim. Serv. clase exposición	M <sub>o</sub>	M <sub>c</sub>	M <sub>cr</sub>
						Último	Ejec. vano	Último	Ejec. s/sop						
	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		m-kN	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	m-kN	m-kN	m-kN			m-kN	kN-m <sup>2</sup>	kN	m-kN
P1	2373679	1072335	0,64	4,29	3,23	21,95	6,85	12,24	5,14	3194	32,76	7,69	13,36	17,43	
P2	2377516	1072282	1,54	5,89	3,35	23,13	9,42	13,47	5,22	3196	35,56	10,56	16,23	21,73	
P3	2381231	1080114	-1,54	5,45	8,00	20,62	8,71	17,08	8,63	3214	38,36	9,84	15,53	20,62	
P4	2394301	1081702	0,63	7,70	6,66	23,00	12,40	17,31	7,68	3222	41,17	13,93	19,64	23,00	
P5	2407320	1083271	2,73	9,97	5,33	25,25	15,67	17,22	6,61	3231	43,38	17,52	23,27	25,25	

M<sub>o</sub>= momento de descompresión de la fibra inferior de la sección

M<sub>o</sub>'= momento que produce tensión nula en la fibra de la sección situada a la profundidad de la armadura inferior

M<sub>o2</sub>= momento para el que se produce fisura de ancho 0.2 mm.

Vu corresponde a la formulación según EHE-08 apartado 44.2.3.2.1.2.

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con los coeficientes empleados (para cargas permanentes y sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos

NOTA: (4) A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

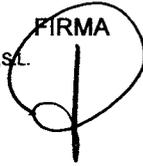
Edad.....	7 días	14 días	21 días	28 días	3 meses	6 meses	1 año	>5 años
Rigidez.....	0,83	0,89	0,91	1,00	1,06	1,13	1,16	1,20
Momento de fisuración.....	0,78	0,86	0,96	1,00	1,10	1,17	1,22	1,27

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08 DEL FORJADO DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: L.S-PRELOSA 140

**FABRICANTE**

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGON,S.L.  
 Dirección: Avda Los Tejares s/n  
 Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

FIRMA



**MARCADO**

**CE 2+**

**TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA**

Nombre: D.Jesús Chomón Díaz  
 Titulación: Dr. Ingeniero Industrial

FIRMA



Hoja 3 de 10

		Flexión positiva				Esfuerzo por bandas de 1 metro				Flexión positiva			
TIPO DE FORJADO	TIPO DE PLACA	MÓDULO RESISTENTE $W_{b,inf}$ (mm <sup>3</sup> /m)	$\beta^{***}$	MOMENTO ULTIMO (m·kN/m)	RIGIDEZ (m <sup>2</sup> ·kN/m)		M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)				Vu (kN/m) (2)	Vu (kN/m) (3)	RASANTE Vu (kN/m)
					HOMOG E-Ih	FISURADA E-Ifis	Mo	Mfis	Mo'	Mo2			
<b>13 +5/ 120</b>	P1	4743384	5,23	40,58	10629	4830	17,62	24,12	28,95	34,34	31,64	37,52	60,38
	P2	4760309	5,23	51,62	10647	5396	23,26	29,78	34,62	41,65	33,95	38,43	60,38
	P3	4758832	5,23	57,80	10647	5841	25,87	32,39	37,23	45,38	36,26	40,57	60,38
	P4	4786135	5,23	69,00	10680	6180	32,55	39,10	43,97	53,92	38,58	41,03	60,38
	P5	4813390	5,23	75,09	10712	6291	38,14	44,74	49,64	61,38	40,41	41,48	60,38

<b>17 + 5 / 120</b>	P1	6841024	9,57	53,33	19509	8108	24,88	34,25	41,21	48,17	36,61	46,09	75,28
	P2	6868446	9,57	68,01	19548	9291	32,61	42,02	49,01	58,05	39,14	47,20	75,28
	P3	6871844	9,57	77,84	19550	10261	37,33	46,74	53,73	64,32	41,67	49,84	75,28
	P4	6910423	9,57	92,72	19610	11051	46,12	55,58	62,61	75,45	44,21	50,40	75,28
	P5	6948954	9,57	107,02	19671	11687	53,39	62,91	69,98	85,07	46,20	50,96	75,28

**NOTAS:**

Según clase de exposición, abertura máxima de fisura:  $W_{kl}=0.2mm$   $W_{kIIa}=0.2'mm$   $W_{kIIIyIV}=\text{descompresión}$   
 $M_o$ = momento de descompresión de la fibra inferior de la sección  
 $M_{fis}$ = momento de apertura de fisura en la fibra mas traccionada de la sección  
 $M_o'$ = momento que produce tensión nula en la fibra de la sección situada a la profundidad de la armadura inferior  
 $M_o2$ = momento para el que se produce fisura de ancho 0.2 mm.  
 $*** \beta = (lb)_{forjado} / (lb)_{vigüeta}$   
 (2)  $Vu2$  corresponde a la formulación según EHE-08 apartado 44.2.3.2,1.2. (3)  $Vu2$  al apartado 44.2.3.2,1.1. a 5cm extremo  
 Rasante= Se ha considerado unión muy rugosa y valor beta de rasante 0,8 en caso de otra rugosidad: alta y beta =0,4  
 el valor del rasante se reduce a la mitad si es baja y beta= 0,2 el valor del rasante se reduce a 1/4  
 Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con los coeficientes empleados  
 (para cargas permanentes y sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos  
 NOTA: (A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:  
 Edad..... 7 días 14 días 21 días 28 días 3 meses 6 meses 1 año >5 años  
 Rigidez..... 0,83 0,89 0,91 1,00 1,06 1,13 1,16 1,20  
 Momento de fisuración..... 0,78 0,86 0,96 1,00 1,10 1,17 1,22 1,27

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-06 DEL FORJADO  
DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: LS-PRELOSA 140

**FABRICANTE**

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGON,S.L.

Dirección: Avda Los Tejares s/n  
Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

**TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA**

Nombre: D.Jesús Chomón Díaz  
Titulación: Dr. Ingeniero Industrial

FIRMA

FIRMA

**MARCADO**

**CE 2+**

Hoja 4 de 10

		Flexión negativa				Esfuerzo por bandas de 1 metro					Flexión negativa			
TIPO DE FORJADO	TIPO DE ARMADO	ÁREA NERVIOS (cm <sup>2</sup> )	Mu (m·kN/m)		Mfis (m·kN/m)	RIGIDEZ (m <sup>2</sup> ·kN/m)		Vu (KN/m)		RASANTE KN/m	M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)			
			SECCIÓN TIPO	SECCIÓN MACIZADA		BRUTA E·Ib	FISURADA E·Ifis	Seccion Tipo	Seccion Macizada		I	IIa-IIb	IIIa-IV	IIIc
<b>13 + 5 / 120</b>	N-01	2,58	15,09	15,09	11,39	12286	1059	28,54	88,74	60,38	10,97	9,55	8,25	7,07
	N-02	3,14	18,31	18,31	11,47	12338	1264	30,28	94,01	60,38	13,34	11,22	9,27	7,54
	N-03	4,27	24,65	24,65	11,61	12440	1649	33,22	102,89	60,38	17,08	13,88	10,91	8,29
	N-04	3,83	22,20	22,20	11,56	12401	1504	32,14	99,65	60,38	15,03	12,42	10,01	7,89
	N-05	4,02	23,25	23,25	11,58	12418	1567	32,61	101,07	60,38	13,46	11,32	9,36	7,62
	N-06	4,52	26,05	26,05	11,64	12463	1730	33,79	104,64	60,38	18,32	14,76	11,45	8,53
	N-07	5,15	29,51	29,51	11,72	12519	1926	35,15	108,76	60,38	24,33	19,08	14,11	9,68
	N-08	5,59	31,91	31,91	11,78	12558	2058	35,42	111,45	60,38	19,80	15,83	12,13	8,86
	N-09	6,28	35,65	35,65	11,87	12620	2257	35,42	115,40	60,38	22,97	18,12	13,55	9,49
	N-10	6,79	38,34	38,34	11,93	12664	2395	35,42	118,10	60,38	31,02	23,97	17,19	11,05
	N-11	8,04	44,96	44,96	12,09	12774	2721	35,42	124,30	60,38	31,75	24,52	17,57	11,27
	N-12	8,55	47,57	47,57	12,16	12818	2844	35,42	126,59	60,38	35,61	27,35	19,37	12,06
	N-13	9,61	53,03	53,03	12,29	12910	3094	35,42	131,20	60,38	41,58	31,76	22,19	13,33
	N-14	10,30	56,67	56,67	12,38	12969	3245	35,42	133,99	60,38	45,76	34,85	24,19	14,23
	N-15	12,06	65,33	65,33	12,61	13118	3616	35,42	140,59	60,38	56,78	43,03	29,51	16,68
	N-16	16,08	84,19	84,19	13,11	13449	4410	35,42	153,56	60,38	84,19	71,07	47,94	25,37
<b>17 + 5 / 120</b>	N-01	2,58	18,74	18,74	17,85	22377	1667	31,05	96,13	75,28	14,23	12,90	11,65	10,51
	N-02	3,14	22,77	22,77	17,94	22450	1998	32,95	101,89	75,28	16,56	14,54	12,68	11,00
	N-03	4,27	30,75	30,75	18,13	22596	2627	36,16	111,60	75,28	19,98	16,97	14,19	11,72
	N-04	3,83	27,66	27,66	18,06	22539	2388	34,99	108,06	75,28	17,96	15,54	13,31	11,32
	N-05	4,02	28,98	28,98	18,09	22564	2491	35,50	109,61	75,28	16,38	14,44	12,65	11,03
	N-06	4,52	32,51	32,51	18,17	22628	2761	36,79	113,52	75,28	21,23	17,84	14,73	11,97
	N-07	5,15	36,87	36,87	18,27	22708	3087	38,28	118,02	75,28	27,99	22,62	17,64	13,25
	N-08	5,59	39,91	39,91	18,34	22764	3308	39,25	120,96	75,28	22,65	18,87	15,39	12,31
	N-09	6,28	44,64	44,64	18,46	22852	3643	40,67	125,28	75,28	25,91	21,18	16,81	12,95
	N-10	6,79	48,06	48,06	18,54	22916	3878	41,22	128,23	75,28	34,63	27,40	20,61	14,59
	N-11	8,04	56,70	56,70	18,74	23073	4434	41,22	135,01	75,28	35,30	27,91	20,96	14,80
	N-12	8,55	60,04	60,04	18,82	23136	4647	41,22	137,52	75,28	39,27	30,79	22,75	15,58
	N-13	9,61	67,04	67,04	19,00	23268	5081	41,22	142,55	75,28	45,90	35,62	25,78	16,92
	N-14	10,30	71,52	71,52	19,11	23353	5349	41,22	145,61	75,28	50,56	39,03	27,94	17,88
	N-15	12,06	82,72	82,72	19,39	23567	5994	41,22	152,83	75,28	63,01	48,19	33,79	20,49
	N-16	16,08	107,43	107,43	20,04	24047	7323	41,22	167,01	75,28	104,57	79,05	53,84	29,68

14 + 4 / 120	Momento máximo en apoyo (nervio simple) =	139,87 m·kN/m
17 + 5 / 120	Momento máximo en apoyo (nervio simple) =	186,86 m·kN/m
14 + 4 / 120	Nervio simple con Ac <	1,24 cm <sup>2</sup> (sólo en compresión B 500 S)
17 + 5 / 120	Nervio simple con Ac <	1,54 cm <sup>2</sup> (sólo en compresión B 500 S)

**NOTAS:**

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con los coeficientes empleados

(para cargas permanentes y sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos

Nº A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

Edad..... 7 días 14 días 21 días 28 días 3 meses 6 meses 1 año >5 años

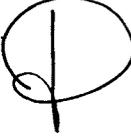
Rigidez..... 0,83 0,89 0,91 1,00 1,06 1,13 1,16 1,20

Momento de fisuración..... 0,78 0,86 0,96 1,00 1,10 1,17 1,22 1,27

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08 DEL FORJADO DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: L.S-PRELOSA 140

FABRICANTE

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGON,S.L.  
 Dirección: Avda Los Tejares s/n  
 Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

FIRMA  


MARCADO

CE 2+

TECNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: D.Jesús Chomón Díaz  
 Titulación: Dr. Ingeniero Industrial

FIRMA



Hoja 5 de 10

		Flexión positiva				Esfuerzo por bandas de 1 metro				Flexión positiva			
TIPO DE FORJADO	TIPO DE PLACA	MÓDULO RESISTENTE $W_{b,inf}$ (mm <sup>3</sup> /m)	$\beta^{***}$	MOMENTO ULTIMO (m·kN/m)	RIGIDEZ (m <sup>2</sup> ·kN/m)		M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)				Vu (kN/m) (2)	Vu (kN/m) (3)	RASANTE Vu(KN/m)
					HOMOGENEO E-Ih	FISURADA E-Ifis	Mo	Mfis	Mo'	Mo2			
20 + 5 / 120	P1	8467504	13,53	62,89	27657	11267	30,04	41,64	50,26	58,38	40,35	52,99	86,47
	P2	8502551	13,53	80,31	27715	13078	39,27	50,91	59,56	70,10	43,07	54,28	86,47
	P3	8510785	13,53	92,86	27722	14592	45,47	57,13	65,79	78,22	45,80	57,30	86,47
	P4	8557406	13,53	110,48	27807	15851	55,77	67,49	76,20	91,21	48,53	57,95	86,47
	P5	8603980	13,53	127,50	27890	16892	64,23	76,02	84,77	102,36	50,68	58,59	86,47

22 + 5 / 120	P1	9592548	16,60	69,26	34012	13717	33,43	46,57	56,33	65,24	42,76	57,65	93,92
	P2	9632723	16,60	88,50	34086	16026	43,63	56,83	66,63	78,17	45,60	59,05	93,92
	P3	9644631	16,60	102,88	34099	17974	50,82	64,04	73,85	87,50	48,44	62,34	93,92
	P4	9696590	16,60	122,31	34202	19613	62,10	75,39	85,25	101,71	51,29	63,04	93,92
	P5	9748503	16,60	141,16	34304	20985	71,35	84,70	94,62	113,88	53,53	63,74	93,92

NOTAS:

Según clase de exposición, abertura máxima de fisura:  $W_{kl}=0.2\text{mm}$   $W_{kIIa}=0.2'\text{mm}$   $W_{kIIyIV}=\text{descompresión}$

Mo= momento de descompresión de la fibra inferior de la sección

Mfis= momento de apertura de fisura en la fibra mas traccionada de la sección

Mo'= momento que produce tensión nula en la fibra de la sección situada a la profundidad de la armadura inferior

Mo2= momento para el que se produce fisura de ancho 0.2 mm.

\*\*\*  $\beta = \frac{(lb)_{\text{forjado}}}{(lb)_{\text{vigüeta}}}$

(2) Vu2 corresponde a la formulación según EHE-08 apartado 44.2.3.2,1.2. (3) Vu2 al apartado 44.2.3.2,1.1. a 5cm extremo

Rasante= Se ha considerado unión muy rugosa y valor beta de rasante 0,8 en caso de otra rugosidad: alta y beta =0,4

el valor del rasante se reduce a la mitad si es baja y beta= 0,2 el valor del rasante se reduce a 1/4

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con los coeficientes empleados

(para cargas permanentes y sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos

NOTA: (A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

Edad..... 7 días 14 días 21 días 28 días 3 meses 6 meses 1 año >5 años

Rigidez..... 0,83 0,89 0,91 1,00 1,06 1,13 1,16 1,20

Momento de fisuración..... 0,78 0,86 0,96 1,00 1,10 1,17 1,22 1,27

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08 DEL FORJADO DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: L.S-PRELOSA 140

FABRICANTE

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGÓN,S.L.

Dirección: Avda Los Tejares s/n  
Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

TECNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: D.Jesús Chomón Díaz  
Titulación: Dr. Ingeniero Industrial

FIRMA

FIRMA

MARCADO

CE 2+

Hoja 6 de 10

		Flexión negativa				Esfuerzo por bandas de 1 metro				Flexión negativa				
TIPO DE FORJADO	TIPO DE ARMADO	ÁREA NERVIOS (cm <sup>2</sup> )	Mu (m·kN/m)		Mfis (m·kN/m)	RIGIDEZ (m <sup>2</sup> -kN/m)		Vu (KN/m)		RASANTE KN/m	M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)			
			SECCIÓN TIPO	SECCIÓN MACIZADA A		BRUTA E·Ib	FISURADA E·Ifis	Sección Tipo	Sección Macizada		I	IIa-IIb	IIIa-IV	IIIc
20 + 5 / 120	N-01	2,58	21,44	21,44	22,42	31587	2213	32,87	101,24	86,47	17,13	15,68	14,31	13,05
	N-02	3,14	26,09	26,09	22,52	31683	2659	34,89	107,34	86,47	19,69	17,49	15,46	13,60
	N-03	4,27	35,29	35,29	22,74	31874	3510	38,29	117,63	86,47	23,11	19,91	16,97	14,34
	N-04	3,83	31,73	31,73	22,65	31799	3186	37,05	113,87	86,47	20,94	18,38	16,03	13,90
	N-05	4,02	33,26	33,26	22,69	31831	3326	37,59	115,52	86,47	18,96	17,01	15,19	13,53
	N-06	4,52	37,32	37,32	22,79	31916	3693	38,96	119,66	86,47	24,44	20,85	17,55	14,61
	N-07	5,15	42,62	42,62	22,90	32021	4135	40,53	124,43	86,47	32,32	26,40	20,93	16,10
	N-08	5,59	46,13	46,13	22,99	32094	4437	41,56	127,55	86,47	25,45	21,59	18,04	14,89
	N-09	6,28	51,61	51,61	23,12	32209	4899	43,07	132,12	86,47	28,88	24,02	19,53	15,57
	N-10	6,79	55,57	55,57	23,21	32292	5224	44,10	135,24	86,47	39,02	31,21	23,91	17,46
	N-11	8,04	65,37	65,37	23,45	32499	6001	45,52	142,43	86,47	38,88	31,14	23,92	17,54
	N-12	8,55	69,25	69,25	23,55	32581	6299	45,52	145,09	86,47	43,07	34,15	25,77	18,36
	N-13	9,61	77,41	77,41	23,75	32755	6907	45,52	150,42	86,47	50,25	39,35	29,02	19,79
	N-14	10,30	82,63	82,63	23,88	32867	7285	45,52	153,66	86,47	55,32	43,04	31,33	20,81
	N-15	12,06	95,97	95,97	24,21	33149	8191	45,52	161,30	86,47	68,93	53,01	37,65	23,62
	N-16	16,08	124,84	124,84	24,97	33781	10063	45,52	176,33	86,47	114,13	86,47	59,25	33,40
22 + 5 / 120	N-01	2,58	23,24	23,24	25,58	38730	2620	34,03	104,48	93,92	19,22	17,65	16,19	14,82
	N-02	3,14	28,29	28,29	25,69	38843	3152	36,11	110,80	93,92	21,96	19,60	17,42	15,42
	N-03	4,27	38,59	38,59	25,93	39068	4168	39,63	121,46	93,92	25,63	22,20	19,05	16,22
	N-04	3,83	34,71	34,71	25,84	38981	3778	38,35	117,57	93,92	23,30	20,56	18,03	15,74
	N-05	4,02	36,37	36,37	25,88	39018	3946	38,91	119,27	93,92	20,73	18,77	16,94	15,26
	N-06	4,52	40,80	40,80	25,98	39117	4386	40,33	123,56	93,92	27,06	23,21	19,67	16,51
	N-07	5,15	46,30	46,30	26,11	39241	4921	41,96	128,50	93,92	35,52	29,16	23,29	18,12
	N-08	5,59	50,13	50,13	26,20	39328	5285	43,02	131,73	93,92	27,35	23,45	19,87	16,66
	N-09	6,28	56,11	56,11	26,35	39463	5843	44,59	136,47	93,92	30,87	25,93	21,40	17,37
	N-10	6,79	60,43	60,43	26,45	39561	6236	45,65	139,70	93,92	42,73	34,33	26,49	19,58
	N-11	8,04	71,13	71,13	26,71	39805	7180	48,11	147,14	93,92	41,21	33,28	25,91	19,42
	N-12	8,55	75,37	75,37	26,82	39902	7542	48,33	149,89	93,92	45,51	36,37	27,81	20,25
	N-13	9,61	84,31	84,31	27,04	40107	8285	48,33	155,41	93,92	53,02	41,78	31,17	21,74
	N-14	10,30	90,03	90,03	27,18	40239	8747	48,33	158,77	93,92	58,33	45,63	33,57	22,80
	N-15	12,06	104,66	104,66	27,55	40572	9859	48,33	166,69	93,92	72,65	56,09	40,17	25,72
	N-16	16,08	136,44	136,44	28,38	41319	12155	48,33	182,25	93,92	120,04	91,10	62,69	35,85

20 + 5 / 120	Momento máximo en apoyo (nervio simple) =	224,96 m·kN/m
22 + 5 / 120	Momento máximo en apoyo (nervio simple) =	251,58 m·kN/m
20 + 5 / 120	Nervio simple con Ac <	1,77 cm <sup>2</sup> (sólo en compresión B 500 S)
22 + 5 / 120	Nervio simple con Ac <	1,92 cm <sup>2</sup> (sólo en compresión B 500 S)

NOTAS:

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con los coeficientes empleados

(para cargas permanentes y sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos

Ni A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

Edad..... 7 días 14 días 21 días 28 días 3 meses 6 meses 1 año >5 años

Rigidez..... 0,83 0,89 0,91 1,00 1,06 1,13 1,16 1,20

Momento de fisuración..... 0,78 0,86 0,96 1,00 1,10 1,17 1,22 1,27

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08 DEL FORJADO DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: LS-PRELOSA 140

FABRICANTE

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGON,S.L.

Dirección: Avda Los Tejares s/n  
Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

TECNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: D.Jesús Chomón Díaz  
Titulación: Dr. Ingeniero Industrial

FIRMA



FIRMA

MARCADO

CE 2+

Hoja 7 de 10

		Flexión positiva			Esfuerzo por bandas de 1 metro				Flexión positiva				
TIPO DE FORJADO	TIPO DE PLACA	MÓDULO RESISTENTE $W_b, inf$ (mm <sup>3</sup> /m)	$\beta^{***}$	MOMENTO ULTIMO (m·kN/m)	RIGIDEZ (m <sup>2</sup> ·kN/m)		M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)				Vu (kN/m) (2)	Vu (kN/m) (3)	RASANTE Vu (KN/m)
					HOMOGENEO E-Ih	FISURADA E-Ifis	Mo	Mfis	Mo'	Mo2			
25 + 5 / 120	P1	11340562	21,90	78,82	45011	17913	38,45	53,99	65,53	75,60	46,28	64,63	105,10
	P2	11388457	21,90	100,80	45111	21091	50,10	65,70	77,29	90,33	49,28	66,20	105,10
	P3	11406336	21,90	117,90	45137	23804	58,75	74,37	85,98	101,46	52,28	69,89	105,10
	P4	11466258	21,90	140,07	45271	26113	71,48	87,19	98,86	117,48	55,28	70,67	105,10
	P5	11526134	21,90	161,65	45404	28073	81,88	97,67	109,40	131,16	57,64	71,46	105,10

30 + 5 / 120	P1	14414511	32,74	94,76	67512	26319	46,68	66,43	81,09	93,11	51,92	75,80	123,73
	P2	14475274	32,74	121,29	67667	31273	60,69	80,53	95,25	110,80	55,14	77,63	123,73
	P3	14503909	32,74	142,95	67724	35556	71,72	91,59	106,34	124,89	58,37	81,96	123,73
	P4	14576971	32,74	169,67	67919	39256	86,84	106,81	121,64	143,88	61,60	82,89	123,73
	P5	14649991	32,74	195,80	68114	42448	99,12	119,19	134,10	160,03	64,14	83,80	123,73

NOTAS:

Según clase de exposición, abertura máxima de fisura:  $W_{ki}=0.2\text{mm}$   $W_{kIa}=0.2'\text{mm}$   $W_{kIIyIv}=\text{descompresión}$

Mo= momento de descompresión de la fibra inferior de la sección

Mfis= momento de apertura de fisura en la fibra mas traccionada de la sección

Mo'= momento que produce tensión nula en la fibra de la sección situada a la profundidad de la armadura inferior

Mo2= momento para el que se produce fisura de ancho 0.2 mm.

\*\*\*  $\beta = (Ib)_{forjado} / (Ib)_{vigüeta}$

(2) Vu2 corresponde a la formulación según EHE-08 apartado 44.2.3.2.1.2. (3) Vu2 al apartado 44.2.3.2.1.1. a 5cm extremo

Rasante= Se ha considerado unión muy rugosa y valor beta de rasante 0,8 en caso de otra rugosidad: alta y beta =0,4

el valor del rasante se reduce a la mitad si es baja y beta= 0,2 el valor del rasante se reduce a 1/4

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con los coeficientes empleados

(para cargas permanentes y sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos

NOTA: ( A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

Edad..... 7 días 14 días 21 días 28 días 3 meses 6 meses 1 año >5 años

Rigidez..... 0,83 0,89 0,91 1,00 1,06 1,13 1,16 1,20

Momento de fisuración..... 0,78 0,86 0,96 1,00 1,10 1,17 1,22 1,27

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08 DEL FORJADO DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: L3-PRELOSA 140

FABRICANTE

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGÓN,S.L

Dirección: Avda Los Tejares s/n  
Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

TECNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: D.Jesús Chomón Díaz  
Titulación: Dr. Ingeniero Industrial

FIRMA

FIRMA

MARCADO

CE 2+

Hoja 8 de 10

		Flexión negativa				Esfuerzo por bandas de 1 metro					Flexión negativa			
TIPO DE FORJADO	TIPO DE ARMADO	ÁREA NERVIOS (cm <sup>2</sup> )	Mu (m·KN/m)		Mfis (m·kNm)	RIGIDEZ (m <sup>2</sup> -KN/m)		Vu (KN/m)		RASANTE KN/m	M límite servicio según clase de exposición (m·KN/m)			
			SECCIÓN TIPO	SECCIÓN MACIZADA		BRUTA E·Ib	FISURADA E·Ifis	Seccion Tipo	Seccion Macizada		I	IIa-IIb	IIIa-IV	IIIc
25 + 5 / 120	N-01	2,58	26,23	26,23	30,51	51061	3294	35,67	109,13	105,10	22,44	20,72	19,10	17,58
	N-02	3,14	31,89	31,89	30,64	51202	3967	37,86	115,77	105,10	25,47	22,87	20,46	18,25
	N-03	4,27	43,14	43,14	30,91	51484	5264	41,56	126,95	105,10	29,50	25,74	22,27	19,14
	N-04	3,83	38,78	38,78	30,81	51375	4768	40,21	122,87	105,10	26,94	23,93	21,14	18,60
	N-05	4,02	40,65	40,65	30,85	51421	4982	40,80	124,66	105,10	24,04	21,90	19,90	18,05
	N-06	4,52	45,62	45,62	30,97	51546	5544	42,29	129,16	105,10	31,08	26,85	22,95	19,46
	N-07	5,15	51,80	51,80	31,12	51701	6229	44,00	134,35	105,10	40,40	33,40	26,94	21,24
	N-08	5,59	56,10	56,10	31,22	51810	6697	45,11	137,73	105,10	31,27	27,02	23,11	19,61
	N-09	6,28	62,83	62,83	31,38	51979	7416	46,76	142,71	105,10	35,11	29,73	24,79	20,39
	N-10	6,79	67,70	67,70	31,50	52102	7924	47,88	146,10	105,10	48,38	39,10	30,47	22,86
	N-11	8,04	79,76	79,76	31,79	52408	9149	50,45	153,91	105,10	46,46	37,78	29,73	22,64
	N-12	8,55	84,85	84,85	31,91	52530	9616	51,41	156,80	105,10	51,19	41,16	31,80	23,56
	N-13	9,61	94,93	94,93	32,16	52787	10586	52,46	162,60	105,10	59,47	47,11	35,49	25,19
	N-14	10,30	101,40	101,40	32,32	52952	11191	52,46	166,12	105,10	65,33	51,35	38,12	26,36
	N-15	12,06	117,68	117,68	32,74	53370	12661	52,46	174,43	105,10	81,18	62,89	45,37	29,56
	N-16	16,08	154,09	154,09	33,67	54310	15686	52,46	190,76	105,10	133,72	101,64	70,21	40,67
30 + 5 / 120	N-01	2,58	30,70	30,70	39,28	76291	4591	38,24	116,44	123,73	28,11	26,12	24,24	22,48
	N-02	3,14	37,38	37,38	39,44	76487	5540	40,59	123,57	123,73	31,59	28,60	25,82	23,25
	N-03	4,27	50,67	50,67	39,76	76879	7377	44,56	135,59	123,73	36,24	31,91	27,91	24,29
	N-04	3,83	45,52	45,52	39,63	76727	6672	43,11	131,20	123,73	33,29	29,82	26,61	23,67
	N-05	4,02	47,73	47,73	39,69	76792	6976	43,74	133,12	123,73	29,96	27,49	25,18	23,03
	N-06	4,52	53,60	53,60	39,83	76965	7775	45,34	137,96	123,73	38,05	33,19	28,70	24,67
	N-07	5,15	61,28	61,28	40,00	77181	8748	47,18	143,53	123,73	48,79	40,72	33,30	26,73
	N-08	5,59	66,38	66,38	40,12	77332	9419	48,38	147,17	123,73	38,28	33,40	28,89	24,84
	N-09	6,28	74,35	74,35	40,32	77568	10451	50,15	152,51	123,73	42,71	36,52	30,83	25,75
	N-10	6,79	80,13	80,13	40,46	77740	11185	51,35	156,16	123,73	58,02	47,30	37,36	28,61
	N-11	8,04	94,46	94,46	40,81	78166	12961	54,12	164,54	123,73	55,81	45,79	36,53	28,36
	N-12	8,55	100,15	100,15	40,95	78335	13649	55,15	167,65	123,73	61,29	49,69	38,91	29,42
	N-13	9,61	112,16	112,16	41,24	78694	15069	57,20	173,88	123,73	70,90	56,57	43,16	31,32
	N-14	10,30	119,88	119,88	41,44	78925	15960	58,45	177,66	123,73	77,72	61,48	46,20	32,66
	N-15	12,06	139,68	139,68	41,92	79509	18125	59,18	186,59	123,73	96,19	74,89	54,58	36,36
	N-16	16,08	183,06	183,06	43,04	80824	22647	59,18	204,14	123,73	157,68	120,12	83,43	49,19

25 + 5 / 120	Momento máximo en apoyo (nervio simple) =	293,35 m·KN/m
30 + 5 / 120	Momento máximo en apoyo (nervio simple) =	379,56 m·KN/m
25 + 5 / 120	Nervio simple con Ac <	2,14 cm <sup>2</sup> (sólo en compresión B 500 S)
30 + 5 / 120	Nervio simple con Ac <	2,52 cm <sup>2</sup> (sólo en compresión B 500 S)

NOTAS:

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con los coeficientes empleados

(para cargas permanentes y sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos

N/A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

Edad..... 7 días 14 días 21 días 28 días 3 meses 6 meses 1 año >5 años

Rigidez..... 0,83 0,89 0,91 1,00 1,06 1,13 1,16 1,20

Momento de fisuración..... 0,78 0,86 0,96 1,00 1,10 1,17 1,22 1,27

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08 DEL FORJADO  
DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: LS-PRELOSA 140

FABRICANTE

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGON,S.L.

Dirección: Avda Los Tejares s/n

Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

TECNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: D.Jesús Chomón Díaz

Titulación: Dr. Ingeniero Industrial

FIRMA

FIRMA

# MARCADO

## CE 2+

Hoja 9 de 10

TIPO DE FORJADO	TIPO DE PLACA	Flexión positiva			Esfuerzo por bandas de 1 metro				Flexión positiva				
		MÓDULO RESISTENTE $W_{b,inf}$ (mm <sup>3</sup> /m)	$\beta^{***}$	MOMENTO ULTIMO (m·kN/m)	RIGIDEZ (m <sup>2</sup> ·kN/m)		M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)				Vu (kN/m) (2)	Vu (kN/m) (3)	RASANTE Vu (kN/m)
					HOMOG E·Ih	FISURADA E·Ifis	Mo	Mfis	Mo'	Mo2			
<b>35 + 5 / 120</b>	P1	17689412	46,37	110,70	95652	36508	54,76	78,99	96,99	110,70	55,39	86,55	142,37
	P2	17762988	46,37	141,77	95875	43649	71,10	95,44	113,51	131,56	60,74	88,65	142,37
	P3	17802974	46,37	167,99	95974	49880	84,46	108,85	126,96	148,57	64,16	93,59	142,37
	P4	17889023	46,37	199,26	96245	55316	101,92	126,42	144,62	170,48	67,58	94,64	142,37
	P5	17975032	46,37	229,95	96514	60058	116,04	140,67	158,96	189,07	70,27	95,69	142,37

**NOTAS:**

Según clase de exposición, abertura máxima de fisura:  $W_{kl}=0.2\text{mm}$   $W_{kIIa}=0.2\text{mm}$   $W_{kIIIyIV}=\text{descompresión}$

$M_o$ = momento de descompresión de la fibra inferior de la sección

$M_{fis}$ = momento de apertura de fisura en la fibra mas traccionada de la sección

$M_o'$ = momento que produce tensión nula en la fibra de la sección situada a la profundidad de la armadura inferior

$M_o2$ = momento para el que se produce fisura de ancho 0.2 mm.

$*** \beta = (I_b)_{forjado} / (I_b)_{vigüeta}$

(2)  $Vu2$  corresponde a la formulación según EHE-08 apartado 44.2.3.2, 1.2. (3)  $Vu2$  al apartado 44.2.3.2, 1.1. a 5cm extremo

Rasante= Se ha considerado unión muy rugosa y valor beta de rasante 0,8 en caso de otra rugosidad: alta y beta =0,4

el valor del rasante se reduce a la mitad si es baja y beta= 0,2 el valor del rasante se reduce a 1/4

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con los coeficientes empleados

(para cargas permanentes y sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos

NOTA: ( A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

Edad..... 7 días 14 días 21 días 28 días 3 meses 6 meses 1 año >5 años

Rigidez..... 0,83 0,89 0,91 1,00 1,06 1,13 1,16 1,20

Momento de fisuración..... 0,78 0,86 0,96 1,00 1,10 1,17 1,22 1,27

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EHE-08 DEL FORJADO DE PLACAS PRETENSADAS TIPO: L.S-PRELOSA 140

FABRICANTE

Nombre: LOPEZ Y SILVESTRE-PREFABRICADOS DE HORMIGÓN, S.L.

Dirección: Avda Los Tejares s/n  
Población: 16638 EL PEDERNOSO (Cuenca)

TECNICO AUTOR DE LA MEMORIA

Nombre: D.Jesús Chomón Díaz  
Titulación: Dr. Ingeniero Industrial

FIRMA

FIRMA

MARCADO

CE 2+

Hoja 10 de 10

		Flexión negativa		Esfuerzo por bandas de 1 metro						Flexión negativa		M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)			
TIPO DE FORJADO	TIPO DE ARMADO	ÁREA NERVIOS (cm <sup>2</sup> )	Mu (m·KN/m)		Mfis (m·kN/m)	RIGIDEZ (m <sup>2</sup> ·KN/m)		Vu (KN/m)		RASANTE KN/m	M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)				
			SECCIÓN TIPO	SECCIÓN MACIZADA		BRUTA E·Ib	FISURADA E·Ifis	Sección Tipo	Sección Macizada		I	IIa-IIb	IIIa-IV	IIIc	
35 + 5 / 120	N-01	2,58	35,54	35,54	48,77	107964	6100	40,63	123,29	142,37	34,15	31,89	29,76	27,75	
	N-02	3,14	43,24	43,24	48,95	108226	7371	43,13	130,88	142,37	38,09	34,71	31,55	28,63	
	N-03	4,27	58,57	58,57	49,32	108747	9842	47,36	143,68	142,37	43,33	38,45	33,93	29,82	
	N-04	3,83	52,62	52,62	49,17	108545	8892	45,82	139,01	142,37	40,00	36,09	32,46	29,11	
	N-05	4,02	55,17	55,17	49,23	108631	9301	46,49	141,05	142,37	36,25	33,46	30,83	28,38	
	N-06	4,52	61,96	61,96	49,40	108862	10379	48,19	146,21	142,37	45,38	39,89	34,83	30,25	
	N-07	5,15	70,40	70,40	49,60	109150	11702	50,15	152,14	142,37	57,50	48,40	40,02	32,59	
	N-08	5,59	76,29	76,29	49,74	109351	12612	51,43	156,01	142,37	45,64	40,14	35,05	30,45	
	N-09	6,28	85,52	85,52	49,96	109666	14015	53,31	161,70	142,37	50,64	43,66	37,24	31,49	
	N-10	6,79	92,20	92,20	50,13	109894	15016	54,59	165,59	142,37	67,96	55,83	44,62	34,73	
	N-11	8,04	108,79	108,79	50,53	110462	17449	57,54	174,52	142,37	65,46	54,13	43,68	34,46	
	N-12	8,55	115,80	115,80	50,69	110688	18386	58,63	177,83	142,37	71,68	58,54	46,38	35,66	
	N-13	9,61	129,74	129,74	51,04	111167	20345	60,82	184,46	142,37	82,60	66,34	51,18	37,81	
	N-14	10,30	138,71	138,71	51,26	111476	21579	62,15	188,49	142,37	90,35	71,91	54,62	39,33	
	N-15	12,06	161,33	161,33	51,82	112257	24601	65,29	198,00	142,37	111,42	87,15	64,10	43,52	
	N-16	16,08	212,36	212,36	53,12	114016	30933	65,72	216,69	142,37	181,78	138,78	96,90	58,03	

35 + 5 / 120 Momento máximo en apoyo (nervio simple) = 476,31 m·kN/m

35 + 5 / 120 Nervio simple con Ac < 2,90 cm<sup>2</sup> (sólo en compresión B 500 S)

NOTAS:

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con los coeficientes empleados

(para cargas permanentes y sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos

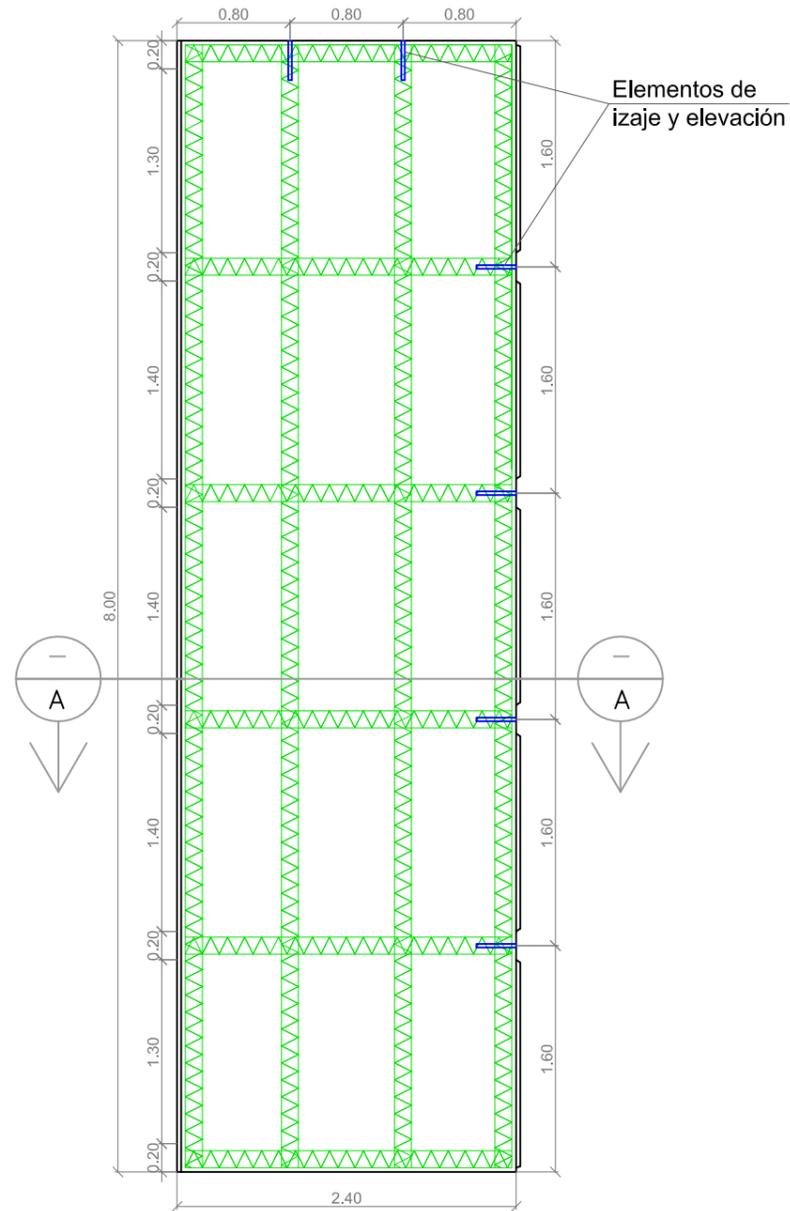
Nº A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

Edad..... 7 días 14 días 21 días 28 días 3 meses 6 meses 1 año >5 años

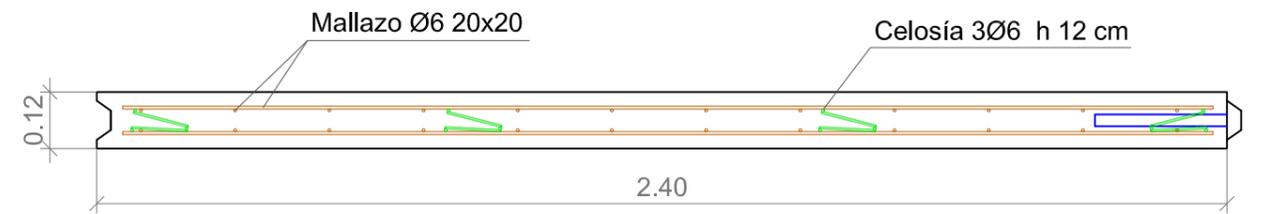
Rigidez..... 0,83 0,89 0,91 1,00 1,06 1,13 1,16 1,20

Momento de fisuración..... 0,78 0,86 0,96 1,00 1,10 1,17 1,22 1,27

# PANEL MACIZO DE 12, 16 y 20 CM DE ESPESOR

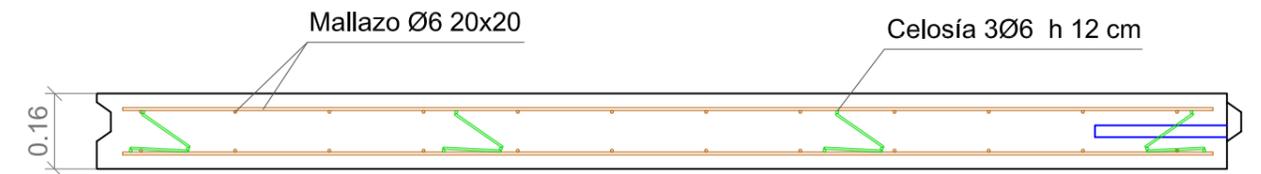


## SECCIÓN A



Escala: 1/15

## SECCIÓN A



Escala: 1/15

## SECCIÓN A



Escala: 1/15

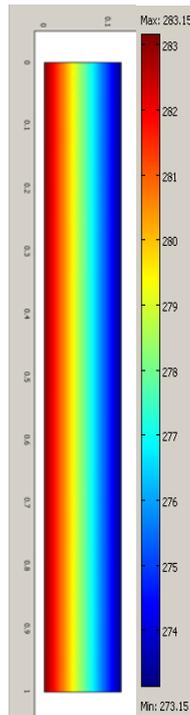
### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PANEL MACIZO

MODELO	DIMENSIONES MÁXIMAS PANEL			PESO PROPIO		HORMIGÓN	T.MAX ÁRIDO	CONSISTENCIA	RECUBRIMIENTO	ARMADO MÍNIMO	
	A(m)	B(m)	e(cm)	KN/m2	KP/m2					(cm)	Mallazo
PC-12	10	3	12	2.80	280	HA35	12	B-F	3	Doble 6/20x20	CEL 6-6/8
PC-16	10	3	16	2.80	280	HA35	12	B-F	3	Doble 6/20x20	CEL 6-6/12
PC-20	12	3	20	3.20	320	HA35	12	B-F	3	Doble 6/20x20	CEL 6-6/12

**Pavi**  
prefabricados

Cno. Viejo Onda-Castelló, 51  
12540 VILA-REAL (Castelló)  
Tel. 964 963 600  
Fax 964 506 634  
pavisp@pavLes

Proyecto:	ENSAYOS AIDICO		Cod. Proyecto:	----	
Situación:	---				
Plano de:	FICHAS PANELES MACIZOS	Nº Planos:	001	Revisión:	----
Promotor:	PREFABRICADOS PAVI		Escala:	1/50	
Dibujante:	OF. TÉCNICA PAVI, S.L.		Fecha:	04/06/2010	

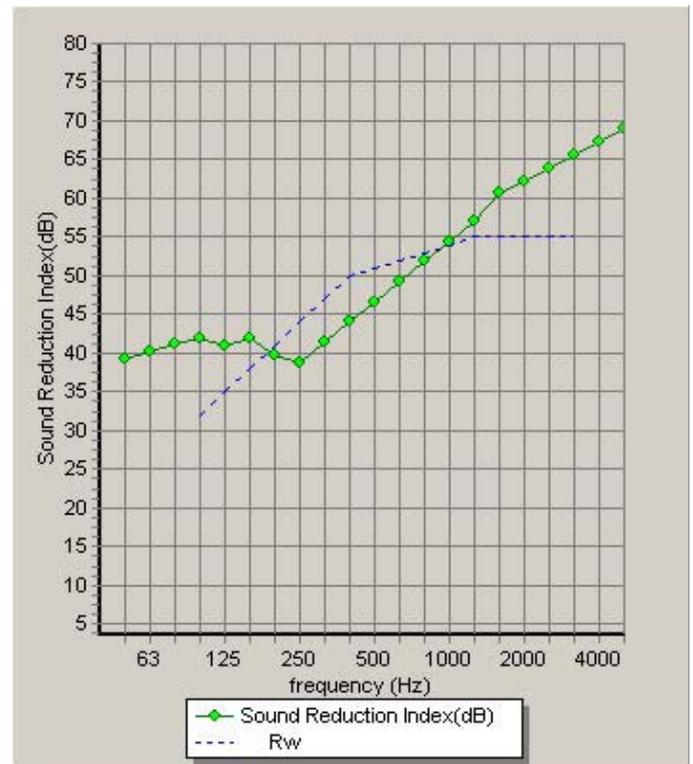


<b>PROPIEDADES TÉRMICAS</b>	
<b>Elemento vertical Muro espesor 12 cm</b>	
<b>Densidad del elemento</b>	<b><math>\rho=2500 \text{ Kg/m}^3</math></b>
<b>Conductividad térmica</b>	<b><math>\lambda=2,5 \text{ W/mK}</math></b>
<b>Resistencia térmica</b>	<b><math>R=0,048 \text{ mK/ W}</math></b>
<b>Transmitancia térmica</b>	<b><math>U =20,83 \text{ W/ m}^2\text{K}</math></b>

**PROPIEDADES ACUSTICAS**

**Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A**  **$R_A = 50 \text{ dBA}$**   
 **$R_{tr} = 47 \text{ dBA}$**

frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	39	
63	40	40
80	41	
100	42	
125	41	42
160	42	
200	40	
250	39	40
315	41	
400	44	
500	47	46
630	49	
800	52	
1000	54	54
1250	57	
1600	61	
2000	62	62
2500	64	
3150	66	
4000	67	67
5000	69	



**Observaciones:**

**Parámetros determinados mediante simulación E.F**

**Para información de tallada ver Memoria de Propiedades Mecánicas y Acústicas**

# Sound Insulation Prediction (v6.1)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2006

Margin of error is generally within +/- 3Rw

Job Name:

Notes:

Job No.:

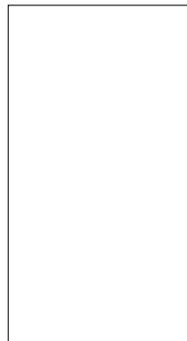
Page No.:

Date: 9 jul 10

Initials:

File Name:insul

1 x 120,0 mm Hormigón



<b>Rw 51</b>
C -1
Ctr -4

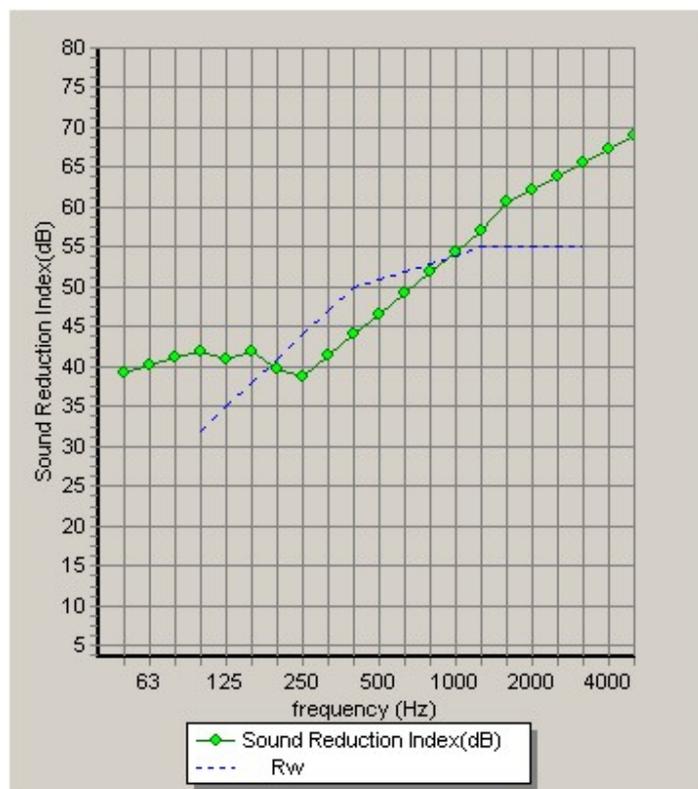
Surface Mass 280,8 kg/m<sup>2</sup>

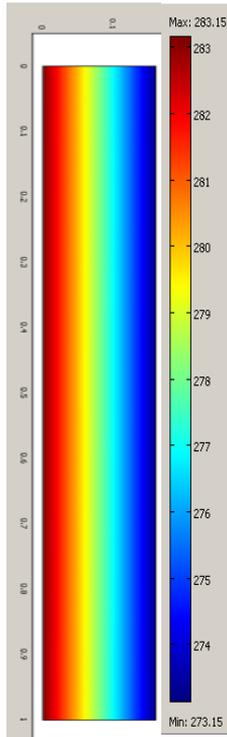
Critical Freq 249 Hz

damping 0,01

Panel Size 2,7x4 m

frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	39	
63	40	40
80	41	
100	42	
125	41	42
160	42	
200	40	
250	39	40
315	41	
400	44	
500	47	46
630	49	
800	52	
1000	54	54
1250	57	
1600	61	
2000	62	62
2500	64	
3150	66	
4000	67	67
5000	69	





**PROPIEDADES TÉRMICAS**

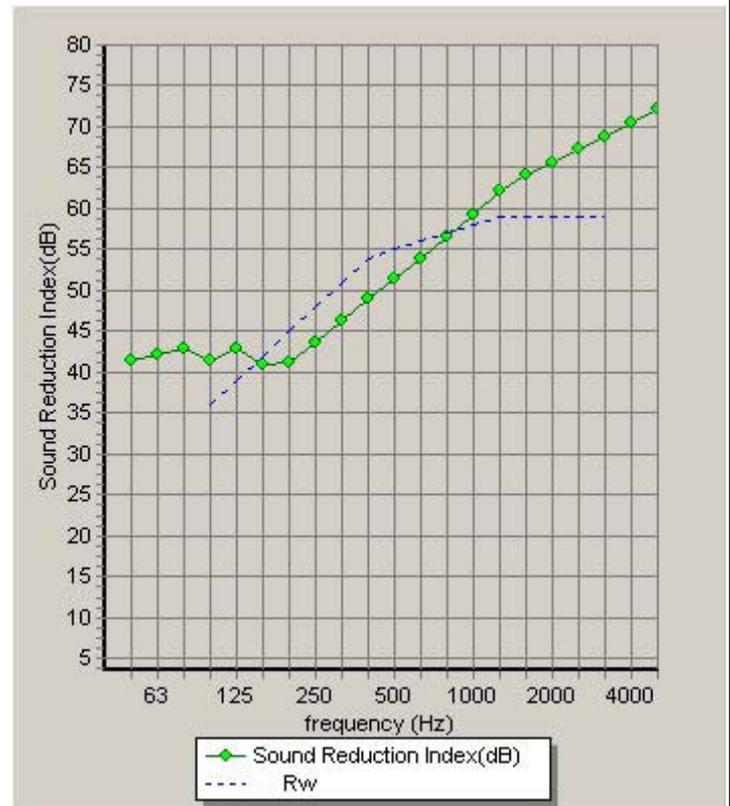
**Elemento vertical Muro espesor 16 cm**

<b>Densidad del elemento</b>	$\rho=2500 \text{ Kg/m}^3$
<b>Conductividad térmica</b>	$\lambda=2,5 \text{ W/mK}$
<b>Resistencia térmica</b>	$R=0,064 \text{ mK/ W}$
<b>Transmitancia térmica</b>	$U =15,62 \text{ W/ m}^2\text{K}$

**PROPIEDADES ACUSTICAS**

**Índice global de  
reducción acústica de un  
elemento, ponderado A**  $R_A = 54\text{dBA}$   
 $R_{tr} = 51\text{dBA}$

frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	41	
63	42	42
80	43	
100	41	
125	43	42
160	41	
200	41	
250	44	43
315	46	
400	49	
500	51	51
630	54	
800	57	
1000	59	59
1250	62	
1600	64	
2000	66	65
2500	67	
3150	69	
4000	71	70
5000	72	



**Observaciones:**

**Parámetros determinados mediante simulación E.F**

**Para información de tallada ver Memoria de Propiedades Mecánicas y Acústicas**

# Sound Insulation Prediction (v6.1)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2006

Margin of error is generally within +/- 3Rw

Job Name:

Notes:

Job No.:

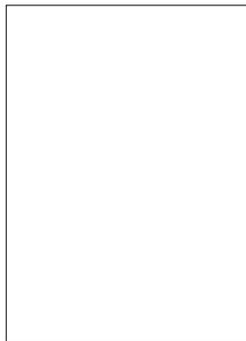
Page No.:

Date: 9 jul 10

Initials:

File Name:insul

1 x 160,0 mm Hormigón



Rw 55

C -1

Ctr -4

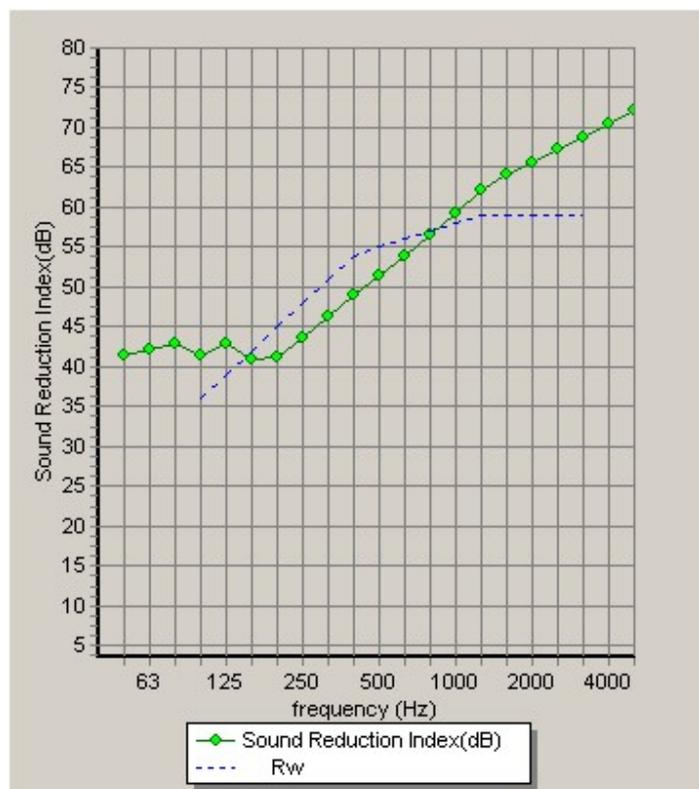
Surface Mass 374,4 kg/m<sup>2</sup>

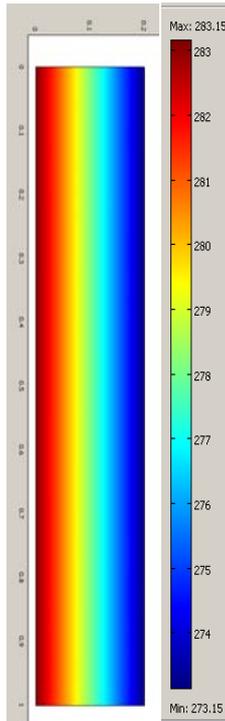
Critical Freq 187 Hz

damping 0,01

Panel Size 2,7x4 m

frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	41	
63	42	42
80	43	
100	41	
125	43	42
160	41	
200	41	
250	44	43
315	46	
400	49	
500	51	51
630	54	
800	57	
1000	59	59
1250	62	
1600	64	
2000	66	65
2500	67	
3150	69	
4000	71	70
5000	72	





**PROPIEDADES TÉRMICAS**

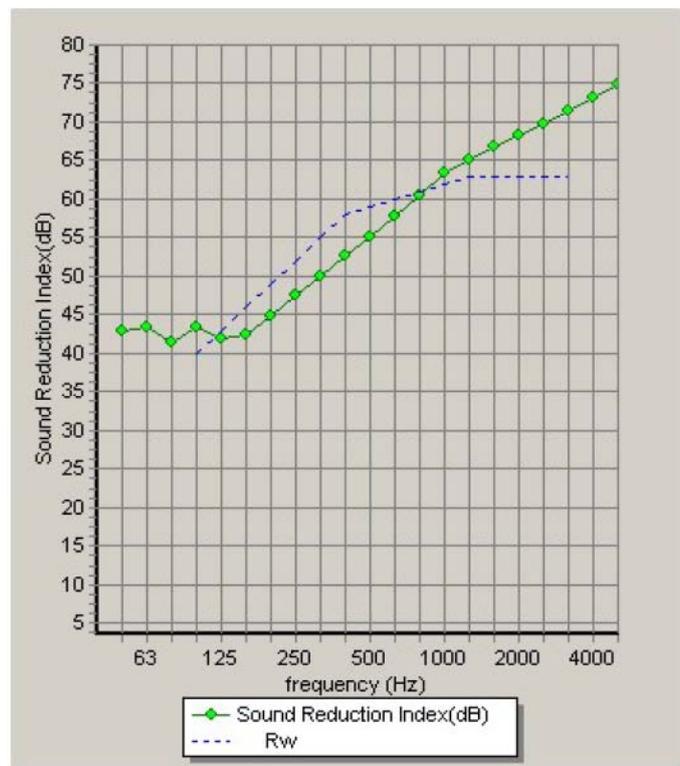
**Elemento vertical Muro espesor 20 cm**

<b>Densidad del elemento</b>	$\rho=2500 \text{ Kg/m}^3$
<b>Conductividad térmica</b>	$\lambda=2,5 \text{ W/mK}$
<b>Resistencia térmica</b>	$\lambda=0,08 \text{ mK/ W}$
<b>Transmitancia térmica</b>	$U =12,5 \text{ W/ m}^2\text{K}$

**PROPIEDADES ACUSTICAS**

**Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A**  
 $R_A = 57\text{dBA}$   
 $R_{tr} = 53\text{dBA}$

frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	43	
63	43	43
80	41	
100	43	
125	42	43
160	43	
200	45	
250	47	47
315	50	
400	53	
500	55	55
630	58	
800	60	
1000	63	63
1250	65	
1600	67	
2000	68	68
2500	70	
3150	71	
4000	73	73
5000	75	



**Observaciones:**

**Parámetros determinados mediante simulación E.F**

**Para información de tallada ver Memoria de Propiedades Mecánicas y Acústicas**

# Sound Insulation Prediction (v6.1)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2006

Margin of error is generally within +/- 3Rw

Job Name:

Notes:

Job No.:

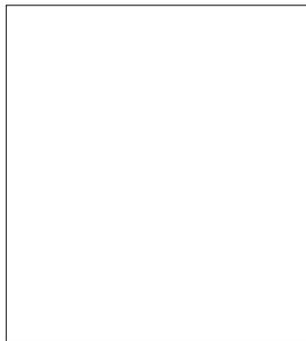
Page No.:

Date: 9 jul 10

Initials:

File Name:insul

1 x 200,0 mm Hormigón



Rw 59

C -2

Ctr -6

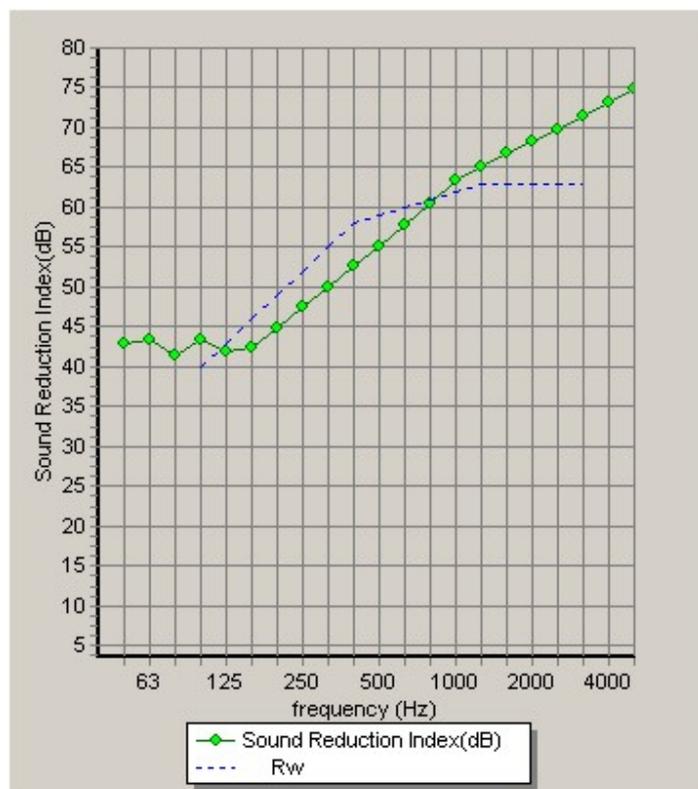
Surface Mass 468,0 kg/m<sup>2</sup>

Critical Freq 150 Hz

damping 0,01

Panel Size 2,7x4 m

frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	43	
63	43	43
80	41	
100	43	
125	42	43
160	43	
200	45	
250	47	47
315	50	
400	53	
500	55	55
630	58	
800	60	
1000	63	63
1250	65	
1600	67	
2000	68	68
2500	70	
3150	71	
4000	73	73
5000	75	



# INFORME DE CLASIFICACIÓN

Classification Report

NÚMERO  
Number

IC090011

FECHA DE EMISIÓN  
Date of issue

3 de marzo de 2009

PÁGINA  
Page

1 de 5

ELEMENTO CONSTRUCTIVO  
Building element

**Tipo:** PARED NO PORTANTE  
**Fabricante:** PREFABRICADOS PAVI, S.L.  
**Referencia:** PC PANEL DE CERRAMIENTO MACIZO DE 12 cm

CLASIFICACIÓN  
Classification

**UNE-EN 13501-2:2004**  
Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego. Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación

SOLICITANTE  
Applicant

**PREFABRICADOS PAVI, S.L.**  
Camino Viejo de Onda a Castellón, 51  
12540 VILA-REAL (Castellón)

 **AIDICO**  
Registro de Salida  
PATERNA

Fecha 24 MAR 2009

N.º 37798

SIGNATARIO/S AUTORIZADO/S  
Authorized signatory/ies



Fdo.: D. Vicente J. Moliner  
Resp. Láb. Resistencia al Fuego



Fdo.: D. Francisco Martínez  
Subdirector General

Este informe de clasificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de AIDICO  
This classification report may not be partially reproduced, except with the prior written permission of AIDICO

## CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. DETALLES DEL ELEMENTO CLASIFICADO.....	2
3. INFORMES Y RESULTADOS DE ENSAYO DE APOYO A LA CLASIFICACIÓN.....	3
4. CLASIFICACIÓN Y CAMPO DE APLICACIÓN DIRECTA .....	4
5. LIMITACIONES .....	5

## 1. INTRODUCCIÓN

Este Informe de Clasificación define la clasificación de la resistencia al fuego asignada al elemento:

### PC PANEL DE CERRAMIENTO MACIZO DE 12 cm

conforme a los procedimientos establecidos en la norma:

#### UNE-EN 13501-2:2004

*Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego. Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación.*

## 2. DETALLES DEL ELEMENTO CLASIFICADO

### 2.1. Tipo de función

El elemento:

### PC PANEL DE CERRAMIENTO MACIZO DE 12 cm

se define como:

#### Pared no portante

Su función es resistir al fuego respecto a las características de comportamiento al fuego dadas en el apartado 5 de la norma UNE-EN 13501-2:2004.



## 2.2. Descripción

El elemento:

### **PC PANEL DE CERRAMIENTO MACIZO DE 12 cm**

se describe completamente en el Informe de Ensayo de apoyo a esta clasificación que se relaciona en el capítulo 3 del presente informe.

## 3. INFORMES Y RESULTADOS DE ENSAYO DE APOYO A LA CLASIFICACIÓN

### 3.1. Informes de ensayo

Este Informe de Clasificación se fundamenta en los siguientes Informes de Ensayo y sus correspondientes condiciones de exposición:

#### Informe 1:

<b>Laboratorio emisor:</b>	AIDICO Avda. Benjamín Franklin, 17 València Parc Tecnològic 46980 PATERNA (Valencia)	
<b>Solicitante:</b>	PREFABRICADOS PAVI, S.L. Camino Viejo de Onda a Castellón, 51 12540 VILA-REAL (Castellón)	
<b>Informe de ensayo:</b>	<i>Número:</i>	IE090070
	<i>Fecha emisión:</i>	3 de marzo de 2009
	<i>Fecha ensayo:</i>	5 de febrero de 2009
	<i>Acreditación:</i>	ENAC N° 133/LE1215
<b>Método de ensayo:</b>	UNE-EN 1364-1:2000	

#### Condiciones de exposición:

**Curva temperatura/tiempo:** Normalizada (UNE-EN 1363-1:2000)

**Sentido de la exposición:** Indiferente

**N° de caras expuestas:** Una

### 3.2. Resultados de ensayo

<b>Integridad (E):</b>	<b>135 minutos *</b>
<b>Tampón de algodón:</b>	135 minutos *
<b>Galga Ø 6 mm:</b>	135 minutos *
<b>Galga Ø 25 mm:</b>	135 minutos *
<b>Llamas sostenidas:</b>	135 minutos *
<b>Aislamiento (I):</b>	<b>130 minutos</b>
<b>Temperatura media:</b>	135 minutos *
<b>Temperatura máxima:</b>	130 minutos
<b>Duración del ensayo:</b>	<b>135 minutos *</b>

\* Se detiene el ensayo de mutuo acuerdo con el solicitante.

## 4. CLASIFICACIÓN Y CAMPO DE APLICACIÓN DIRECTA

### 4.1. Referencia de clasificación

Esta clasificación se ha realizado de acuerdo con el apartado 7.5.2. de la norma UNE-EN 13501-2:2004.

### 4.2. Clasificación

El elemento:

**PC PANEL DE CERRAMIENTO MACIZO DE 12 cm**

se clasifica de acuerdo con la siguiente combinación de parámetros de comportamiento y clases. No se admiten otras clasificaciones.

**EI 120**

### 4.3. Campo de aplicación directa

De acuerdo con lo establecido en el apartado 13 de la norma UNE-EN 1364-1:2000, el elemento:

Este informe de clasificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de AIDICO

### PC PANEL DE CERRAMIENTO MACIZO DE 12 cm

posee el campo de aplicación directa definido a continuación, es decir, su clasificación se aplica directamente a las siguientes variaciones en las características de la muestra, sin que la ejecución de dichas modificaciones suponga la realización de nuevos ensayos:

- Disminución de la altura
- Aumento del espesor de la pared
- Aumento del espesor de los materiales constituyentes
- Disminución de las medidas lineales de los paneles o placas, pero no de su espesor
- Presencia de juntas verticales
- Aumento de la anchura de una construcción idéntica a la muestra ensayada
- Aumento de hasta 4 m de la altura de una construcción idéntica a la muestra ensayada

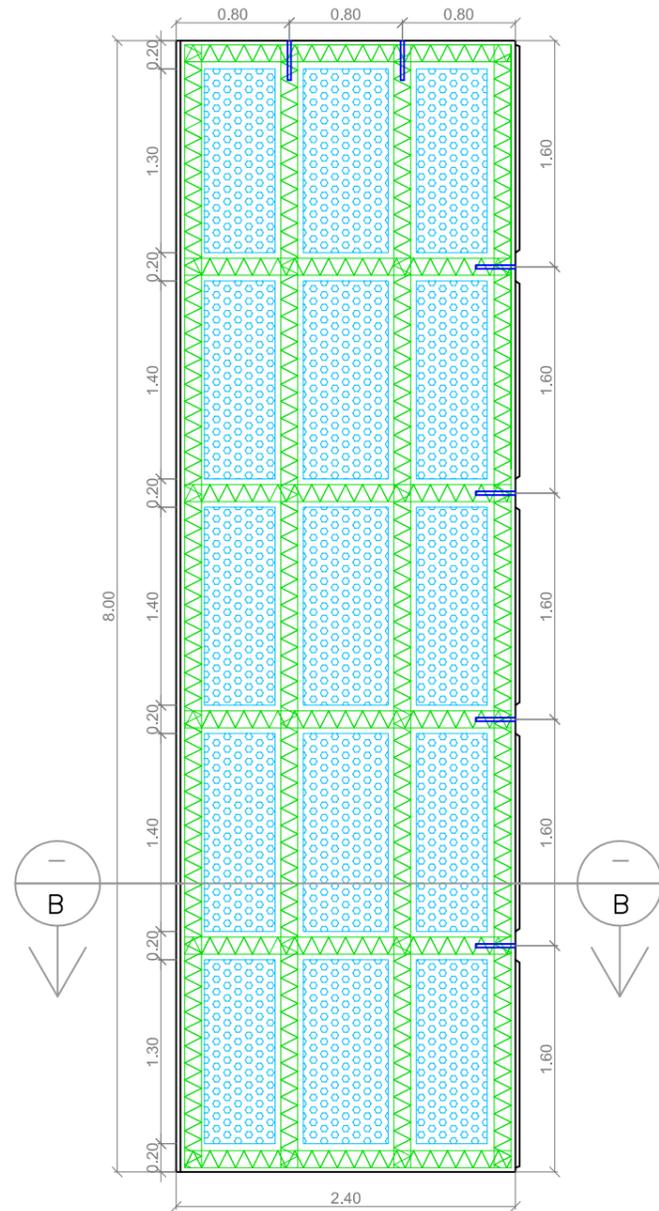
#### 5. LIMITACIONES

Este Informe de Clasificación no supone una aprobación de tipo ni una certificación del elemento.

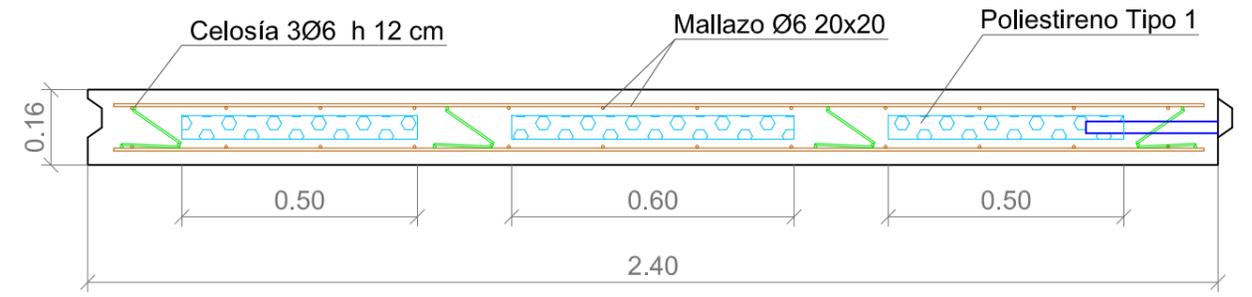
AIDICO no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial y sin la autorización escrita de AIDICO está totalmente prohibida.

Los resultados del presente informe se consideran propiedad del petionario y, sin autorización previa, AIDICO se abstendrá de comunicarlos a un tercero.

# PANEL ALIGERADO DE 16 Y 20 CM DE ESPESOR

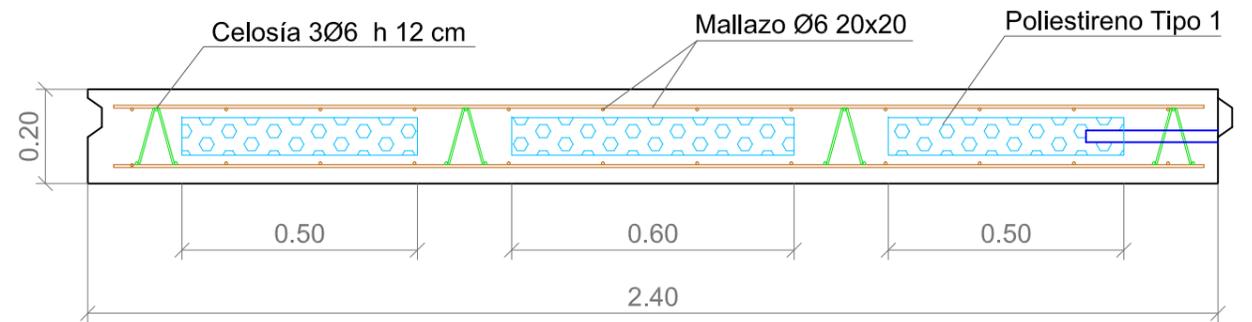


## SECCIÓN B



Escala: 1/15

## SECCIÓN B



Escala: 1/15

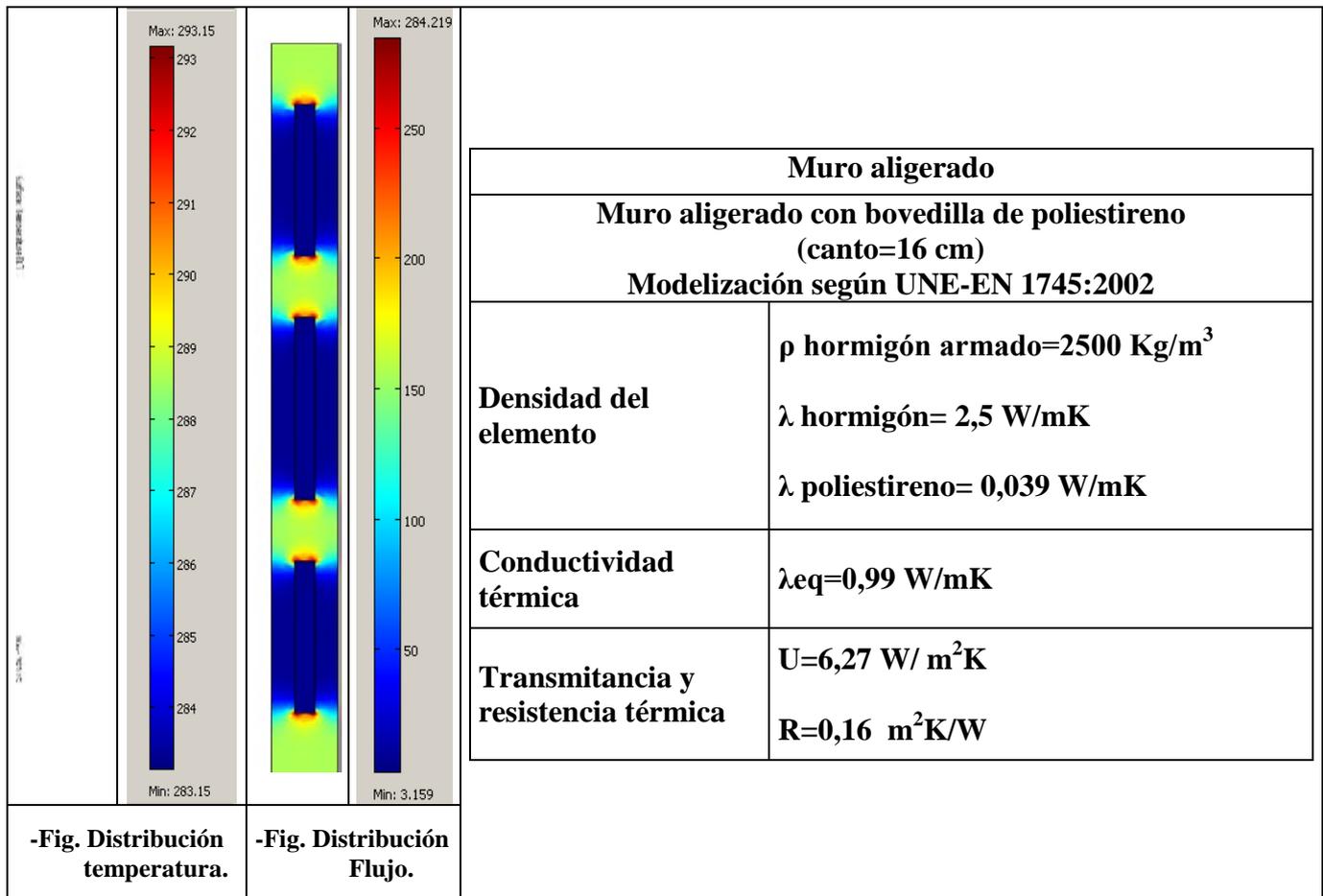
### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PANEL ALIGERADO

MODELO	DIMENSIONES MÁXIMAS PANEL			AISLAMIENTO POLIESTIRENO	PESO PROPIO		HORMIGÓN	T.MAX ÁRIDO	CONSISTENCIA	RECUBRIMIENTO	ARMADO MÍNIMO	
	A(m)	B(m)	e(cm)		C(cm)	KN/m2					KP/m2	Mallazo
PC-16	10	3	16	6	2.80	280	HA35	12	B-F	3	Doble 6/20x20	CEL 6-6/12
PC-20	12	3	20	10	3.20	320	HA35	12	B-F	3	Doble 6/20x20	CEL 6-6/12

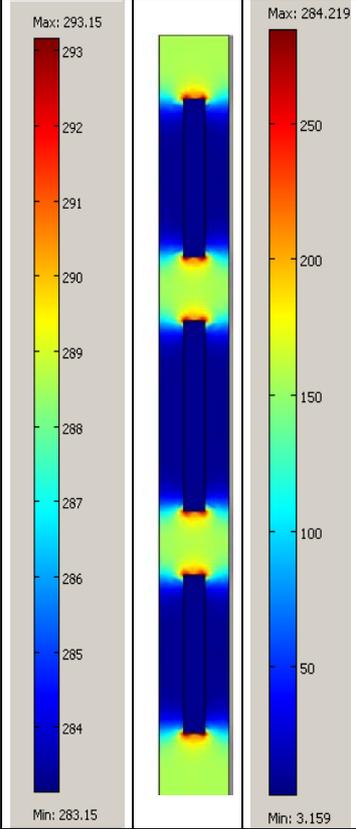
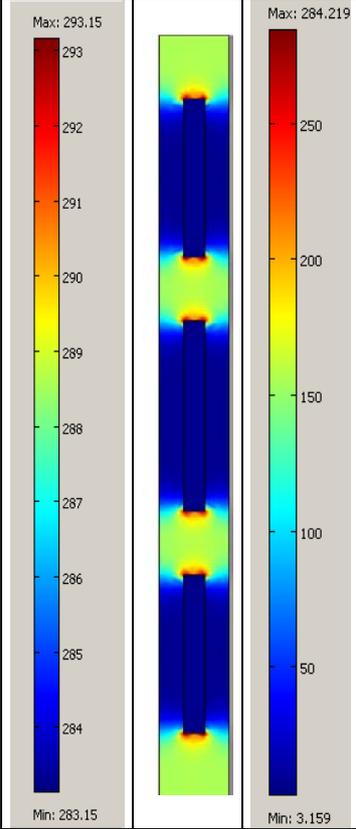
**Pavi**  
prefabricados

Cno. Viejo Onda-Castelló, 51  
12540 VILA-REAL (Castelló)  
Tel. 964 963 600  
Fax 964 506 634  
pavisp@paviles

Proyecto:	ENSAYOS AIDICO	Cod. Proyecto:		----	
Situación:	---				
Plano de:	FICHAS PANELES ALIGERADOS	Nº Planos:	001	Revisión:	----
Promotor:	PREFABRICADOS PAVI	Escala:		1/50	
Dibujante:	OF. TÉCNICA PAVI, S.L.	Fecha:		04/06/2010	

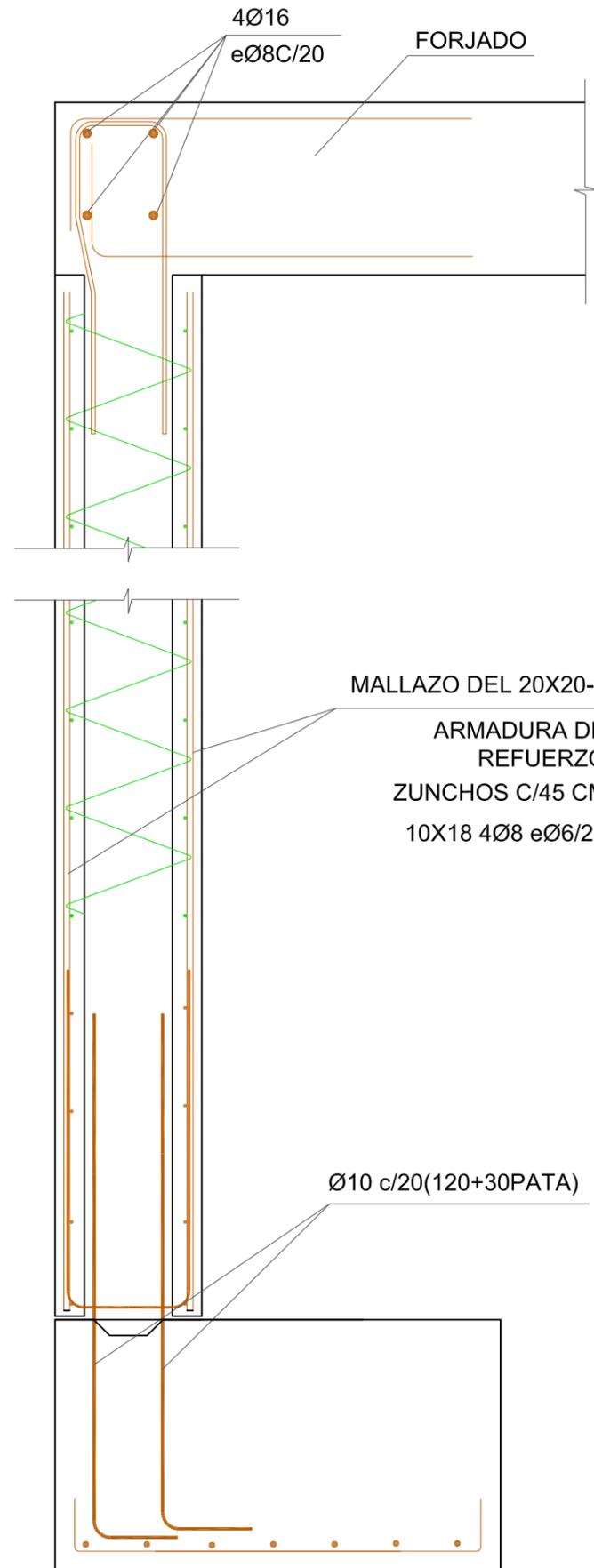


- (1) Nota: Valor de Transmitancia Térmica para estimación previa. Calculado para condición de losa continua, sin juntas y sin huecos. Se ha supuesto una placa de conexión de 5 mm formada por fibra de vidrio y resina.

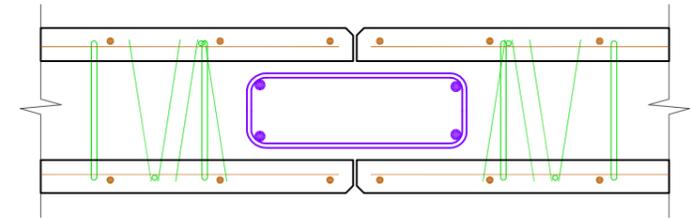
		<b>Muro aligerado</b>	
		<b>Muro aligerado con bovedilla de poliestireno (canto=20 cm) Modelización según UNE-EN 1745:2002</b>	
<b>Densidad del elemento</b>		$\rho$ hormigón armado=2500 Kg/m <sup>3</sup> $\lambda$ hormigón= 2,5 W/mK $\lambda$ poliestireno= 0,039 W/mK	
<b>Conductividad térmica</b>		$\lambda_{eq}$ =0,97 W/mK	
<b>Transmitancia y resistencia térmica</b>		$U=4,84$ W/ m <sup>2</sup> K $R=0,21$ m <sup>2</sup> K/W	
<b>-Fig. Distribución temperatura.</b>	<b>-Fig. Distribución Flujo.</b>		

- (1) Nota: Valor de Transmitancia Térmica para estimación previa. Calculado para condición de losa continua, sin juntas y sin huecos. Se ha supuesto una placa de conexión de 5 mm formada por fibra de vidrio y resina.

# MURO DOBLE



## ZUNCHO DE CONEXIÓN ENTRE MUROS



CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN EHE-08 ART. 37.2.4.1.a

MATERIALES					
ELEMENTO	LOCALIZACION	ESPECIFICACION DE ELEMENTOS	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD	
				Yc	Ys
HORMIGON	MUROS	HA-35/B/12/IIa	ESTADISTICO	1,50	
ACERO DE ARMADURA	MUROS	B-500 SD	NORMAL		1,15

RECUBRIMIENTO: 3cm.

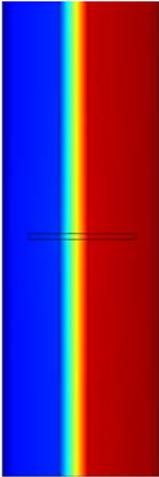
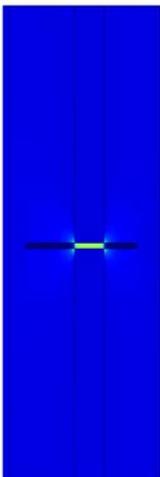
TIPO DE CEMENTO: CEM I 52.5R

EJECUCION			
TIPO DE ACCION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD (ESTADOS LIMITES ULTIMOS)	
		EFFECTO FAVORABLE	EFFECTO DESFAVORABLE
PERMANENTE	NORMAL	Yg = 1.00	Yg = 1.50
PERMANENTE DE VALOR NO CONSTANTE	NORMAL	Yg = 1.00	Yg = 1.60
VARIABLE	NORMAL	Yg = 0.00	Yg = 1.60



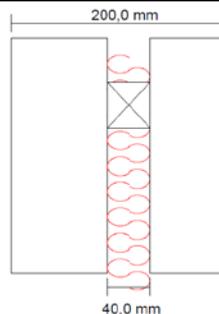
Cno, Viejo Onda-Castelló, 51  
12540 VILA-REAL (Castelló)  
Tel. 964 963 600  
Fax 964 506 634  
pavisp@pavLes

Proyecto:	---	Cod. Proyecto:		----	
Situación:	---				
Plano de:	MURO DOBLE	Nº Planos:	001	Revisión:	---
Promotor:	PREFABRICADOS PAVI	Escala:		1/15	
Dibujante:	OF. TÉCNICA PAVI, S.L.	Fecha:		04/06/2010	

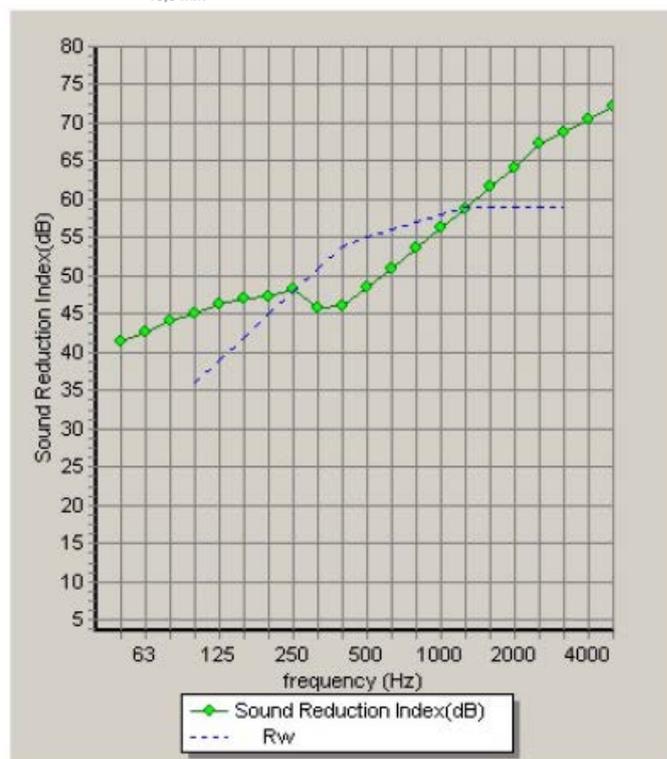
		<b>Muro térmico</b>	
<b>Muro térmico con aislamiento intermedio de poliestireno (canto=20 cm y 4 cm aislante) Modelización según UNE-EN 1745:2002</b>			
<b>Densidad del elemento</b>		$\rho$ hormigón armado=2400 Kg/m <sup>3</sup>	
		$\lambda$ hormigón= 2,2 W/mK	
<b>Conductividad térmica</b>		$\lambda$ poliestireno= 0,048 W/mK (Tipo 1)	
		$\lambda_{eq}$ =0,23 W/mK	
<b>-Fig. Distribución temperatura.</b>	<b>-Fig. Distribución Flujo.</b>	<b>Transmitancia y resistencia térmica</b>	
		<b>U=0,96 W/ m<sup>2</sup>K</b>	
		<b>R=1,04 m<sup>2</sup>K/W</b>	

(1) Nota: Valor de Transmitancia Térmica para estimación previa. Calculado para condición de losa continua, sin juntas y sin huecos. Se ha supuesto una placa de conexión de 5 mm formada por fibra de vidrio y resina.

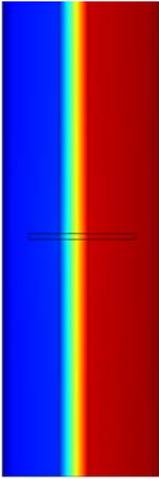
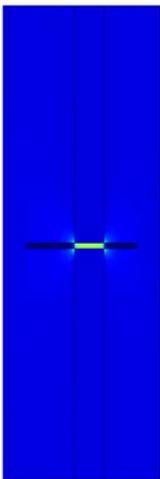
<b>PROPIEDADES ACÚSTICAS</b>	
<b>Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A</b>	<b>R<sub>A</sub>= 54 dB<sub>A</sub></b> <b>R<sub>tr</sub>= 52 dB<sub>A</sub></b>



frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	41	
63	43	43
80	44	
100	45	
125	46	46
160	47	
200	47	
250	48	47
315	46	
400	46	
500	48	48
630	51	
800	54	
1000	56	56
1250	59	
1600	62	
2000	64	64
2500	67	
3150	69	
4000	71	70
5000	72	

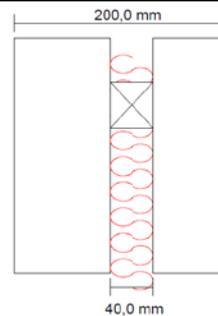


**Nota:** Valores obtenidos a partir de cálculo, empleando el software de predicción Insule 6.1 de la empresa Marsall acoustics. Para la realización de la simulación se ha supuesto la disposición de láminas con las características de los materiales componentes (hormigón armado y placa de poliestireno), y la existencia de conexiones rígidas entre los paneles interior y exterior cada 40 cm, correspondientes con los elementos de unión.

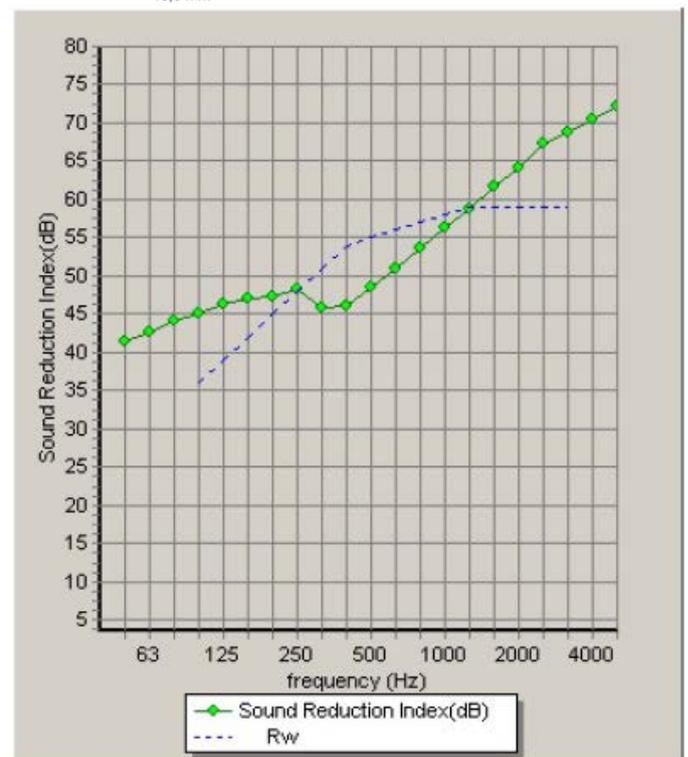
		<b>Muro térmico</b>	
<b>Muro térmico con aislamiento intermedio de poliestireno (canto=20 cm y 4 cm aislante) Modelización según UNE-EN 1745:2002</b>		<b>Densidad del elemento</b>	$\rho$ hormigón armado=2400 Kg/m <sup>3</sup> $\lambda$ hormigón= 2,2 W/mK $\lambda$ poliestireno= 0,036 W/mK (Tipo 4)
<b>Conductividad térmica</b>		$\lambda_{eq}$ =0,18 W/mK	
<b>-Fig. Distribución temperatura.</b>	<b>-Fig. Distribución Flujo.</b>	<b>Transmitancia y resistencia térmica</b>	$U=0,77$ W/ m <sup>2</sup> K $R=1,18$ m <sup>2</sup> K/W

(1) Nota: Valor de Transmitancia Térmica para estimación previa. Calculado para condición de losa continua, sin juntas y sin huecos. Se ha supuesto una placa de conexión de 5 mm formada por fibra de vidrio y resina.

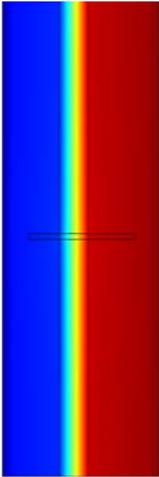
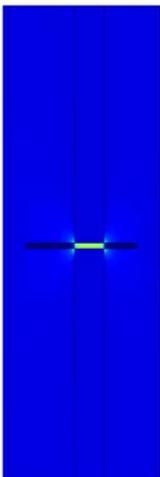
<b>PROPIEDADES ACÚSTICAS</b>	
<b>Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A</b>	$R_A= 54$ dB <sub>A</sub> $R_{tr}= 52$ dB <sub>A</sub>



frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	41	
63	43	43
80	44	
100	45	
125	46	46
160	47	
200	47	
250	48	47
315	46	
400	46	
500	48	48
630	51	
800	54	
1000	56	56
1250	59	
1600	62	
2000	64	64
2500	67	
3150	69	
4000	71	70
5000	72	

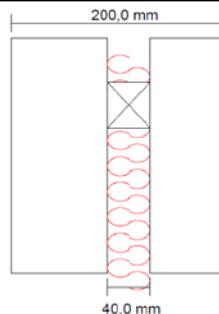


**Nota:** Valores obtenidos a partir de cálculo, empleando el software de predicción Insule 6.1 de la empresa Marsall acoustics. Para la realización de la simulación se ha supuesto la disposición de láminas con las características de los materiales componentes (hormigón armado y placa de poliestireno), y la existencia de conexiones rígidas entre los paneles interior y exterior cada 40 cm, correspondientes con los elementos de unión.

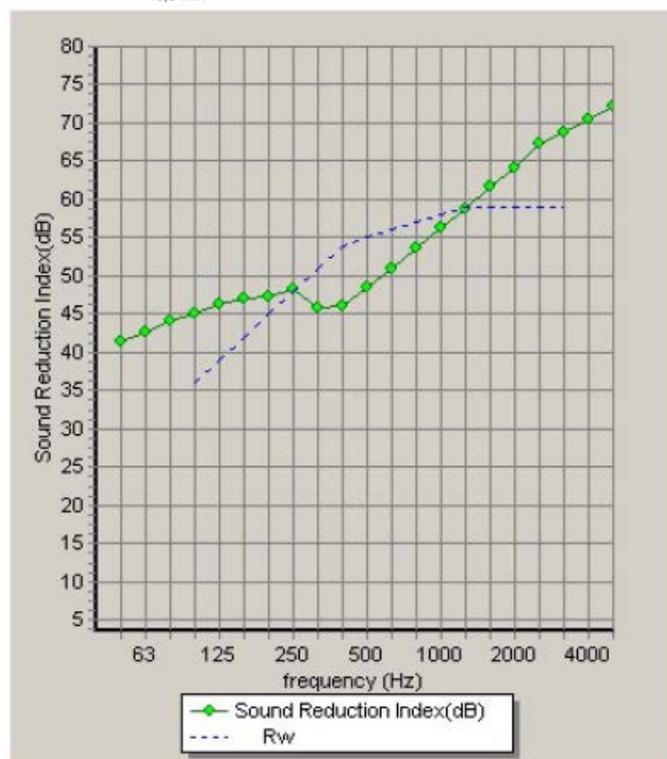
		<b>Muro térmico</b>	
		<b>Muro térmico con aislamiento intermedio de poliestireno (canto=20 cm y 4 cm aislante) Modelización según UNE-EN 1745:2002</b>	
		<b>Densidad del elemento</b>	$\rho$ hormigón armado=2400 Kg/m <sup>3</sup> $\lambda$ hormigón= 2,2 W/mK $\lambda$ poliestireno= 0,034 W/mK (Tipo 6)
		<b>Conductividad térmica</b>	$\lambda_{eq}$ =0,17 W/mK
-Fig. Distribución temperatura.	-Fig. Distribución Flujo.	<b>Transmitancia y resistencia térmica</b>	$U=0,75$ W/ m <sup>2</sup> K $R=1,34$ m <sup>2</sup> K/W

(1) Nota: Valor de Transmitancia Térmica para estimación previa. Calculado para condición de losa continua, sin juntas y sin huecos. Se ha supuesto una placa de conexión de 5 mm formada por fibra de vidrio y resina.

<b>PROPIEDADES ACÚSTICAS</b>	
<b>Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A</b>	$R_A= 54$ dB <sub>A</sub> $R_{tr}= 52$ dB <sub>A</sub>



frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	41	
63	43	43
80	44	
100	45	
125	46	46
160	47	
200	47	
250	48	47
315	46	
400	46	
500	48	48
630	51	
800	54	
1000	56	56
1250	59	
1600	62	
2000	64	64
2500	67	
3150	69	
4000	71	70
5000	72	



**Nota:** Valores obtenidos a partir de cálculo, empleando el software de predicción Insule 6.1 de la empresa Marsall acoustics. Para la realización de la simulación se ha supuesto la disposición de láminas con las características de los materiales componentes (hormigón armado y placa de poliestireno), y la existencia de conexiones rígidas entre los paneles interior y exterior cada 40 cm, correspondientes con los elementos de unión.

# Sound Insulation Prediction (v6.1)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2006

Margin of error is generally within +/- 3Rw

Job Name:

Notes:

Job No.:

Page No.:

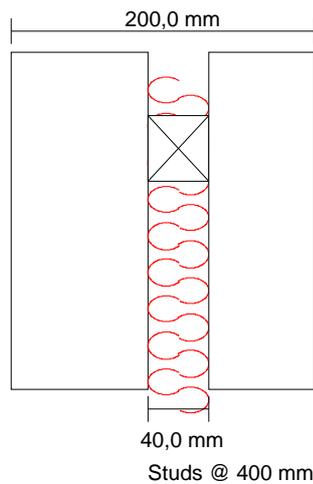
Date: 2 mar 11

Initials:

File Name:insul

1 x 90,0 mm Hormigón

1 x 70,0 mm Hormigón



<b>Rw 55</b>
C -1
Ctr -3

Surface Mass 210,6 kg/m<sup>2</sup>

Surface Mass 163,8 kg/m<sup>2</sup>

Critical Freq 332 Hz

Critical Freq 427 Hz

damping 0,01

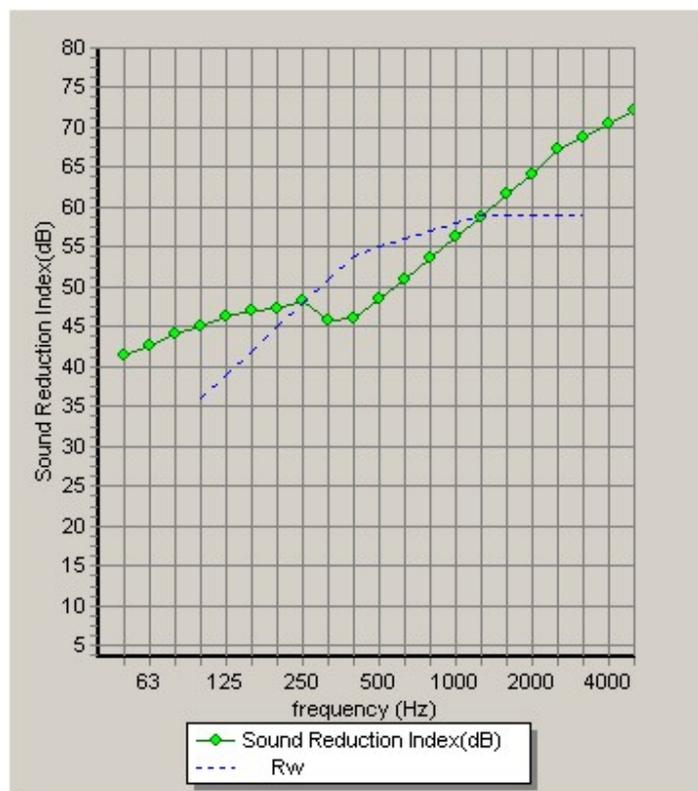
fo =31 Hz

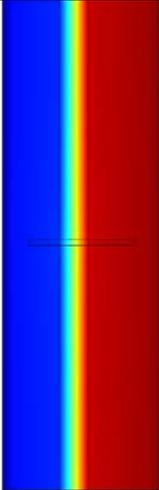
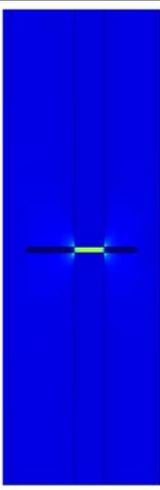
damping 0,01

Panel Size 2,7x4 m

Infill Lana de Roca (60kg) Thickness 40 mm

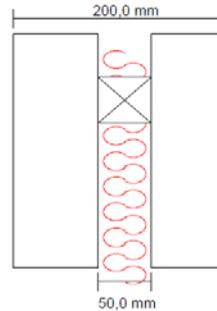
frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	41	
63	43	43
80	44	
100	45	
125	46	46
160	47	
200	47	
250	48	47
315	46	
400	46	
500	48	48
630	51	
800	54	
1000	56	56
1250	59	
1600	62	
2000	64	64
2500	67	
3150	69	
4000	71	70
5000	72	



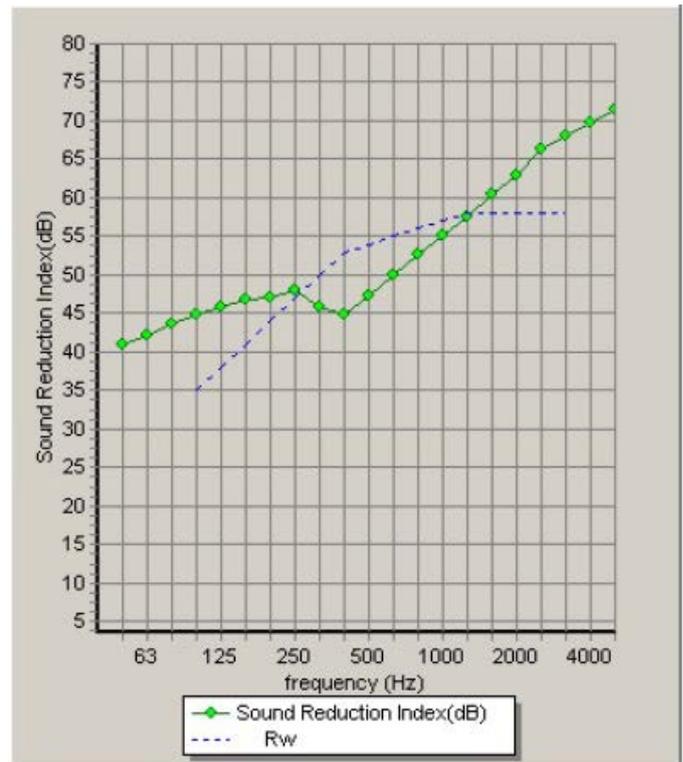
				<b>Muro térmico</b> <b>Muro térmico con aislamiento intermedio de poliestireno</b> <b>(canto=20 cm y 5 cm aislante)</b> <b>Modelización según UNE-EN 1745:2002</b>	
		<b>Densidad del elemento</b>	$\rho$ hormigón armado=2400 Kg/m <sup>3</sup> $\lambda$ hormigón= 2,2 W/mK $\lambda$ poliestireno= 0,048 W/mK (Tipo 1)		
		<b>Conductividad térmica</b>	$\lambda_{eq}$ =0,19 W/mK		
-Fig. Distribución temperatura.	-Fig. Distribución Flujo.	<b>Transmitancia y resistencia térmica</b>	$U=0,81$ W/ m <sup>2</sup> K $R=1,23$ m <sup>2</sup> K/W		

(1) Nota: Valor de Transmitancia Térmica para estimación previa. Calculado para condición de losa continua, sin juntas y sin huecos. Se ha supuesto una placa de conexión de 5 mm formada por fibra de vidrio y resina.

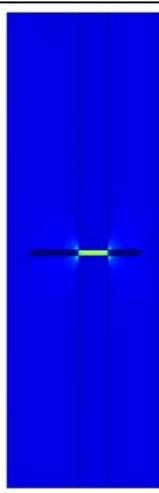
<b>PROPIEDADES ACÚSTICAS</b>	
<b>Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A</b>	$R_A= 53$ dB <sub>A</sub> $R_{tr}= 51$ dB <sub>A</sub>



frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	41	
63	42	42
80	44	
100	45	
125	46	46
160	47	
200	47	
250	48	47
315	46	
400	45	
500	47	47
630	50	
800	53	
1000	55	55
1250	58	
1600	60	
2000	63	63
2500	66	
3150	68	
4000	70	70
5000	71	

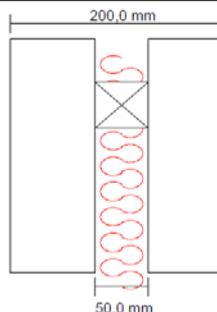


**Nota:** Valores obtenidos a partir de cálculo, empleando el software de predicción Insule 6.1 de la empresa Marsall acoustics. Para la realización de la simulación se ha supuesto la disposición de láminas con las características de los materiales componentes (hormigón armado y placa de poliestireno), y la existencia de conexiones rígidas entre los paneles interior y exterior cada 40 cm, correspondientes con los elementos de unión.

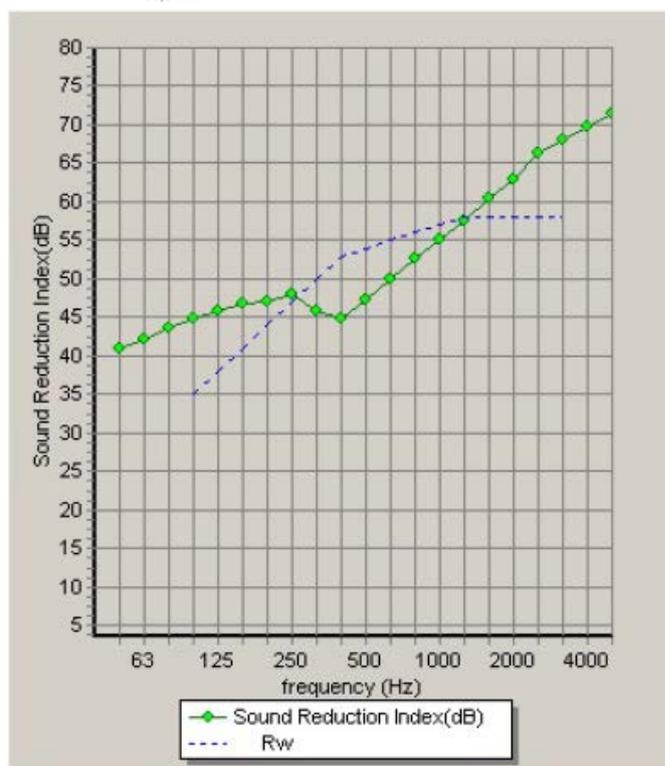
		<b>Muro térmico</b>	
		<b>Muro térmico con aislamiento intermedio de poliestireno (canto=20 cm y 5 cm aislante) Modelización según UNE-EN 1745:2002</b>	
		<b>Densidad del elemento</b>	$\rho$ hormigón armado=2400 Kg/m <sup>3</sup> $\lambda$ hormigón= 2,2 W/mK $\lambda$ poliestireno= 0,036 W/mK (Tipo 4)
		<b>Conductividad térmica</b>	$\lambda_{eq}$ =0,14 W/mK
-Fig. Distribución temperatura.	-Fig. Distribución Flujo.	<b>Transmitancia y resistencia térmica</b>	$U=0,65$ W/ m <sup>2</sup> K $R=1,53$ m <sup>2</sup> K/W

(1) Nota: Valor de Transmitancia Térmica para estimación previa. Calculado para condición de losa continua, sin juntas y sin huecos. Se ha supuesto una placa de conexión de 5 mm formada por fibra de vidrio y resina.

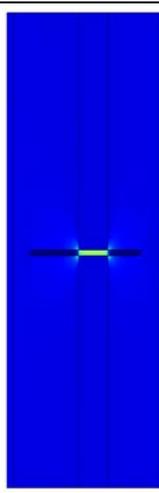
<b>PROPIEDADES ACÚSTICAS</b>	
<b>Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A</b>	$R_A= 53$ dB <sub>A</sub> $R_{tr}= 51$ dB <sub>A</sub>



frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	41	
63	42	42
80	44	
100	45	
125	46	46
160	47	
200	47	
250	48	47
315	46	
400	45	
500	47	47
630	50	
800	53	
1000	55	55
1250	58	
1600	60	
2000	63	63
2500	66	
3150	68	
4000	70	70
5000	71	

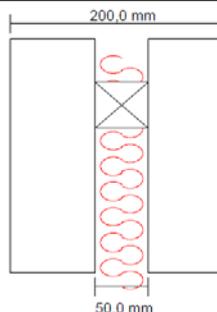


**Nota:** Valores obtenidos a partir de cálculo, empleando el software de predicción Insule 6.1 de la empresa Marsall acoustics. Para la realización de la simulación se ha supuesto la disposición de láminas con las características de los materiales componentes (hormigón armado y placa de poliestireno), y la existencia de conexiones rígidas entre los paneles interior y exterior cada 40 cm, correspondientes con los elementos de unión.

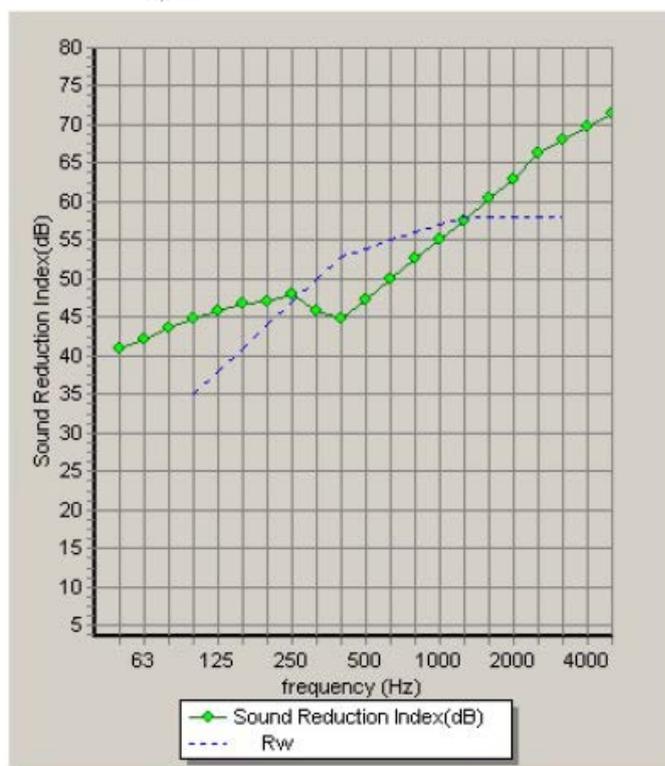
		<b>Muro térmico</b>	
		<b>Muro térmico con aislamiento intermedio de poliestireno (canto=20 cm y 5 cm aislante) Modelización según UNE-EN 1745:2002</b>	
		<b>Densidad del elemento</b>	$\rho$ hormigón armado=2400 Kg/m <sup>3</sup> $\lambda$ hormigón= 2,2 W/mK $\lambda$ poliestireno= 0,036 W/mK (Tipo 6)
		<b>Conductividad térmica</b>	$\lambda_{eq}$ =0,14 W/mK
-Fig. Distribución temperatura.	-Fig. Distribución Flujo.	<b>Transmitancia y resistencia térmica</b>	$U=0,62$ W/ m <sup>2</sup> K $R=1,61$ m <sup>2</sup> K/W

(1) Nota: Valor de Transmitancia Térmica para estimación previa. Calculado para condición de losa continua, sin juntas y sin huecos. Se ha supuesto una placa de conexión de 5 mm formada por fibra de vidrio y resina.

<b>PROPIEDADES ACÚSTICAS</b>	
<b>Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A</b>	$R_A= 53$ dB <sub>A</sub> $R_{tr}= 51$ dB <sub>A</sub>



frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	41	
63	42	42
80	44	
100	45	
125	46	46
160	47	
200	47	
250	48	47
315	46	
400	45	
500	47	47
630	50	
800	53	
1000	55	55
1250	58	
1600	60	
2000	63	63
2500	66	
3150	68	
4000	70	70
5000	71	



**Nota:** Valores obtenidos a partir de cálculo, empleando el software de predicción Insule 6.1 de la empresa Marsall acoustics. Para la realización de la simulación se ha supuesto la disposición de láminas con las características de los materiales componentes (hormigón armado y placa de poliestireno), y la existencia de conexiones rígidas entre los paneles interior y exterior cada 40 cm, correspondientes con los elementos de unión.

# Sound Insulation Prediction (v6.1)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2006

Margin of error is generally within +/- 3Rw

Job Name:

Notes:

Job No.:

Page No.:

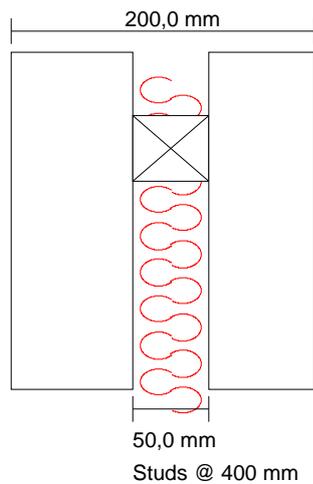
Date: 2 mar 11

Initials:

File Name:insul

1 x 80,0 mm Hormigón

1 x 70,0 mm Hormigón



**Rw 54**  
 C -1  
 Ctr -3

Surface Mass 187,2 kg/m<sup>2</sup>

Surface Mass 163,8 kg/m<sup>2</sup>

Critical Freq 374 Hz

Critical Freq 427 Hz

damping 0,01

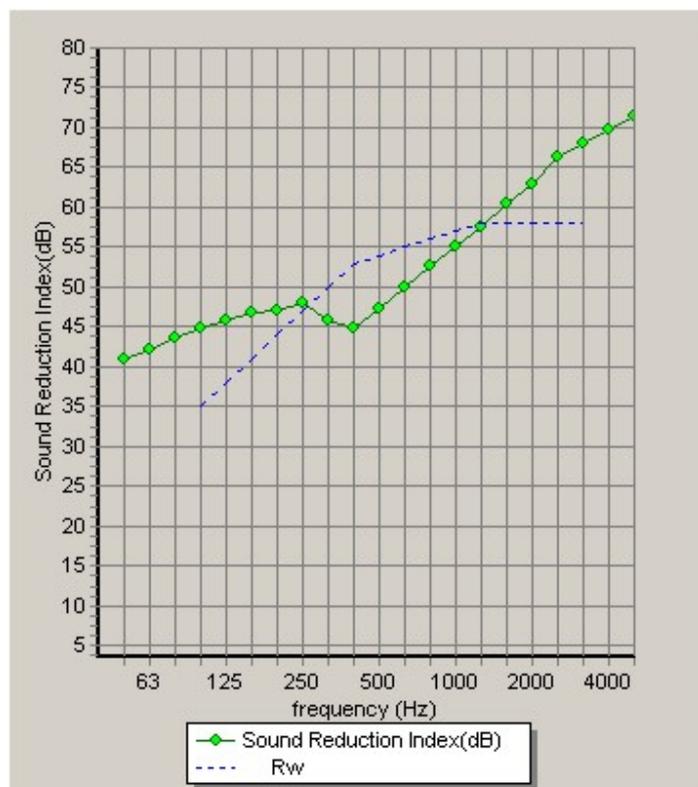
fo =29 Hz

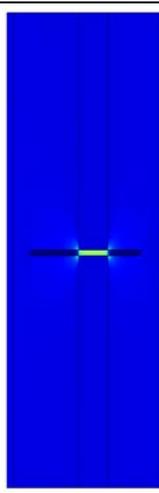
damping 0,01

Panel Size 2,7x4 m

Infill Lana de Roca (60kg) Thickness 40 mm

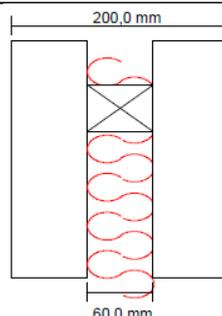
frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	41	
63	42	42
80	44	
100	45	
125	46	46
160	47	
200	47	
250	48	47
315	46	
400	45	
500	47	47
630	50	
800	53	
1000	55	55
1250	58	
1600	60	
2000	63	63
2500	66	
3150	68	
4000	70	70
5000	71	



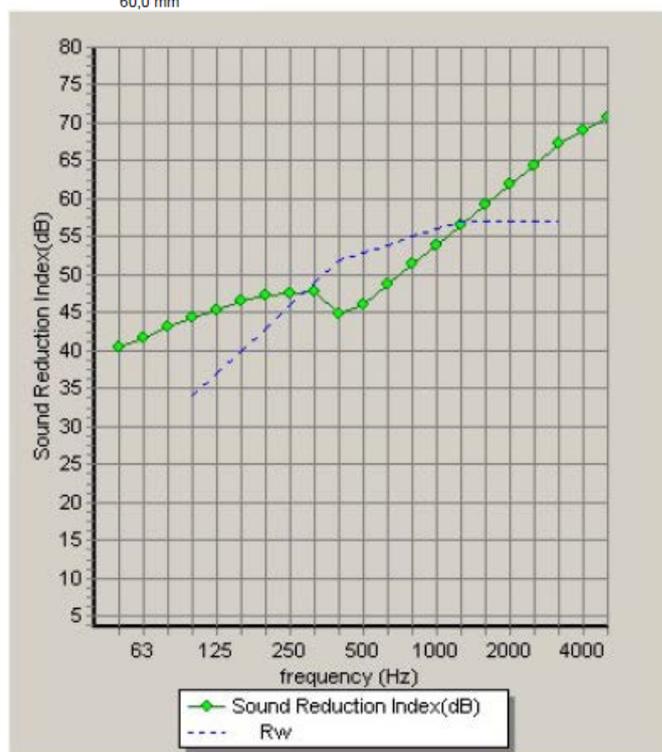
		<b>Muro térmico</b>	
<b>Muro térmico con aislamiento intermedio de poliestireno (canto=20 cm y 6 cm aislante) Modelización según UNE-EN 1745:2002</b>			
<b>Densidad del elemento</b>		$\rho$ hormigón armado=2400 Kg/m <sup>3</sup>	
		$\lambda$ hormigón= 2,2 W/mK	
<b>Conductividad térmica</b>		$\lambda$ poliestireno= 0,047 W/mK (Tipo 1)	
		$\lambda_{eq}$ =0,16 W/mK	
<b>Transmitancia y resistencia térmica</b>		<b>U=0,69 W/ m<sup>2</sup>K</b>	
		<b>R=1,45 m<sup>2</sup>K/W</b>	

(1) Nota: Valor de Transmitancia Térmica para estimación previa. Calculado para condición de losa continua, sin juntas y sin huecos. Se ha supuesto una placa de conexión de 5 mm formada por fibra de vidrio y resina.

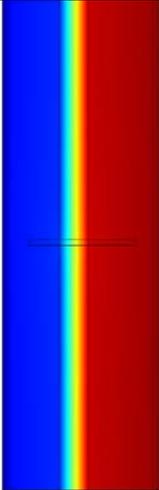
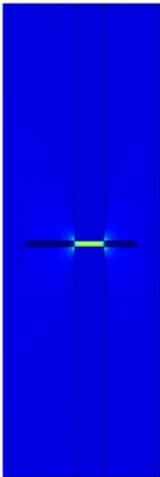
<b>PROPIEDADES ACÚSTICAS</b>	
<b>Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A</b>	<b>R<sub>A</sub>= 53 dB<sub>A</sub></b> <b>R<sub>tr</sub>= 50 dB<sub>A</sub></b>



frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	40	
63	42	42
80	43	
100	44	
125	45	45
160	47	
200	47	
250	47	48
315	48	
400	45	
500	46	46
630	49	
800	51	
1000	54	53
1250	56	
1600	59	
2000	62	61
2500	64	
3150	67	
4000	69	69
5000	71	

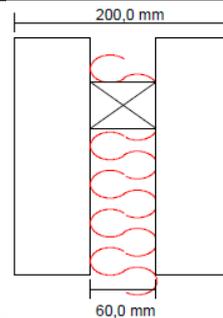


**Nota:** Valores obtenidos a partir de cálculo, empleando el software de predicción Insule 6.1 de la empresa Marsall acoustics. Para la realización de la simulación se ha supuesto la disposición de láminas con las características de los materiales componentes (hormigón armado y placa de poliestireno), y la existencia de conexiones rígidas entre los paneles interior y exterior cada 40 cm, correspondientes con los elementos de unión.

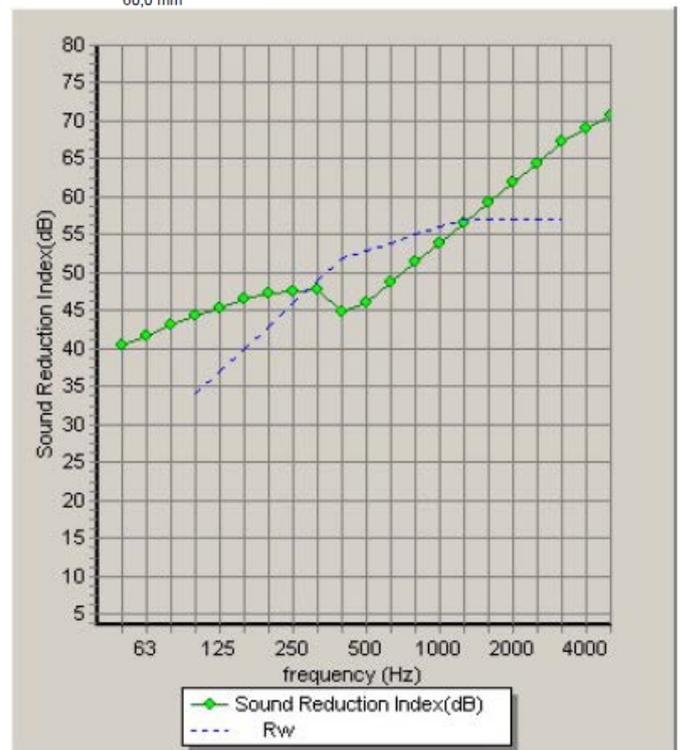
				<b>Muro térmico</b>	
		<b>Muro térmico con aislamiento intermedio de poliestireno (canto=20 cm y 6 cm aislante) Modelización según UNE-EN 1745:2002</b>			
		<b>Densidad del elemento</b>	$\rho$ hormigón armado=2400 Kg/m <sup>3</sup>		
			$\lambda$ hormigón= 2,2 W/mK $\lambda$ poliestireno= 0,036 W/mK (Tipo 4)		
		<b>Conductividad térmica</b>	$\lambda_{eq}$ =0,12 W/mK		
-Fig. Distribución temperatura.	-Fig. Distribución Flujo.	<b>Transmitancia y resistencia térmica</b>	$U=0,56$ W/ m <sup>2</sup> K $R=1,79$ m <sup>2</sup> K/W		

(1) Nota: Valor de Transmitancia Térmica para estimación previa. Calculado para condición de losa continua, sin juntas y sin huecos. Se ha supuesto una placa de conexión de 5 mm formada por fibra de vidrio y resina.

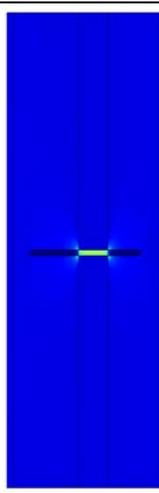
<b>PROPIEDADES ACÚSTICAS</b>	
<b>Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A</b>	$R_A= 53$ dB <sub>A</sub> $R_{tr}= 50$ dB <sub>A</sub>



frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	40	
63	42	42
80	43	
100	44	
125	45	45
160	47	
200	47	
250	47	48
315	48	
400	45	
500	46	46
630	49	
800	51	
1000	54	53
1250	56	
1600	59	
2000	62	61
2500	64	
3150	67	
4000	69	69
5000	71	

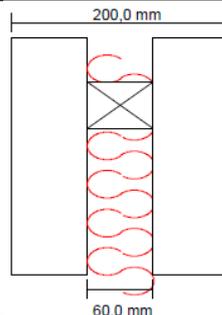


**Nota:** Valores obtenidos a partir de cálculo, empleando el software de predicción Insule 6.1 de la empresa Marsall acoustics. Para la realización de la simulación se ha supuesto la disposición de láminas con las características de los materiales componentes (hormigón armado y placa de poliestireno), y la existencia de conexiones rígidas entre los paneles interior y exterior cada 40 cm, correspondientes con los elementos de unión.

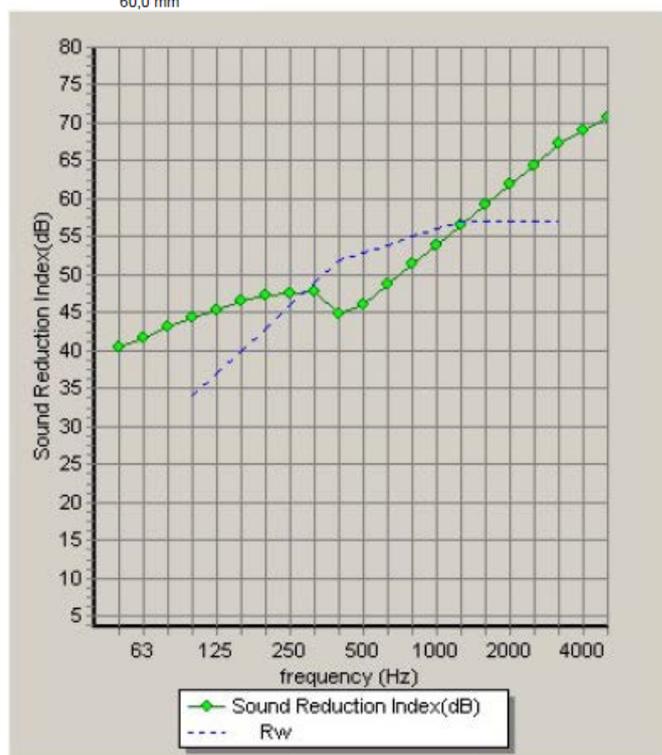
				<b>Muro térmico</b>	
		<b>Muro térmico con aislamiento intermedio de poliestireno (canto=20 cm y 6 cm aislante) Modelización según UNE-EN 1745:2002</b>			
		<b>Densidad del elemento</b>	$\rho$ hormigón armado=2400 Kg/m <sup>3</sup>		
			$\lambda$ hormigón= 2,2 W/mK $\lambda$ poliestireno= 0,036 W/mK (Tipo 6)		
		<b>Conductividad térmica</b>	$\lambda_{eq}$ =0,12 W/mK		
-Fig. Distribución temperatura.	-Fig. Distribución Flujo.	<b>Transmitancia y resistencia térmica</b>	$U=0,53$ W/ m <sup>2</sup> K $R=1,88$ m <sup>2</sup> K/W		

(1) Nota: Valor de Transmitancia Térmica para estimación previa. Calculado para condición de losa continua, sin juntas y sin huecos. Se ha supuesto una placa de conexión de 5 mm formada por fibra de vidrio y resina.

<b>PROPIEDADES ACÚSTICAS</b>	
<b>Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A</b>	$R_A= 53$ dB <sub>A</sub> $R_{tr}= 50$ dB <sub>A</sub>



frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	40	
63	42	42
80	43	
100	44	
125	45	45
160	47	
200	47	
250	47	48
315	48	
400	45	
500	46	46
630	49	
800	51	
1000	54	53
1250	56	
1600	59	
2000	62	61
2500	64	
3150	67	
4000	69	69
5000	71	



**Nota:** Valores obtenidos a partir de cálculo, empleando el software de predicción Insule 6.1 de la empresa Marsall acoustics. Para la realización de la simulación se ha supuesto la disposición de láminas con las características de los materiales componentes (hormigón armado y placa de poliestireno), y la existencia de conexiones rígidas entre los paneles interior y exterior cada 40 cm, correspondientes con los elementos de unión.

# Sound Insulation Prediction (v6.1)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2006

Margin of error is generally within +/- 3Rw

Job Name:

Notes:

Job No.:

Page No.:

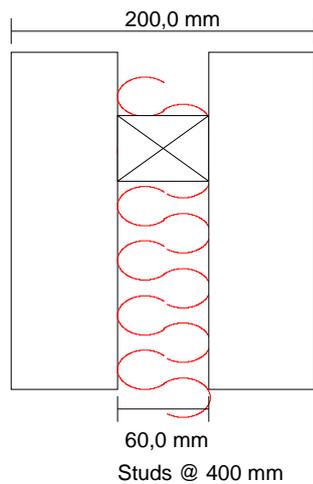
Date: 2 mar 11

Initials:

File Name:insul

1 x 70,0 mm Hormigón

1 x 70,0 mm Hormigón



<b>Rw 53</b>
C 0
Ctr -3

Surface Mass 163,8 kg/m<sup>2</sup>

Surface Mass 163,8 kg/m<sup>2</sup>

Critical Freq 427 Hz

Critical Freq 427 Hz

damping 0,01

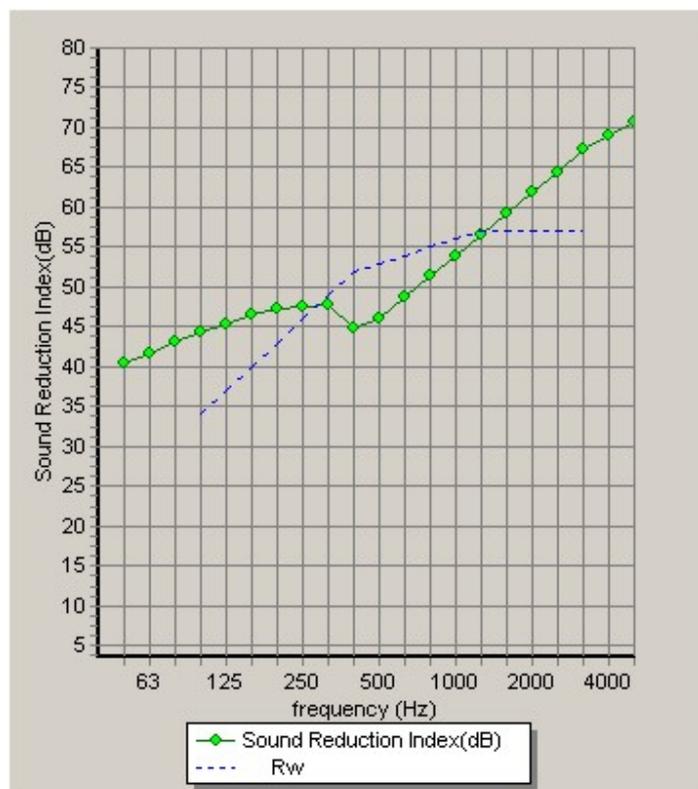
fo =27 Hz

damping 0,01

Panel Size 2,7x4 m

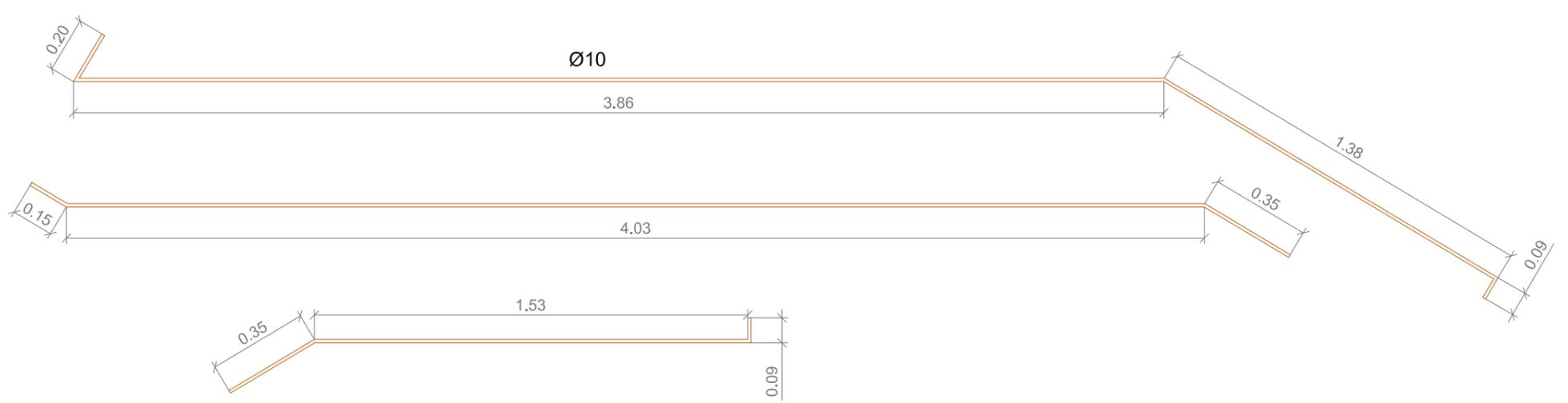
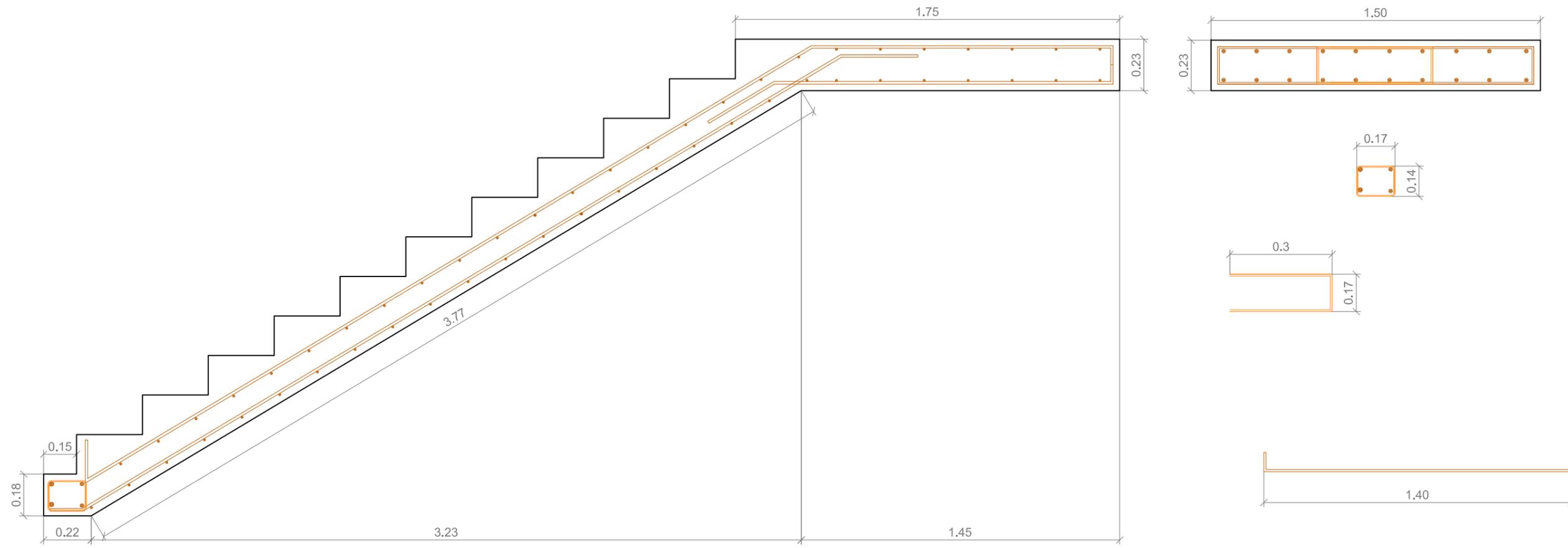
Infill Lana de Roca (60kg) Thickness 60 mm

frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	40	
63	42	42
80	43	
100	44	
125	45	45
160	47	
200	47	
250	47	48
315	48	
400	45	
500	46	46
630	49	
800	51	
1000	54	53
1250	56	
1600	59	
2000	62	61
2500	64	
3150	67	
4000	69	69
5000	71	





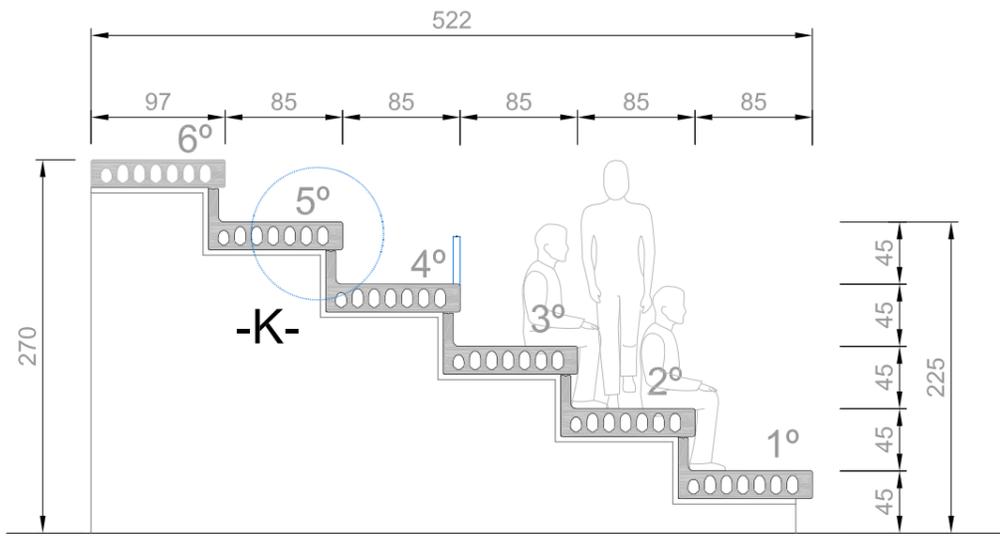
# ESCALERA PREFABRICADA



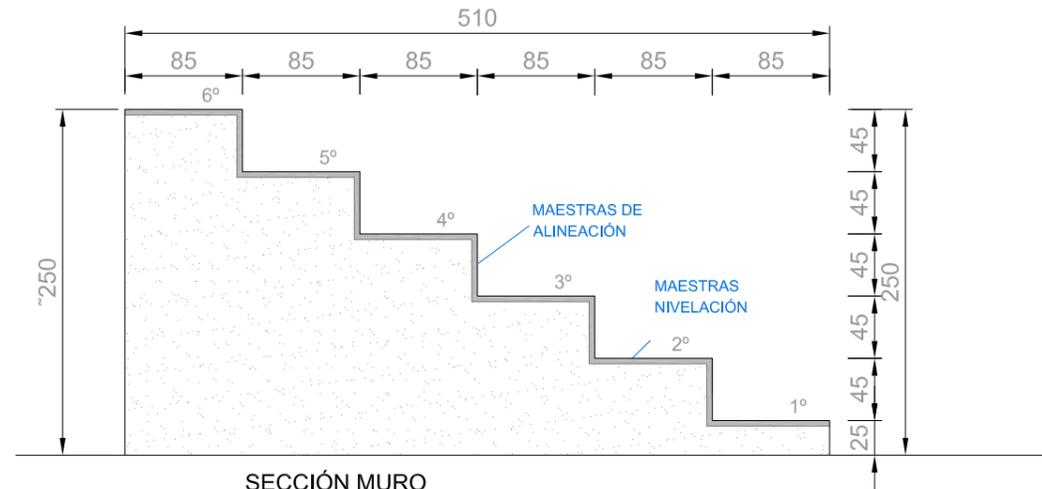
**Pavi**  
prefabricados

Cno. Viejo Onda-Castelló, 51  
12540 VILA-REAL (Castelló)  
Tel. 964 963 600  
Fax 964 506 634  
pavisp@pavLes

Proyecto:	---	Cod. Proyecto:		---	
Situación:	---				
Plano de:	ESCALERA PREFABRICADA	Nº Planos:	001	Revisión:	---
Promotor:	PREFABRICADOS PAVI	Escala:		1/20	
Dibujante:	OF. TÉCNICA PAVI, S.L.	Fecha:		04/06/2010	



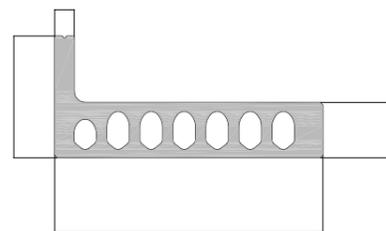
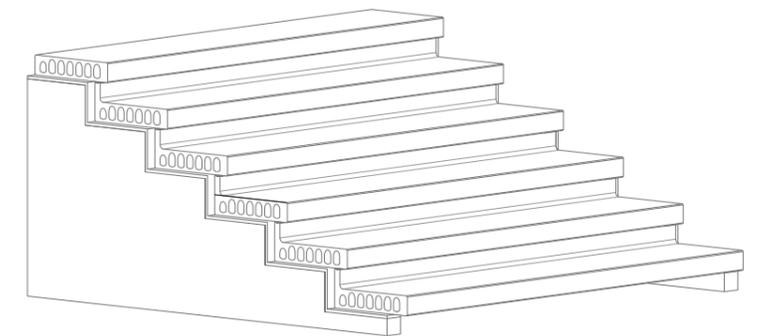
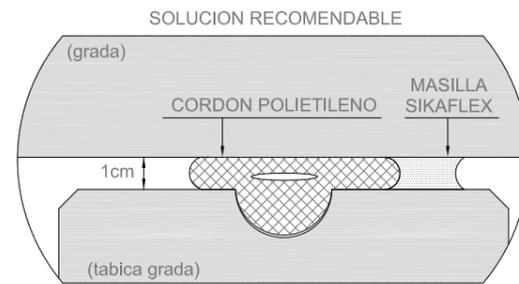
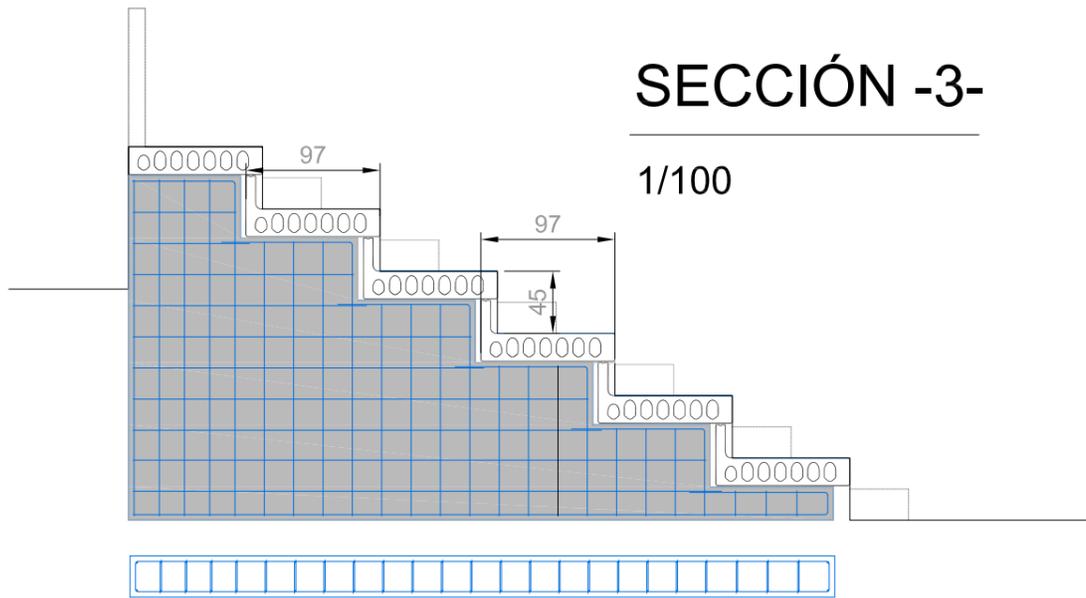
SECCIÓN GRADAS  
6 FILAS



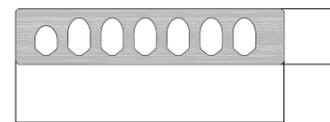
SECCIÓN MURO  
6 FILAS

## SECCIÓN -3-

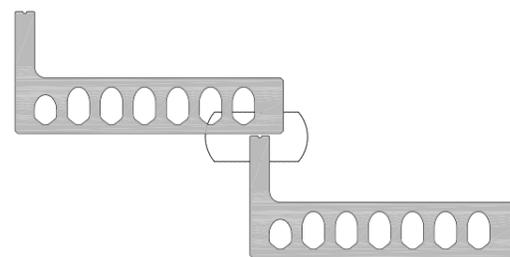
1/100



G-20\*97/44  
457.9 ml.



G-20\*97/20  
88.7 ml.



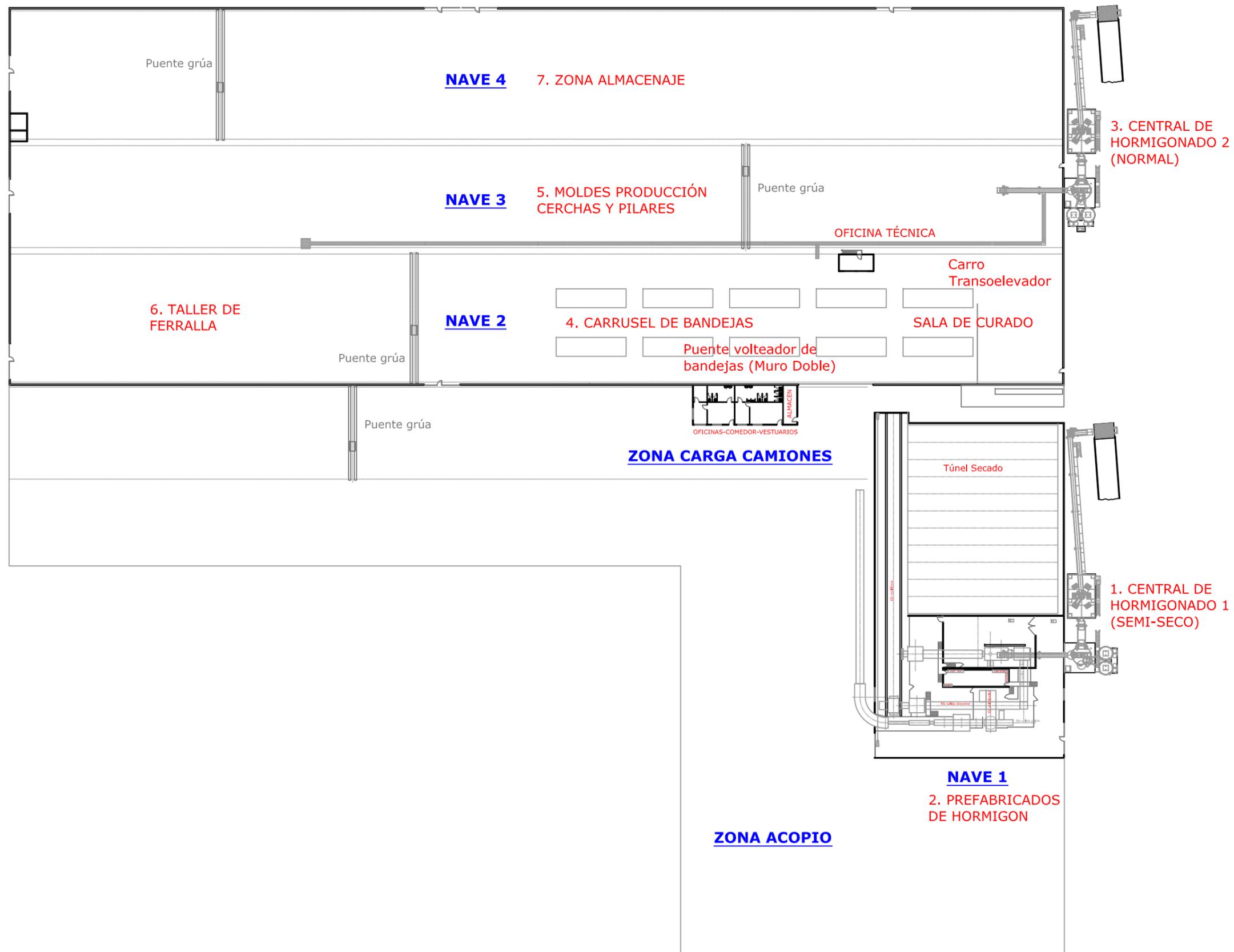
**Pavi**  
prefabricados

Cno. Viejo Onda-Castelló, 51  
12540 VILA-REAL, (Castelló)  
Tel. 964 963 600  
Fax: 964 508 634  
pavi@pavi.es

Proyecto:		Cod. Proyecto:	
Situación:			
Plano de:	GRADAS PREFABRICADAS		
Promotor:	-	Plano:	1
Dibujante:	OF. TÉCNICA PAVI, S.L.	Revisión:	A
		Fecha:	25/05/2010

## Anexo B: Fabricación y transporte de elementos prefabricados

- Planta distribución fabrica PAVI S.L.
- Anexo IX: Masas y dimensiones. Reglamento general de vehículos (Ministerio del Interior)
- Dossier técnico de montaje muro doble (PAVI S.L.)





## ANEXO IX - MASAS Y DIMENSIONES

(Incluye las modificaciones introducidas por la Orden PRE/52/2010, de 21 de enero)

---

### NORMATIVA

#### 1. Definiciones

A efectos de este Reglamento se entiende por:

- 1.1. Tara: masa del vehículo, con su equipo fijo autorizado, sin personal de servicio, pasajeros ni carga, y con su dotación completa de agua, combustible, lubricante, repuestos, herramientas y accesorios necesarios.
- 1.2. Masa en orden de marcha: se considera como masa en orden de marcha el resultado de sumar a la tara la masa estándar del conductor de 75 kg y para los autobuses y autocares, la masa del acompañante de 75 kg si lo lleva.
- 1.3. Masa en carga: la masa efectiva del vehículo y de su carga, incluida la masa del personal de servicio y de los pasajeros,
- 1.4. Masa por eje: la que gravita sobre el suelo, transmitida por la totalidad de las ruedas acopladas a ese eje.
- 1.5. Dimensiones máximas autorizadas: las dimensiones máximas para la utilización de un vehículo establecidas en este anexo. Todas las dimensiones máximas autorizadas que se especifican en este anexo se medirán con arreglo al anexo I de la Directiva 70/156/CEE, sin tolerancia positiva.
- 1.6. Masa máxima autorizada (MMA): la masa máxima para la utilización de un vehículo con carga en circulación por las vías públicas.
- 1.7. Masa máxima técnicamente admisible: la masa máxima del vehículo basada en su construcción y especificada por el fabricante.
- 1.8. Masa máxima autorizada por eje: la masa máxima de un eje o grupo de ejes con carga para utilización en circulación por las vías públicas.
- 1.9. Masa máxima por eje técnicamente admisible: la masa máxima por eje basada en su construcción y especificada por el fabricante.
- 1.10. Masa remolcable máxima autorizada: masa autorizada máxima de un remolque o semirremolque destinado a ser enganchado al vehículo de motor y hasta la cual puede matricularse o ponerse en servicio el vehículo. En el caso de un remolque de eje central o semirremolque, la masa remolcable máxima autorizada será la masa real máxima del remolque menos su carga real vertical sobre el punto de acoplamiento, es decir, la masa correspondiente a la carga soportada por los ejes del remolque.
- 1.11. Masa remolcable máxima técnicamente admisible: la masa remolcable máxima basada en su construcción y especificada por el fabricante.

1.12. Masa máxima técnicamente admisible del conjunto: suma de las masas del vehículo de motor cargado y del remolque arrastrado cargado, basadas en la construcción del vehículo de motor y especificadas por el fabricante.

1.13. Masa máxima autorizada del conjunto: suma de las masas del vehículo de motor cargado y del remolque arrastrado cargado para su utilización por las vías públicas.

1.14. Carga vertical máxima técnicamente admisible sobre el acoplamiento: carga máxima sobre el acoplamiento establecida en la concepción del vehículo de motor y/o del acoplamiento y especificada por el fabricante.

1.15. Carga indivisible: la carga que, para su transporte por carretera, no puede dividirse en dos o más cargas sin coste o riesgo innecesario de daños y que, debido a sus dimensiones o masa, no puede ser transportada por un vehículo de motor, remolque, tren de carretera o vehículo articulado que se ajuste en todos los sentidos a las disposiciones del presente Reglamento.

Se considera también carga indivisible la constituida por varios elementos de la misma naturaleza y destinados al mismo fin, con dimensiones idénticas o diferentes, de los que uno o dos de las dimensiones del mayor elemento del conjunto exceden las dimensiones máximas establecidas en la respectiva reglamentación.

1.16. Suspensión neumática: una suspensión se considera neumática si al menos el 75% del efecto elástico se debe a un dispositivo neumático.

1.17. Suspensión equivalente o suspensión neumática reconocida: sistema de suspensión para eje(s) motor no dirigido(s) que cumple los requisitos establecidos en la reglamentación vigente recogida en el anexo I.

1.18. Dispositivo de elevación del eje: dispositivo permanente montado en un vehículo con objeto de reducir o incrementar la carga sobre el(los) eje(s) según las condiciones de carga del vehículo,

1. bien levantando completamente las ruedas del suelo/bajándolas del suelo,
2. o bien sin levantar las ruedas del suelo (por ejemplo, en el caso de sistemas de suspensión neumática u otros sistemas), con objeto de reducir el desgaste de los neumáticos cuando el vehículo no esté completamente cargado, o para facilitar el arranque (inicio de la marcha) sobre terreno resbaladizo a los vehículos de motor o conjuntos de vehículos, incrementando la carga sobre el eje motor.

1.19. Eje retráctil: eje que pueda elevarse o bajarse mediante el dispositivo de elevación del eje, tal como se menciona en el número 1 del apartado 1.18.

1.20. Eje descargable: eje sobre el cual puede variarse la carga sin que el eje esté levantado, mediante el dispositivo de elevación del eje, tal como se menciona en el número 2 del apartado 1.18.

1.21. Grupo de ejes: los ejes que forman parte de un bogie. En el caso de dos ejes, el grupo se denominará tándem, y tándem triaxial en caso de tres ejes. Convencionalmente, se considerará que un solo eje es un grupo de un eje.

1.22. Tonelada: masa correspondiente a 1.000 kg.

## 2. Masas máximas permitidas

2.1. No se permite la circulación:

2.1.1. De vehículos con ruedas neumáticas o de elasticidad similar que ejerzan sobre el pavimento una presión superior a 9 kilogramos por centímetro cuadrado de superficie bruta de apoyo. Se asimilan a estos vehículos los denominados «orugas» cuyas superficies de contacto con el suelo sean planas y no presenten salientes y los contemplados en el párrafo segundo del apartado 5.1 del artículo 12 de este Reglamento.

2.1.2. De vehículos de tracción animal provistos de ruedas no neumáticas o de elasticidad similar, con masa en carga que sobrepase los 150 kilogramos por centímetro de ancho de banda de rodadura.

2.1.3. De aquellos en que los neumáticos soporten cargas superiores a las que determinen sus normas de seguridad (en función de sus índices de carga y velocidad máxima del vehículo).

2.1.4. De vehículos con masas por eje que excedan los límites indicados en la tabla 1 del presente anexo.

2.1.5. De vehículos con masa máxima autorizada superior a los límites indicados en la tabla 2 del presente anexo.

2.1.6. De los trenes de carretera en los que la distancia entre el eje posterior del vehículo motor y el delantero del remolque sea inferior a 3,00 metros.

2.1.7. De vehículos o conjuntos de vehículos en los que la masa soportada por el eje motor o los ejes motores sea inferior al 25 por 100 de la masa total en carga del vehículo o conjunto de vehículos.

2.1.8. De vehículos de motor de 4 ejes cuya masa máxima autorizada en toneladas sea superior a 5 veces la distancia en metros comprendido entre los centros de los ejes extremos del vehículo.

	Toneladas
Eje simple:	
Eje motor	11,5
Eje motor de los vehículos de la clase I (autobuses urbanos), según la clasificación de la Directiva 2001/85/CE, de 20 de noviembre	13
Eje motor de los vehículos de las clases II y III (autobuses interurbanos), según la clasificación de la Directiva 2001/85/CE, de 20 de noviembre	12,6

Eje no motor	10
Eje tándem de los vehículos de motor:	
Si la separación «d» de dos ejes es inferior a 1,00 metros ( $d < 1,00 \text{ m}$ )	11,5
Si es igual o superior a 1,00 metros e inferior a 1,30 metros ( $1,00 \text{ m} \leq d < 1,30 \text{ m}$ )	16
Si es igual o superior a 1,30 metros e inferior a 1,80 metros ( $1,30 \text{ m} \leq d < 1,80 \text{ m}$ )	18
En el caso anterior si el eje motor va equipado con neumáticos dobles y suspensión neumática o reconocida como equivalente a escala comunitaria, o cuando cada eje motor esté equipado con neumáticos dobles y la masa máxima de cada eje no excede de las 9,5 toneladas	19
Eje tándem de los remolques o semirremolques:	
Si la separación «d» de los ejes es inferior a 1,00 metros ( $d < 1,00 \text{ m}$ )	11
Si es igual o superior a 1,00 metros e inferior a 1,30 metros ( $1,00 \text{ m} \leq d < 1,30 \text{ m}$ )	16
Si es igual o superior a 1,30 metros e inferior a 1,80 metros ( $1,30 \text{ m} \leq d < 1,80 \text{ m}$ ) <b>(1)</b>	18
Si es igual o superior a 1,80 metros ( $1,80 \text{ m} \leq d$ )	20
Tándem triaxial de los remolques o semirremolques:	
Si la distancia es igual o inferior a 1,30 metros ( $d \leq 1,30 \text{ m}$ )	21
Si la distancia es superior a 1,30 metros e inferior o igual a 1,40 metros ( $1,30 \text{ m} < d \leq 1,40 \text{ m}$ )	24

**(1)** Salvo para semirremolques equipados con caja basculante reforzada para la utilización específica en construcción, obras o minería que será de 20 toneladas.

Tabla 2. Masas máximas autorizadas

	Toneladas
Vehículos de motor:	
Vehículo de motor de dos ejes <b>excepto autobuses</b>	18
Autobuses de dos ejes de la clase I (urbano), según la clasificación de la	20

Directiva 2001/85/CE, de 20 de noviembre	
Autobuses de dos ejes de las clases II y III (interurbano y largo recorrido), según la clasificación de la Directiva 2001/85/CE, de 20 de noviembre	19
Vehículo de motor de tres ejes	25
Vehículo de motor de tres ejes, cuando el eje motor vaya equipado con neumáticos dobles y suspensión neumática o reconocida como equivalente a escala comunitaria, o cuando cada eje motor esté equipado de neumáticos dobles y la masa máxima de cada eje no exceda de 9,5 toneladas	26
Autobuses articulados de 3 ejes	28
Vehículo rígido de 4 ejes con dos direccionales, cuando el eje motor vaya equipado con neumáticos dobles y suspensión neumática o reconocida como equivalente a escala comunitaria, o cuando cada eje motor esté equipado de neumáticos dobles y la masa máxima de cada eje no exceda de 9,5 toneladas	32
Otros vehículos rígidos de 4 ejes	31
Remolques:	
Remolque de dos ejes	18
Remolque de tres ejes	24
Vehículos articulados de 4 ejes:	
Vehículo motor de 2 ejes y semirremolque en el cual la distancia entre ejes sea igual o superior a 1,3 m y sea inferior a 1,80 metros	36
Vehículo motor de 2 ejes y semirremolque en el cual la distancia entre ejes sea igual o superior a 1,80 metros <b>(1)</b>	36
Vehículo motor de 2 ejes, equipado en el eje motor con ruedas gemelas, suspensión neumática o reconocida como equivalente y por un semirremolque en el cual la distancia entre ejes sea superior a 1,80 metros, y se respeten la masa máxima autorizada del vehículo motor (18 toneladas) y la masa máxima autorizada de 1 eje tándem del semirremolque (20 toneladas)	38
Otros vehículos articulados de 4 ejes compuestos por un tractor de 2 ejes y un semirremolque de otros 2 ejes	36
Vehículos articulados de 5 o más ejes:	
Vehículo motor con 2 ejes y con semirremolque de 3 ejes	40

Vehículo motor con 3 ejes y con semirremolque de 2 ó 3 ejes	40
Vehículo motor de 3 ejes con semirremolque de 2 ó 3 ejes llevando, en transporte combinado, un contenedor o caja móvil cerrados, igual o superior a 20 pies y homologado para el transporte combinado	44
Vehículo motor de 2 ejes con semirremolque de 3 ejes llevando, en transporte combinado, un contenedor o caja móvil cerrados, igual o superior a 20 pies y homologado para el transporte combinado	42
Trenes de carretera de 4 ejes:	
Vehículo motor de 2 ejes y remolque de 2 ejes	36
Trenes de carretera de 5 o más ejes:	
Vehículo de motor con 2 ejes con remolque de 3 ejes	40
Vehículo de motor con 3 ejes con remolque de 2 ó 3 ejes	40

**(1)** Salvo cuando el semirremolque esté equipado con caja basculante reforzada para la utilización específica en construcción, obras o minería que será de 38 toneladas, siempre que la carga impuesta sobre el dispositivo de acoplamiento sea compatible con las masas máximas por eje establecidas en la tabla 1.

### **3. Dimensiones máximas autorizadas a los vehículos para poder circular, incluida la carga**

3.1. Las dimensiones máximas autorizadas a los vehículos para poder circular son las siguientes:

*Tabla 3. Dimensiones máximas autorizadas*

<b>Longitud</b>	<b>Metros</b>
Vehículos de motor, excepto autobuses	12,00
Remolques	12,00
Vehículos articulados, excepto autobuses	16,50
Distancia máxima entre el eje del pivote de enganche y la parte trasera del semirremolque	12,00
Distancia entre el eje del pivote de enganche y un punto cualquiera de parte delantera del semirremolque, horizontalmente	2,04
Trenes de carretera <b>(1)</b>	18,75

La distancia máxima, medida en paralelo al eje longitudinal del tren de carretera, entre los puntos exteriores situados más adelante de la zona de carga detrás de la cabina y más atrás del remolque del conjunto vehículos, menos la distancia entre la parte trasera del vehículo motor y la parte delantera del remolque	15,65
Distancia máxima, medida en paralelo al eje longitudinal del tren de carretera, entre los puntos exteriores situados más adelante de la zona de carga detrás de la cabina y más atrás del remolque del conjunto de vehículos	16,40
Autobuses articulados	18,75
Autobuses rígidos de 2 ejes	13,50
Autobuses rígidos de más de 2 ejes	15,00
Autobuses con remolque, incluidos éste	18,75

En el caso de autobuses equipados con accesorios desmontables, como los porta esquís, la longitud del vehículo, accesorios incluidos, no sobrepasará las máximas previstas en este apartado.

<b>Anchura</b>	<b>Metros</b>
La anchura máxima autorizada, como regla general	2,55
Superestructuras de vehículos acondicionados (2)	2,60
Autobuses especialmente acondicionados para el traslado de presos (3)	2,60

(1) La longitud de los trenes de carretera especializados en el transporte de vehículos, circulando con carga, puede aumentarse hasta un total de 20,55 metros utilizando un voladizo o soporte de carga trasero autorizado para ello. El voladizo o soporte de carga trasero no podrá sobresalir en relación a la carga. La carga podrá sobresalir por detrás, sin exceder el total autorizado, siempre que el último eje del vehículo que se transporta descansa en la estructura del remolque. La carga no podrá sobresalir por delante del vehículo de tracción.

(2) Un vehículo acondicionado es cualquier vehículo cuyas superestructuras fijas o móviles estén parcialmente equipadas para el transporte de mercancías a temperaturas dirigidas y en el que el espesor de cada pared lateral, incluido el aislamiento, sea de 45 mm. como mínimo.

(3) Se entiende por vehículo tipo autobús, especialmente acondicionado para el traslado de presos, el constituido por un compartimiento central para celdas separado del delantero (conducción y escolta) y trasero (escolta), así como por un pasillo central.»

3.2. Se deberá cumplir además que:

3.2.1. La carga no debe comprometer la estabilidad del vehículo, perjudicar las obras y plantaciones de la vía o constituir obstáculo para su paso bajo los puentes, viaductos o instalaciones aéreas.

3.2.2. Todo vehículo de motor y todo conjunto de vehículos deben ser capaces de describir por ambos lados una trayectoria circular completa de 360° dentro de un área definida por dos círculos concéntricos cuyos radios exterior e interior sean respectivamente de 12,50 metros y de 5,30 metros, sin que ninguno de los puntos extremos exteriores del vehículo se proyecten fuera de las circunferencias de los círculos.

3.2.2 bis. Otros requisitos aplicables a los autobuses: Cuando el vehículo esté parado, se determinará, trazando una recta en el suelo, un plano vertical tangente respecto del costado del vehículo orientado hacia el exterior del círculo. En el caso de un autobús articulado, las dos partes rígidas deberán alinearse con dicho plano.

Cuando, al maniobrar en línea recta, el autobús entre en la superficie circular descrita en el punto 3.2.2, ninguna parte del mismo rebasará en más de 0,60 m. dicho plano vertical.

3.2.3. Requisitos adicionales para los vehículos de las categorías M2, M3 y N.

Cuando el vehículo avance hacia un lado u otro siguiendo el círculo de 12,5 metros de radio, ninguna parte del mismo rebasará dicho plano vertical en más de 0,8 metros, en el caso de un vehículo rígido, ni en más de 1,2 metros en el caso de un vehículo articulado de las categorías M2 o M3.

Para los vehículos dotados de un dispositivo de elevación de eje, este requisito será asimismo de aplicación con el(los) eje(s) en posición elevada.

Para los vehículos de categoría N con ejes retráctiles o descargables en posición elevada, el valor de 0,8 metros deberá ser sustituido por el de 1,0 metros.

3.3. La anchura de circulación de los vehículos especiales reseñados a continuación, que son las que regirán a todos los efectos en este Reglamento, se determinará como sigue:

3.3.1. Para los tractores agrícolas, portadores, motocultores, tractocarros, y sus remolques, su anchura de circulación será la del vehículo parado, incluida la carga en su caso.

3.3.2. Para los útiles, aperos y otros equipos agrícolas montados, suspendidos o semisuspendidos en tractores o motocultores, su anchura de circulación será la del equipo parado, disminuida en la distancia en que la parte derecha sobresalga lateralmente de la cara más externa de las ruedas del mismo lado del vehículo que las porte o arrastre, con un máximo a descontar de 0,5 metros.

3.3.3. Para las máquinas agrícolas, su anchura de circulación será la de la máquina parada, disminuida en 0,5 m, si bien esta disminución no será aplicable a aquellas máquinas que, disponiendo de elementos abatibles o desmontables, no los lleven recogidos o desmontados.

3.3.4. Para las restantes máquinas, su anchura de circulación será la de la máquina parada.

3.3.5. Para los conjuntos de estos vehículos, su anchura de circulación será la mayor de todas las individuales después de ser determinadas como en los apartados 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 y/o 3.3.4.

<b>Altura:</b>	<b>Metros</b>
Altura máxima de los vehículos incluida la carga, como norma general	4,00
Altura máxima de los autobuses clase I (urbano)	4,20
Altura máxima de los siguientes vehículos, incluida la carga: - Portavehículos: camiones (rígidos) y conjuntos de vehículos (trenes de carretera y vehículos articulados), cuando estén especializados en el	4,50

transporte de vehículos	
-------------------------	--

- Vehículos grúa: los destinados a la retirada de vehículos accidentados o averiados.
- Vehículos que transportan contenedores cerrados homologados para el transporte combinado o intermodal

#### 4. Masas remolcables para vehículos no agrícolas

4.1. La masa máxima remolcable, para remolque, de un vehículo de categorías M y N, no podrá superar:

4.1.1. La masa máxima remolcable técnicamente admisible basada en la construcción del vehículo y/o de la resistencia del dispositivo de enganche en su caso.

4.1.2. Según el freno del remolque:

4.1.2.1. Para arrastrar remolques sin freno: la mitad de la tara del vehículo tractor, incrementada en 75 kg, no excediendo en ningún caso de 750 kg.

4.1.2.2. Para arrastrar remolques con solo freno de inercia: la masa máxima autorizada del vehículo tractor (1,5 veces la MMA si el vehículo a motor es todo terreno), no excediendo en ningún caso de 3.500 kg.

4.1.2.3. Para arrastrar remolques con freno continuo:

Si el vehículo a motor es de categoría M, igual que en el apartado 4.1.2.2

Si el vehículo a motor es de categoría N:

Categoría N1: igual que en el apartado 4.1.2.2.

Categorías N2 y N3: 1,5 veces la MMA del vehículo tractor.

4.2. Carga vertical sobre el acoplamiento de los vehículos a motor:

En el caso de remolques de eje central, la carga vertical máxima autorizada sobre el acoplamiento del vehículo tractor, transmitida a través del dispositivo de tracción del remolque (cuando su carga esté uniformemente distribuida), no superará el menor de los valores siguientes: 10% de la masa máxima del remolque o 1.000 kg. Esta carga vertical se tendrá en cuenta para determinar la masa máxima autorizada del vehículo tractor y de su(s) eje(s) trasero(s).

4.3. Masas máximas del conjunto tractor más remolque (MMC):

La masa máxima de un vehículo tractor, para formar un conjunto con remolque, será como máximo:

$MMC = MMA + MMR$  del vehículo tractor

Este valor podrá estar limitado por los siguientes valores:

Masa máxima del conjunto técnicamente admisible declarado por el fabricante, basada en su construcción.

Masa máxima del conjunto legalmente admisible, cuando proceda.

4.4. Masas máximas del conjunto tractor más semirremolque:

Las MMA total y por ejes no deben sobrepasar los respectivos valores límites, que vendrán condicionados por la posición de la quinta rueda, así como no se debe sobrepasar la MMC.

La MMC de un vehículo tractor, para formar un conjunto con un semirremolque, podrá estar limitado por los siguientes valores:

Masa máxima del conjunto técnicamente admisible declarado por el fabricante, basada en su construcción.

Masa máxima del conjunto legalmente admisible.

## 5. Masas remolcables para vehículos agrícolas

La formación y circulación de vehículos especiales agrícolas se ajustará a lo siguiente:

5.1. Siempre que el enganche del vehículo tractor forme un par compatible con el del remolcado, y salvo las demás limitaciones y prohibiciones contenidas en el apartado 5.2, podrán arrastrar, hasta los límites señalados en el apartado 5.4:

- a) Los tractores agrícolas y portadores, cualquier tipo de remolque agrícola, máquina agrícola remolcada y apero.
- b) Los motocultores, cualquier tipo de remolque agrícola, máquina agrícola remolcada de un eje y apero.
- c) Las máquinas equiparadas a motocultor, aquellos remolques agrícolas y máquinas agrícolas remolcadas de un eje con los que formen un equipo de trabajo y así conste en el certificado de características de la máquina tractora.
- d) Las máquinas agrícolas automotrices, aquellos remolques agrícolas y máquinas agrícolas remolcadas, con los que formen un equipo de trabajo y así conste en el certificado de características de la máquina tractora.

5.2. Cuando carezcan de frenos, los motocultores y máquinas equiparadas no podrán arrastrar ningún remolque, semirremolque o máquina remolcada que, asimismo, carezca de frenos, los posea de inercia o tenga otros no accionables desde el puesto de conducción.

5.3. A los efectos de este anexo, se considerará como una sola unidad remolcada el conjunto formado por una máquina y un remolque agrícola o por dos máquinas que sean arrastradas por un tractor cuando formen un equipo de trabajo y así conste en el certificado de características de la máquina principal.

5.4. Las relaciones máximas autorizadas entre la masa en carga de los vehículos remolcados y la masa en vacío de los vehículos que los arrastren a que se refiere el apartado 5.1 son las indicadas en la tabla 4.

5.5. Sobre las relaciones máximas fijadas en la tabla 4 de carácter general, prevalecerán, además de las indicadas en los incisos anteriores:

- a) Las relaciones de masas más estrictas que figuren en los certificados de características de los vehículos tractores y de los remolques.
- b) Las relaciones de masas que figuren en las tarjetas de compatibilidad de aquellos conjuntos que circulen a su amparo.

5.6. La masa máxima remolcable de vehículos especiales agrícolas, para remolques agrícolas y las máquinas agrícolas remolcadas, no podrá superar:

5.6.1. La masa máxima remolcable técnicamente admisible declarada por su fabricante, basado en su construcción.

5.6.2. Según el freno del remolque:

5.6.2.1. Para arrastrar remolques sin freno: La masa máxima autorizada no excederá en ningún caso de 1.500 kg, excepto para las máquinas agrícolas remolcadas, que el límite será de 3.000 kg y para los remolques portacortes que podrán carecer de freno de servicio.

5.6.2.2. Para arrastrar remolques sólo con freno de inercia: La masa máxima autorizada no excederá de 6.000 kg.

Tabla 4. Relaciones máximas autorizadas entre la masa en carga de los vehículos remolcados y la masa en vacío de los vehículos que los arrastren

			Clases y dispositivos de frenado de los vehículos remolcados							
			De un eje				De dos ejes			
			Provistos de freno de servicio			Carentes de frenos de servicio	Provistos de freno de servicio			Carentes de frenos de servicio
			Graduables semi-continuos (1)	Independientes (2)	Mecánicos de inercia		Graduables semi-continuos (1)	Independientes (2)	Mecánicos de inercia	
Clases y dispositivos de frenado de los vehículos arrastrados	Provistos de frenos de servicio	Tractores, portadores y máquinas automotrices	4,5	3	1	4,5	3	1		
		Motocultores y máquinas equiparadas	3			1	Según tarjeta de compatibilidad en caso de concederse			
	Carentes de frenos de servicio	Motocultores y máquinas equiparadas	3		Incompatibles		Según tarjeta de compatibilidad en caso de concederse		Incompatibles	

(1) Servoasistidos por energía hidráulica o neumática.

(2) Mecánicos o hidráulicos.

# MASAS Y DIMENSIONES

"ANEXO IX del Reglamento General de Vehículos aprobado por R.D. 2822/1998"

### Masas por eje máximas permitidas

#### Eje simple

Eje motor 11'5 Tm      Eje no motor 10 Tm

---

#### Eje tándem

Distancia entre ejes      Vehículo motor      Remolque ó semirremolque

$d < 1 \text{ m}$	11'5 Tm	11 Tm
$1 \text{ m} \leq d < 1'3 \text{ m}$	16 Tm	16 Tm
$1'3 \text{ m} \leq d < 1'8 \text{ m}$	18/19 <sup>(a)</sup> Tm	18 Tm ó 20 <sup>(b)</sup> Tm
$d \geq 1'8 \text{ m}$		20 Tm

(a) Cuando el eje motor vaya equipado con neumáticos dobles y suspensión neumática o reconocida como equivalente a escala comunitaria, o cuando cada eje motor este equipado de neumáticos dobles y la MMA de cada eje no exceda de 9'5 Tm.

(b) Para semirremolque equipados con caja basculante reforzada para la utilización específica en construcción, obras o minerías

---

#### Tándem triaxial

Distancia entre ejes      Remolque ó semirremolque

$d \leq 1'3 \text{ m}$	21 Tm
$1'3 \text{ m} \leq d < 1'4 \text{ m}$	24 Tm

$d$  = distancias entre ejes traseros

### NO SE PERMITE LA CIRCULACIÓN DE:

- Vehículos con ruedas neumáticas o de elasticidad similar que ejerzan sobre pavimento una presión superior a 9Kg/cm de superficie bruta de apoyo.
- Vehículos de tracción animal provistos de ruedas no neumáticas, o de elasticidad similar con en masa en carga que sobrepase los 150Kg/cm de banda de rodadura.
- Vehículos en que los neumáticos soporten cargas superiores a las que determinen sus normas de seguridad (índice de carga y velocidad máximas).
- Vehículos o conjunto de vehículos en los que la masa soportada por el eje motor o los ejes motores sea inferior al 25% de masa total en carga del vehículo o conjunto de vehículos.

### Masas máximas autorizadas

#### Vehículos rígidos

Vehículo rígido de 2 ejes	Vehículo rígido de 3 ejes	Vehículo rígido de 4 ejes
18 Tm	25 / 26 <sup>(a)</sup> Tm	31 / 32 <sup>(b)</sup> Tm

(a) Cuando el eje motor vaya equipado con neumáticos dobles y suspensión neumática o reconocida como equivalente a escala comunitaria, o cuando cada eje motor esté equipado de neumáticos dobles y las MMA de cada eje no exceda de 9'5 Tm

(b) Vehículo rígido de cuatro ejes con dos direccionales, cuando el eje motor vaya equipado con neumáticos dobles y suspensión neumática o reconocida como equivalente a escala comunitaria, o cuando cada eje motor este equipado de neumáticos dobles y la MMA de cada eje no exceda de 9'5 Tm.

### Vehículos articulados

#### Vehículos articulados de cuatro ejes

36/38<sup>(c)</sup> Tm

(c) 1. Cuando el eje motor vaya equipado con ruedas gemelas, suspensión neumática o reconocida como equivalente, la distancia entre ejes del semirremolque sea  $> 1'8 \text{ m}$ , y se respeten las MMA del vehículo motor (18Tm) y la MMA de un eje tándem del semirremolque (20 Tm).

2. Cuando el semirremolque ( $d \geq 1'8 \text{ m}$ ) esté equipado con caja basculante reforzada para la utilización específica en construcción, obras o minería será de 38 Tm, siempre que la carga impuesta sobre el dispositivo de acoplamiento sea compatible con las masas máximas por eje establecidas en el apartado de "Masas por eje máximas permitidas"

Pueden circular vehículos rígidos de 4 ejes cuya MMA en Tm sea inferior o igual a 5 veces la distancia en metros comprendido entre los centros de los ejes extremos.

### Vehículos articulados de cinco o más ejes

40 Tm

### Vehículos articulados de cinco o más ejes

Transporte combinado homologado

44 Tm

44 Tm

42 Tm

### Trenes de carretera

Trenes de carretera de cuatro ejes	Trenes de carretera de cinco ó mas ejes	Remolque de 2 ejes	Remolque de 3 ejes
36 Tm	40 Tm	18 Tm	24 Tm

### Longitud máxima autorizada

Vehículos rígidos, independientemente de sus ejes	Remolques
12 m	12 m

### Vehículos articulados

16'50 m

### Trenes de carretera

16'40 m • A

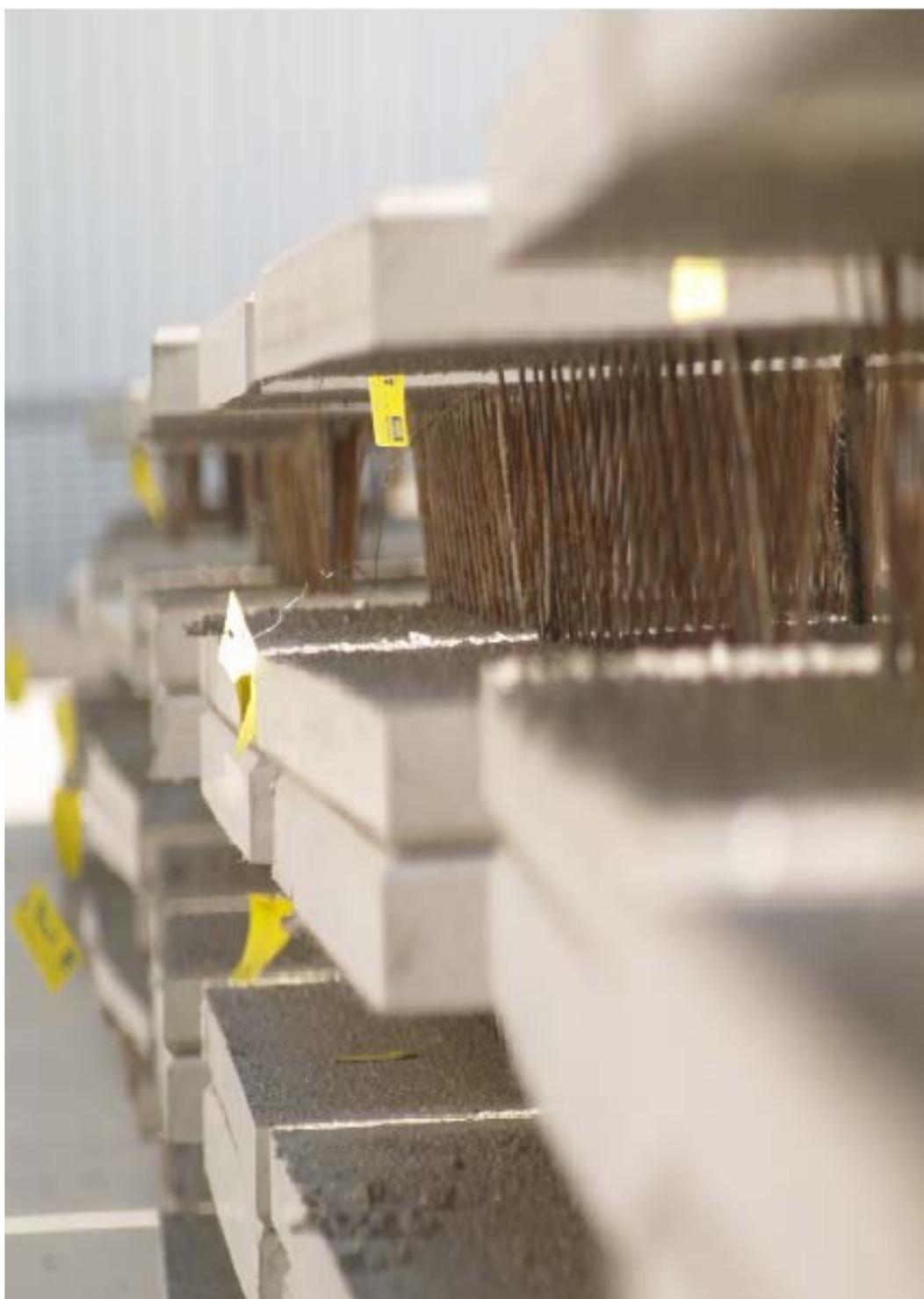
### Especializados en transporte de vehículos

circulando con carga

20'55 m

Anchura máxima autorizada	Altura máxima autorizada
2'55 m	4 m
	4 m

# INFORME TÉCNICO MURO DOBLE PAVI



## MURO DOBLE PAVI

### Especificaciones y Criterios generales de manipulación y montaje.

Elemento prefabricado compuesto por dos láminas de hormigón unidas mediante celosías de canto variable, que sirve para la realización de muros de todo tipo (garajes, sótanos, piscinas, contención, carga, cerramientos de nave industrial, túneles o puentes) conteniendo el acero necesario para las solicitaciones requeridas, realizándose únicamente el hormigonado “in situ” del alma sin necesidad de encofrado ni armadura.

Se describen en esta memoria los aspectos básicos a tener en cuenta en la descarga, almacenamiento y montaje del muro de doble cara prefabricado por PREFABRICADOS PAVI.

#### 1. Transporte y Manipulación

Según su tamaño, los elementos prefabricados estarán colocados en el camión sobre caballetes o rastreles. Las paredes se descargarán en su posición de estiba con los elementos de elevación previstos en ellos (ganchos) y los medios de elevación necesarios tales como grúa, eslingas, etc.

En la *Figura 1* se esquematiza el método de elevación. Puede observarse que se limita el ángulo entre las eslingas y la vertical a  $30^\circ$ .

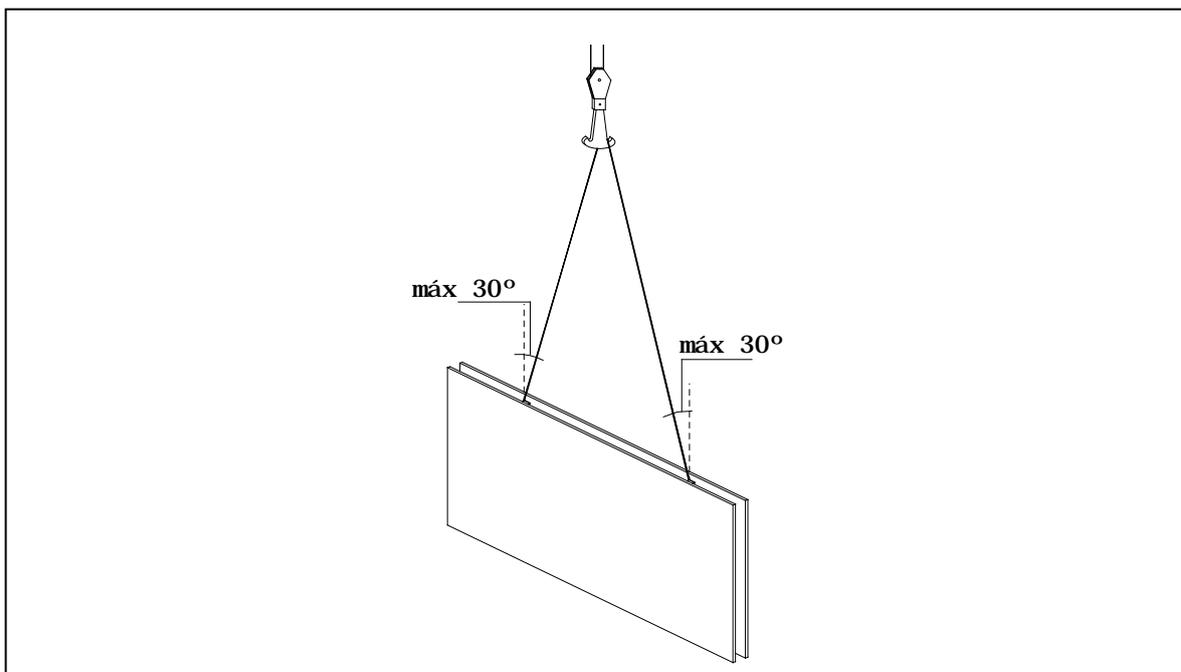


Figura 1

El lugar de almacenamiento deberá ser de fácil acceso, sin restos de escombros y plano.

Para proteger el aspecto y las calidades de las piezas, éstas deberán ser depositadas sobre un material resistente al peso, suficientemente blando para amortiguar los golpes y sin que deje marcas debidas a su humedad, a su dureza o a su color.

El almacenamiento de las piezas debe garantizar la estabilidad de las mismas (atar las piezas, poner tacos, etc.)

Si para facilitar las manipulaciones es preciso tumbar las piezas, se debe tener en cuenta no dañar ninguna cara del muro con las eslingas, para ello se utilizarán topes de madera.

## **2. Acopio**

En obra se puede acopiar de la misma forma que se realiza el transporte, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Al poner o quitar muros en un caballete, se alternarán las dos zonas de acopio del mismo. Los caballetes se deberán disponer sobre superficies planas.
- Cuando se acopien muros en horizontal, no se superarán tres alturas; si se acopia en obra, se hará sobre una superficie plana y limpia. Si es necesario se emplearán travesaños de madera o porex para proteger el acabado de los mismos.

## **3. Montaje**

El montaje de los muros de doble cara consta de dos etapas fundamentalmente:

*a) Posición del doble muro en su lugar de colocación.*

En esta primera etapa se posiciona el doble muro en su lugar de colocación previamente marcado en el replanteo.

En la cimentación deben estar colocadas con anterioridad las esperas en las que se “enhebra” el muro. Estas esperas serán especificadas por el Departamento de Ingeniería de PREFABRICADOS PAVI en cuanto a su separación, diámetro y longitud.

Una vez colocado el muro, se aploma y amarra con puntales.

En la *Figuras 3 y 4* se muestra el proceso aquí descrito:

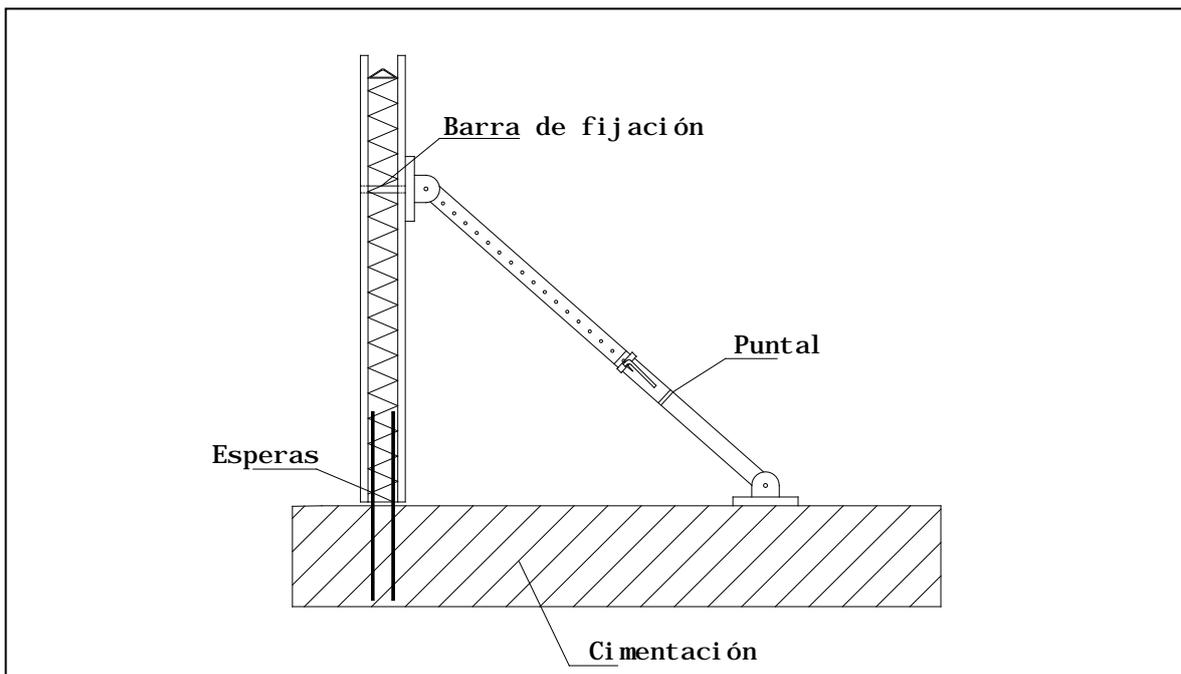


Figura 3

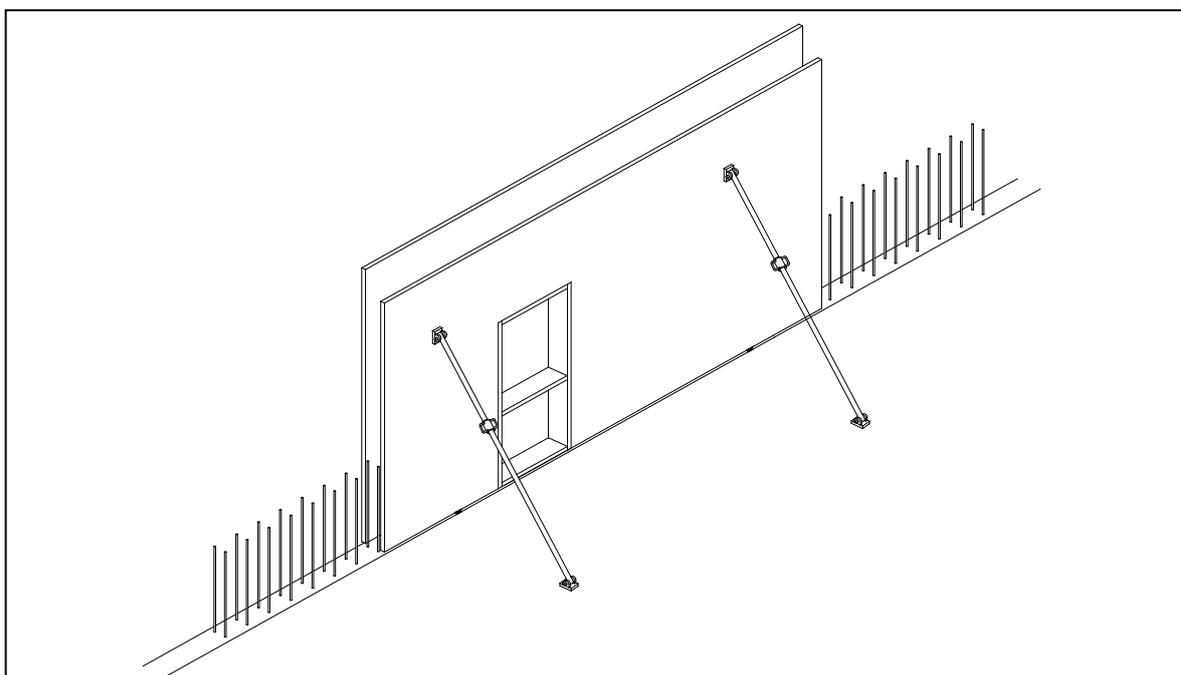


Figura 4

En la *Figura 5* se muestra una unión de muros en esquina sin armadura de unión (*a*) así como el detalle de unión con armadura (*b*). En general no será necesario colocar armaduras en las esquinas ni entre paneles ya que los muros son calculados por separado con flexión en un solo sentido.

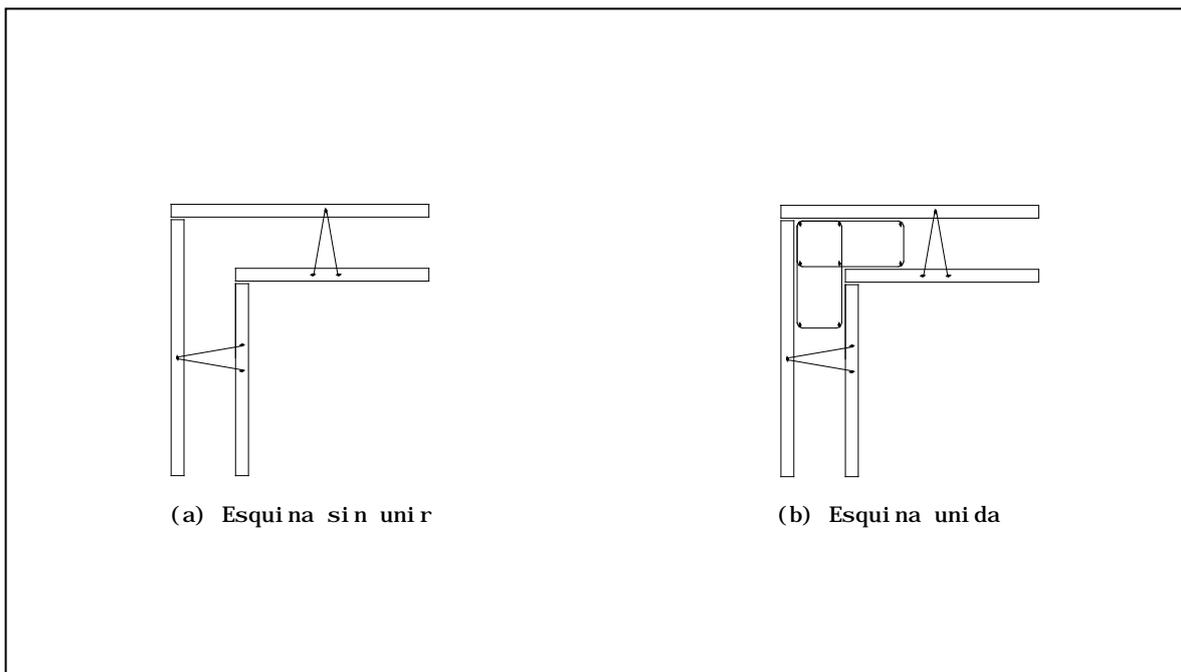


Figura 5

Por último debe tenerse en cuenta que **entre el muro y la cimentación deben dejarse aproximadamente de 2 a 3 cm** para que penetre el hormigón en la fase de hormigonado y se garantice que la unión entre muro y cimentación sea completa (ver *Figura 6*).

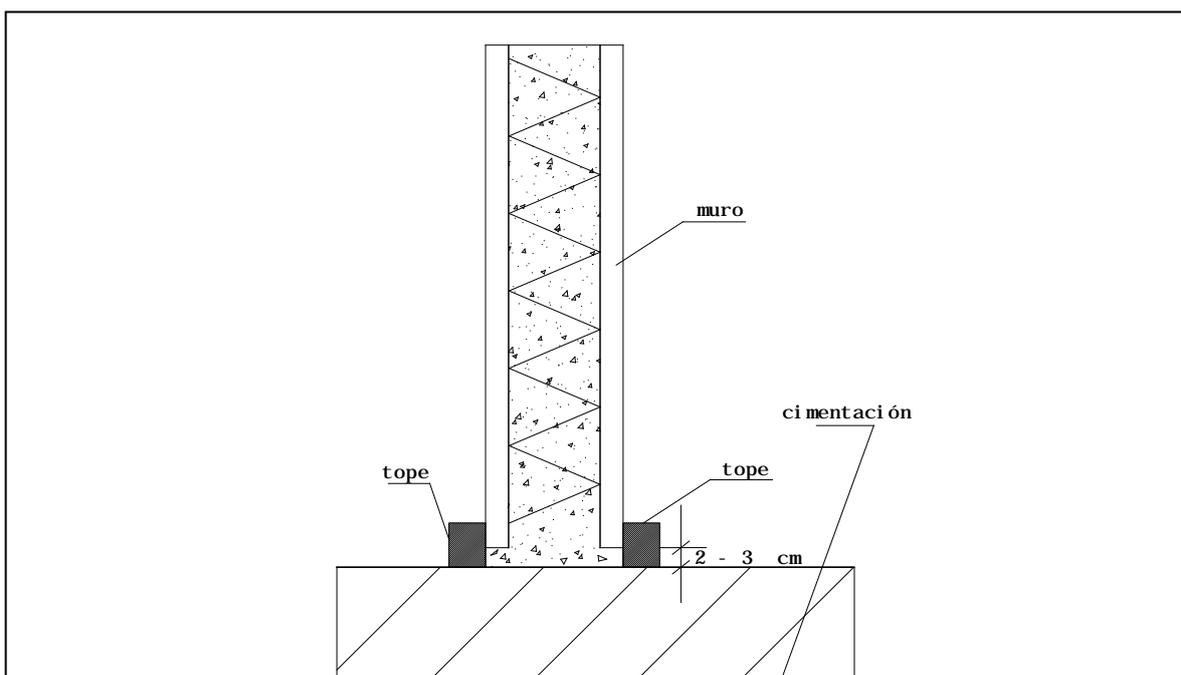


Figura 6

b) *Hormigonado del doble muro.*

Una vez que se tiene colocado el muro en su posición correcta como se ha expuesto en el apartado anterior, el siguiente paso es hormigonar la parte central de mismo, para ello se tendrán en cuenta ciertos aspectos que a continuación se enumeran:

- *Hormigonar por fases.* En cada fase se depositará una cantidad de hormigón equivalente a 1 – 1.2 m de altura (ver *Figura 7*). Con esto se evita un posible desprendimiento entre la lámina de hormigón del muro y la celosía.
- • *Vibrar* el hormigón vertido en cada fase.

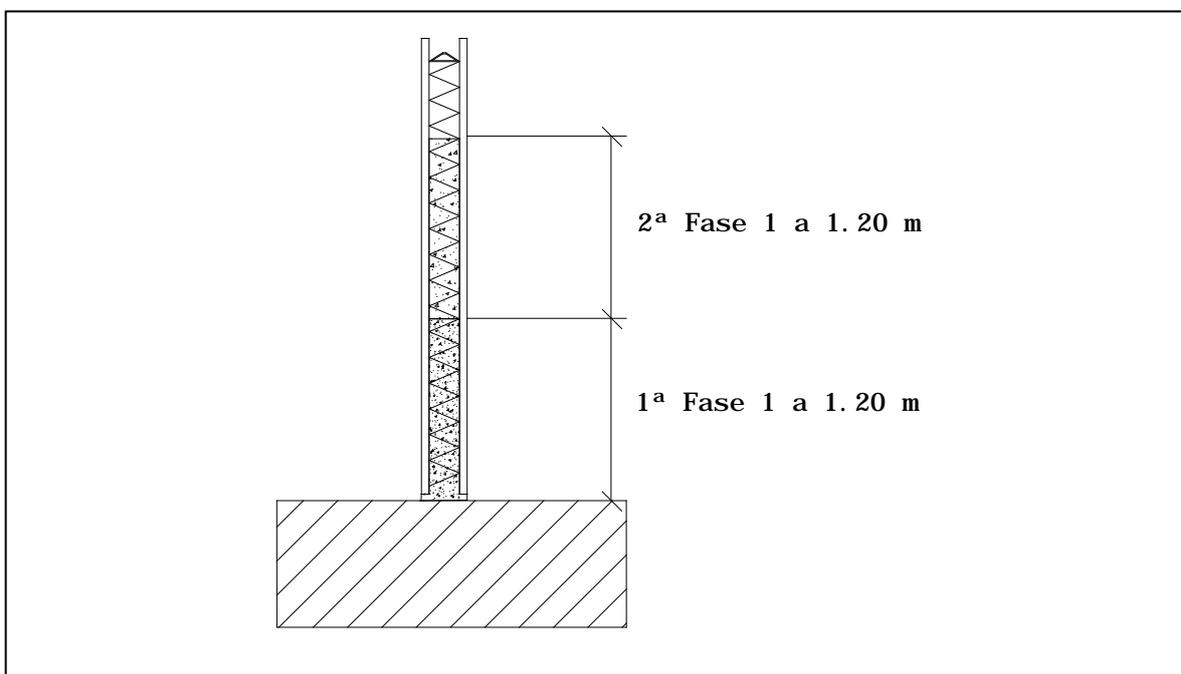


Figura 7

## MURO DOBLE PAVI

### Memoria Explicativa de su funcionamiento estructural.

El muro de doble cara que PREFABRICADOS PAVI, S.A. fabrica, se comporta en líneas generales de igual manera que un muro tradicional, aportando además una serie de ventajas respecto a este como pueden ser rapidez de ejecución, acabado listo para pintar por ambas caras, sencillez de montaje con grúa de obra, monolitismo una vez fraguado el hormigón interior, geometría variable acabada al proyecto, etc..

Cabe destacar la posibilidad de realizar los pilares de la estructura, tanto desde la cimentación como desde la parte superior del muro, mediante la realización de una viga en coronación desde la que nacen los pilares de dicha estructura.

En esta memoria se analiza el funcionamiento del muro, concretamente se desarrollan los aspectos que lo diferencian de un muro tradicional, es decir, el arranque desde cimentación.

#### 1. Cálculo a flexión

Se va a utilizar un ejemplo para así desarrollar con mayor detalle la problemática; para tal fin se estudia un muro de 3.20 m de altura con un ancho de 30 cm de espesor. Todos los resultados obtenidos son por metro de ancho de sección.

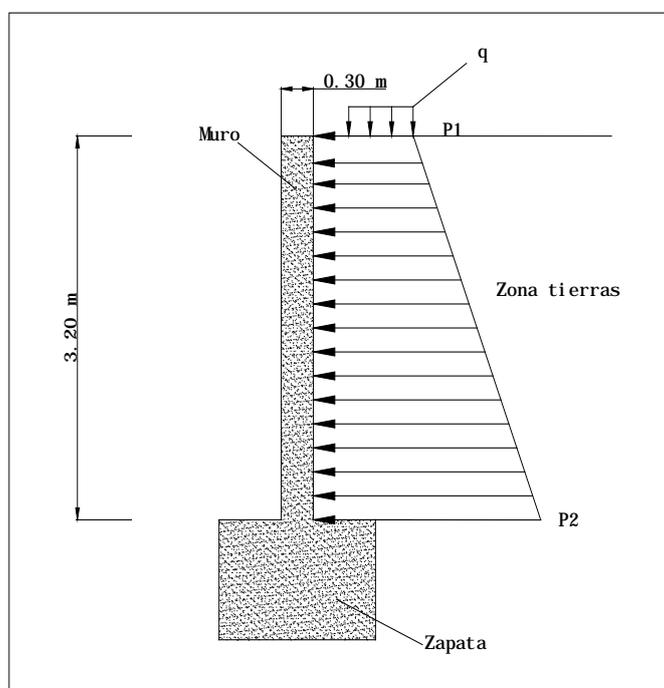


Figura 8

#### a) Cálculo de las esperas.

En la zona de tierras se van a dar unas presiones en función de la distancia  $z$  (medida desde la coronación del muro hacia abajo) tales que:

$$P_z = \lambda_H (\gamma \cdot z + q)$$

donde:

- $\lambda_H$  es el coeficiente de empuje activo (tomamos un valor de 0.33 al considerar 30° para el ángulo de rozamiento interno).
- $\gamma$  es la densidad de las tierras (para el ejemplo se toman 1.8 T/m<sup>3</sup>).
- $q$  es la carga en la superficie de la zona de tierra ( para el ejemplo 1T/m<sup>2</sup>)

De esta manera se obtienen las presiones  $P_1$  y  $P_2$  señaladas en la *Figura 8*.

$$P_1 = 0.33 \cdot (1.8 \cdot 0 + 1) = 0.33 \text{ T/m}^2$$

$$P_2 = 0.33 \cdot (1.8 \cdot 3.20 + 1) = 2.23 \text{ T/m}^2$$

Por lo que se va a obtener un momento flector en el arranque dado por:

$$M_d = \gamma \cdot (h^2/6) \cdot (P_2 + 2 \cdot P_1)$$

donde:

- $\gamma$  es el coeficiente de mayoración de cargas (1.6)
- $h$  es la altura del muro (3.20m)
- $P_2$  y  $P_1$  son las presiones calculadas anteriormente.

$$M_d = 1.6 \cdot (3.2^2/6) \cdot (2.23 + 2 \cdot 0.33) = 7.89 \text{ T} \cdot \text{m}$$

Se dimensiona a continuación con el Prontuario Informático del Hormigón la armadura de espera que hay que dejar en la cimentación para unirla con el muro. Ha de observarse que se tiene en cuenta un recubrimiento de 7 cm ya que la armadura va por la parte interior de las dos láminas de hormigón del muro del 5 cm. (se muestran los resultados en Anexo *Prontuario informático del hormigón estructural 3.0 "Dimensionamiento de secciones simples"*)

Realizados los cálculos, se necesitan 8.4 cm<sup>2</sup> de acero en la cara traccionada y nada en la comprimida (por ejemplo **ϕ12 a 12.5 cm** ó **ϕ16 a 20 cm**).

b) *Longitud de solape.*

En este apartado se analiza la longitud que hay que dejar que sobresalgan las esperas desde cimentación para que solapen con la armadura interior del muro prefabricado.

La longitud de solape viene dada por la expresión:

$$l_s = \alpha \cdot l_b \cdot A_{s,nec} / A_{s,real}$$

donde:

- $\alpha$  es un coeficiente que depende del porcentaje de barras solapadas y de la distancia entre ellas. En este caso, como se solapa el 100% de la armadura y la distancia entre los empalmes más próximos es  $>10\phi$ ,  $\alpha$  toma un valor de 1.4. [2].
- $l_b$  es la longitud básica de solape. En el caso más desfavorable (posición II) para barras ϕ16 se tienen 95 cm [1].

- $A_{s,nec}/A_{s,real}$  es la relación entre la cuantía de acero que es necesaria para la sección estudiada y la que realmente se ha dispuesto. El valor más alto que puede tomar esta relación es 1 ya que nunca se colocara menos acero que el estrictamente necesario. Se toma este valor por tratarse del caso más desfavorable.

Por lo tanto:

$$l_s = 1.4 \cdot 0.95 \cdot l = 1.33 \text{ m}$$

c) *Armadura del muro.*

Aunque el muro prefabricado se arma en toda su altura, es a partir de la altura calculada en el apartado anterior donde el armado del prefabricado deberá tener toda la capacidad mecánica necesaria para resistir el momento a esa altura.

Es este el criterio que se sigue para calcular la armadura que nos ocupa en este subapartado:

El momento flector a una altura “z” medida desde la coronación del muro para el caso estudiado viene dado por la expresión:

$$Md = \gamma \cdot (z^2/6 \cdot l) \cdot \{ (P_2 - P_1) \cdot z + (3 \cdot l \cdot P_1) \}$$

donde:

- $\gamma = 1.6$ .
- $z = 3.2 - 1.33 = 1.87 \text{ m} \rightarrow$  Redondeamos a  $1.95 \text{ m}$  para absorber posibles deficiencias en la longitud de las esperas dispuestas en obra.
- $l = 3.2 \text{ m}$ .
- $P_1 = 0.33 \text{ T/m}^2$ .
- $P_2 = 2.23 \text{ T/m}^2$ .

por lo que:

$$\begin{aligned} Md &= 1.6 \cdot (1.95^2/6 \cdot 3.2) \cdot \{ (2.23 - 0.33) \cdot 1.95 + (3 \cdot 3.2 \cdot 0.33) \} = \\ &= 1.6 \cdot 0.198 \cdot (3.705 + 3.168) = 2.177 \text{ T} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

Se dimensiona a continuación con el Prontuario Informático del Hormigón la armadura que hay que dejar en el interior del muro prefabricado. Ha de observarse que se tiene en cuenta un recubrimiento de 3 cm. (se muestran los resultados en Anexo *Prontuario informático del hormigón estructural 3.0 “Dimensionamiento de secciones simples”*) observándose que se necesitan  $4.8 \text{ cm}^2$  de acero en la cara traccionada y nada en la comprimida (por ejemplo  $\phi 12$  a  $22.5 \text{ cm}$ ).

d) *Comprobación del rasante: longitud de transferencia.*

Hasta el momento se han calculado dos armaduras: una es la que se coloca en el interior del muro y la otra es la que se deja en la cimentación en forma de esperas. Se ha calculado la longitud de esta última para que solape con la primera. En este punto se comprueba si la longitud de solape calculada es suficiente para transmitir el esfuerzo que se origina. Como ese esfuerzo se realiza a través de la superficie de contacto de los dos hormigones lo que estamos comprobando es el esfuerzo rasante.

La tensión rasante entre hormigón prefabricado y hormigón in-situ (para un nivel de adherencia tipo B, según J. Calavera) viene dada por la expresión:

$$\tau_{md} = 0.3 * f_{cd}^{1/2} + \rho * f_{yd} * (0.6 \operatorname{sen} \alpha + \operatorname{cos} \alpha)$$

El segundo sumando hace referencia al acero que cose la junta que en este caso es la celosía. Si despreciamos este efecto tenemos:

$$\tau_{md} = 0.3 * f_{cd}^{1/2} = 0.3 * (250/1.5)^{1/2} = 3.87 \text{ kP/cm}^2$$

Como se quiere transmitir la fuerza de  $\phi 12$  a 22.5 cm, estamos transmitiendo  $(100/22.5) * 5.136 = 22.82 \text{ T/m}$  por lo que la longitud de transferencia es:

$$L_{trans} = (22820 \text{ kP} / 3.87 \text{ kP/cm}^2 * 100 \text{ cm}) = 59 \text{ cm}$$

Como este valor es inferior al calculado anteriormente para la longitud de las esperas, se concluye con que aquel valor es correcto.

## 2. Cálculo a cortante.

Se analiza en este punto que la sección que une el muro prefabricado con la cimentación (sección de 20 cm de ancho) armada con las esperas anteriormente calculada es capaz de soportar el esfuerzo cortante que se origina proveniente del empuje de tierras (concretamente debe ser capaz de resistir la fuerza  $P_2$  de la *Figura 8*).

En el anexo *Prontuario informático del hormigón estructural 3.0 "Cálculo de secciones a cortante"* se muestra que una sección de 20 cm por 1m sin armadura de cortante es capaz de soportar un cortante 101.6 kN, valor muy superior al de la fuerza  $P_2$  a la que se ve sometida la sección.

## 3. Cálculo del rasante.

Se comprueba por último que el esfuerzo rasante último en la junta de hormigón entre la cimentación y el muro es inferior a la fuerza  $P_2$  de la *Figura 8* comentada en el apartado anterior.

En el *Prontuario informático del hormigón estructural 3.0 "Cálculo de juntas entre hormigones a rasante"* se puede comprobar que el esfuerzo rasante último para una sección de  $1\text{m} * 0.20\text{m}$  es de 95.8 kN, valor muy superior al de la fuerza  $P_2$  a la que se ve sometida la sección

## BIBLIOGRAFÍA:

- [1] "Instrucción de Hormigón Estructural, EHE". Ministerio de Fomento. Madrid, 1998.
- [2] CALAVERA, J. "Muros de contención y muros de Sótano" 2ª edición. Intemac. Madrid, 1989.

## Anexo C: Normativa y control de calidad

- Diferencias entre nuevo reglamento europeo de productos de construcción con la directiva de productos de construcción (ANDECE)
- Mercado CE Productos estructurales (ANDECE)
- Mercado CE Productos no estructurales (ANDECE)
- D.O.R para prefabricados de hormigón y aceros (ANDECE)
- Relación empresas con Sello CIETAN-AIDICO (AIDICO)
- Control documental para prefabricados de hormigón



**INFORME: EL NUEVO REGLAMENTO EUROPEO DE PRODUCTOS  
DE CONSTRUCCIÓN.**

**COMPARATIVA CON LA DIRECTIVA DE PRODUCTOS  
DE CONSTRUCCIÓN**

**(Abril, 2011)**

Después de algo más de veinte años de existencia de la Directiva de Productos de Construcción (en adelante DPC), con un desarrollo bastante avanzado aunque no completa, el 23 de mayo de 2008 la Comisión Europea presentó una primera propuesta del Reglamento Europeo de Productos de Construcción (en adelante RPC), que anulará y sustituirá a la DPC, con el ánimo de una simplificación y mejora de la legislación, que ésta fuera menos gravosa y más fácil de aplicar y por ende más efectiva; tratando de reducir la carga administrativa de la DPC, en especial para las PYMES, entre otros aspectos, como se reflejaba en los motivos y objetivos de la propuesta de la Comisión.

A partir de ese momento comienza un largo y complicado proceso de discusión en el Consejo Europeo durante varias Presidencias, hasta la española durante la que, en junio de 2010, se consigue un texto como posición de compromiso. A continuación pasó al Parlamento Europeo, en el que continuaron las negociaciones hasta que, el 18 de enero de 2011, el Parlamento emitió su dictamen en segunda lectura que configuraba un texto final, que fue aprobado también el 28 de enero por el Consejo Europeo y que finalmente se ha publicado en el DOUE el 4 de abril de 2011 con la referencia "Reglamento (UE) N° 305/2011".

En definitiva, que ya podemos leer un texto final del nuevo Reglamento y, para empezar y quizás tranquilizar, decir que el nuevo Reglamento no entrará en vigor hasta el 1 de julio de 2013, así como que en la mayoría de los aspectos va a haber una gran continuidad con lo ya establecido por la DPC.

La exposición que se presenta a continuación supone un repaso a las principales diferencias entre la DPC y el RPC, además de otros aspectos que pueden ser de interés para comprender su alcance, y se han agrupado en función de como va a afectar a los diferentes colectivos o agentes afectados por el nuevo Reglamento.

## **1.- PARA LOS FABRICANTES DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN**

- Se sustituye la Declaración CE de conformidad (DPC) por una Declaración de Prestaciones, mucho más completa, que los fabricantes deberán conservar durante diez años después de la introducción del producto en el mercado, que incluirá todos los datos de:
  - Número de la declaración de prestaciones.
  - Código de identificación del producto tipo.
  - Nombre y dirección del fabricante.
  - El sistema de evaluación de la constancia de las prestaciones.
  - Nombre y número del organismo notificado + tarea, sistema y fecha de emisión (del certificado o informe de ensayo).
  - Número y título de la norma armonizada.
  - Para los productos no incluidos en norma: nombre y número del OET + número de la ETE + número de la DEE + fecha de emisión.
  - En su caso, número de la Documentación Técnica Específica.
  - El uso o usos previstos del producto.
  - La lista y los valores de las características esenciales, de acuerdo con la norma armonizada o el ETE. Cuando no se declare alguna característica se indicará “NPD” (la declaración tendrá que contener al menos una característica declarada).
  - La información sobre sustancias peligrosas (REACH).
  - Firma, lugar y fecha de emisión de la declaración.
- Quedan exentos de la declaración de prestaciones y del marcado CE:
  - El producto de construcción fabricado por unidad o hecho a medida en un proceso no en serie, en respuesta a un pedido específico e instalado en una obra única determinada.
  - El producto de construcción fabricado en el propio lugar de construcción para su incorporación a la correspondiente obra.
  - El producto de construcción fabricado de manera tradicional o de manera adecuada a la conservación del patrimonio y por un proceso no industrial para la

renovación adecuada de obras de construcción protegidas oficialmente como parte de un entorno determinado o por un mérito arquitectónico o histórico especial.

- Como base para la declaración de prestaciones, los fabricantes elaborarán una documentación técnica en la que se describan todos los elementos relativos al sistema requerido de evaluación de las prestaciones, que deberán conservar durante diez años después de la introducción del producto en el mercado.
- La Declaración de Prestaciones se podrá entregar al cliente por vía electrónica, y sólo se suministrará en papel a petición del receptor. La Comisión deberá establecer también la utilización de la página web para la entrega de la declaración de prestaciones.
- Se pueden utilizar procedimientos especiales en forma de “documentación técnica apropiada” para sustituir o reducir el coste de los ensayos de tipo para:
  - Productos con valores de características ya conocidas (productos sin ensayo adicional).
  - Ensayos compartidos (entre varios fabricantes).
  - Ensayos en cascada (aportados por los fabricantes de componentes).
- Las MINIPYMES (menos de 10 empleados), para productos por el sistema 3, los pueden tratar como del sistema 4, y además podrán sustituir los ensayos de tipo por una “documentación técnica específica” (DTE), justificando la equivalencia con los ensayos establecidos en las normas armonizadas.
- Se definen los “agentes económicos” y sus competencias, diferenciando entre:
  - Fabricantes
  - Distribuidores
  - Importadores
  - Representante autorizado.

## **2.- PARA LOS ORGANISMOS NOTIFICADOS (ON)**

- Su acreditación y notificación debe seguir las pautas del Reglamento 765/2008.
- El ON será independiente de la organización o del producto que evalúa, así como sus directivos y el personal y sus filiales o subcontratistas (las asociaciones,

federaciones o empresas pueden también serlo si demuestran su independencia y ausencia de intereses).

- Se les exigirá integridad profesional, conocimientos técnicos, experiencia, imparcialidad, medios, transparencia, etc., para el desempeño de sus tareas (aparece también el concepto de transparencia para con los fabricantes y evitar cargas a los agentes económicos).
- Suscribirán un seguro de responsabilidad civil.
- Deberán participar o estar debidamente informados de las actividades del Grupo Europeo de coordinación de los organismos notificados.
- Se definen los temas de las filiales o subcontratistas de los ON.
- Se articula la posible utilización de laboratorios externos al ON (de los fabricantes u otros laboratorios externos).
- Se estructura todo el procedimiento de notificación (solicitud, trámites y notificación final).
- Se establece el sistema europeo NANDO de ON (números de identificación y listados de ON).

### **3.- PARA LOS ACTUALES ORGANISMOS AUTORIZADOS PARA LA CONCESIÓN DEL DITE Y SU ORGANIZACIÓN (EOTA)**

Este aspecto es el que quizás ha tenido mayores cambios e implicaciones, y así un buen número de artículos y anexos del RPC tratan de este tema (artículos 19 a 35 y Anexos II y V).

- Desaparece el concepto de producto no tradicional o innovador y estos procedimientos se aplicarán sólo a los “productos no contemplados en las normas armonizadas”, siendo totalmente voluntarios, a petición del fabricante. Sólo el fabricante que obtenga un Documento de Evaluación Europea de su producto (por no estar incluido en una norma), estará obligado a hacer la Declaración de prestaciones y el marcado CE.
- Aparece el concepto de “Organismo de Evaluación Técnica” (OET), que sustituye a los organismos autorizados de la DPC y se articulan sus requisitos, designación, supervisión, evaluación, coordinación, etc.
- Los OET establecerán una Organización para la Evaluación Técnica (sustituirá a la EOTA de la DPC), y habrá financiación de la Comisión para esta nueva organización.

- El concepto de Guía de DITE de la DPC se sustituye por el de Documento de Evaluación Europeo (DEE), que se preparará por el OET de acuerdo y a petición del fabricante del correspondiente producto. Las Guías de DITE existentes se podrán seguir utilizando como DEE.
- La concesión final de DITE tras la evaluación por el OET pasa a denominarse Evaluación Técnica Europea (ETE).

#### **4.- PARA LAS AUTORIDADES DE LOS ESTADOS MIEMBROS**

- Darán por supuesto que la declaración de prestaciones emitida por el fabricante es correcta y fiable, y no prohibirán ni impedirán la comercialización o uso, en su territorio, de los productos que lleven el marcado CE.
- Desaparece el concepto de “idoneidad al uso” de los productos cuando lleven el marcado CE, como aparecía en la DPC, y la declaración de prestaciones queda únicamente como un documento que el fabricante presenta para expresar los valores de las prestaciones de su producto (su idoneidad en todo caso le corresponderá a las reglamentaciones de las obras en los EE.MM. o bajo la responsabilidad de los prescriptores de las obras).
- Designarán “puntos de contacto de productos” (en línea con el Reglamento 764/2008), que faciliten información transparente y fácilmente comprensible sobre las disposiciones en su territorio aplicables a los productos de construcción.
- Se articulan todos los detalles sobre las “Autoridades Notificantes”, acreditación y notificación de organismos en línea con el Reglamento 765/2008.
- Aparecen todos los aspectos y obligaciones de la “Vigilancia de Mercado”, en línea con el Reglamento 765/2008.
- Al final del período de coexistencia de las normas armonizadas, los Estados Miembros derogarán la validez de las normas y disposiciones nacionales contradictorias.

#### **5.- PARA LOS ORGANISMOS DE NORMALIZACIÓN NACIONALES Y EL CEN**

- Los organismos nacionales de normalización estarán obligados a trasponer las normas armonizadas.
- El CEN velará porque las distintas categorías de partes interesadas estén representadas de forma justa y equitativa en el proceso de elaboración de normas armonizadas.

- Las normas armonizadas proporcionarán, cuando proceda, métodos menos onerosos que los ensayos para la evaluación de las prestaciones.

## **6.- PARA LOS PRESCRIPTORES Y TÉCNICOS DE LA OBRA**

- Al desaparecer el concepto de idoneidad al uso de los productos con marcado CE (la declaración de prestaciones que emite el fabricante supone exclusivamente una expresión de los valores de las prestaciones de las características de su producto), queda bajo la responsabilidad de la Reglamentación del Estado miembro o, en su defecto, de los técnicos prescriptores del proyecto y/o de la dirección facultativa, los valores que garanticen la idoneidad del producto para la obra concreta.
- Para aquellos productos de construcción en los que el fabricante puede abstenerse de emitir una declaración de prestaciones como son:
  - El producto de construcción fabricado por unidad o hecho a medida en un proceso no en serie, en respuesta a un pedido específico e instalado en una obra única determinada.
  - El producto de construcción fabricado en el propio lugar de construcción para su incorporación a la correspondiente obra.
  - El producto de construcción fabricado de manera tradicional o de manera adecuada a la conservación del patrimonio y por un proceso no industrial para la renovación adecuada de obras de construcción protegidas oficialmente como parte de un entorno determinado o por un mérito arquitectónico o histórico especial.

En estos casos, la colocación de estos productos en la obra será responsabilidad del responsable de la seguridad de la ejecución de la obra (entendemos que el Director de ejecución de la obra), en virtud de las normas nacionales aplicables.

## **7.- PARA LA COMISIÓN EUROPEA**

Se delegan en la Comisión Europea, por un período de cinco años, una serie de actos para el desarrollo del PRC.

- Las características esenciales o los niveles umbrales que los fabricantes tendrán que declarar.
- La declaración de prestaciones por medios electrónicos.
- El período durante el cual el fabricante deberá conservar la documentación del producto.

- La modificación del Anexo II (DEE y ETE).
- La adaptación del Anexo III (contenido de la declaración de prestaciones), Anexo IV (áreas de productos para el DEE) y Anexo V (sistemas de evaluación), en respuesta a los progresos técnicos.
- El establecimiento y adaptación de clases de prestaciones (por ejemplo EUROCLASES), en respuesta al progreso técnico.
- Establecer los “productos sin necesidad de ensayo adicional”.
- El establecimiento de los sistemas de evaluación aplicable a los productos.

Los actos delegados serán informados por la Comisión al Consejo y al Parlamento, y se presentará un informe seis meses antes de finalizar los cinco años.

# ANDECE

ASOCIACIÓN NACIONAL  
DE LA INDUSTRIA DEL  
PREFABRICADO DE HORMIGÓN

## EL MERCADO **CE** EN LOS PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES

8ª edición: Julio 2013



## Índice

---

0. Objeto del documento. Situación reglamentaria

1. Introducción al mercado CE

2. Procedimiento general de mercado CE

3. Tareas del fabricante

3.1. Generalidades y responsabilidades

3.2. ¿Mercado CE de los productos que fabrica?

3.2.1. Objeto y campo de aplicación

UNE-EN 1168 Placas alveolares

UNE-EN 12794 Pilotes de cimentación

UNE-EN 12843 Mástiles y postes

UNE-EN 13224 Elementos para forjados nervados

UNE-EN 13225 Elementos lineales estructurales

UNE-EN 13693 Elementos especiales para cubiertas

UNE-EN 13747 Prelosas para forjados

UNE-EN 13978-1 Garajes prefabricados de hormigón

UNE-EN 14843 Escaleras

UNE-EN 14844 Marcos

UNE-EN 14991 Elementos de cimentación

UNE-EN 14992 Elementos para muros

UNE-EN 15037-1 Viguetas para forjados de vigueta y bovedilla

UNE-EN 15037-2 Bovedillas de hormigón para forjados de vigueta y bovedilla

UNE-EN 15050 Elementos para puentes

UNE-EN 15258 Elementos para muros de contención

3.2.2. Fechas de aplicación de mercado CE

3.3. Elección del método de mercado CE

3.3.1. Método 1

3.3.2. Método 2

3.3.3. Método 3

3.3.3.1. Método 3a

3.3.3.2. Método 3b



- 3.4. Ensayo inicial de tipo
  - 3.4.1. Generalidades
  - 3.4.2. Definición de tipo
  - 3.4.3. Diseño basado en cálculo (verificado o no con ensayos)
  - 3.4.4. Características relativas a los requisitos esenciales
  - 3.4.5. Ejemplo de informe de ensayo inicial de tipo
- 3.5. Control de producción en fábrica
  - 3.5.1. Generalidades
  - 3.5.2. Organización
  - 3.5.3. Sistema de control
  - 3.5.4. Control de documentos
  - 3.5.5. Control del proceso
  - 3.5.6. Inspección y ensayo
- 3.6. Ensayos adicionales de las muestras tomadas en fábrica
- 4. Tareas del Organismo Notificado
  - 4.1. Inspección inicial de la fábrica y del Control de Producción en fábrica
  - 4.2. Vigilancia, evaluación y aprobación continua del Control de Producción en Fábrica
  - 4.3. Declaración de conformidad del producto: intervención del Organismo Notificado
    - 4.3.1. Métodos 1 y 3 (cuando no se incluye el método de cálculo en la especificación técnica armonizada)
    - 4.3.2. Métodos 2 y 3 (cuando se incluye el método de cálculo en la especificación técnica armonizada)
- 5. Documentación
  - 5.1. Declaración de prestaciones
  - 5.2. Certificado de conformidad del CPF
  - 5.3. Etiquetado
    - 5.3.1. Generalidades
    - 5.3.2. Lugares de estampación
    - 5.3.3. Etiqueta simplificada
    - 5.3.4. Trazabilidad
  - 5.4. Importancia del control documental



## ANEXOS INFORMATIVOS

### Anexo A. Referencias normativas

- A.1. Reglamento de Productos de Construcción
- A.2. Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón
- A.3. Eurocódigo 2 "Proyecto de estructuras de hormigón"**
- A.4. Instrucción de hormigón estructural EHE-08
  - A.4.1. Control de materias primas con marcado CE
  - A.4.2. Coeficientes de ponderación de la resistencia del hormigón y del acero
  - A.4.3. Autorizaciones de Uso

### Anexo B. Datos de contacto de los Organismos Notificados

### Anexo C. Ejemplo de tramitación de la certificación de un sistema y sus productos según mercado CE

- C.1. Solicitud de certificación
- C.2. Análisis documental
- C.3. Inspección inicial
- C.4. Informe de inspección y plan de acciones correctoras
- C.5. Inspecciones de seguimiento
- C.6. Validez del certificado
- C.7. Otros aspectos

### Anexo D. Certificación de organizaciones con múltiples emplazamientos

- D.1. Criterios que ha de cumplir la organización evaluada para acogerse al sistema multiemplazamiento
- D.2. Emplazamientos a visitar en la inspección inicial de certificación
- D.3. Emplazamientos a visitar en las inspecciones de seguimiento

### Anexo E. Vigilancia de mercado:

- E.1. Registro de empresas con marcado CE
- E.2. Denuncias e incumplimientos

### Anexo F. Consecuencias de la certificación

### Anexo G. Los Distintivos de Calidad Oficialmente Reconocidos según la EHE-08 (D.O.R.)

- G.1. Los Distintivos de Calidad como herramienta de valor añadido
- G.2. Niveles de garantía y distintivos de calidad según la EHE-08
- G.3. Las ventajas
  - G.3.1. En el uso del edificio (y la estructura)
  - G.3.2. En el proyecto
  - G.3.3. En la ejecución

### Anexo H. Referencias



## 0. Objeto del documento. Situación reglamentaria

---

Este documento pretende servir de instrumento de ayuda a aquellos fabricantes de productos de hormigón prefabricado con carácter estructural que requieren el marcado CE, y a los Organismos Notificados que intervienen en la certificación del control de producción de estos productos, a conocer los requisitos normativos y reglamentarios que le son aplicables. También está dirigido al resto de agentes de la construcción (Organismos de Control Técnico, Direcciones Facultativas, Prescriptores, etc.) a que conozcan el alcance del marcado CE.

Esta guía se completa con el resto de documentación relativa al marcado CE (por ejemplo, las guías específicas de producto), todo ello desarrollado por el Grupo de Trabajo para la discusión de aspectos técnicos y normativos de los Prefabricados de Hormigón estructurales, del que forman parte ANDECE, los ocho Organismos Notificados españoles y el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Administración que además los reconoce como documentos válidos de ayuda.

*+INFO sobre marcado CE en web de ANDECE:*

<http://www.andece.org/index.php/reglamentacion-general/marcadocegeneral>

Los productos prefabricados estructurales de hormigón que, en la fecha de edición de este documento, están normalizados bajo una Norma EN elaborada y aprobada por el Comité Técnico Europeo CEN/TC 229 "Precast concrete products", y que tienen marcado CE obligatorio, son:



NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	SISTEMA EVALUACIÓN CONFORMIDAD
UNE EN 1168:2006+A3:2012	Placas alveolares (para forjados y cubiertas)	2+
UNE-EN 1317-5+A2:2012 *	Sistemas de contención para carreteras. Ej.: Barreras de seguridad y pretilas prefabricados	1
UNE EN 12794:2006+A1:2008/AC:2009	Pilotes de cimentación	2+
UNE EN 12843:2005	Mástiles y Postes	2+
UNE EN 13224:2012	Elementos para forjados nervados (tipo T)	2+
UNE EN 13225:2005/AC:2007	Elementos lineales estructurales	2+
UNE-EN 13693:2005+A1:2010	Elementos especiales para cubiertas	2+
UNE EN 13747:2006+A2:2011	Prelosas para forjados	2+
UNE EN 13978-1:2006	Garajes prefabricados de hormigón	2+
UNE-EN 14843:2008	Escaleras	2+
UNE-EN 14844:2007+A2:2012	Marcos	2+/4
UNE-EN 14991:2008	Elementos de cimentación	2+
UNE-EN 14992:2008+A2:2012	Elementos para muros	2+/4
UNE-EN 15037-1:2010	Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla. Parte 1: viguetas	2+
UNE-EN 15037-2:2009+A1:2011	Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla. Parte 2: bovedillas de hormigón	2+
UNE-EN 15050:2008+A1:2012	Elementos para puentes	2+
UNE-EN 15258:2009	Elementos de muros de contención	2+

\* Se cita esta norma pues incluye a las barreras de hormigón prefabricado utilizadas como sistema de contención de vehículos (sistema de evaluación de la conformidad 1) – Norma elaborada por el Comité CEN/TC 226 “Road Equipment”.



# 1. Introducción al mercado CE

El mercado CE para productos de construcción, reglamentado primero a través de la Directiva Europea 89/106/CEE (DPC) y desde el 1 de julio de 2013 en el Reglamento 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo (RPC), es un requisito indispensable para la libre comercialización y uso de un producto en todos los países de la Unión Europea, estableciendo unos niveles mínimos de seguridad por debajo de los cuales no puede situarse ningún fabricante.

La intención del mercado es permitir la libre circulación del producto en toda la Unión Europea y que los Estados Miembros no puedan legislar de forma diferente a lo establecido en la normativa europea, aunque pueden dictar condiciones adicionales para el uso de tales productos en la ejecución de obras construidas con ellos.

## Marcado CE

Símbolo que indica que un producto es conforme con los requisitos esenciales de las Directivas que le son de aplicación. Igualmente, garantiza que el fabricante ha tomado todas las medidas oportunas para garantizar el cumplimiento de las mismas en los productos comercializados.

## Producto de construcción

Cualquier producto fabricado para su incorporación con carácter permanente a las obras de construcción, incluyendo tanto las de edificación como las de ingeniería civil.

El RPC establece que los productos de construcción deben ser apropiados para obras que, en su totalidad y en sus partes aisladas, sean adecuadas para su uso. Los requisitos esenciales que deben satisfacer las obras a las que se incorporan los productos y que, por tanto, influyen en las características técnicas de los mismos son:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.
- Uso sostenible de los recursos.

## Requisito esencial

Condiciones generales que ha de cumplir un producto para no poner en peligro la seguridad de las personas, animales domésticos, bienes y/o medio ambiente. No se tratan de especificaciones técnicas, ya que no definen ningún diseño concreto o requisito de construcción, sino que señalan simplemente los resultados deseados.

Según se establece en el RPC, todos aquellos productos que influyen en al menos uno de los requisitos enunciados, deben llevar el marcado CE, el cual asegura que cumplen con las especificaciones técnicas que sobre el producto se han considerado exigibles por el conjunto de países europeos.



El mercado CE certifica que los productos son conformes con Normas de transposición de normas armonizadas, es decir, Normas establecidas por organismos europeos de normalización de acuerdo con mandatos conferidos por la Comisión de las Comunidades Europeas con arreglo a los procedimientos establecidos en el Reglamento.

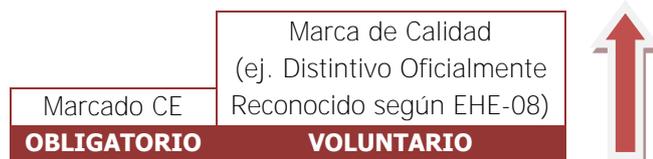
Otros documentos que conllevan marcado CE (y que no son objeto de este documento) son las ETE (Evaluación Técnica Europea – antiguo DITE), que son evaluaciones técnicas favorables de la aptitud de un producto para el uso asignado.

El mercado CE lo efectúa el fabricante o responsable del producto en el mercado en base al sistema de certificación que se indique en la norma o documento que corresponde a su producto. Estos sistemas vienen impuestos en función de las características del producto, siendo el sistema 4 el menos exigente (autocertificación) y el 1+ el más exigente. En el caso de los productos prefabricados de hormigón con carácter estructural, el sistema que les afecta es el 2+, que además de las tareas que ha de realizar el fabricante, implica la participación de un Organismo externo (Organismo Notificado), tareas que se expondrán detalladamente más adelante. En este caso, las garantías asociadas al mercado CE vienen avaladas por el hecho de que el producto lleva este marcado, que hay un Organismo externo que certifica el producto, emitiendo el certificado CE de conformidad, y que el fabricante, en una declaración CE de conformidad, asume que ha cumplido todos los requisitos reglamentarios para poder poner ese mercado CE sobre el producto. Todo ello permite presuponer que el producto sale de la fábrica satisfaciendo todos los requisitos que la reglamentación vigente le exige.

En España, la transposición de la DPC a través del Real Decreto 1630/1992 (y su posterior modificación R.D. 1328/95), obliga a disponer del marcado CE a aquellos productos con Norma armonizada a partir de la fecha de entrada que se establezca. La diferencia fundamental de una Norma armonizada con cualquier otra Norma Europea es que, al final de cada una, incluye el anexo ZA.

El anexo ZA contiene el mandato bajo el que se prepara la Norma, se especifican los apartados de la Norma donde se hace referencia a las características requeridas para los productos por ese Mandato dado bajo la DPC, define el sistema de evaluación de la conformidad aplicable a esas características, con los controles que debe realizar directamente el fabricante o un Organismo Notificado, define el etiquetado o marcado y determina los datos que el fabricante debe proporcionar.

Por tanto, el cumplimiento total de la Norma es un paso más al que puede optar voluntariamente el fabricante, sólo siendo obligatorios aquellos capítulos, apartados u otros anexos de ésta u otras normas, a los que se haga referencia en el anexo ZA.



Debe dejarse claro que en ningún caso se puede considerar el marcado CE como una Marca de Calidad, ni una Marca de origen en la Unión Europea, simplemente declara la conformidad de un producto, estableciendo un nivel mínimo de exigencias para poder asegurar que se cumplen los requisitos esenciales.



## 2. Procedimiento general de marcado CE

La evaluación de la conformidad representa el conjunto de operaciones que debe acometer el fabricante para comprobar y estar en condiciones de garantizar que, los productos que salen de la línea de producción, con la fiabilidad estadística propia de los métodos de ensayo y de control establecidos en la norma armonizada, satisfacen los requisitos de la misma y que cumplen con las prestaciones declaradas por el fabricante.

Estas operaciones suponen la asunción de la responsabilidad, por parte del fabricante, de la conformidad con la norma armonizada de los productos que pone en el mercado y, por lo tanto, de su idoneidad como producto de construcción destinado a ser incorporado como elemento estructural en las obras de edificación o de ingeniería civil.

Los resultados de los ensayos/cálculos de tipo, una vez comprobada su fiabilidad durante el control de producción, son los valores que el fabricante debe declarar en la información que acompaña al marcado CE. Estos valores son lo que el comprador o usuario final va a utilizar para decidir la idoneidad del producto según el uso previsto en el proyecto, y son igualmente los de referencia en las intervenciones de las autoridades competentes en la vigilancia de mercado.

El sistema de verificación de la conformidad de los prefabricados de hormigón con carácter estructural, como ya se ha mencionado, es el sistema 2+.

Sistema	Tareas del fabricante	Tareas del Organismo Notificado	Documentos
2+	Ensayo inicial de tipo  Control de Producción en fábrica (CPF)  Ensayos adicionales de muestras tomadas en fábrica	Certificación del CPF sobre la base de:  - Inspección inicial de la fábrica y del CPF.  - Vigilancia, evaluación y aprobación continua del CPF	Etiquetado marcado CE  Declaración de conformidad de marcado CE del fabricante  Certificado del CPF emitido por el del Organismo Notificado

En este sistema, los ensayos iniciales de tipo del producto los realiza el fabricante bajo su responsabilidad, en un laboratorio que disponga de competencia técnica adecuada para la realización de los ensayos y que esté suficientemente equipado y con los equipos debidamente calibrados, y que puede ser el propio o uno subcontratado, sin necesidad de que esté notificado o acreditado por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación). El fabricante debe a su vez disponer de un sistema de control de producción en fábrica y realizar ensayos adicionales de muestras tomadas en fábrica.

En el sistema 2+ el fabricante está obligado a presentar su sistema de control de producción en fábrica a un tercero (Organismo Notificado), para que sea certificado por éste, en base a una inspección inicial de la fábrica y del propio control de producción en fábrica y de la vigilancia, evaluación y aprobación continua del control de producción en fábrica mediante inspecciones anuales periódicas.



Con todo ello el fabricante debe realizar la "Declaración de Conformidad" para el producto y el Organismo Notificado expide una "Certificación de conformidad del control de producción en fábrica".

No se debe olvidar que el control de producción en fábrica y su comprobación e inspección deben ajustarse al proceso y productos que realmente se están fabricando y poniendo en el mercado en cada momento.

En resumen, la secuencia de acciones que se deben llevar a cabo para poder comercializar aquellos productos de construcción con obligación de marcado CE, podría ser la que se expone en el esquema siguiente:

AGENTE	ACCIÓN	CAPÍTULO DEL DOCUMENTO
FABRICANTE	¿El producto prefabricado de hormigón está dentro del campo de aplicación de la Norma UNE-EN XXX?	3.2. ¿Marcado CE de los productos que fabrica?
	Los <u>ensayos iniciales de tipo del producto</u> los realiza el fabricante bajo su responsabilidad, en un laboratorio que disponga de competencia técnica adecuada para la realización de los ensayos y que esté suficientemente equipado y con los equipos debidamente calibrados, y que puede ser el propio o uno subcontratado. El fabricante debe a su vez disponer de un <u>sistema de control de producción en fábrica</u> y realizar <u>ensayos adicionales de muestras tomadas en fábrica</u> .	3.4. Ensayo inicial de tipo
		3.5. Control de producción en fábrica
		3.6. Ensayos adicionales sobre muestras tomadas en fábrica
		El fabricante debe elegir la aplicación de uno de los métodos siguientes:
- Método 1: declaración de los datos geométricos y de las propiedades de los materiales.	3.3.2. Método 2	
- Método 2: Declaración del valor de las propiedades de producto	3.3.3.1. Método 3a	
- Método 3: Declaración de la conformidad con las especificaciones de diseño dadas. o Diseño total del cliente: método 3a. o Diseño del fabricante con método impuesto por el cliente: método 3b.	3.3.3.2. Método 3b	
ORGANISMO NOTIFICADO	En el sistema 2+ el fabricante está obligado a presentar su sistema de control de producción en fábrica a un tercero (el ORGANISMO NOTIFICADO), para que sea certificado por éste, en base a una inspección inicial de la fábrica y del propio control del producción en fábrica y de la vigilancia, evaluación y aprobación continua del control de producción en fábrica mediante inspecciones anuales periódicas.	4.1. Inspección inicial de la fábrica y del Control de Producción en fábrica
		4.2. Vigilancia, evaluación y aprobación continua del Control de Producción en Fábrica
		Anexo C. Ejemplo de tramitación de la certificación de un sistema y sus productos según marcado CE

Cuando se alcance la conformidad con los requisitos del anexo ZA de la Norma UNE-EN XXX:



AGENTE	DOCUMENTACIÓN	CAPÍTULO DE LA GUÍA
FABRICANTE	Declaración de Prestaciones que le autoriza a fijar el Marcado CE	5.1. Declaración de prestaciones
	Fijación del marcado CE	5.3. Etiquetado
ORGANISMO NOTIFICADO	Certificado de conformidad del control de producción en fábrica	5.2. Certificado de conformidad del CPF



## 3. Tareas del fabricante

### 3.1. Generalidades y responsabilidades

El fabricante es cualquier persona física o jurídica responsable de la fabricación de un producto con vistas a su comercialización en el mercado comunitario por cuenta propia. Aunque varios fabricantes de componentes puedan contribuir en el producto final, sólo la entidad legal responsable de la fabricación específica del producto de construcción es el fabricante, según el RPC.

El RPC no requiere que el fabricante esté establecido en el Espacio Económico Europeo (EEE), ni requiere que un fabricante de un país de fuera del EEE tenga un representante autorizado en el EEE. El representante autorizado es la entidad legal expresamente designada por el fabricante, legalmente autorizada para actuar en su nombre dentro del EEE, y que no debe confundirse con el importador. Éste último es cualquier entidad legal que coloque un producto de un país externo en el EEE, y es responsable por ley de asegurar que se han cumplido todos los requisitos legales aplicables para el producto en el mercado del EEE.

El fabricante puede diseñar y fabricar el producto, aunque también puede encargar su diseño, fabricación, montaje, embalaje, procesamiento o etiquetado a un tercero. En el caso de una subcontratación, el fabricante debe mantener el control global sobre el producto y asegurarse de proporcionar la información necesaria para cumplir las responsabilidades que aquí se establecen. Asimismo, el fabricante que subcontrata total o parcialmente sus actividades no puede declinar en ningún caso su responsabilidad, delegándola en otros (por ejemplo, en un representante autorizado, un distribuidor, un subcontratista, etc.), asumiendo la responsabilidad exclusiva y absoluta de la conformidad de su producto con el RPC.

El fabricante está obligado a conocer tanto el diseño como la fabricación del producto para poder asumir la responsabilidad sobre el mismo y su cumplimiento con todas las disposiciones del RPC. Esto se aplica tanto si el fabricante realiza todas las fases operativas, como si subcontrata alguna de ellas. En el caso de que sea el cliente el que proporcione el diseño, será éste responsable de su adecuación a la Norma que lo afecte.

El fabricante es, por tanto, responsable de la conformidad del producto en el instante en que es puesto en el mercado. Sin embargo, no tiene la responsabilidad de asegurar que la información que acompañe al producto al salir de la fábrica, siga la cadena de suministro. No obstante, es conveniente facilitar la información que permita a todos los interesados comprobar que dicha información corresponde de forma correcta al producto (mediante el uso de un código, un número de lote, etc.), ya que la trazabilidad del mismo podría ser requerida por las autoridades responsables de la vigilancia de mercado.

Asimismo, la responsabilidad del fabricante recaerá sobre cualquier persona que cambie el uso previsto del producto de forma que le sean de aplicación otros requisitos esenciales o bien que se le modifique o se le reconstruya de forma sustancial (creando así un producto nuevo) con vistas a su comercialización en el mercado comunitario.



En el caso de minoristas que comercialicen los productos de otros con su propia denominación o vendedores de "kits" que combinen componentes de otros fabricantes, el contrato legal subyacente entre ambas partes establecerá sus respectivas responsabilidades.

## 3.2. ¿Mercado CE de los productos que fabrica?

### 3.2.1. Objeto y campo de aplicación

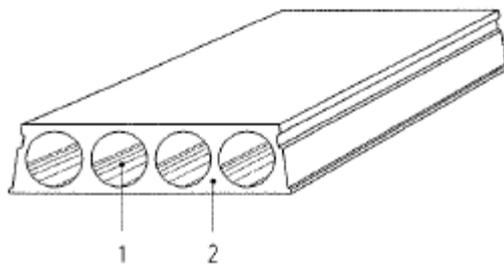
El primer paso que debe realizar el fabricante es averiguar si su producto está dentro del objeto y campo de aplicación de alguna de las normas. El capítulo 1 de cada una de las normas define el alcance de la misma.

La verificación de este punto es fundamental pues depende todo el proceso posterior. Puede resultar que un producto quede aparentemente dentro del alcance de una norma, pero analizando detenidamente el campo de aplicación quede excluido y por tanto, no tenga que llevar el marcado CE.

Es el caso, por ejemplo, de las placas alveolares de canto superior a 500 mm. así como las que están destinadas para otros usos distintos de los forjados y las cubiertas, que están fuera del objeto y campo de aplicación de la norma correspondiente.

#### **UNE-EN 1168      Placas alveolares**

La norma europea UNE-EN 1168 especifica los requisitos y los criterios básicos de comportamiento, así como los valores mínimos cuando proceda, para las losas alveolares prefabricadas, hechas de hormigón pretensado o armado de densidad normal, según la Norma Europea EN 1992-1-1:2004.



- 1 Alveolo
- 2 Alma

En esta Norma Europea se tratan las propiedades del material y otros requisitos para forjados y cubiertas, incluyendo áreas de tráfico para vehículos en las categorías F y G de la Norma Europea EN 1991-2, las cuales no están sujetas a cargas de fatiga.

Para uso especial en muros y otras aplicaciones véanse las normas de producto correspondientes para posibles requisitos adicionales.

*Por ejemplo, para uso como elemento de cerramiento de fachada, la norma que le aplica es la UNE-EN 14992:2008; si es como elemento de contención, la UNE-EN 15258:2009. Para otros usos diferentes (como gradas, pasarelas, elemento para vallado, etc.), hay que determinar si está dentro o no de alguna de norma de producto.*



La aplicación de la norma está limitada para elementos pretensados con canto máximo de 500 mm y una anchura máxima de 1.200 mm. Para elementos armados, el canto máximo está limitado a 300 mm y la anchura máxima, sin armadura transversal, a 1.200 mm, y con armado transversal, a 2.400 mm. Estas limitaciones no pretenden prohibir la aplicación de elementos con dimensiones mayores, pero la experiencia no es todavía suficientemente amplia para elaborar reglas de diseño normalizadas.

El diámetro del acero de pretensado está limitado a un máximo de 11 mm para alambres y de 16 mm para cordones. No se permite el uso de barras de pretensado.

	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio
UNE-EN 1168:2006	1/03/06	1/03/08
UNE-EN 1168:2006 + A1:2009	1/01/09	1/01/10
UNE-EN 1168:2006 + A2:2010	1/12/09	1/12/10
UNE-EN 1168:2006 + A3:2012	1/07/12	1/07/13

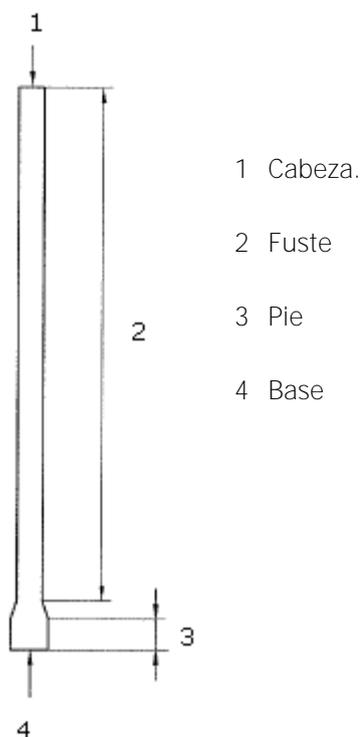
**UNE-EN 12794****Pilotes de cimentación**

Esta Norma europea especifica la terminología, los requisitos, los criterios básicos de funcionamiento, los métodos de ensayo y la evaluación de la conformidad que serán de aplicación a los pilotes de cimentación prefabricados de hormigón elaborados en fábrica para su uso en trabajos en obra civil y edificación y puestos en obra por medio de impacto, vibración, presión u otras técnicas adecuadas. Esta norma se puede aplicar también a los productos fabricados in situ en plantas temporales, en las que la producción se controla de acuerdo con lo establecido en el capítulo 6.3 (Control de producción en fábrica) de la norma UNE-EN 13369:2004 (Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón) y se protege adecuadamente contra las inclemencias meteorológicas.

Esta norma se aplica a pilotes de cimentación producidos en planta como elementos de hormigón armado o pretensado. La sección transversal puede ser sólida o de núcleo hueco, ya sea prismática o cilíndrica. La sección transversal puede ser constante a lo largo de toda la longitud del pilote, o disminuir parcial o totalmente a lo largo del pilote o, en su caso, de las secciones longitudinales del pilote.

Esta norma contempla tanto los pilotes de cimentación fabricados de una sola pieza, como los fabricados en elementos con juntas integradas en el proceso de moldeo. Los pilotes de cimentación pueden tener un pie alargado o una zapata de pie.





	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio
UNE-EN 12794:2006 + A1:2008	<del>1/01/06</del>	1/01/08
UNE EN 12794:2006+A1:2008/AC:2009	<del>1/08/09</del>	1/08/09

## UNE-EN 12843 Mástiles y postes

Esta norma establece los requisitos para los postes prefabricados de hormigón (o mástiles), bien de una pieza o compuestos de varios elementos, armados y/o pretensados como elementos estructurales: pueden ser huecos o macizos, y pueden recibir o incluir componentes adicionales (por ejemplo, crucetas, plataformas, etc.), insertos y conectores. Pueden conectarse elementos adicionales a los elementos de poste.

Las estructuras hechas con estos elementos, en forma de pie único o múltiple, pueden utilizarse para:

- Líneas eléctricas aéreas.
- Líneas de telecomunicaciones.
- Líneas eléctricas aéreas para ferrocarriles, tranvías y similares.
- Soportes para iluminación.
- Soportes para instalaciones de megafonía.
- Postes de antenas y telecomunicaciones.
- Soportes para aerogeneradores.
- Instalaciones similares.

Esta norma no contempla columnas de alumbrado para su utilización en zonas de circulación de tráfico.



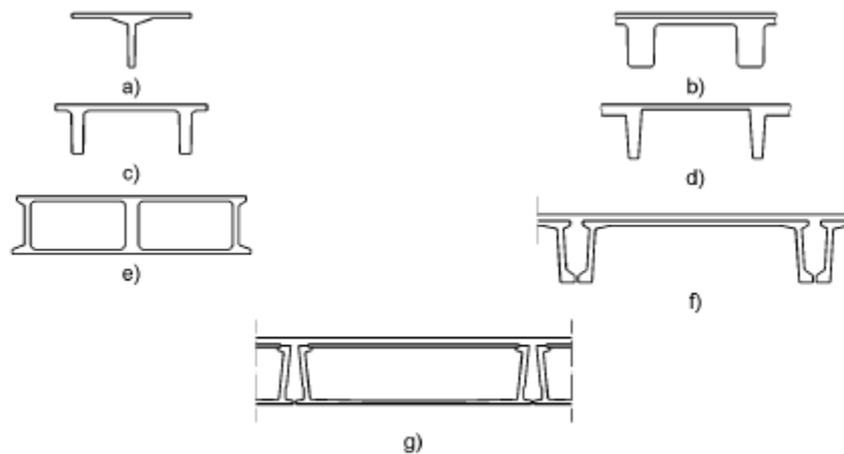
Fechas de aplicación marcado CE		
	Voluntario	Obligatorio

UNE-EN 12843:2005	1/09/05	1/09/07
-------------------	---------	---------

## UNE-EN 13224 Elementos para forjados nervados

Esta norma establece los requisitos, las prestaciones básicas y la evaluación de la conformidad para elementos prefabricados para forjados nervados fabricados con hormigón de peso normal, armado o pretensado, empleados en forjados o tejados. Los elementos constan de una placa superior y uno o más (generalmente dos) nervios que contienen la armadura longitudinal principal; también pueden constar de una placa inferior y nervios transversales.

Ejemplos de algunas formas de elementos para forjados nervados



	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio

UNE-EN 13224:2005	1/09/05	1/09/07
UNE-EN 13224:2005 + A1:2007	1/03/08	1/03/09
UNE-EN 13224:2012	1/08/12	1/08/13

## UNE-EN 13225 Elementos lineales estructurales

Esta norma especifica los requisitos, los criterios básicos de comportamiento y la evaluación de la conformidad para elementos prefabricados lineales (tales como columnas, vigas y pórticos) de hormigón de peso normal armado o pretensado, empleados en la construcción de estructuras de edificios y otras obras de ingeniería civil, a excepción de los puentes.



	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio
UNE-EN 13225:2005	1/09/05	1/09/07
UNE-EN 13225:2005/AC:2007	1/01/08	1/09/08

**UNE-EN 13693 Elementos especiales para cubiertas**

La norma UNE-EN 13693 identifica los requisitos, los criterios básicos de utilización y la evaluación de la conformidad para los elementos prefabricados especiales para cubiertas fabricados con hormigón de peso normal, armado o pretensado, empleados para la construcción de edificaciones, con o sin función de separación con respecto a la resistencia al fuego.

Se trata de elementos estructurales de pared delgada con perfil transversal deformable, tales como placas plegadas o elementos laminares curvos, siendo su uso previsto específico para cubiertas con sus cargas típicas.

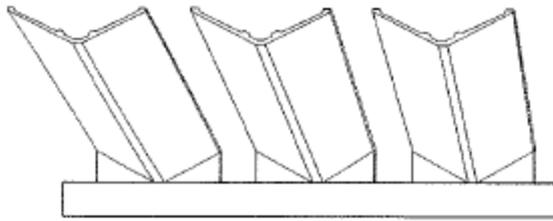
Se pueden utilizar otros tipos de elementos en cubiertas, tales como unidades nervadas, losas, etc. Para estos elementos se debe hacer referencia a sus respectivas normas de producto.

Esta norma identifica además los requisitos, los criterios básicos de utilización y la evaluación de la conformidad para los elementos complementarios fabricados con hormigón de peso normal, armado o pretensado, posiblemente empleados junto a los elementos de cubierta principales, tales como tableros y placas curvas laminares portantes.

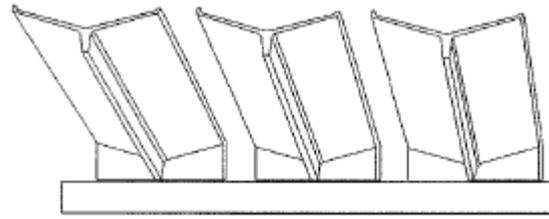
	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio
UNE-EN 13693:2005	1/06/05	1/06/07
UNE-EN 13693:2005+A1:2010	1/05/10	1/05/11



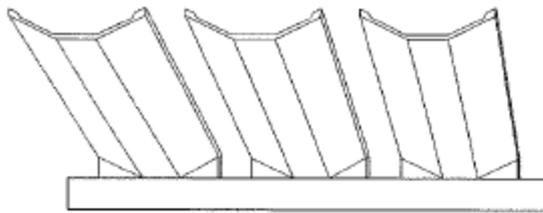
Ejemplos de algunas formas de elementos especiales para cubiertas



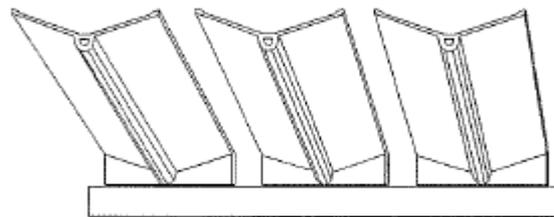
**B.1a – Elementos en forma de “I”**



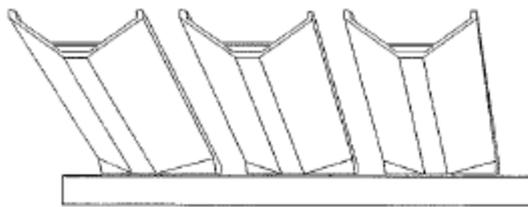
**B.2a – Elementos con un nervio simple**



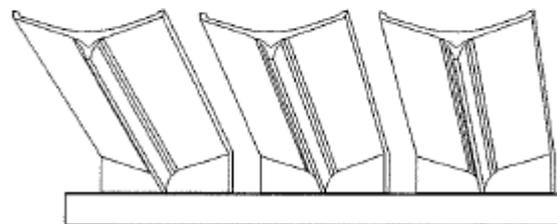
**B.1b – Elementos de tres placas**



**B.2b – Elementos con un nervio alveolado**



**B.1c – Elementos con alma alveolada**



**B.2c – Elementos con un nervio en sandwich**

**Fig. B.1 – Tipos de elementos de ala simple**

**Fig. B.2 – Tipos de elementos de ala con un nervio**



**UNE-EN 13747****Prelosas para forjados**

Esta norma especifica los requisitos, los criterios básicos de prestaciones y la evaluación de la conformidad de las prelosas prefabricadas elaboradas con hormigón armado o pretensado, según la norma Europea EN 1992-1-1:2004, utilizadas conjuntamente con hormigón fabricado in situ (capa de compresión) para la construcción de placas de forjado compuestas.

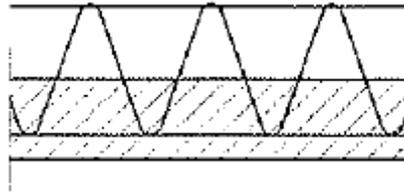
Estas prelosas, con o sin elementos aligerantes, pueden incluir armaduras básicas electrosoldadas en celosía o nervios rigidizadores incorporados durante la prefabricación. Los elementos se producen en fábrica por moldeo, fabricación en pistas o extrusión.

Los productos cubiertos por esta norma están destinados a ser utilizados como una parte de forjados estructurales en aplicaciones tales como:

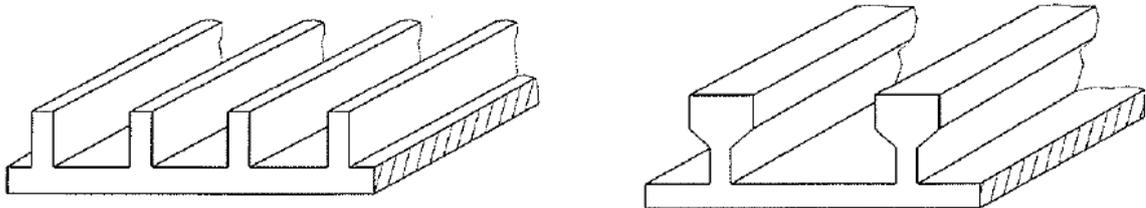
- Forjados y cubiertas de edificios.
- Áreas de aparcamiento o circulación.
- Tapas de alcantarillado, etc.

Los productos pueden utilizarse en áreas sísmicas siempre que cumplan todos los requisitos especificados de este uso.

Esta norma no es de aplicación en prelosas armadas con un espesor nominal menor de 40 mm., prelosas pretensadas con un espesor nominal menor de 50 mm. sin nervios rigidizadores o armaduras básicas electrosoldadas en celosía y prelosas con una cara superior muy lisa, tal y como se define en el apartado 6.2.5. de la norma Europea 1992-1-1:2004.



Prelosa con armadura básica electrosoldada en celosía



Prelosa con nervios rigidizadores continuos



	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio
UNE-EN 13747:2006/AC:2007	1/05/06	1/05/08
UNE-EN 13747:2006+A1	1/08/09	1/08/10
<b>UNE-EN 13747:2006+A2:2011</b>	1/01/11	1/01/11

### **UNE-EN 13978-1    Garajes prefabricados de hormigón**

Esta norma contempla los garajes de hormigón armado prefabricados producidos como unidades de una pieza o como un conjunto de secciones individuales con dimensiones de una habitación en fábricas fijas. Estos garajes están previstos para ser montados sobre cimientos proyectados por otros y conforme con el comportamiento de las unidades prefabricadas.

Pueden colocarse de forma aislada en cualquier sitio, pueden tener terraplenes detrás de alguna de las paredes (relleno de tierras) o estar cubiertos de tierra o pueden estar contruidos con un área de aparcamiento para coches o un segundo piso de garajes.

Esta norma también se aplica a las unidades suplementarias, conjuntos para garajes de doble espacio y garajes de aparcamiento múltiple así como para cajones de garaje para garajes de sótano de un piso.

	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio
<b>UNE-EN 13978-1:2006</b>	1/03/06	1/03/08

### **UNE-EN 14843:2007    Escaleras**

Esta norma fija las especificaciones en cuanto a materiales, producción, propiedades, requisitos y métodos de ensayo para las escaleras monolíticas prefabricadas de hormigón y elementos prefabricados de hormigón (piezas individuales para escaleras) utilizadas para realizar escaleras de hormigón armado y/o pretensado.

Esta norma se aplica a las escaleras estructurales interiores y exteriores.

Esta norma cubre las escaleras prefabricadas de hormigón y los rellanos asociados, monolíticas o construidas a partir de escalones individuales sostenidos por vigas o pilares. Los elementos portantes pueden incluir hormigón in situ.

Las escaleras prefabricadas de hormigón se clasifican en dos familias principales de productos:

- Las escaleras monolíticas construidas a partir de elementos prefabricados de hormigón que incluyen tramos de escaleras, rellanos o una combinación de estos elementos. Pueden incluir elementos portantes verticales.
- Las escaleras construidas a partir de escalones individuales, portantes o no, ensambladas en obra, con por ejemplo, zancas o un pilar central.

Su forma puede ser recta o de caracol.

Las escaleras pueden incluir parapetos (en uno o los dos lados) y rellanos.



Las escaleras pueden estar simplemente apoyadas (por ejemplo, en ménsulas, paredes o vigas) con conexiones atornilladas o ser conectadas con armaduras y hormigón in situ.

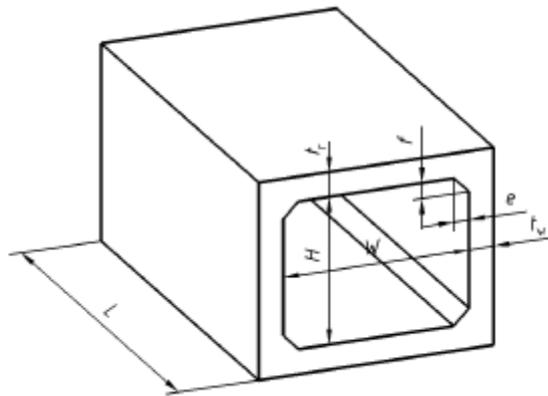
Las superficies de los elementos prefabricados pueden ser vistas o recubiertas por productos de acabado.

	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio
UNE-EN 14843:2008	1/01/08	1/01/09

## UNE-EN 14844 Marcos

Esta norma contempla, tanto los grandes marcos (estructurales – sistema 2+) como los pequeños (no estructurales o poco estructurales – sistema 4 / Autocertificación del fabricante), de sección transversal rectangular, monolíticos y proyectados como elementos continuos con un detalle de junta formado para permitir la incorporación eventual de materiales estancos. Los marcos se pueden utilizar para la creación de huecos por debajo del nivel del suelo cuya finalidad sea el transporte o el almacenamiento de materiales, por ejemplo, para el transporte y el almacenamiento de aguas residuales, galerías de cables y pasajes subterráneos.

Para el propósito de esta norma, los marcos que presenten medidas internas de sección transversal ( $W$  y  $H$ , en la figura) mayores a 1.250 mm, deberían considerarse grandes (estructurales).



Los elementos se fabrican generalmente en fábricas usando hormigón de áridos normales o ligeros y habitualmente requieren armaduras de acero. Esta norma no contempla ni los elementos fabricados a partir de hormigón celular curado en autoclave, ni los de hormigón armado con áridos ligeros de estructura abierta.

Todos los elementos están acabados estructuralmente y se combinan para formar una estructura completa de longitud (incluidas las juntas) y de capacidad apropiadas.



	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio
UNE-EN 14844:2007	1/05/07	1/05/08
UNE-EN 14844:2007+A1	1/08/09	1/08/10
<b>UNE-EN 14844:2007+A2:2012</b>	1/09/12	1/09/13

**UNE-EN 14991 Elementos de cimentación**

Esta norma contempla los requisitos y los criterios básicos de prestaciones y especifica, donde sea aplicable, los valores mínimos de los elementos prefabricados para cimentaciones (comprende pilares con elementos de cimentación integrados, elementos de cimentación en cáliz, cálices, etc.) fabricados con hormigón armado de peso normal para estructuras de edificaciones de acuerdo con la Norma Europea EN 1992-1-1.

	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio
<b>UNE-EN 14991:2008</b>	1/01/08	1/01/09

**UNE-EN 14992 Elementos para muros**

Esta norma es de aplicación a muros prefabricados, hechos a partir de hormigón de densidad normal o aligerado, definiéndose muro como una unidad superficial plana o curva, dispuesta para colocarse vertical o inclinada.

Pueden tener aplicación exterior (aislamiento térmico, aislamiento acústico y/o control higrotérmico) o no, aplicación de fachada (requisitos dimensionales, estéticos, etc.) o no y/o una combinación de estas aplicaciones.

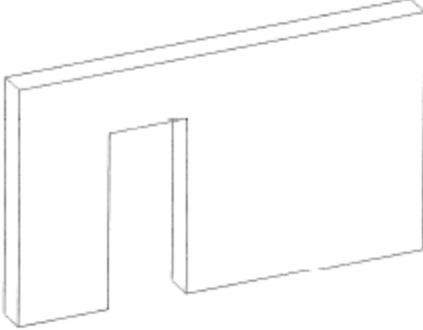
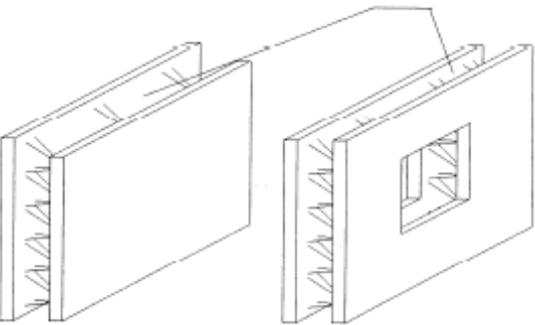
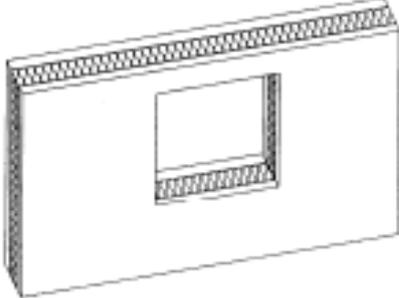
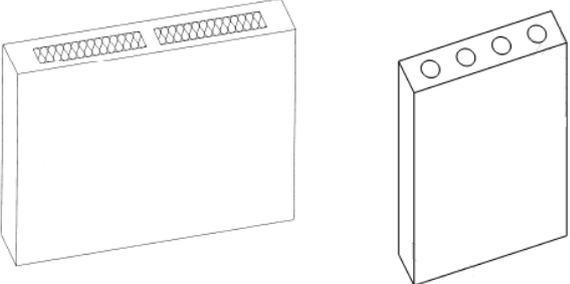
Asimismo, los muros pueden estar fabricados con hormigón en masa, armado o pretensado.

Hasta la versión anterior de la norma (UNE-EN 14992:2008), quedaba a juicio del prefabricador qué consideraba elemento de muro portante (sistema de evaluación de la conformidad 2+) y cuáles no (sistema 4). A partir de la nueva versión (UNE-EN 14992:2008+A1:2012), hay una clara delimitación, según establece el apartado ZA.2.1.:

- Elementos de muros no portantes: revestimientos pequeños o aplacados pequeños (elementos de aplacado sin armadura y de un tamaño máximo de 2,25 m<sup>2</sup>, una longitud máxima de 1,5 m y un espesor menor de 80 mm. Ej. paneles de GRC (hormigón armado con fibra de vidrio) → Sistema 4 (autocertificación del fabricante)
- Elemento de muros portantes: el resto → Sistema 2+ (intervención de Organismo certificador)

Éstos incluyen:



<p>Muro macizo</p>	
<p>Muros dobles (dos capas prefabricadas armadas que están unidas por un espacio mediante un sistema de estructura de celosía. En obra, el espacio entre las dos capas se rellena con hormigón)</p>	<p>Hormigón in situ</p> 
<p>Muro de paneles sándwich (panel base, una capa de aislamiento térmico, una posible cámara de aire y un panel visto)</p>	
<p>Muros de paneles aligerados (panel prefabricado como una unidad terminada. Puede consistir en dos capas exteriores de hormigón y un bloque de material ligero (por ejemplo espuma, poliestireno, poliuretano) o alveolos).</p>	

	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio
UNE-EN 14992:2008	1/01/08	1/05/10
UNE-EN 14992:2008+A1:2012	1/04/13	1/07/13

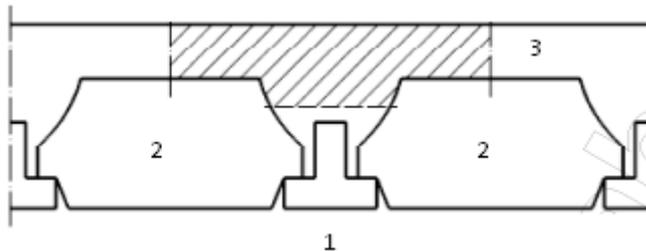
## UNE-EN 15037-1 Viguetas (para sistemas de forjado de vigueta y bovedilla)

Esta norma europea especifica los requisitos, los criterios básicos de funcionamiento y la evaluación de la conformidad de las viguetas de hormigón armado o pretensado de peso



normal de acuerdo con la norma EN 1992-1-1:2004, con o sin forro cerámico, utilizadas conjuntamente con bovedillas según las normas EN 15037-2, EN 15037-3, prEN 15037-4 y prEN 15037-5, con o sin hormigón colocado in situ (capa de compresión) para la construcción de sistemas de forjado y de cubierta de vigueta y bovedilla.

En el Anexo B se recogen ejemplos de las diferentes tipologías de sistemas de forjado y de cubierta.



**Leyenda**

- 1 Vigueta
- 2 Bovedilla
- 3 Losa hormigonada in situ

El canto total de la vigueta debe estar comprendido entre 60mm y 500 mm y la distancia entre ejes de viguetas no será mayor de 1 m.

Para cantos superiores, las viguetas prefabricadas de hormigón deben cumplir con la norma europea EN 13225 "Elementos estructurales lineales".

Los productos amparados bajo esta norma están destinados a utilizarse como sistemas estructurales de forjado y de cubiertas, no sometidos a carga de fatiga, incluyendo áreas de parking para vehículos ligeros que corresponden a la categoría F de tráfico de la norma EN 1991-1-1:2002.

Los productos pueden ser utilizados en zonas sísmicas, con la condición de que respondan a los requisitos específicos para este uso.

	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio
UNE-EN 15037-1:2010	4/01/10	1/01/11

**Vigueta:** Elemento lineal estructural de pequeña sección transversal, constituido de hormigón armado o pretensado, prefabricado en su totalidad o parcialmente.

**Bovedilla:** Elemento (de hormigón, de áridos densos o ligeros, de cerámica, de poliestireno expandido, de plástico, de material compuesto de virutas de madera) colocado entre las viguetas, cuya función puede ser de aligeramiento o colaborante en la resistencia.

**Sistema de forjado de vigueta y bovedilla:** forjado realizado combinando viguetas paralelas con bovedillas colocadas entre ellas y eventualmente una capa superior de hormigón colocada in situ que puede servir o no de losa de compresión.

**UNE-EN 15037-2 Bovedillas de hormigón (para sistemas de forjado de vigueta y bovedilla)**

Esta norma europea contempla los requisitos y los criterios básicos de comportamiento de las bovedillas fabricadas con hormigones de peso normal o con áridos ligeros, utilizadas



conjuntamente con viguetas de hormigón prefabricado conformes con la Norma EN 15037-1, con o son losa de hormigón in situ, para la construcción de sistemas de forjado de viga y bovedilla, empleadas para la construcción de estructuras o edificios y otras obras de ingeniería civil, excepto puentes.

	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio
UNE-EN 15037-2:2009+A1:2011	<del>1/12/11</del>	1/12/12

### **UNE-EN 15050 Elementos para puentes**

Esta norma europea se aplica a los elementos estructurales prefabricados de hormigón producidos en fábrica utilizados en la construcción de puentes; por ejemplo, elementos de tableros y arcos prefabricados.

Se consideran los elementos de hormigón de densidad normal, armados o pretensados; se pueden utilizar para puentes de carreteras, puentes de ferrocarril y pasarelas.

Los elementos de tablero incluyen tanto elementos simples que componen el tablero (vigas, losas, elementos nervados o celulares) como elementos que constituyen una dovela de tablero completo.

Esta norma hace referencia a los elementos prefabricados producidos en fábrica o en las proximidades de la obra en construcción, en un lugar protegido de condiciones meteorológicas desfavorables. Se supone que, si los elementos no son producidos en fábrica, las condiciones de fabricación garantizan el mismo nivel de control de calidad que en fábrica. Se supone que el lugar de producción está protegido de la lluvia, del sol y del viento.

Se pueden tratar en otras normas ciertos elementos (por ejemplo vigas, losas). Esta norma europea trata los aspectos específicos relativos a la utilización de estos elementos en la construcción de puentes.

Los pilotes de cimentación, las barreras, los dispositivos de retención frontal, los dispositivos de seguridad, las pilas, los estribos y los marcos están fuera del campo de aplicación de esta norma.

En los anexos A a F de la UNE-EN 15050, aparecen distintos tipos de elementos que quedan dentro del alcance de esta norma.

	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio
UNE-EN 15050:2008	<del>1/02/08</del>	1/02/09
UNE-EN 15050:2008+A1:2012	<del>1/12/12</del>	1/12/12



**UNE-EN 15258****Elementos de muros de contención**

Esta Norma Europea se ocupa de los requisitos, los criterios básicos de comportamiento y la evaluación de la conformidad de los elementos prefabricados de hormigón en masa, armado o pretensado de peso normal, utilizados en la construcción de muros de contención.

Los productos cubiertos por esta Norma Europea pretenden ser utilizados como parte de muros de retención en aplicaciones tales como:

- contener excavaciones de tierra natural y zanjas;
- contener rellenos de tierra para carreteras, plataformas, etc.;
- en estribos de puentes y sus muros laterales;
- contener varias clases de materiales sueltos como arena, grava, etc.

Algunos ejemplos de los elementos prefabricados considerados en esta Norma Europea se muestran en el Anexo B (informativo).

Los productos pueden ser utilizados en zonas sísmicas con la condición de que cumplan los requisitos específicos para este uso.

Esta Norma Europea no cubre:

- productos para muros de contención de tanques o depósitos de líquidos;
- elementos de muros de contención de hasta 1 metro de altura y aquéllos que se ensamblan para la formación de muros de contención de hasta 1 metro de altura (por ejemplo, cajones para flores apilados para formación de muretes) si el muro se utiliza para soportar cargas secundarias (máximo relleno de tierra horizontal y con una ligera sobrecarga);
- productos para cajones de plantas apiladas, aplicados únicamente como fachada, y por lo tanto no sometidos a ninguna carga (como presiones del terreno, acciones de la carretera, etc.);
- muros prefabricados diafragma (tablestacados de hormigón).

	Fechas de aplicación marcado CE	
	Voluntario	Obligatorio
UNE-EN 15258:2009	1/01/10	1/01/11



### 3.2.2. Fechas de aplicación de marcado CE

El fabricante debe conocer si el marcado CE de su producto es voluntario o si por el contrario ya es obligatorio. El D.O.U.E. (Diario Oficial de la Unión Europea) establece siempre un periodo inicial (suele estar entre 1 y 2 años) en el cual la aplicación del marcado CE es voluntario:

- Fecha de inicio del periodo de coexistencia: es la fecha a partir de la cual, cualquier fabricante puede empezar voluntariamente a poner en marcha las acciones necesarias para obtener el marcado CE de ese producto, y a partir de la cual ningún Estado miembro puede poner obstáculos a que ese producto con marcado CE, se comercialice en su territorio.
- Fecha final del periodo de coexistencia = Entrada en vigor del marcado CE obligatorio: es la fecha en la que finaliza el periodo de coexistencia e implica que los fabricantes que pongan productos en el mercado deberán hacerlo con marcado CE. Además, las Administraciones de los Estados miembros deberán, en esta fecha, haber adaptado las Reglamentaciones nacionales de manera que no existan trabas a la circulación de los productos con marcado CE.

Como se ha visto, la mayoría de productos prefabricados de hormigón con aplicaciones estructurales cuentan ya con marcado CE. No obstante, hay que advertir que las normas están en constante revisión, por lo que deberá notarse si existe una versión de la norma cuya aplicación, en lo que respecta al marcado CE (referencias desde el anexo ZA), están en periodo de aplicación voluntaria, o si por el contrario ya fuese obligatoria.

### 3.3. Elección del método de marcado CE

El fabricante debe elegir posteriormente la aplicación de uno de los métodos descritos siguientes:

#### 3.3. Método 1

- ✓ ZA 3.2 UNE-EN XXX: Declaración de los datos geométricos y de las propiedades de los materiales.
- ✓ Guía L Apartado 3.3.2.

Adecuado para productos de catálogo, normalmente sencillos, ofrecidos al mercado certificando sus características geométricas y los materiales empleados. El proyectista es responsable de su empleo adecuado y del cálculo y justificación de que se cumple con los requisitos esenciales según el uso a que se haya destinado.

El prefabricador suministra la definición del producto, mediante la declaración de las prestaciones mecánicas que acompaña al marcado CE: configuración geométrica de las piezas, mediante dibujo que incluya las dimensiones, diámetros de las armaduras, recubrimientos, distancias entre barras, doblados y empalmes necesarios, etc., así como las características mecánicas de los materiales componentes empleados.

Con todos estos datos, cualquier posible comprador puede verificar la adecuación del prefabricado estructural a sus necesidades mediante la utilización del método de cálculo



establecido por la reglamentación vigente o el empleado en el proyecto de la estructura a la que tiene previsto incorporar el prefabricado estructural.

Un ejemplo muy ilustrativo de este método lo representan las placas alveolares, en el que cada fabricante suele tener un catálogo de productos estandarizado (clases determinadas de cantos con unos armados determinados para cada tipo de canto).

El método 1 permite utilizar perfectamente la normativa nacional (EHE-08).

### 3.3.2. Método 2

- ✓ ZA 3.3 UNE-EN XXX: Declaración de las propiedades de producto
- ✓ Guía L Apartado 3.3.2.

Adecuado para productos de catálogo, normalmente sencillos, ofrecidos al mercado certificando sus características geométricas, de materiales empleados y las requeridas por el Mandato bajo el que se prepara la Norma, con respecto al cumplimiento de los Requisitos esenciales y que este Mandato especifica que para estos productos debe proporcionar y certificar el fabricante.

El prefabricador es responsable de estos valores y de su obtención, bien mediante ensayos o cálculo, todo ello de acuerdo con los Eurocódigos, e indicando los parámetros de determinación nacional (PDN) utilizados.

Este método puede ser aconsejable en productos que se venden a otros países.

Para todos los datos de proyecto, incluyendo los modelos y los parámetros empleados en los cálculos, puede hacerse referencia a la documentación técnica (de proyecto).

### 3.3.3. Método 3

- ✓ ZA 3.4 UNE-EN XXX: Declaración de la conformidad con una especificación de proyecto dada.

Adecuado para productos realizados para un proyecto concreto. El prefabricador es responsable de la calidad de los materiales y de su ejecución de acuerdo con los planos y las especificaciones de proyecto.

Es el tipo más general de marcado CE; muchos productos prefabricados de hormigón utilizan este tipo de marcado pues el prefabricador los construye para proyectos concretos.

Puede aplicarse en dos casos diferentes:

- Diseño total del cliente: método 3a.
- Diseño del fabricante con una especificación de diseño dada por el fabricante de acuerdo a una orden del cliente: método 3b.



### 3.3.3.1. Método 3a

✓ Guía L Apartado 3.3.4.a.

Este es el caso de una declaración de producto conforme a unos requerimientos de proyecto (especificaciones de diseño, planos, materiales, dimensiones, armados, etc.) dadas por completo por el cliente o proyectista. Son, en definitiva, piezas diseñadas por un proyectista distinto del prefabricador y realizadas según un proyecto concreto facilitado por el cliente.

El fabricante se limita a producir el encargo que recibe, sin intervenir en su proyecto, por lo que no se responsabiliza de los requerimientos impuestos.

Por otro lado, el fabricante debe informar al cliente de aquellos cambios (dimensiones, armado, etc.) que pudiese necesitar introducir con motivo de las medidas adicionales que deben considerarse para el traslado y la colocación de las piezas, y cerciorarse de que el proyectista ha tenido en cuenta los esfuerzos a que van estar sometidas las piezas en estas fases. En todo caso, el fabricante siempre debe solicitar la aprobación del cliente si no desea asumir la responsabilidad derivada de los cambios introducidos ni del comportamiento final de las piezas como consecuencia de ello.

Es conveniente además, que el proyectista sea informado y reciba justificación de las adiciones, aditivos, etc., que el fabricante tenga previsto emplear durante el proceso de fabricación.

### 3.3.3.2. Método 3b

✓ Guía L Apartado 3.3.4.b.

Este es el método empleado en aquellos casos de encargos realizados por un cliente (contratista, proyectista, etc.) que ha proyectado la estructura, pero sólo ha hecho un predimensionado de los elementos, por lo que dentro del encargo se incluye la realización del proyecto de las piezas y su dimensionado para encajarlos en la estructura.

El fabricante debe realizar el proyecto de los prefabricados estructurales bien empleando los métodos propuestos por la norma armonizada o bien, en caso de que el cliente se lo imponga, empleando el método utilizado por el proyectista de la obra en el cálculo del resto de la estructura.

En este caso, el fabricante debe exigir al cliente que le indique, por escrito, el método de cálculo que desea que se emplee, las acciones previstas así como las especificaciones de los componentes (hormigón, acero, etc.), que desea que se utilicen.

Es, en definitiva, el caso en el que el prefabricador asume simultáneamente las responsabilidades de fabricante y proyectista.

Como se explicaba anteriormente, una utilización adecuada de este método es en el caso de piezas especiales (con cajeados, huecos, cortes a inglete, etc.).

Este método (3a y 3b) también se aplica en el caso de un diseño realizado con otros medios distintos a los Eurocódigos, como puede ser la normativa nacional (EHE-08).



### 3.4. Ensayo inicial de tipo

- ✓ 6.2. UNE-EN 13369: Ensayo de tipo.

#### 3.4.1. Generalidades

Los ensayos iniciales de tipo del producto considerado tienen la función de establecer las características y prestaciones básicas del producto para su marcado CE como representativos de la producción normal. Se realizarán una sola vez en tanto en cuanto se mantengan invariables las características de fabricación del producto.

El ensayo de tipo consiste en someter a una muestra representativa de un producto y/o probetas a los ensayos y/o cálculos pertinentes para comprobar las propiedades. En el caso de verificación de las características por cálculo, se somete a un modelo representativo del producto a los cálculos pertinentes para determinar sus propiedades o para verificar que se cumplen las previstas.

No se requieren ensayos adicionales de tipo del producto para las propiedades del producto evaluadas conforme a métodos de proyecto generalmente aceptados (por ejemplo, reglas de proyecto de la Norma Europea EN 1992-1-1 o normas de producto), con disposiciones comunes y modelos usuales de proyecto, o basados en la experiencia documentada a largo plazo. En otros casos, se deben llevar a cabo ensayos para verificar la fiabilidad del método de proyecto.

El ensayo de tipo inicial debe llevarse a cabo para demostrar la conformidad con los requisitos antes de comercializarse un nuevo producto. También debe realizarse en los productos que se estén produciendo en la fecha de disponibilidad de la norma de producto pertinente. Los ensayos de tipo del mismo producto previos a esta fecha, pueden tomarse en consideración si cumplen con los requisitos de la norma de producto pertinente.

Cuando los resultados del ensayo de tipo inicial muestren que el producto no satisface los requisitos, los productos no deben entregarse hasta que otro ensayo de tipo adicional, una vez introducidos los cambios apropiados, demuestre que el producto cumple con los requisitos.

Siempre que se produzca un cambio relevante en la calidad, naturaleza u origen de las materias primas (composición del hormigón, tipo de acero, etc.) o cuando se introduzca un cambio en el proceso de fabricación que puedan modificar significativamente alguna de las propiedades de producto, se deben llevar a cabo ensayos de tipo adicionales adecuados.

Los podrá realizar el fabricante en su propio laboratorio o en uno externo subcontratado, sin que en ninguno de los casos sea necesario que el laboratorio esté acreditado por ENAC o notificado por la Unión Europea. Únicamente se considera necesario que los equipos de ensayo utilizados hayan sido calibrados adecuadamente.

El fabricante sólo está obligado a realizar los ensayos de las características asociadas a las prestaciones del producto que declare; por ejemplo, si el fabricante no declara que su producto tiene prestaciones de una propiedad determinada no tendrá que hacer dicho ensayo inicial de tipo, y en el mercado CE, para esa característica deberá poner PND (prestación no determinada).



Los resultados de los ensayos iniciales de tipo se registrarán en un informe de ensayo como punto de partida del control de producción. Deberá estar disponible para ser presentado a los clientes que lo soliciten, así como a efectos de inspecciones o vigilancia por parte de las autoridades competentes.

En el caso de que el cálculo y diseño del producto haya sido íntegramente proporcionado por el cliente, el fabricante está exento de realizar los ensayos iniciales de tipo, a no ser que aquél, auténtico responsable del producto, lo solicite expresamente.

### **3.4.2. Definición de tipo**

Las normas no suelen establecer la definición de tipo dejándose a criterio del fabricante. Se podrán por tanto agrupar los productos en las familias que el fabricante considere más convenientes (relacionadas con los distintos requisitos del ensayo de tipo) y en las que se supone que el valor de una propiedad determinada es común a todos los productos pertenecientes a dicha familia. Los tipos surgen de todas las combinaciones posibles de dichas familias.

### **3.4.3. Diseño basado en cálculo (verificado o no con ensayos)**

Las dimensiones y singularidad de algunos prefabricados de hormigón, con la ayuda de los programas informáticos de cálculo, hacen que la forma más económica de determinar las prestaciones mecánicas sea mediante la aplicación de métodos de cálculo.

La comprobación mediante ensayos que complementan la verificación mediante cálculo es posible y se considera como método complementario al resultar una alternativa cara debido a los costes que conllevan estas pruebas.

La mayoría de las norma redirigen a los métodos de cálculo que se definen en los Eurocódigos, aunque es conveniente estar en disposición de poder emplear los distintos métodos de cálculo que puedan necesitarse para hacer frente a los encargos recibidos, sobre todo aquéllos de clientes con necesidades específicas; por ejemplo, los productos estructurales destinados a obras proyectadas con métodos de cálculo distintos a los de los Eurocódigos, como es el caso de estructuras proyectadas empleando los métodos de la Instrucción EHE.

Por ello es importante que el fabricante disponga en la propia fábrica o mediante contrato externo de personal y de instrumentos y medios informáticos que permitan y faciliten la ejecución de los cálculos necesarios para llevar a cabo la determinación de ciertas características de forma ágil y rápida.

Otra posibilidad es utilizar ensayos compartidos, es decir, aprovechar los resultados de los ensayos realizados por otros fabricantes para un mismo tipo de producto.



### **3.4.4. Características relativas a los requisitos esenciales**

Se trata de las características o propiedades que pueden ser declaradas por el fabricante. Cada una de las Normas establece aquellas características específicas y detalla los procedimientos estandarizados para la obtención de sus valores, ya sea por ensayo físico y/o por cálculo.



	Resistencia a compresión del hormigón	Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)	Resistencia mecánica (mediante cálculo)	Resistencia al fuego (para la capacidad portante)	Resistencia al fuego (para la capacidad portante), integridad y aislamiento	Reacción al fuego	Aislamiento al ruido aéreo y transmisión del ruido por impacto	Aislamiento acústico aéreo	Detalles constructivos	Durabilidad	Durabilidad de la resistencia mecánica	Durabilidad frente a la corrosión	Durabilidad frente al hielo-deshielo	Rígidez de las juntas
UNE EN 1168 Placas alveolares	X	X	X	X			X		X	X				
UNE EN 12794 Pilotes de cimentación	X	X	X						X		X			X
UNE EN 12843 Mástiles y Postes	X	X	X						X			X	X	
UNE EN 13224 Elementos para forjados nervados	X	X	X	X					X	X				
UNE EN 13225 Elementos lineales estructurales	X	X	X	X					X			X		
UNE EN 13693 Elementos especiales para cubiertas	X	X	X		X	X	X		X			X	X	
UNE EN 13747 Prelosas para forjados	X	X	X	X			X		X	X				
UNE EN 13978-1 Garajes	X	X	X		X	X		X	X			X	X	



	Resistencia a compresión del hormigón	Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)	Resistencia mecánica (mediante cálculo)	Resistencia al fuego (para la capacidad portante)	Reacción al fuego	Aislamiento al ruido aéreo y transmisión del ruido por impacto	Aislamiento acústico aéreo	Detalles constructivos	Durabilidad	Durabilidad frente a la corrosión	Durabilidad frente al hielo-deshielo	Retracción por secado	Seguridad en servicio	Permeabilidad al vapor de agua	Impermeabilidad al agua	Resistencia a la fijación
UNE-EN 14843 Escaleras	X	X	X	X		X		X		X			X			
UNE-EN 14844 Marcos	X	X	X					X		X	X	X				
UNE-EN 14991 Elementos de cimentación	X	X	X					X	X							
UNE-EN 14992 Elementos de muros	X	X	X	X	X		X	X	X					X	X	X
UNE-EN 15037-1 Viguetas	X	X	X	X		X		X	X							
UNE-EN 15037-2 Bovedillas			X		X	X		X	X			X				
UNE-EN 15050 Elementos para puentes	X	X	X	X				X		X	X					
UNE-EN 15258 Elementos de muros de contención	X	X	X					X	X					X		

Los requisitos relativos a una característica no son de aplicación en los Estados Miembros en los que no exista reglamentación al respecto para el uso previsto del producto. En este caso, los fabricantes que comercialicen sus productos en dichos Estados Miembros no están obligados a determinar, ni a declarar las prestaciones de sus productos en lo referente a dicha



característica, y la información que acompaña al marcado CE (véase ZA.3) puede entonces incluir la opción "Prestación No Determinada" (PND). Sin embargo, esta opción no es aplicable cuando existe un límite umbral de la característica.

### 3.4.5. Ejemplo de informe de ensayo inicial de tipo

Es importante recalcar que estos informes de ensayo inicial de tipo no pueden ni deben ser considerados como "certificados", ni así debe aparecer en los documentos emitidos por los laboratorios notificados.

La información fundamental que deben contener estos informes, según la Guía K de la Comisión Europea será:

- Identificación del fabricante y del lugar de fabricación.
- Identificación del producto de acuerdo con la correspondiente especificación técnica (norma armonizada o Guía de DITE).
- Información sobre:
  1. Toma de muestras (lugar, fecha, persona, etc.);
  2. Fecha de ensayo;
  3. Personal del organismo involucrado;
  4. Métodos de ensayo aplicados de acuerdo con las correspondientes especificaciones técnicas.
- Identificación del laboratorio y personal que realiza los ensayos.
- Lugar y fecha.
- Resultados de los ensayos, incluyendo el análisis de los mismos, cuando sea necesario.
- Lugar y fecha de entrega del informe de ensayo.
- Firma del director del laboratorio y sello (en su caso).

Los ensayos iniciales de tipo prescritos pueden aparecer en un solo informe o en diferentes informes de ensayo.

## 3.5. Control de producción en fábrica

- ✓ 6.3. UNE-EN 13369: Control de producción en fábrica.

### 3.5.1. Generalidades

Para asegurarse de que el producto que sale de la fábrica es el inicialmente diseñado y que se pueden garantizar los valores declarados que acompañan al marcado CE, el fabricante debe someter su producción a un control siguiendo para ello los procedimientos y operaciones establecidos en la Norma correspondiente.

Se considera que un fabricante que dispone de un sistema de calidad conforme a la Norma EN ISO 9001 y que tenga en cuenta los requisitos de la Norma UNE-EN 13369, satisface los requisitos del control de producción en fábrica, según se describe a continuación.



### **3.5.2. Organización**

Las tareas, responsabilidades y autoridad del personal implicado en el control de producción en fábrica deben ser documentadas, mantenidas e implantadas, incluyendo los procedimientos para las siguientes actividades:

- a) Demostración de conformidad del producto en las etapas apropiadas.
- b) Identificación y registro de cualquier caso de no conformidad.
- c) Tratamiento de no conformidades.
- d) Establecimiento de las causas de no conformidad y de las posibles acciones correctoras (proyecto, materiales o procedimientos de fabricación).

Un esquema de organización debe indicar las actividades del personal implicado en los puntos anteriores.

### **3.5.3. Sistema de control**

El fabricante debe establecer, documentar, mantener e implantar un sistema de control de producción en fábrica que asegure que el producto comercializado satisface los requisitos de esta norma y cumple los valores especificados o declarados.

El sistema de control de producción en fábrica debe estar constituido por procedimientos, instrucciones, inspecciones regulares, ensayos y utilización de los resultados para controlar el equipo, las materias primas, los procesos de producción y los productos.

### **3.5.4. Control de documentos**

Los documentos deben estar controlados de manera que en el lugar de trabajo se disponga únicamente de copias válidas. Dichos documentos son los procedimientos, instrucciones de trabajo, normas, informes de producción, planos y los procedimientos de control de producción en fábrica.

Los planos y documentos de producción deben proporcionar las especificaciones y todos los datos necesarios para la fabricación del producto. Estos planos y documentos deben estar fechados y aprobados para la fabricación por una persona designada por el fabricante.

### **3.5.5. Control del proceso**

El fabricante debe identificar las características relevantes de la fábrica y/o el proceso de producción. Además, debe definir los criterios y planificar los procesos de producción que afecten directamente a la conformidad del producto.

### **3.5.6. Inspección y ensayo**

La inspección y el ensayo se deben realizar sobre el equipo, las materias primas y otros materiales de entrada, el proceso de producción y los productos. En los esquemas de inspección se deben establecer los objetos, criterios, métodos y frecuencias relacionados con la inspección y el ensayo. La frecuencia de las verificaciones e inspecciones, y los métodos que no



estén especificados en la norma, deben ser definidos de forma que se obtenga una conformidad permanente del producto.

Los esquemas de inspección recogidos en las tablas D.1 a D.4 de la UNE-EN 13369, así como los esquemas complementarios que puedan venir recogidos en cada norma de producto, son esquemas de referencia. El fabricante debe aplicar las partes pertinentes de estos esquemas, a menos que él pueda demostrar que los cambios que introduce alcanzan igual nivel de confianza en la conformidad del producto.

*NOTA: La página web de ANDECE presenta un documento que permite la aplicación de las tablas de inspección, adaptándolo a la Instrucción EHE-08. Este documento, que ha sido preparado y consensuado por el Grupo de Trabajo para la discusión de aspectos técnicos y normativos de los Prefabricados de Hormigón estructurales.*

[http://www.andece.org/images/stories/Alex/inspecciones\\_une\\_en\\_13369.pdf](http://www.andece.org/images/stories/Alex/inspecciones_une_en_13369.pdf)

Las reglas de cambio para los objetos del nivel de inspección indicados en los esquemas de inspección se recogen en la tabla D.5.

Los resultados de la inspección que se expresen en términos numéricos, todos los resultados de la inspección que requieran una acción correctora, así como los resultados de ensayo, deben registrarse y estar disponibles para su consulta.

Los ensayos se deben realizar de acuerdo con los métodos mencionados en la norma correspondiente o aplicando métodos de ensayo alternativos con una correlación comprobada, o con una relación segura, respecto a los métodos normalizados. Los resultados del ensayo deben satisfacer los criterios de conformidad especificados y deben estar disponibles para su consulta.

### **3.6. Ensayos adicionales de las muestras tomadas en fábrica**

Siempre que haya un cambio en el proyecto, composición del hormigón, tipo de acero, método de fabricación u otros, que puedan modificar significativamente alguna de las propiedades del producto, se deben llevar a cabo ensayos/cálculo de tipo adicionales adecuados, según las características esenciales declaradas anteriormente.



## 4. Tareas del Organismo Notificado

- ✓ Anexo E UNE-EN 13369: Evaluación de la conformidad por una tercera parte.

El RPC establece que, para el sistema de evaluación de la conformidad 2+, además de las características y valores que deben cumplir los productos para poder llevar el marcado CE, el cumplimiento de estas características debe ser evaluado de una forma concreta y definida por unos Organismos (llamados de tercera parte) externos al fabricante.

### Organismo de Notificación, de certificación o de tercera parte

Organismo imparcial con la competencia y la responsabilidad necesarias para efectuar la certificación de conformidad de acuerdo con normas de procedimiento y de gestión establecidas.

Las tareas del Organismo Notificado, según un sistema 2+, son:

- Inspección inicial de la fábrica y del Control de Producción en Fábrica.
- Vigilancia continua, valoración y aprobación del Control de Producción en Fábrica.

### 4.1. Inspección inicial de la fábrica y del Control de Producción en fábrica

Tiene por objeto determinar si se cumplen los requisitos del capítulo 3.5. de este documento (Control de Producción en Fábrica).

El Organismo Notificado inicia su trabajo llevando a cabo una inspección de la fábrica (desde la zona de entrada de componentes hasta su expedición), en la que puede ir comprobando diferentes aspectos como:

- La adecuación de los medios de producción y el proceso de producción en relación al manual de calidad y en relación con su aptitud para que los productos cumplan las especificaciones de la correspondiente norma de producto.
- El funcionamiento de los equipos utilizados para pesar, medir y efectuar los ensayos.
- La existencia de unos esquemas para inspecciones mediciones y ensayos.
- La adecuación de los locales o terrenos para el almacenamiento de materias primas, materiales y productos terminados.
- En caso de disponer de laboratorio propio, debe ser inspeccionado.

Pueden darse dos casos, según si la línea de producción ya ha sido analizada o no para certificar otros productos. En el caso de un nuevo tipo de producto de uso estructural en una línea existente, se tendrá en cuenta toda la información sobre cambios importantes que afecten al control de producción en fábrica. En función de los cambios en el manual de Control de Producción, el Organismo Notificado decidirá si es necesaria una inspección particular.

Todos los resultados de la inspección inicial, especialmente aquellos relativos al sistema de Control de Producción en Fábrica manejado por el fabricante y la valoración de la aceptación del sistema, deben documentarse en un informe.



De cada inspección se preparara un informe confidencial que se enviara al fabricante, en el que se reflejarán, en el caso de que existan, las desviaciones encontradas y los plazos en los que el fabricante deberá corregirlas. Éste deberá determinar las causas de dicha no-conformidad, tomar las medidas correctoras pertinentes y realizar una revisión de todos los procedimientos de control de producción en fábrica.

Todas y cada una de las acciones y decisiones deberán documentarse en un informe sujeto a inspección por la Dirección durante la revisión llevada a cabo por la misma.

## **4.2. Vigilancia, evaluación y aprobación continua del Control de Producción en Fábrica**

Para la vigilancia rutinaria, la evaluación y la aprobación del Control de Producción en Fábrica, el objetivo principal de la tercera parte es comprobar si se mantiene la conformidad con los requisitos del capítulo 3.5. de este documento.

La tercera parte debe definir y manejar un programa de rutina, de manera que se inspeccionen todos los aspectos esenciales de la producción en fábrica al menos una vez al año para los aspectos del sistema y al menos dos veces al año para el resto de los aspectos.

Durante la inspección rutinaria, los resultados del control de producción del fabricante también se deben examinar para asegurar que el ensayo pedido se ha llevado a cabo con la frecuencia apropiada y que se han emprendido las acciones adecuadas, incluyendo la calibración y el mantenimiento del equipo de ensayo. Además, se debería revisar el cumplimiento de los requisitos de marcado.

Puede además presenciar la ejecución de los ensayos rutinarios de resistencia en muestras de hormigón y las comprobaciones de las tolerancias y otras características particulares del producto, que forman parte de los esquemas de inspección del sistema de control de la producción en fábrica.

La tercera parte debe examinar anualmente que las correlaciones o las relaciones de seguridad para los ensayos indirectos son todavía válidos tal y como los estableció el fabricante.

Los resultados de las inspecciones rutinarias se deben documentar en los registros de inspección.

En el caso de que se detecten no conformidades sobre el producto, se seguirá el procedimiento descrito anteriormente. Adicionalmente, el fabricante deberá determinar inmediatamente la cantidad afectada e informar a los clientes afectados cuando dicho producto haya sido expedido. El fabricante debe tener organizado y guardar un registro de todas las no conformidades y quejas relativas al producto cubierto por esta vigilancia del control de producción en fábrica y tenerlo a disposición del Organismo Notificado cuando lo requiera.

Al finalizar la inspección de seguimiento acciones, el Organismo Notificado decidirá si el certificado de conformidad del CPF sigue siendo válido. En caso que todas las evaluaciones de seguimiento sean conformes, comunicara al fabricante de que el certificado inicial sigue siendo válido.



### **4.3. Declaración de conformidad del producto: intervención del Organismo Notificado**

- ✓ Guía K. Anexo 3 "Los sistemas de certificación de conformidad y el papel y las tareas de los Organismos Notificados en el campo de la Directiva de Productos de Construcción"

La responsabilidad de los Ensayos iniciales de tipo (EIT) en el sistemas de conformidad 2+, corresponde al fabricante. El Organismo Notificado no valida el correspondiente cálculo.

#### **4.3.1. Métodos 1 y 3 (cuando no se incluye el método de cálculo en la especificación técnica armonizada)**

Respecto a los EIT, el fabricante es responsable de los métodos y procedimientos empleados para la determinación de los datos geométricos del producto y de las propiedades de los materiales y productos constituyentes, incluso de la toma de muestras, y de su indicación como información que acompaña al marcado CE, de acuerdo con las disposiciones de la especificación técnica (hEN o DITE).

Con respecto a la inspección inicial de la fábrica y del CPF, y a la continua vigilancia, evaluación y autorización del CPF, el O.N. evalúa el control de producción interno permanente ejercido por el fabricante, en particular el relativo a los procedimientos documentados para la selección de muestras representativas de acuerdo con **las disposiciones de las Normas armonizadas (...)** y a la determinación de las propiedades de los productos y de los materiales que intervienen como datos de partida en los cálculos. Comprueba si las condiciones de fabricación del producto permiten que las indicaciones dadas por el fabricante como información que acompaña al marcado CE satisfagan las disposiciones de la especificación técnica.

#### **4.3.2. Métodos 2 y 3 (cuando se incluye el método de cálculo en la especificación técnica armonizada)**

El O.N. es únicamente responsable de la certificación de que el CPF cumple los requisitos **establecidos en la Norma armonizada de producto (...)**, en base a una inspección inicial de la fábrica y a un CPF y, en el caso del sistema 2+, a una continua vigilancia, evaluación y autorización del CPF. Parte de la inspección inicial de la fábrica consiste en verificar que el fabricante se ha comprometido a hacer los cálculos iniciales de tipo (CIT) según las **disposiciones de la Norma armonizada (...)**.

Respecto a los EIT y la correspondiente toma de muestras, incluyendo los necesarios CIT para el rango del producto (según se define en la Norma armonizada de producto) y la determinación de los datos de partida para los cálculos (propiedades de los materiales y productos constituyentes, coeficientes parciales, etc.), éstos quedan bajo la responsabilidad del fabricante.

Respecto a la inspección inicial de la fábrica y del CPF, el O.N. evalúa si el sistema de control de producción permite conseguir las características del producto requeridas y el funcionamiento efectivo del CPF. Además, de comprobar si están documentados (véase Apdo. 2.4. Guía K) el



método y proceso de cálculo, cuando el CPF incluya el cálculo de las propiedades mecánicas de los productos manufacturados (muestras), el O.N. comprueba si el fabricante establece, usa y **mantiene un sistema de CPF de acuerdo a la Norma armonizada (...) asegurando:**

- a) La correcta selección de muestras representativas;
- b) Sobre los diversos productos manufacturados, la correcta determinación de las propiedades de los productos y materiales que intervienen como datos de partida en los cálculos, en cada uno de los productos;
- c) El adecuado equipamiento y personal competente para realizar cálculos correctos;
- d) Que se han realizado los cálculos, que su base (por ejemplo, los coeficientes de seguridad empleados) es correcta y que el método, el proceso y los resultados utilizados como base en las declaraciones del rendimiento están adecuadamente documentados y registrados;
- e) Que, en el caso de procesamiento e informes electrónicos, solamente se usa un software suficientemente documentado y validado y que el equipamiento informático funciona adecuadamente, y que se adoptan medidas de protección e integridad de datos apropiadas.

Respecto a la continua vigilancia, evaluación y autorización del CPF (únicamente en el sistema 2+) le corresponde al O.N., con la frecuencia que se especifique en la Norma armonizada de **producto (...), la tarea de comprobar que la documentación relativa al método de cálculo es aún válida** (se modifique éste o no) y la de controlar el uso continuo y mantenimiento del sistema del CPF documentado de acuerdo con la Norma armonizada de producto, asegurando desde el punto (a) hasta el (e) como se ha expuesto anteriormente.



## 5. Documentación

- ✓ **ZA.2.2 UNE-EN XXX: Certificado de conformidad del CPF y declaración de conformidad CE.**

El marcado CE lo pone el fabricante cuando tiene todos los datos y documentos que le permiten asegurar que cumple con los requisitos de la norma, es decir:

- a) que tiene los ensayos iniciales de tipo,
- b) que ha realizado y documentado el control de producción obteniendo resultados que le permiten confirmar los resultados obtenidos en los ensayos iniciales de tipo,
- c) que el Organismo Notificado ha vigilado dicho control y
- d) que el Organismo Notificado le ha extendido el certificado de conformidad del control de producción.

Por todo ello, la responsabilidad del marcado CE recae en primer lugar sobre el propio fabricante y en segundo lugar sobre el Organismo Notificado que realiza la inspección inicial, el seguimiento del control y le extiende el certificado de conformidad del control de producción.

### 5.1. Declaración de prestaciones (del fabricante)

- ✓ **Anexo III del Reglamento de Productos de Construcción**

*NOTA: Documento que con la entrada en vigor del Reglamento europeo de Productos de Construcción, sustituye a la antigua Declaración CE de Conformidad.*

Según el Artículo 6 y el Anexo III del RPC, el fabricante deberá emitir una declaración de prestaciones que expresará los valores característicos del producto de construcción en relación con sus características esenciales, de conformidad con las especificaciones técnicas armonizadas pertinentes, en el caso de los productos prefabricados de hormigón, según la relación de características declarables que contenga el Anexo ZA de la norma correspondiente. Se puede hacer perfectamente en base a los datos que ya tienen del marcado CE de la DPC.

La declaración de prestaciones contendrá en particular los siguientes datos:

1. Código de identificación única del producto tipo
2. Tipo, lote o número de serie o cualquier otro elemento que permita la identificación del producto de construcción como se establece en el artículo 11, apartado 4
3. Uso o usos previstos del producto de construcción, con arreglo a la especificación técnica armonizada aplicable, tal como lo establece el fabricante
4. Nombre, nombre o marca registrados y dirección de contacto del fabricante según lo dispuesto en el artículo 11, apartado 5:
6. Sistema o sistemas de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones del producto de construcción tal como figura en el anexo V
5. En su caso, nombre y dirección de contacto del representante autorizado cuyo mandato abarca las tareas especificadas en el artículo 12, apartado 2



7. Producto de construcción cubierto por una norma armonizada

9. Prestaciones declaradas

10. Las prestaciones del producto identificado en los puntos 1 y 2 son conformes con las prestaciones declaradas en el punto 9. La presente declaración de prestaciones se emite bajo la sola responsabilidad del fabricante identificado en el punto 4. Nombre y cargo de la persona facultada para firmar la declaración en nombre del fabricante o de su representante autorizado.

*NOTA:* Ver ejemplo en la guía de ayuda: <http://www.andece.org/index.php/reglamentacion-general/reglamento-productos-construccion>

Éste es el primer documento que podrán exigir las autoridades de vigilancia de mercado o de control de calidad de las Autonomías o los propios clientes. A esta declaración le puede acompañar, si se estima oportuno, otros documentos relativos al marcado CE: certificados o ensayos, informaciones complementarias de otras características o usos, marcas de calidad voluntarias, etc.

Este documento representa la responsabilidad ante terceros por parte del fabricante, de que ha colocado el marcado CE de forma correcta, que cumple con las especificaciones de la Norma y que ha aplicado correctamente el sistema de evaluación de la conformidad que le afecta.

## **5.2. Certificado de conformidad del Control de Producción en Fábrica (del Organismo Notificado)**

La declaración se debe acompañar de un certificado de control de producción en fábrica, emitido por el Organismo Notificado que debe incluir, además de los datos citados anteriormente, la siguiente información:

- Nombre y dirección del Organismo Notificado.
- Número del certificado de control de producción en fábrica.
- Condiciones y periodo de validez del certificado, si procede.
- Nombre y cargo de la persona facultada para firmar el certificado.



Figura – Modelo de Certificado de Control de Producción en Fábrica

LOGO DEL ORGANISMO NOTIFICADO	<b>Nombre y dirección del Organismo Notificado</b>
CERTIFICADO DE CONTROL DE PRODUCCIÓN EN FÁBRICA	
<b>OXXX - CPR - YYY</b>	
De conformidad con lo establecido en Reglamento (UE) nº 305/2011	
<b>PRODUCTO</b>	
<b>eventualmente, características del producto (prestaciones del producto) y clases; descripción del producto (tipo, identificación, uso...); campo de aplicación; condiciones particulares aplicables según el uso del producto de acuerdo con la especificación técnica</b>	
Producido por el fabricante	
Nombre del fabricante	
Dirección completa	
En la fábrica	
Es sometido por el fabricante al ensayo inicial de tipo del producto y al control de producción en fábrica y que el Organismo Notificado ha realizado la inspección inicial de la fábrica y del control de producción y está llevando a cabo el seguimiento, evaluación y aprobación permanentes del control de producción en fábrica.	
Este certificado da fe de que se han aplicado todas las disposiciones relacionadas con la Certificación de Conformidad descritas en el Anejo ZA de la norma:	
<b>UNE-EN XXX</b>	
Este certificado se emitió por primera vez el <b>&lt;fecha&gt;</b> y permanece válido en tanto en cuanto las condiciones establecidas en la especificación técnica armonizada referentes a las Condiciones de fabricación en la fábrica o el citado control de producción en fábrica no se modifiquen significativamente y como mucho hasta el <b>&lt;fecha&gt;</b> .	
Lugar, Fecha	
Firma autorizada	
Título, Cargo	

La declaración y el certificado citados deben estar redactados en el(los) idioma(s) oficial(es) del(los) Estado(s) Miembro(s) en el(los) que el(los) producto(s) se va(vayan) a comercializar.

Igualmente que en el caso de la declaración de conformidad, no es obligatoria su entrega.

*NOTA: en el caso de productos cuyos sistemas de evaluación de la conformidad es el 1+ o el 1, este certificado se denomina "Certificado CE de conformidad".*

## 5.3. Etiquetado

- ✓ ZA.3.1 UNE-EN XXX: Marcado CE y etiquetado. Generalidades.

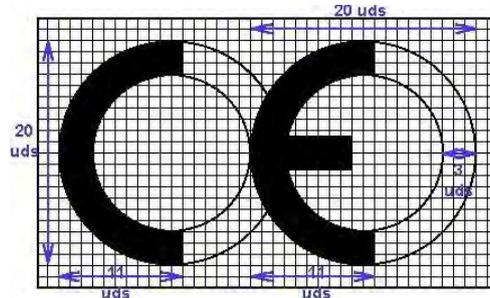
### 5.3.1. Generalidades

El símbolo del marcado CE a estampar debe ser conforme con la Directiva 93/68/CE y se exhibirá considerando la jerarquía de preferencia: en el propio producto, en una etiqueta



adherida a él, en el embalaje, en la documentación comercial que le acompaña (por ejemplo, en el albarán de entrega) – Ver más en 5.3.3.

El marcado CE de conformidad estará compuesto de las iniciales "CE" diseñadas de la siguiente manera:



En caso de reducirse o aumentarse el tamaño del marcado CE, deberán conservarse las proporciones de este logotipo.

Los diferentes elementos del marcado CE deberán tener una dimensión vertical apreciablemente igual que no será inferior a 5 mm.

Se prohíbe expresamente la colocación de marcados que puedan inducir a error en relación con el significado del logotipo de marcado CE, aunque se permite colocar otras marcas, con la condición de que no reduzcan la visibilidad ni la legibilidad del marcado CE.

El símbolo del marcado CE debe ir acompañado de la siguiente información:

- Número de identificación del Organismo Notificado.
- Nombre o marca comercial y dirección registrada del fabricante.
- Los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado.
- Número del certificado de control de producción en fábrica.
- Referencia a esta Norma.
- Descripción del producto: nombre genérico y uso previsto.
- Información sobre aquellas características esenciales indicadas en la Tabla ZA.1.
- **Características a las que se aplica la opción "Prestación no determinada" (PND).**

La opción PND no se puede utilizar cuando la característica tiene un nivel umbral. Por otro lado, esta opción se puede utilizar cuando y donde la característica, para un uso previsto, no esté sujeta a reglamentación en el Estado Miembro de destino.

## 5.3.2. Etiqueta simplificada

El cliente debe recibir siempre la información completa que constituye el marcado CE, aunque se acepta que en el suministro del producto aparezcan etiquetas simplificadas (en sustitución de las etiquetas definidas según el método de marcado CE escogido por el fabricante, y que se ven en cada guía de producto).

En el caso de una etiqueta simplificada, las informaciones siguientes se deben añadir al símbolo del marcado CE:



- nombre o marca comercial y dirección registrada del fabricante;
- número de identificación del elemento (para asegurar la trazabilidad) ;
- las dos últimas cifras de año en el que se fijó el marcado;
- número del certificado CE del control de producción en fábrica;
- referencia a esta norma europea.

El mismo número de identificación debe indicar, en los documentos de acompañamiento, las informaciones relativas al elemento.

En la figura ZA.1 se ilustra la etiqueta simplificada para estampar sobre el producto, conteniendo el conjunto mínimo de información y el enlace al documento acompañante donde se proporciona el resto de información.

*Figura ZA.1 – Ejemplo de etiqueta simplificada*

<b>CE</b>
Compañía, Dirección 45PJ76 05 0123-CPD-0456
EN 1168

El marcado de conformidad CE, consistente en el **símbolo "CE" establecido en la Directiva 93/68/CEE**

Nombre o marca comercial y dirección registrada del fabricante

Número de identificación de la unidad

Los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado

Número del certificado CPF

Número de una Norma Europea

Para productos pequeños, y por razones de estampación del producto, el tamaño puede reducirse mediante la eliminación de la referencia a la norma y/o al certificado de control de producción en fábrica.

En lo que concierne a la información sobre las características esenciales, algunas de ellas se pueden dar mediante una referencia inequívoca a:

- La información técnica (catálogo de producto): método 1.
- La documentación técnica: método 2.
- Las especificaciones de proyecto: métodos 3.

### **5.3.3. Lugares de estampación**

La Directiva de Productos de Construcción establece que el marcado CE deberá realizarse en al menos una de las formas siguientes:

- En el producto.
- En una etiqueta adherida al producto.
- En el embalaje.
- En una etiqueta adherida al embalaje.



- En los documentos comerciales de acompañamiento.

Esta lista indica un orden de preferencia. Siempre que sea posible se deberá poner el marcado sobre el producto y, en su defecto, en la posición más cercana al mismo, o la que sea más cómoda o fácil de encontrar por el usuario.

### **5.3.4. Trazabilidad**

Cada elemento individual entregado debe ser perfectamente identificable y permitir su trazabilidad hasta la puesta en obra desde el lugar y fecha de producción. Con este fin, el fabricante debe marcar los productos o los documentos de entrega de modo que se pueda asegurar la relación con los expedientes de calidad correspondientes requeridos en esta norma. El fabricante debe conservar estos expedientes durante el periodo requerido de archivo y ponerlos a disposición de quien los requiera.

## **5.4. Importancia del control documental**

Uno de los mayores problemas que se producen actualmente en el suministro de elementos prefabricados de hormigón (u otros productos de construcción) ha residido en la ausencia de una referencia consensuada en cuanto a qué documentación debe acompañar a los productos, o cuál puede demandarse, existiendo una diversidad amplísima de formas de proceder. La situación económica actual está produciendo una exigencia documental a veces excesiva, quizás provocada por motivos ajenos a la seguridad o la confianza técnica en el producto y que afecta negativamente a la actividad de los fabricantes.

Por ello, **ANDECE ha desarrollado una "Ficha de Control Documental"** que recoge toda la documentación tipo que el fabricante debe proveer junto al material suministrado y que, a su vez, el prescriptor debe solicitar al recepcionar el material en la obra, en cumplimiento de la normativa vigente. Su objetivo es tener un modelo sencillo que permita seguir un criterio fijo de actuación en los documentos de acompañamiento en el suministro y recepción de estos productos.

Puede descargarse la ficha actualizada en el apartado de "Control documental" de la sección de "Reglamentación General" de la web de ANDECE:

<http://www.andece.org/index.php/reglamentacion-general/control-documental>



## Anexo A. Referencias normativas

Las distintas normas de producto hacen referencia directa o indirectamente a otras Normas, Reglamentos y Directivas que son necesarias conocer para facilitar su aplicación, entre las que destacan:

### **A.1. Reglamento de Productos de Construcción**

El REGLAMENTO 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, sustituyó el pasado 1 de julio de 2013 a la Directiva 89/106/CEE.

**Según el Artículo 66.1. "Disposiciones transitorias"** Se considerarán conformes al presente Reglamento los productos de construcción introducidos en el mercado de conformidad con la Directiva 89/106/CEE antes del 1 de julio de 2013.

Este artículo deja de manifiesto que todos los productos que dispusiesen de marcado CE antes de la fecha de entrada en vigor del RPC (en el caso de los productos prefabricados de hormigón, la mayoría ya se encuentran dentro del alcance de alguna norma armonizada para la cual ya está establecido el marcado CE), podrán adaptarse aparentemente sin complicaciones a las nuevas exigencias reglamentarias, aunque con una serie de matices que iremos destacando a continuación.

En cualquiera de los casos, el RPC seguirá sirviendo de base como ya lo había sido la DPC para el desarrollo de las normas armonizadas y documentos de evaluación europeos, donde se definen cómo evaluar las prestaciones de los productos de construcción en relación con sus características esenciales.

A priori no se advierten que vaya a ver cambios significativos sobre la operativa actual, salvo que el mercado CE pasa a tener un mayor vínculo con la caracterización de sus propiedades (a través de la declaración de prestaciones) y la posibilidad de reducir el procedimiento burocrático en algún caso. Se abre la vía a la declaración de emisiones de sustancias peligrosas con el mercado CE.

El RPC recoge de alguna forma toda la evolución normativa que ha habido en los últimos 20 años, principalmente con el bagaje adquirido desde la paulatina entrada de productos con marcado CE en esta pasada década.

Serán las normas donde se puedan apreciar realmente los cambios que introducirá el RPC.

+info en: <http://www.andece.org/index.php/reglamentacion-general/reglamento-productos-construccion>



## **A.2. Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón**

La norma UNE-EN 13369:2006/AC:2008 establece la terminología, requisitos, criterios básicos de utilización, métodos de ensayo y evaluación de la conformidad a los que se hace referencia en las normas específicas de producto, a menos que éstos no sean adecuados.

Esta norma no contiene el Anexo ZA, por lo que no se puede hablar de ella como una norma de armonizada, sino sólo como una norma de apoyo de todas las específicas de producto. Por tanto, esta norma no lleva al mercado CE, aunque es un documento fundamental para este fin al citarse su contenido en todas las normas que sí llevan al mercado CE.

Si la norma se compara con las específicas de producto, se puede observar que los títulos y numeración de los capítulos, apartados, etc. coinciden.

Otra diferencia reside en los anexos: esta norma tiene anexos de aplicación general y cada norma de producto tiene sus anexos específicos.

Actualmente se encuentra aprobada la nueva versión de la norma, EN 13369:2013, que presumiblemente entrará en vigor a partir de octubre de 2013.

## **A.3. Eurocódigo 2 “Proyecto de estructuras de hormigón”**

Los Eurocódigos estructurales son un conjunto de normas europeas de carácter voluntario, encargadas por la Comisión Europea al Comité Europeo de Normalización (CEN). En particular, el Eurocódigo 2 se refiere a los proyectos de estructuras de hormigón y en él se recogen métodos comunes en todos los Estados Miembro de la Unión Europea para el cálculo y dimensionado de estructuras y de productos prefabricados estructurales, y.

- Parte **1.1 “Reglas generales y reglas para edificación”**: describe los principios y los requerimientos para la seguridad y la durabilidad de las estructuras de hormigón.
  - o Capítulo 10: Reglas adicionales para elementos prefabricados de hormigón.
- Parte **1.2: “Proyecto de estructuras sometidas al fuego”**: describe los principios, requerimientos y reglas para los proyectos de estructuras de edificios expuestos al fuego.

*+INFO en web ANDECE – Apartado sobre Eurocódigos Estructurales:*

<http://www.andece.org/index.php/reglamentacion-general/eurocodigos>

## **A.4. Instrucción de hormigón estructural EHE-08**

Se trata del reglamento de referencia para los niveles de seguridad de las estructuras de hormigón en España. Cuando en la norma de producto se habla de procedimientos nacionales, se debe entender que, para productos destinados a su comercialización en España, son de aplicación los que establece la Instrucción EHE (con las excepciones en ella mencionadas).



La EHE-08, primera Instrucción con el marcado CE en una fase de aplicación importante (ya más de 400 normas de productos de construcción con exigencia de marcado CE), le concede una serie de ventajas a los productos que dispongan de marcado CE.

*+info en web ANDECE – Apartado sobre EHE-08:*

<http://www.andece.org/index.php/reglamentacion-general/ehe>

### **A.4.1. Control de materias primas con marcado CE**

En el caso de productos que deban disponer del marcado CE según la Directiva 89/106/CEE, como ya es el caso de prácticamente cualquier prefabricado de hormigón con carácter estructural, podrá comprobarse su conformidad mediante la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el proyecto y, en su defecto, en esta Instrucción.

En el caso de las materias primas, es el prefabricador el que actúa como receptor y se aprovecha de las ventajas que concede el uso de productos y materiales con marcado CE, según lo que establece el Artículo 85. "Criterios específicos para la comprobación de la conformidad de los materiales componentes del hormigón":

- Cementos, según Art. 85.1.: conformidad de acuerdo a la reglamentación específica vigente (Instrucción para la recepción de cementos RC-08).
- Áridos, según Art. 85.2.:
  - o caso de disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, su idoneidad se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 28.
  - o en el caso de áridos de autoconsumo, el Constructor o, en su caso, el Suministrador de hormigón o de los elementos prefabricados, deberá aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a tres meses, realizado por un laboratorio de control que demuestre la conformidad del árido respecto a las especificaciones contempladas equivalente que el exigido para los áridos con marcado CE en la norma UNE EN 12620.
- Aditivos, según Art. 85.3.:
  - o si disponen de marcado CE, se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 29.
  - o en el caso de aditivos que, por no estar incluidos en las normas armonizadas, no dispongan de marcado CE, el Constructor o, en su caso, el Suministrador de hormigón o de los elementos prefabricados, deberá aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a seis meses, realizado por un laboratorio de control que demuestre la conformidad del aditivo a las especificaciones



contempladas en el proyecto y en el artículo 29, con un nivel de garantía estadística equivalente que el exigido para los aditivos con marcado CE en la norma UNE EN 934-2.

- Adiciones, según Art. 85.4.: la conformidad de las adiciones que dispongan de marcado CE, se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 30 de esta Instrucción.
- Agua, según Art. 85.5.: se podrá eximir de la realización de los ensayos cuando se utilice agua potable de red de suministro. En otros casos, el Responsable de la recepción de la instalación de prefabricación, dispondrá la realización de los correspondientes ensayos en un laboratorio, que permitan comprobar el cumplimiento de las especificaciones del artículo 27 con una periodicidad semestral.



## A.4.2. Coeficientes de ponderación de la resistencia del hormigón y del acero

La EHE-08 contempla, en su Artículo 91.1 "Criterios generales para el control de la conformidad de los elementos Prefabricados", tres niveles de garantía:

- a) En el caso general de elementos prefabricados elaborados con hormigón conforme a la **UNE-EN 206-1:2008**, (marcado **CE**) se empleará en el proyecto del elemento prefabricado un **coeficiente de ponderación**, en situación persistente o transitoria, de **1,70** para el **hormigón y 1,15 para el acero**.
- b) El prefabricador puede optar por fabricar el hormigón conforme a los criterios establecidos en la **EHE-08 (Artículo 86.9.)**, de forma voluntaria para productos con marcado CE y con certificado de Organismo externo acreditado (Organismo Notificado) que verifique el cumplimiento de los requisitos que a este respecto contemple la EHE-08, con lo que se le aplicará a la resistencia característica de los productos que fabrique con este tipo de control, un coeficiente de ponderación de **1,50 (y 1,15 para el acero)**.
- c) Dichos coeficientes podrán disminuirse hasta **1,35 y 1,10**, respectivamente, en el caso de que elemento prefabricado esté en posesión de un **Distintivo de Calidad Oficialmente Reconocido (D.O.R.)** con un nivel de garantía conforme al apartado 5.3. del Anejo 19 de la Instrucción, siempre y cuando se cumplan otra serie de condiciones (según Art. 15.3. de la EHE-08). *Ver Anexo G de este documento para más información.*

Niveles de control	Situación reglamentaria	Coeficientes parciales	
		Hormigón	Acero
Marcado CE (simple)	Nivel básico. Obligatorio para productos con marcado CE	1,70	1,15
Marcado CE + control hormigón según EHE-08	De aplicación voluntaria para productos con marcado CE, para poder reducir el coeficiente del hormigón	1,50	1,15
Distintivo de Calidad Oficialmente Reconocido (incluye marcado CE)	De aplicación voluntaria para productos con marcado CE, para poder reducir los coeficientes del hormigón y del acero	1,35	1,10



✓ Control estadístico de la resistencia según la opción reglamentaria elegida.

	UNE-EN 206-1:2008 – Art. 8.2.1.2.	EHE-08 – Art. 86.9.2.	D.O.R. (EHE-08) – Art. 5.3. Anejo 19																																							
<b>Frecuencia mínima de muestreo</b>	<p>Inicial: hasta que se obtengan al menos 35 resultados de ensayo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Primeros 50 m3 de fabricación: 3 muestras</li> <li>- Posteriormente: 1 muestra cada 200 m3 ó 2 muestras cada semana de producción.</li> </ul> <p>Continua: cuando se dispone de al menos 35 resultados de ensayo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 muestra cada 300 m3 ó 1 muestra cada semana de producción.</li> </ul>	<p>Control interno</p> <p>Producción continua: periodo de fabricación mensual; número de ensayos mínimo: 16</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 toma diaria (para HA o HP) hasta 300 m3 por tipo de hormigón</li> <li>- 2 tomas diarias (para HA o HP) para más de 300 m3 por tipo de hormigón</li> </ul> <p>Producción discontinua: periodo de fabricación semanal; número de ensayos: entre 2 y 6</p>	<p>Control interno</p> <p>Mínimo una determinación diaria de la resistencia del hormigón para cada tipo de hormigón producido en el día.</p>																																							
		<p>Control externo</p> <p>≥ 2 determinaciones al mes para el total de la producción (procurando un muestreo equitativo de los hormigones)</p>	<p>Control externo</p> <p>≥ 2 determinaciones al mes por cada designación de hormigón fabricado con un volumen de fabricación mensual superior a 200 m3.</p> <p>≥ 1 determinación al mes por cada designación de hormigón fabricado con un volumen de fabricación mensual inferior a 200 m3.</p>																																							
<b>Criterios de conformidad</b>	<p>Inicial: 3 resultados de ensayo</p> $f_{ck} \leq f_{cm} - r_m$ <p>Continua: n ≥ 15 resultados de ensayo</p> $f_{ck} \leq f_{cm} - 1,48 \cdot \sigma$ <p><i>Condiciones</i></p> <p>desviación típica de los 15 últimos resultados de ensayo &lt; 1,37 · σ (si no cumple, pasar a frecuencia de tomas inicial)</p> <p>Cuando se fabriquen dos o más probetas procedentes de una muestra y el recorrido relativo de los valores de ensayo exceda el 15 % o el 20 % respectivamente, los resultados de ensayo deberán ser eliminados.</p>	<p>Producción continua: <math>f_{ck} \leq f_{cm} - 1,645 \cdot \sigma</math></p> <p>Producción discontinua: <math>f_{ck} \leq f_{cm} - K_2 \cdot r_n</math></p>	<p>Producción continua: <math>f_{ck} \leq f_{cm} - 1,645 \cdot \sigma</math></p> <p>Producción discontinua: <math>f_{ck} \leq f_{cm} - K_2 \cdot r_n</math></p> <p><i>Condiciones:</i> Los valores de las resistencias obtenidas en el control de producción deben presentar una dispersión acotada, de forma que en cada caso los valores de la desviación típica σ de la población y de su coeficiente de variación δ, sean simultáneamente inferiores a los valores de la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Resistencia del hormigón fck (N/mm2)</th> <th>s (N/mm2)</th> <th>δ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>3,0</td><td>0,115</td></tr> <tr><td>25</td><td>3,6</td><td>0,110</td></tr> <tr><td>30</td><td>4,2</td><td>0,110</td></tr> <tr><td>35</td><td>4,9</td><td>0,110</td></tr> <tr><td>40</td><td>5,5</td><td>0,108</td></tr> <tr><td>45</td><td>6,0</td><td>0,105</td></tr> <tr><td>50</td><td>6,5</td><td>0,103</td></tr> <tr><td>60</td><td>7,3</td><td>0,098</td></tr> <tr><td>80</td><td>8,1</td><td>0,094</td></tr> <tr><td>90</td><td>8,7</td><td>0,089</td></tr> <tr><td>100</td><td>9,2</td><td>0,085</td></tr> <tr><td></td><td>9,6</td><td>0,08</td></tr> </tbody> </table>	Resistencia del hormigón fck (N/mm2)	s (N/mm2)	δ	20	3,0	0,115	25	3,6	0,110	30	4,2	0,110	35	4,9	0,110	40	5,5	0,108	45	6,0	0,105	50	6,5	0,103	60	7,3	0,098	80	8,1	0,094	90	8,7	0,089	100	9,2	0,085		9,6	0,08
Resistencia del hormigón fck (N/mm2)	s (N/mm2)	δ																																								
20	3,0	0,115																																								
25	3,6	0,110																																								
30	4,2	0,110																																								
35	4,9	0,110																																								
40	5,5	0,108																																								
45	6,0	0,105																																								
50	6,5	0,103																																								
60	7,3	0,098																																								
80	8,1	0,094																																								
90	8,7	0,089																																								
100	9,2	0,085																																								
	9,6	0,08																																								

Por tanto, lo más razonable es que el prefabricador elija realizar el control de conformidad del hormigón de forma que los coeficientes de minoración de los materiales sean los menores posibles.



### **A.4.3. Autorizaciones de Uso**

La Instrucción EHE-08 establece en su disposición adicional primera que “en el caso de elementos resistentes para pisos y cubiertas que incluyan elementos prefabricados de hormigón que deban ostentar obligatoriamente el marcado CE, no será exigible la Autorización de Uso a que hace referencia el Real Decreto 1630/1980, de 18 de julio, sobre fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas”.

Por lo tanto, productos como las losas alveolares (UNE-EN 1168), las prelosas (UNE-EN 13747) o los elementos para forjados nervados (UNE-EN 13224), que ya disponían en el momento de entrada en vigor de la EHE (diciembre de 2008) de marcado CE obligatorio, dejaron de estar sometidos a tener que disponer de una Autorización de Uso para permitir su empleo en forjados.

Esta obligación sólo se mantuvo para las viguetas armadas y pretensadas hasta la entrada del marcado CE obligatorio en enero de 2011, por lo que la Autorización de Uso dejó de ser una exigencia reglamentaria. No obstante, dada la enorme valía que representan para proyectistas y otros agentes, los fabricantes las pueden seguir proporcionando de forma opcional.

Otro caso es el de los Distintivos de Calidad Oficialmente Reconocidos (D.O.R.) para elementos prefabricados destinados a forjados unidireccionales (tanto viguetas como los otros productos antes mencionados), para los que es condición necesaria la tenencia de estas fichas. No debe olvidarse que la posesión de uno de estos distintivos permitirá aplicar unos coeficientes de seguridad menores a los materiales (hormigón y acero). En este caso ya no es el Ministerio de Vivienda quien se encargará de sellar las fichas, como ocurre con las Autorizaciones de Uso, sino el propio organismo certificador que conceda el distintivo de calidad objeto de reconocimiento.

*+info en web ANDECE – Apartado sobre Autorizaciones de Uso:*

<http://www.andece.org/index.php/reglamentacion-general/autorizaciones-de-uso>



## Anexo B. Datos de contacto de los Organismos Notificados

---

### **Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR)**

D. Luis Lázaro García  
Calle Génova, 6  
28004 Madrid  
Teléfono 91 432 60 00  
Fax 91 310 46 83  
e-mail: [LLAZARO@aenor.es](mailto:LLAZARO@aenor.es)

### **Instituto Tecnológico de la Construcción AIDICO**

Dña. Mónica Rodríguez Gascó  
Parque Tecnológico de Valencia. Avenida de Benjamín Franklin, 17. Apartado 98  
46980 Paterna (Valencia)  
Teléfono 96 131 82 78  
Fax 96 131 80 33  
e-mail: [monica.rodriguez@aidico.es](mailto:monica.rodriguez@aidico.es)

### **Applus + LGAI**

D. Feliciano García Bautista  
Campus de la UAB- Apartado de correos, 18  
08193 Bellaterra (Barcelona)  
Teléfono 93 567 20 00  
Fax 93 567 20 01  
e-mail: [feliciano.garcia@applus.com](mailto:feliciano.garcia@applus.com)

### **BUREAU VERITAS CERTIFICATION, S.A.**

D. Javier Herranz Martínez  
Polígono industrial La Granja, C/Valportillo Primera, 22-24 Edificio Caoba  
28108 Alcobendas (Madrid)  
Teléfono 93 253 53 30  
Fax 93 253 53 31  
e-mail: [javier.herranz@es.bureauveritas.com](mailto:javier.herranz@es.bureauveritas.com)



## **CEMOSA. Ingeniería y Control**

Dña. Alicia Pacheco Gómez

Benaque, 9

29004 Málaga

Teléfono 95 223 08 42

Fax 95 223 12 14

e-mail: [alicia.pacheco@cemosa.es](mailto:alicia.pacheco@cemosa.es)

## **CERTIMEDIA. Entidad de Certificación S.L.**

D. Antonio Martos González

Polígono Industrial Valmor. C/ Yeseros, 13

28340 Valdemoro (Madrid)

Teléfono 918 092 335

Fax 918 081 746

e-mail: [amg@certimedia.es](mailto:amg@certimedia.es)

## **OCA INSTITUTO DE CERTIFICACIÓN, S.L. (Unipersonal)**

D. Raúl Mesa Pérez

Avda. de les Garrigues, 46 3ª Planta

Parc. Empresarial El Mas Blau II

08820 Prat de Llobregat (Barcelona)

Tel: 932 172 703

Fax: 932 185 195

email: [rmesa@ocacert.com](mailto:rmesa@ocacert.com)

## **TECNALIA R&I CERTIFICACIÓN**

Dña. Eva Sánchez Hernández

Área Anardi, 5

20730 Azpeitia (Guipúzcoa)

Teléfono 943 816 800

Fax 943 816 074

e-mail: [eva.sanchez@tecnaliacertificacion.com](mailto:eva.sanchez@tecnaliacertificacion.com)

## **VERUS CERTIFICACIÓN**

D. Alfonso Valenzuela García

Figurillas, 11. Urb. El Olivar

29140 Málaga

Teléfono 951 925 041

e-mail: [alfonso.valenzuela@veruscert.com](mailto:alfonso.valenzuela@veruscert.com)



## Anexo C. Ejemplo de tramitación de la certificación de un sistema y sus productos según mercado CE

### C.1. Solicitud de certificación

En primer lugar, debe tramitarse la solicitud de certificación, procediendo al análisis de las particularidades de la organización del FABRICANTE y su sistema de la calidad. Para ello, el ORGANISMO NOTIFICADO pedirá al FABRICANTE que adjunte la información solicitada junto con la documentación del sistema de calidad aplicado en el control de producción en fábrica, para su estudio y análisis.

### C.2. Análisis documental

En cuanto se reciba la documentación presentada por el FABRICANTE, se comprobará que la solicitud define claramente que el objeto de la misma es la expedición por parte del ORGANISMO NOTIFICADO como Organismo de Control autorizado del correspondiente certificado de conformidad a la directiva de productos de la construcción 89/106/CEE, indicando nombre y dirección del FABRICANTE y, en su caso, de mandatario autorizado que la presente, declarando que la misma solicitud no se ha presentado a ningún otro organismo notificado e indicando los modelos o tipos que han de ser sometidos a examen.

### C.3. Inspección inicial

En caso de que no existan discrepancias en la documentación analizada, se procederá a la realización de la inspección inicial del Control de Producción en Fábrica. El ORGANISMO NOTIFICADO enviará al FABRICANTE el plan de inspección en el que se indicarán, además de las fechas de realización, el lugar o lugares donde se llevarán a cabo las inspecciones y otros datos que pudieran ser necesarios.

Durante la visita, los auditores asignados verificarán el sistema de la calidad del fabricante, así como la capacidad técnica para el cumplimiento de la directiva.

Ante la diversidad de productos afectados por esta directiva, y las diferentes funciones que éstas representan en las obras de construcción, se han establecido diferentes sistemas de certificación de la conformidad. Estos sistemas vienen determinados en cada una de las normas armonizadas específicas para un producto o familia de productos.

En aplicación de este sistema de certificación (en el caso de los prefabricados de hormigón estructurales el sistema 2+), el ORGANISMO NOTIFICADO realizará una inspección de la fábrica en la que comprobará que el FABRICANTE ha establecido un sistema de control de producción acorde con los requisitos especificados en la norma armonizada aplicable.

Durante esta visita, el auditor comprobará que el FABRICANTE ha realizado los ensayos iniciales de tipo del producto/s y que éstos son acordes a la norma armonizada aplicable



## **C.4. Informe y plan de acciones correctoras**

Una vez finalizada la inspección, el ORGANISMO NOTIFICADO elaborará un informe en el que se detallarán las posibles no conformidades detectadas, para las que el FABRICANTE dispondrá de un plazo de, por lo general, entre 1 y 3 meses para su resolución.

Dicho informe quedará en poder del FABRICANTE, quién deberá presentar un plan de acciones correctoras necesarias para corregir las no conformidades detectadas, indicando los plazos previstos para su puesta en práctica y adjuntando la documentación que fuese necesaria.

El informe tendrá un período de validez de, por lo general pueden ser seis meses, a partir de la fecha de su emisión. Transcurrido este período de validez de seis meses, a partir de la fecha de la empresa solicitante, será necesario iniciar de nuevo el proceso. El auditor deberá valorar el plan de acciones correctoras a las posibles desviaciones, adoptando la oportuna decisión.

Una vez subsanadas las posibles no conformidades, se procederá a presentar la correspondiente propuesta de certificación al Comité Técnico correspondiente y si procede, a la emisión del certificado del control de producción en fábrica.

En el caso de que estas medidas no fueran efectivas, el ORGANISMO NOTIFICADO deberá solicitar al FABRICANTE que tome las medidas oportunas y, si fuera necesario, repetir de nuevo la inspección inicial con coste a asumir por éste.

## **C.5. Inspecciones de seguimiento**

EL ORGANISMO NOTIFICADO realizará inspecciones de seguimiento al FABRICANTE. Este seguimiento consistirá en la realización de inspecciones del control de producción con la periodicidad establecida en las normas armonizadas aplicables (si no se indica lo contrario, será 1 año) para comprobar que se siguen manteniendo las condiciones que dieron lugar a la emisión del certificado.

En el caso de que el fabricante tenga más de un centro de producción y cumpla una serie de requisitos, se podrá reducir el número de centros a visitar en las inspecciones de seguimiento. En el anexo D se define el procedimiento para determinar el número de centros a inspeccionar en organizaciones con múltiples emplazamientos.

La sistemática para llevar a cabo estas inspecciones de seguimiento será la misma que para la inicial, salvo que no será necesario comprobar la realización de los ensayos de tipo a no ser que se hayan producido cambios. En caso de que el FABRICANTE realice algún tipo de modificación en su Control de Producción en Fábrica o directamente sobre el producto, deberá comunicarlo a ORGANISMO NOTIFICADO, para estudiar la necesidad de realizar una nueva inspección y la emisión de un nuevo certificado.



## **C.6. Validez del certificado**

El certificado es válido siempre y cuando alguno de los aspectos siguientes no sea modificado significativamente:

- Las condiciones establecidas en las especificaciones técnicas de la norma armonizada.
- La condiciones de fabricación.
- El propio control de producción en fábrica.

## **C.7. Otros aspectos**

Normalmente el certificado se extiende para todos los productos con marcado CE de una fábrica. El FABRICANTE que desee obtener el certificado de CPF para otro(s) tipo(s) o modelo(s) adicional(es) de su(s) producto(s) hecho(s) en la misma fábrica, con la misma norma armonizada que el producto para el que ya dispone de un certificado, deberá solicitárselo al ORGANISMO NOTIFICADO. Éste último puede decidir en tal caso no llevar a cabo la inspección completa de la fábrica, o hacerlo parcialmente.

En el caso de que el FABRICANTE deseara solicitar la certificación del CPF para tipos de productos adicionales hechos en la misma fábrica pero siguiendo otra norma armonizada, los productos ya evaluados en inspecciones anteriores, podrían ser utilizados, cuando proceda, de acuerdo con las directrices específicas que establece el grupo sectorial de productos prefabricados de hormigón (SG13).



## Anexo D. Certificación de organizaciones con múltiples emplazamientos

### **D.1. Criterios que ha de cumplir la organización evaluada para acogerse al sistema multiemplazamiento**

Organización con múltiples emplazamientos: se considera empresa fabricante con múltiples emplazamientos aquella que consta de un departamento central que realiza o gestiona una serie de actividades que son ejecutadas en su totalidad o en parte por una red de centros de fabricación.

La empresa con distintos emplazamientos debe englobarse en alguna de estas posibilidades:

- Ser una entidad legal única.
- No ser una entidad legal única pero todos los emplazamientos tienen una relación contractual y/o directivos o accionistas comunes y están sujetos al mismo sistema de control de la producción, establecido y supervisado por el departamento central.

Dicho departamento central debe tener la autoridad suficiente para implantar las acciones correctivas en cada emplazamiento cuando sean necesarias. Esta potestad debe estar establecida documentalmente.

Los productos suministrados por todos los emplazamientos deben ser prefabricados de hormigón de uso estructural bajo el amparo de las normas armonizadas cuyo anexo ZA hace referencia a la norma UNE-EN 13369 y deberán producirse esencialmente de acuerdo con los mismos métodos y procedimientos.

Debe ser demostrado que la organización ha establecido un sistema de control de la producción de acuerdo a la norma UNE-EN 13369 y que cumple con los requisitos normativos.

### **D.2. Emplazamientos a visitar en la inspección inicial de certificación**

En la inspección inicial de certificación se visitarán todos los emplazamientos que tengan productos con norma armonizada, así como el laboratorio de autocontrol salvo si posee acreditación por ENAC o la Consejería correspondiente en los ensayos o área de acreditación que aplique, o no se haya presentado documentación que justifique su competencia técnica (cumplimiento de la tabla D.1.1. de la UNE-EN 13369 "Inspección de equipos de medición y ensayo").



## D.3. Emplazamientos a visitar en las inspecciones de seguimiento

Durante las inspecciones de seguimiento no se visitarán todos los emplazamientos, sino que se realizará un muestreo, de manera que en 3 años se evalúen todos los emplazamientos.

El nivel de muestreo se definirá atendiendo a las diferencias entre los distintos emplazamientos. La muestra será parcialmente selectiva y parcialmente no selectiva. Para seleccionar el número de emplazamientos a visitar en las inspecciones de seguimiento, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- 1) El número de emplazamientos nunca será inferior a los indicados en la siguiente tabla:

Nº total de Centros	Nº mínimo a visitar por año (1)	NORMAS NUEVAS (3)	
		Nº Centros con norma nueva - Nº mínimo de centros a visitar	Nº Centros con normas nuevas - Nº mínimo de centros a visitar
2	1	1 – 1	>1- 2
3	1	1 – 1	>1- 2
4	1	2 – 1	>2- 2
5	2	2 – 2	>2 - 3
6	2	3 – 2	>3- 3
7	2	3 – 2	>3- 3
8	2	4 – 2	>4- 3
9	3	4- 3	>4- 4
10	3	5- 3	>5- 4
11	3	5- 3	>5- 4
12	4	6- 4	>6- 5
13	4	6- 4	>6- 5
14	4	7- 4	>7- 5
15	4	7- 4	>7- 5

- 1) El número de los emplazamientos visitados cada año deberá cubrir todas las normas armonizadas recogidas en el alcance de certificación global de la organización.
- 2) Para las empresas que ya tienen certificadas algunas normas y dan de alta nuevas normas en todos o en algunos de sus centros productivos, el número de centros a visitar cumplirá los siguientes criterios:
  - a. Entre todos los centros visitados deben tener implantada como mínimo una de las normas nuevas que deben comprobarse. En caso contrario se visitan tantos centros como sea necesarios para poder comprobar como mínimo una vez todas las normas nuevas.
  - b. La empresa certificadora, durante la visita de seguimiento, podrá solicitar registros de control de las fábricas con norma nueva que no visita en el muestreo, cuando lo considere oportuno.



## Anexo E. Vigilancia de mercado

### E.1. Registro de empresas con marcado CE

Este registro accesible en la web de ANDECE presenta a aquellas empresas fabricantes de prefabricados de hormigón estructurales a las que alguno de los 7 Organismos Notificados por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, en el Reino de España, les ha concedido un certificado de su control de producción en fábrica, lo que le autoriza para poner el marcado CE sobre sus productos en cumplimiento del Reglamento Europeo de Productos de Construcción, a fin de que cualquier agente interesado pueda conocer la situación real de cumplimiento con el requisito mínimo que se establece en el Espacio Económico Europeo, para la comercialización de estos productos.

Sólo se recogen aquellas empresas fabricantes de productos cuya norma recoge en su Anexo ZA que el sistema de evaluación de la conformidad es el sistema 2+, sistema habitual de los productos prefabricados de hormigón con aplicaciones estructurales (no se incluyen los bloques, ya que la opción de certificar bajo el sistema 2+ es de aplicación voluntaria).

El registro no incluye procesos de certificación no concluidos (que estén en marcha y/o que no se hayan resuelto definitivamente).

No se incluyen en el registro empresas con plantas de producción en territorio español, cuyos certificados de control de producción en fábrica hayan sido concedidos por Organismos Notificados en otros Estados miembro del Espacio Económico Europeo.

Este registro es una herramienta exclusivamente de consulta, sin que deba servir en ningún caso como conclusión definitiva de la ausencia de cumplimiento de marcado CE por parte de algún fabricante, por lo que se recomienda que en caso de duda sobre la vigencia o ausencia de algún certificado, consulte con ANDECE y/o con alguno de los Organismos Notificados españoles.

*+ INFO sobre Registro de empresas con marcado CE, en web de ANDECE:*

<http://www.andece.org/index.php/reglamentacion-general/marcadocegeneral/registro-de-empresas>

### E.2. Denuncias e incumplimientos

Dado que la vigilancia de mercado (control administrativo), según el artículo 14 de la Ley de Industria es competencia de las autoridades autonómicas en materia de industria, los incumplimientos que se detecten en el mercado de productos de construcción o en las obras por ausencia de marcado CE ya obligatorio, defectos documentales u otras irregularidades, deben ser comunicadas a las autoridades autonómicas de Industria del territorio donde esté ubicado el fabricante del producto o la obra en cuestión.



## Anexo F. Consecuencias de la certificación

---

- 1) Para el **fabricante**: le permite despegarse del competidor ilícito. El establecimiento de procedimientos y pautas de trabajo suele repercutir en la realización de las tareas con mayor calidad.
- 2) Para el **proyectista** y el **director de obra**: los productos certificados y las empresas acreditadas proporcionan un umbral de entrada que supone una seguridad razonable de una calidad mínima garantizada.
- 3) Para el **constructor**: sus motivaciones son esencialmente las mismas que las del fabricante.
- 4) Para el **controlador**: es quizá uno de los más directos beneficiarios de la certificación de productos y de la acreditación de empresas. El controlador tiene como objetivo que la obra no presente problemas de mala calidad. En definitiva, es el único sistema para evitar que la obra se transforme en un laboratorio.
- 5) Para el **asegurador**: puede aceptar un cierto porcentaje de fallos siempre que no rebase el que él ha tenido en cuenta en sus estimaciones actuariales para el establecimiento de las pólizas.
- 6) Para el **usuario**: aunque la intervención del usuario en el proceso constructivo sea prácticamente inexistente, debe sin embargo aceptarse que es la persona que disfruta o padece la buena o mala calidad alcanzada. En ese sentido el usuario debería estar interesado en la generalización de los sistemas de certificación, pues tiene a su disposición productos con una seguridad mínima garantizada.



## Anexo G. Los Distintivos de Calidad Oficialmente Reconocidos según la EHE-08 (D.O.R.)

### **G.1. Los Distintivos de Calidad como herramienta de valor añadido**

Los materiales y productos de construcción empleados en la ejecución de las estructuras realizadas en España, deben presentar las características suficientes para que cumplan las exigencias establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08. Para facilitar la consecución de este objetivo, la Instrucción contempla la posibilidad de que los productos y procesos dispongan, de forma voluntaria, de un nivel de garantía superior al marcado CE, mínimo reglamentariamente exigido, estableciéndose una serie de consideraciones especiales que facilitan su utilización en las obras y que constituya un elemento diferencial. Esto se consigue con los Distintivos de Calidad Oficialmente Reconocidos (en adelante D.O.R.)

Este planteamiento surge en la Instrucción EH-80, en la que se presentaron por primera vez los sellos de calidad, concediendo una serie de ventajas para aquellos materiales que dispusieran de ellos. Desde entonces ha habido una lenta evolución de los mismos en las siguientes instrucciones, pero sin duda es en la EHE-08 en la que se produce un avance significativo, en lo que concierne a los requisitos a cumplir para poder obtenerlos y las ventajas que proporcionan su tenencia, abarcando a los siguientes materiales, productos y procesos:

- Elementos estructurales de hormigón prefabricado.
- Estructuras de hormigón in situ.
- Armaduras pasivas.
- Acero para armaduras pasivas.
- Acero para armaduras activas.
- Sistemas de aplicación pretensado.

Partiendo de que su obtención es voluntaria, en el desarrollo de la EHE-08 se ha tenido en consideración que disponer de un D.O.R. no podía limitarse a proporcionar una ventaja puramente comercial, sino que había que conceder un tratamiento diferencial, y esto se materializa en aspectos relativos al proyecto, el control o la ejecución de la estructura.

### **G.2. Niveles de garantía y distintivos de calidad según la EHE-08**

Los productos y los procesos pueden disponer de un nivel de garantía superior al mínimo requerido, mediante la incorporación de sistemas que avalen, mediante las correspondientes auditorias, inspecciones y ensayos llevados a cabo por Organismos Certificadores acreditados



para tal fin, que sus sistemas de calidad y sus controles de producción, cumplen las exigencias requeridas para la concesión de tales distintivos.

A los efectos de esta Instrucción, dicho nivel de garantía adicional y superior al mínimo reglamentario puede demostrarse mediante la posesión de un D.O.R., basado en los requisitos definidos en el Anejo 19 de la EHE-08 y que quedan plasmados en los distintos Reglamentos de concesión de los D.O.R. del/los Organismo/s Certificador/es acreditado/s.

Entre estos requisitos, los hay de carácter general (para cualquier proceso o producto), y de carácter particular (en el caso de los elementos prefabricados de hormigón estructurales, quedan definidos en el Art. 5.3.), destacando:

- Que la instalación de producción tenga implantado un sistema de gestión de la calidad auditado por un organismo certificador acreditado conforme a la norma UNE-EN ISO 9001, en las partes que le sean de aplicación.
- Disponer de un laboratorio para el control continuo de la producción y del producto a suministrar, propio o contratado.
- Tener definido y desarrollado un control de producción continuo en fábrica, de cuyos datos deberá disponerse, al menos, durante un período de seis meses antes de la concesión.

Y de forma específica:

- Garantizar el cumplimiento de los requisitos impuestos en este Anejo para las instalaciones de fabricación de los elementos constituyentes (hormigón, armaduras pasivas, armaduras activas, etc.).
- Garantizar que el Prefabricador dispone de una instalación fija de hormigonado y de un taller de elaboración de armadura pasiva capaces de producir la totalidad de los materiales necesarios para la fabricación de los elementos prefabricados, salvo en casos excepcionales en que podrá utilizar plantas o talleres externos que, en dicho caso, deberán estar también en posesión de un distintivo de calidad.
- Contar con un sistema de gestión de datos de la fabricación de hormigón para supervisar a tiempo real su producción.
- Control estadístico de la resistencia del hormigón: frecuencia mayor de tomas a las reglamentarias (EHE-08 ó Norma Europea UNE-EN 206-1), además, de control externo para contraste de los valores obtenidos.
- El fabricante debe disponer de los sistemas adecuados para garantizar la trazabilidad, tanto de los materiales empleados, como de los propios elementos prefabricados.

De forma particular, en los elementos prefabricados destinados a forjados unidireccionales (como las placas alveolares, las prelosas o las viguetas) el fabricante deberá disponer de una ficha técnica y su correspondiente Memoria de Cálculo (muy similar a la que se presentaba con las Autorizaciones de Uso), que además será comprobadas y selladas por el propio Organismo Certificador.





### **G.3. Las ventajas**

#### **G.3.1. En el uso del edificio (y la estructura)**

La calidad es un bien cada vez más apreciado y demandado, sobre todo en sectores como el de la construcción que en tiempos recientes ha caminado en otra dirección, sometida a criterios que imponían la rapidez de la ejecución por delante de cualquier otro condicionante. No obstante, el cambio de cultura que se está produciendo requiere que el mercado abogue por disponer de productos con una calidad garantizada y certificada, y en este sentido la EHE-08 ha hecho una apuesta clara por sentar unas bases que avalen este hecho.

Es obvio esperar que el empleo de elementos prefabricados de hormigón en posesión de un D.O.R. implique que, principalmente, los usuarios finales de los edificios estén bajo el cobijo de unas estructuras con una calidad contrastada.

Pero no solo es durante la vida del edificio la única etapa en la que se perciben las ventajas del uso de estos elementos, sino que también en las fases de concepción, proyecto y ejecución de las estructuras, la EHE-08 ha dispuesto una serie de ventajas añadidas para potenciar aún más que estos elementos comiencen a demandarse como imprescindibles.

#### **G.3.2. En el proyecto**

La gran ventaja que supone la tenencia del D.O.R. es la posibilidad de emplear en los cálculos unos coeficientes de seguridad de los materiales menores, siempre que se cumplan otra serie de condiciones.

Por tanto, las resistencias de cálculo del hormigón y el acero se ven penalizadas con unos coeficientes menores, con lo que es inmediato determinar que la relación prestaciones



mecánicas / secciones (o consumo de materiales) se mejore, con un aumento significativo de la competitividad técnica y económica de los productos que dispongan de un D.O.R.

Dichos coeficientes podrán disminuirse hasta **1,35 y 1,10**, respectivamente, en el caso de que elemento prefabricado esté en posesión de un **Distintivo de Calidad Oficialmente Reconocido (D.O.R.)** con un nivel de garantía conforme al apartado 5.3. del Anejo 19 de la Instrucción.

a) Para el acero, deberá además cumplirse que:

- i. Control de la ejecución de la estructura con nivel intenso y tolerancias de colocación de la armadura conformes con Anejo 11 de esta Instrucción y/o
- ii. Acero para las armaduras pasivas esté en posesión de un distintivo de calidad

b) Para el hormigón, deberá además cumplirse que:

- i. Control de la ejecución de la estructura con nivel intenso y desviación de la geometría de la sección transversal conformes con Anejo 11 de esta Instrucción.

**Según los comentarios relativos al Art. 15.3. "Coeficientes parciales de seguridad de los materiales", para la aplicación de los coeficientes menores (1,35 y 1,10), el fabricante de elementos prefabricados en posesión del Distintivo de Calidad deberá proporcionar unas instrucciones de puesta en obra de dichos elementos que permitan controlar su montaje con un nivel intenso, según se establece en el Art. 92.**

Otra gran ventaja es que puede aumentar un 5% la fuerza de tesado de las armaduras activas, como sucede en el caso de las placas alveolares pretensadas, con lo que se permite un mejor aprovechamiento de los límites resistentes del acero empleado:

	Sin D.O.R.		Con D.O.R.	
$S_{p0 \leq}$	$f_{p \max, k}$	$f_{pk}$	$f_{p \max, k}$	$f_{pk}$
<b>Permanente</b>	70%	85%	75%	90%
<b>Temporal</b>	80%	90%	85%	95%
$f_{p \max, k}$ Carga unitaria máxima característica $f_{pk}$ Límite elástico característico $S_{p0}$ Tensión resultante de aplicar una fuerza $P_0$ sobre las armaduras				

### G.3.3. En la ejecución

La tenencia del D.O.R. obliga a que en la fabricación de los elementos se incida en el control, por lo que se exige al receptor de realizar una serie de comprobaciones adicionales y redundantes a pie de obra, pues ya han sido satisfechas previamente, por lo que se consigue un ahorro de tiempos, mayor agilidad en la gestión de los elementos (no hacen falta copiarse indefinidamente hasta ser comprobados) y, en definitiva, un ajuste de los costes derivados del control y de la ejecución:



- Se concede la potestad a la Dirección Facultativa de no realizar una comprobación física de las instalaciones del fabricante (según comentario Art. 91.4.2.), pues queda ya cubierta en el propio proceso de certificación por parte del Organismo Certificador.
- En el caso de que los elementos prefabricados estén en posesión de D.O.R., la Dirección Facultativa podrá eximir la realización de determinadas comprobaciones documentales (Art. 91.4.3.)
- Se exime a la Dirección Facultativa la realización de determinados ensayos sobre muestras tomadas en la instalación de fabricación (Art. 91.5.2.)



## Anexo H. Referencias

### NORMATIVA BÁSICA

UNE-EN xxx	Productos prefabricados de hormigón. Normas de producto
UNE-EN 13369:2006/AC:2008	Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón
REGLAMENTO 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO	REGLAMENTO por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción
Directiva Europea 89/106/CEE	Relativa a la aproximación de disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre productos de construcción
Real Decreto 1630/1992	R.D. por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE
Directiva Europea 93/68/CEE	Por la que se modifican, entre otras, la Directiva de productos de construcción 89/106/CEE
Real Decreto 1328/1995	R.D. por el que se modifica en aplicación de la directiva 93/68/CEE, las disposiciones para la libre circulación de los productos de construcción.
REGLAMENTO 765/2008	Requisitos de acreditación y vigilancia del mercado relativos a la comercialización de los productos
UNE-EN 1992-1-1:2010	Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón - Parte 1.1: Reglas generales y reglas para edificación
EN 1992-1-2:2004	Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón - Parte 1.2: Proyecto de estructuras sometidas al fuego
EN 1990	Eurocódigo 0: Bases de cálculos de estructuras.
EHE-08	Instrucción de hormigón estructural
UNE-EN 206-1:2008	Hormigón. Parte 1: especificaciones, prestaciones, producción y conformidad
UNE-EN 12350-1:2006	Ensayos de hormigón fresco. Parte 1: Toma de muestras.
UNE-EN-ISO 9001:2008	Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.

### LINKS DE INTERÉS

*Información sobre normas armonizadas aprobadas relativas al Reglamento Europeo de Productos de Construcción y con periodos de aplicación de mercado CE definidos en el siguiente link:*

[http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm?fuseaction=cpd.hs&sort\\_cpd=desc](http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm?fuseaction=cpd.hs&sort_cpd=desc)

*Para conocer el estado de las normas que se llevan a cabo en el CEN/TC 229 (normas publicadas y normas en revisión):*

<http://www.cen.eu/cen/Sectors/TechnicalCommitteesWorkshops/CENTechnicalCommittees/Pages/default.aspx?param=6210&title=Precast%20concrete%20products>



CEN/TC 229 Precast concrete products

Executive summary

Go

Business plan

Go

Technical body structure

Go

Standards under development (work started, drafts issued)

Go

Published standards

Go

Web del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, donde se señala información interesante relativa al Reglamento Europeo de Productos de Construcción:

<http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/ReglamentoProductosConstruccion.aspx>

Guías de la Comisión, que son elaboradas para aclaración de aspectos poco concretos de la Directiva y que es conveniente tener en cuenta para entender el contenido de las normas citadas:

- Guía A: "La designación de organismos notificados en el campo de la directiva de productos de construcción" que informa sobre los requisitos que se imponen a los organismos de certificación, inspección y ensayo para su notificación.
- Guía B: "La definición del control de producción en fábrica en las especificaciones técnicas de los productos de construcción".
- Guía D: "El marcado CE según la Directiva de Productos de Construcción" que aclara el contenido del marcado CE y su significado.
- Guía K: "Los sistemas de certificación de conformidad y el papel y tareas de los organismos notificados en el campo de la directiva de productos de construcción", que permite entender los sistemas de certificación empleados en la directiva y las funciones de los organismos notificados y de los fabricantes en los mismos.
- Guía L: "Aplicación y uso de los Eurocódigos", que expone los distintos métodos de presentación de la información que debe acompañar al marcado CE.
- Guía M: "La evaluación de conformidad según la DPC: Los ensayos iniciales de tipo y el control de producción en fábrica"

Estas guías se pueden obtener a través del servicio de publicaciones del Ministerio de Fomento: "Guías para la aplicación de la Directiva 89/106/CEE, traspuestas por Real Decreto 1630/1992 de 29 de diciembre, sobre disposiciones para la libre comercialización de productos de construcción":

Fax: 915 976 186

[cpublic@fomento.es](mailto:cpublic@fomento.es)

NOTA: Todas estas guías están disponibles en inglés para descargar de forma gratuita en:



<http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm?fuseaction=cpd.positionpapers&CFID=4381427&CFTOKEN=e0761a6bce10a43e-98B6A782-C25E-C9A8-D671D57BAC72D83D&jsessionid=f00366eaa01f4dc9ad50694d285436736611>

Además, los Organismos Notificados europeos disponen de **un Position Paper "GNB-CPD SG13"**, documento que constituye una guía para los propios organismos en la certificación de productos prefabricados de hormigón (ver link anterior).



**ANDECE**

ASOCIACIÓN NACIONAL  
DE LA INDUSTRIA DEL  
PREFABRICADO DE HORMIGÓN

*Departamento Técnico Estructural de ANDECE*

**Alejandro López Vidal**

*Responsable Técnico Estructural*

[alopez@andece.org](mailto:alopez@andece.org)



**FECHAS DE APLICACIÓN DE MARCADO CE DE PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES**

Edición: 1/03/13

NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	SISTEMA EVALUACIÓN CONFORMIDAD
UNE EN 1168:2006 + A2:2010	Placas alveolares (para forjados y cubiertas)	2+
UNE EN 1168:2006 + A3:2012 (de aplicación voluntaria, obligatoria a partir del 1/07/13)		
UNE-EN 1317-5+A2:2012	Sistemas de contención para carreteras. Ej.: Barreras de seguridad y pretiles prefabricados	1
UNE EN 12794:2006+A1:2008/AC:2009	Pilotes de cimentación	2+
UNE EN 12843:2005	Mástiles y Postes	2+
UNE EN 13224:2005+A1:2007	Elementos para forjados nervados (tipo Π)	2+
UNE EN 13224:2012 (de aplicación voluntaria, obligatoria a partir del 1/08/13)		
UNE EN 13225:2005/AC:2007	Elementos lineales estructurales	2+
UNE-EN 13693:2005+A1:2010	Elementos especiales para cubiertas	2+
UNE EN 13747:2006+A2:2011	Prelosas para forjados	2+
UNE EN 13978-1:2006	Garajes prefabricados de hormigón	2+
UNE-EN 14843:2008	Escaleras	2+
UNE-EN 14844:2007+A1	Marcos	2+/4
UNE-EN 14844:2007+A2:2012 (de aplicación voluntaria, obligatoria a partir del 1/09/13)		
UNE-EN 14991:2008	Elementos de cimentación	2+
UNE-EN 14992:2008	Elementos para muros	2+/4
UNE-EN 14992:2008+A2:2012 (de aplicación voluntaria, obligatoria a partir del 1/07/13)		
UNE-EN 15037-1:2010	Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla. Parte 1: viguetas	2+
UNE-EN 15037-2:2009+A1:2011	Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla. Parte 2: bovedillas de hormigón	2+
UNE-EN 15050:2008+A1:2012	Elementos para puentes	2+
UNE-EN 15258:2009	Elementos de muros de contención	2+

Para más información, pueden dirigirse a:

**Alejandro López Vidal**  
 Responsable Técnico Estructural ANDECE  
 alopez@andece.org



## PRODUCTOS NO ESTRUCTURALES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON MARCADO CE

NORMA	TÍTULO	Página   1 de	Marcado CE		SISTEMA
			VOLUNTARIO	OBLIGATORIO	
UNE EN 14388: 2006	Dispositivos de reducción del ruido de tráfico. Especificaciones	Página   1 de	<del>1-05-06</del>	1-05-07	3
UNE EN 12839:2001	Productos Prefabricados de hormigón. Elementos para vallas.		<del>1-03-02</del>	1-3-03	4
UNE EN 13748-1:2005 UNE EN 13748-1:2004/A1:2005 UNE EN 13748-1:2004/AC:2005	Baldosas de terrazo. Parte 1: Uso interior.		<del>1-06-05</del> <del>1-04-06</del> <del>1-04-06</del>	1-10-06 1-10-06 1-10-06	4
UNE EN 13748-2:2005	Baldosas de terrazo. Parte 2: Uso exterior.		<del>1-04-05</del>	1-4-06	4
UNE-EN 1338:2004 UNE-EN 1338:2004/AC 2006	Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.		<del>1-03-04</del> <del>1-01-07</del>	1-3-05 1-1-07	4
UNE-EN 1339:2004 UNE-EN 1339:2004/AC 2006	Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.		<del>1-03-04</del> <del>1-01-07</del>	1-3-05 1-1-07	4
UNE-EN 1340:2004 UNE-EN 1340:2004/AC 2006	Bordillos prefabricados de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.		<del>1-02-04</del> <del>1-01-07</del>	1-2-05 1-1-07	4
UNE-EN 1433:2003 UNE-EN 1433:2003/A1:2005	Canales de desagüe para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos. Clasificación, requisitos de diseño y de ensayo, marcado y evaluación de la conformidad.		<del>1-08-03</del> <del>1-01-06</del>	1-8-04 1-1-06	3
UNE-EN 1916:2003 UNE-EN 1916:2003/AC:2005	Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero.		<del>1-08-03</del> <del>1-01-07</del>	23-11-04 1-01-07	4
UNE-EN 1916:2003 UNE-EN 1916:2002/AC 2008	Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero.		<del>1-08-03</del> <del>1-01-09</del>	23-11-04 1-01-09	4
UNE-EN 1917:2003 UNE-EN 1917:2002/AC 2008	Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero.		<del>1-08-03</del> <del>1-01-09</del>	23-11-04 1-01-09	4



UNE-EN 771-3:2004 UNE-EN 771-3:2004/A1:2005	Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: Bloques de hormigón (áridos densos y ligeros)	<del>1-04-05</del>	1-04-06	2+/4
UNE-EN 771-4:2004 UNE-EN 771-4:2004/A1:2005	Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 4: Bloques de hormigón celular curado en autoclave.	<del>1-04-05</del>	1-04-06	2+
UNE-EN 490:2005	Tejas y piezas de hormigón para tejados y revestimiento de muros. Especificaciones de producto.	<del>1-9-05</del>	1-6-07	3/4
UNE EN 40-4:2005 UNE EN 40-4:2005/AC:2006	Columnas y báculos de alumbrado. Parte 4: Requisitos para columnas y báculos de alumbrado de hormigón armado y hormigón pretensado.	<del>1-10-06</del>	1-10-07	1
UNE-EN 845-2:2005	Especificación de componentes auxiliares para fábrica de albañilería. Parte 2: Dinteles	<del>1-02-04</del>	1-04-06	3
UNE-EN 1857:2004	Chimeneas. Componentes. Conductos interiores de hormigón	1-01-09	1-01-10	2+
UNE-EN 1858:2004	Chimeneas. Componentes. Bloques para conductos de humo de hormigón	<del>1-05-04</del>	1-05-05	2+
UNE-EN 13830:2004	Fachadas ligeras. Normas de producto.	<del>1-12-04</del>	1-12-05	1/3
UNE-EN 13877-3:2005	Pavimentos de hormigón. Parte 3: Especificaciones para anclajes metálicos utilizados en pavimentos de hormigón	<del>1-09-05</del>	1-09-06	4
UNE-EN 12446:2003	Chimeneas. Componentes. Elementos de pared exterior de hormigón	<del>1-02-04</del>	1-02-05	2+
UNE EN 15435:2008	Productos prefabricados de hormigón. Bloques de encofrado de hormigón de áridos densos y ligeros. Propiedades y comportamiento de los productos.	1-02-09	1-02-10	4
EN 15285:2008	Piedra aglomerada. Baldosas modulares para suelos (uso interno y externo)	1/01/09	01/01/10	1/3/4



# LOS DISTINTIVOS DE CALIDAD OFICIALMENTE RECONOCIDOS SEGÚN LA EHE-08:

## Elementos estructurales de hormigón prefabricado

*Autores:*

*Alejandro López Vidal – Responsable Departamento Técnico Estructural ANDECE*

*Miguel Ángel Santos – Director Técnico HORMIPRESA*

*Vicent Ciscar Chisbert – Director Comercial PRECAMP*

*Fecha edición: enero 2011*

Página | 1 de 7

### 1. Los Distintivos de Calidad como herramienta de valor añadido

Los materiales y productos de construcción empleados en la ejecución de las estructuras realizadas en España, deben presentar las características suficientes para que cumplan las exigencias establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08. Para facilitar la consecución de este objetivo, la Instrucción contempla la posibilidad de que los productos y procesos dispongan, de forma voluntaria, de un nivel de garantía superior al mercado CE, mínimo reglamentariamente exigido, estableciéndose una serie de consideraciones especiales que facilitan su utilización en las obras y que constituya un elemento diferencial. Esto se consigue a través de los Distintivos de Calidad Oficialmente Reconocido (en adelante D.O.R.)

Este planteamiento surge en la Instrucción EH-80, en la que se presentaron por primera vez los sellos de calidad, concediendo una serie de ventajas para aquellos materiales que dispusieran de ellos. Desde entonces ha habido una lenta evolución de los mismos en las siguientes instrucciones, pero sin duda es en la EHE-08 en la que se produce un avance significativo, en lo que concierne a los requisitos a cumplir para poder obtenerlos y las ventajas que proporcionan su tenencia, abarcando a los siguientes materiales, productos y procesos:

- Elementos estructurales de hormigón prefabricado.



- Estructuras de hormigón in situ.
- Armaduras pasivas.
- Acero para armaduras pasivas.
- Acero para armaduras activas.
- Sistemas de aplicación pretensado.

Partiendo de que su obtención es voluntaria, en el desarrollo de la EHE-08 se ha tenido en consideración que disponer de un D.O.R. no podía limitarse a proporcionar una ventaja puramente comercial, sino que había que conceder un tratamiento diferencial, y esto se materializa en aspectos relativos al proyecto, el control o la ejecución de la estructura.

## 2. Niveles de garantía y distintivos de calidad según la EHE-08

Los productos y los procesos pueden disponer de un nivel de garantía superior al mínimo requerido, mediante la incorporación de sistemas que avalen, mediante las correspondientes auditorias, inspecciones y ensayos llevados a cabo por Organismos Certificadores acreditados para tal fin, que sus sistemas de calidad y sus controles de producción, cumplen las exigencias requeridas para la concesión de tales distintivos.

A los efectos de esta Instrucción, dicho nivel de garantía adicional y superior al mínimo reglamentario puede demostrarse mediante la posesión de un D.O.R., basado en los requisitos definidos en el Anejo 19 de la EHE-08 y que quedan plasmados en los distintos Reglamentos de concesión de los D.O.R. del/los Organismo/s Certificador/es acreditado/s.

Entre estos requisitos, los hay de carácter general (para cualquier proceso o producto), y de carácter particular (en el caso de los elementos prefabricados de hormigón estructurales, quedan definidos en el Art. 5.3.), destacando:

- Que la instalación de producción tenga implantado un sistema de gestión de la calidad auditado por un organismo certificador acreditado conforme a la norma UNE-EN ISO 9001, en las partes que le sean de aplicación.
- Disponer de un laboratorio para el control continuo de la producción y del producto a suministrar, propio o contratado.
- Tener definido y desarrollado un control de producción continuo en fábrica, de cuyos datos deberá disponerse, al menos, durante un período de seis meses antes de la concesión.

Y de forma específica:

- Garantizar el cumplimiento de los requisitos impuestos en este Anejo para las instalaciones de fabricación de los elementos constituyentes (hormigón, armaduras pasivas, armaduras activas, etc.).
- Garantizar que el Prefabricador dispone de una instalación fija de hormigonado y de un taller de elaboración de armadura pasiva capaces de producir la totalidad de los materiales necesarios para la fabricación de los elementos prefabricados, salvo en casos excepcionales en que podrá



utilizar plantas o talleres externos que, en dicho caso, deberán estar también en posesión de un distintivo de calidad.

- Contar con un sistema de gestión de datos de la fabricación de hormigón para supervisar a tiempo real su producción.
- Control estadístico de la resistencia del hormigón: frecuencia mayor de tomas a las reglamentarias (EHE-08 ó Norma Europea UNE-EN 206-1), además, de control externo para contraste de los valores obtenidos.
- El fabricante debe disponer de los sistemas adecuados para garantizar la trazabilidad, tanto de los materiales empleados, como de los propios elementos prefabricados.

Página | 3 de 7

De forma particular, en los elementos prefabricados destinados a forjados unidireccionales (como las placas alveolares, las prelosas o las viguetas) el fabricante deberá disponer de una ficha técnica y su correspondiente Memoria de Cálculo (muy similar a la que se presentaba con las Autorizaciones de Uso), que además será comprobadas y selladas por el propio Organismo Certificador.



### 3. Las ventajas

#### 3.1. En el uso del edificio (y la estructura)

La calidad es un bien cada vez más apreciado y demandado, sobre todo en sectores como el de la construcción que en tiempos recientes ha caminado en otra dirección, sometida a criterios que imponían la rapidez de la ejecución por delante de cualquier otro condicionante. No obstante, el cambio de cultura que se está produciendo requiere que el mercado abogue por disponer de productos con una calidad garantizada y certificada, y en este sentido la EHE-08 ha hecho una apuesta clara por sentar unas bases que avalen este hecho.



Es obvio esperar que el empleo de elementos prefabricados de hormigón en posesión de un D.O.R. implique que, principalmente, los usuarios finales de los edificios estén bajo el cobijo de unas estructuras con una calidad contrastada.

Pero no solo es durante la vida del edificio la única etapa en la que se perciben las ventajas del uso de estos elementos, sino que también en las fases de concepción, proyecto y ejecución de las estructuras, la EHE-08 ha dispuesto una serie de ventajas añadidas para potenciar aún más que estos elementos comiencen a demandarse como imprescindibles.

### 3.2. En el proyecto

La gran ventaja que supone la tenencia del D.O.R. es la posibilidad de emplear en los cálculos unos coeficientes de seguridad de los materiales menores, siempre que se cumplan otra serie de condiciones (según Art. 15.3. de la EHE-08):

Productos prefabricados de hormigón	Coeficientes de seguridad	
	HORMIGÓN	ACERO
	$\gamma_c$	$\gamma_s$
Con obligación de marcado CE (control según Norma Europea UNE-EN 206-1:2008)	1,70	1,15
Control del hormigón según EHE-08, acreditado por organismo de control o entidad de certificación: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voluntario para productos con marcado CE.</li> <li>- Obligatorio para productos sin marcado CE.</li> </ul>	1,50	1,15
Elemento prefabricado con D.O.R. conforme al Anejo 19 de la EHE-08, además de control de la ejecución de la estructura a nivel intenso según Capítulo XVII EHE-08) <sup>(1)</sup> y: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caso del hormigón: desviaciones en la geometría de la sección transversal respecto a las nominales de proyecto conformes (y que cumplan las indicadas en el Anejo 11 de la EHE-08).</li> <li>- Caso del acero: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tolerancias de colocación de las armaduras conformes respecto a las nominales de proyecto (y que cumplan la indicadas en el Anejo 11 de la EHE-08) y/o</li> <li>▪ Acero para armaduras pasivas en posesión de un D.O.R.</li> </ul> </li> </ul>	1,35	1,10
<sup>(1)</sup> Según los comentarios relativos al Art. 15.3. "Coeficientes parciales de seguridad de los materiales", para la aplicación de los coeficientes menores (1,35 y 1,10), el fabricante de elementos prefabricados en posesión del Distintivo de Calidad deberá proporcionar unas instrucciones de puesta en obra de dichos elementos que permitan controlar su montaje con un nivel intenso, según se establece en el Art. 92.		

Por tanto, las resistencias de cálculo del hormigón y el acero se ven penalizadas con unos coeficientes menores, con lo que es inmediato determinar que la relación prestaciones mecánicas / secciones (o consumo de materiales) se mejore, con un aumento significativo de la competitividad técnica y económica de los productos que dispongan de un D.O.R. Como dato, el coeficiente del hormigón de un elemento prefabricado es 1,35, frente al 1,40 de un hormigón vertido in situ.



Materiales		Expresiones de cálculo	% mínimo de mejora
Hormigón		$f_{cd} = f_{ck} / 1,35$	11,11
Acero	Armaduras pasivas	$f_{yd} = f_{yk} / 1,10$	4,55
	Armaduras activas	$f_{pd} = f_{pk} / 1,10$	

Como vimos antes, en el caso particular de los elementos prefabricados para forjados unidireccionales, los proyectistas dispondrán de unas fichas técnicas suministradas por los fabricantes, selladas por el organismo certificador (EHE-08 anejo 19 punto 5.3), información que es sumamente apreciada pues facilita en gran medida la realización de los cálculos estructurales, y que con la entrada del mercado CE para estos elementos dejó de ser una información obligatoria.

Otra gran ventaja es que puede aumentar un 5% la fuerza de tesado de las armaduras activas, como sucede en el caso de las placas alveolares pretensadas, con lo que se permite un mejor aprovechamiento de los límites resistentes del acero empleado:

	Sin D.O.R.		Con D.O.R.	
	$f_{p\ max, k}$	$f_{pk}$	$f_{p\ max, k}$	$f_{pk}$
Permanente	70%	85%	75%	90%
Temporal	80%	90%	85%	95%

$f_{p\ max, k}$  Carga unitaria máxima característica  
 $f_{pk}$  Límite elástico característico  
 $\sigma_{p0}$  Tensión resultante de aplicar una fuerza  $P_0$  sobre las armaduras

### 3.3. En la ejecución

La tenencia del D.O.R. obliga a que en la fabricación de los elementos se incida en el control, por lo que se exime al receptor de realizar una serie de comprobaciones adicionales y redundantes a pie de obra, pues ya han sido satisfechas previamente, por lo que se consigue un ahorro de tiempos, mayor agilidad en la gestión de los elementos (no hacen falta copiarse indefinidamente hasta ser comprobados) y, en definitiva, un ajuste de los costes derivados del control y de la ejecución:

- Se concede la potestad a la Dirección Facultativa de no realizar una comprobación física de las instalaciones del fabricante (según comentario Art. 91.4.2.), pues queda ya cubierta en el propio proceso de certificación por parte del Organismo Certificador.



- En el caso de que los elementos prefabricados estén en posesión de D.O.R., la Dirección Facultativa podrá eximir la realización de determinadas comprobaciones documentales (Art. 91.4.3.)
- Se exime a la Dirección Facultativa la realización de determinados ensayos sobre muestras tomadas en la instalación de fabricación (Art. 91.5.2.)

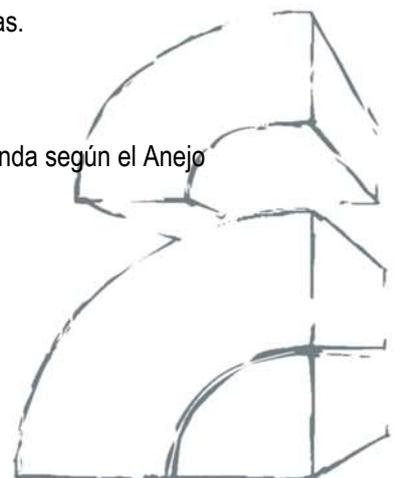


#### 4. El sello CIETAN-AIDICO

El sello CIETAN-AIDICO es el primer Distintivo de Calidad para elementos prefabricados de hormigón con aplicaciones estructurales, que ha sido Oficialmente Reconocido según la EHE-08. Su origen data del año 1971, y desde entonces ha tenido una clara evolución en cuanto al alcance, los requisitos y las garantías que proporciona su uso.

Según describe el Reglamento Técnico, el Sello de Conformidad CIETAN-AIDICO garantiza:

- Que la fabricación parte de materia prima homogénea y adecuada.
- Que el fabricante dispone de medios convenientes de fabricación y control de la calidad de los productos y los procesos.
- La calidad estadística de la producción se ajusta a las especificaciones técnicas.
- La calidad estadística del producto acabado.
- Las propiedades mecánicas del producto acabado, en los casos que corresponda según el Anejo 19 de la Instrucción EHE en vigor.



Todo ello supone para el usuario la garantía y la tranquilidad de utilizar un producto altamente fiable, cuya calidad ha sido severamente contrastada, basada en:

- Menor riesgo del consumidor en materia de control de recepción del hormigón, al emplear el control estadístico establecido en el Anejo 19 de la Instrucción EHE.
- Control externo de la calidad del producto acabado, que no está incluido dentro de las tareas del marcado obligatorio (Marcado CE).
- Control interno del fabricante más exigente, en número de muestras y frecuencia, que el establecido en la certificación obligatoria.
- Realización de ensayos de contraste a escala real del producto acabado para la concesión del distintivo en los casos en que corresponda, lo que permite comprobar que los valores mecánicos declarados por el fabricante son correctos.

Página | 7 de 7

El seguimiento de cada fábrica se realiza mediante inspecciones periódicas según se establece en la Reglamentación del sello, concretando los resultados en informes y expedientes, emitidos por la Secretaría del Sello y calificados por la Comisión.

La organización del Sello se rige por unos Estatutos, y su actuación se encuentra supervisada por un Comité y una Comisión formada por representantes de Organismos Oficiales, de Colegios profesionales y de Fabricantes.

## 5. Información adicional

Apartados interesantes de la website del Ministerio de Fomento:

- Capítulos y anejos de la EHE-08 (en castellano y en inglés):

[http://www.fomento.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/ORGANOS\\_COLEGIADOS/CPH/instrucciones/](http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ORGANOS_COLEGIADOS/CPH/instrucciones/)

- Entidades que han obtenido el reconocimiento de su distintivo de calidad y la relación de productos que facilitados por ellas tienen concedido su distintivo:

[http://www.fomento.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/ORGANOS\\_COLEGIADOS/CPH/Distintivos/](http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ORGANOS_COLEGIADOS/CPH/Distintivos/)

Apartado específico sobre los D.O.R. en la sección de "Calidad y Normativa" de la web de ANDECE:

[http://www.andece.org/andece/index.php?option=com\\_content&view=article&id=201&Itemid=200](http://www.andece.org/andece/index.php?option=com_content&view=article&id=201&Itemid=200)



## LOS DISTINTIVOS DE CALIDAD OFICIALMENTE RECONOCIDOS SEGÚN LA EHE-08: los Aceros

Autor: Alejandro López Vidal. Ingeniero Industrial – Responsable Técnico Estructural de ANDECE

Con la colaboración de:

- Luis Lázaro García: Jefe de productos estructurales de la Dirección Técnica de Certificación de AENOR
- Sonia Rodríguez Valenzuela: Responsable del Área de Estudios Normativos y Reglamentación - Responsable Técnico Aceros de AIDICO.

Página | 1

Edición: Noviembre 2010

### 0. Objeto del informe

A punto de cumplir 2 años de vigencia de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, en los últimos meses estamos atendiendo al reconocimiento de los primeros Distintivos de Calidad Oficialmente Reconocidos (en adelante D.O.R.), lo que concede a los usuarios que empleen productos o procesos en posesión de un D.O.R. una serie de ventajas.

En el caso de los elementos prefabricados de hormigón, se aprovechó el reconocimiento del Sello CIETAN-AIDICO el pasado mes de junio (primer D.O.R. para estos productos) para publicar un artículo informativo a este respecto. Más recientemente se han reconocido los primeros distintivos de aceros, tanto los empleados para la elaboración de armaduras pasivas como para armaduras activas.

El objeto de este informe es presentar las ventajas adicionales que el empleo de un acero certificado con un D.O.R. conforme a la EHE-08 proporciona a sus usuarios, en especial a los fabricantes de productos prefabricados de hormigón.

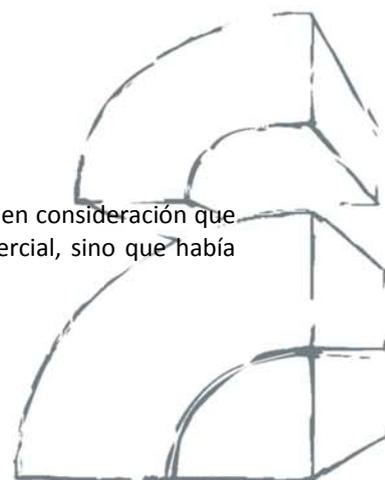
### 1. Los Distintivos de Calidad como herramienta de valor añadido

Los materiales y productos de construcción empleados en la ejecución de las estructuras realizadas en España, deben presentar las características suficientes para que cumplan las exigencias establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08. Para facilitar la consecución de este objetivo, la Instrucción contempla la posibilidad de que los productos y procesos dispongan, de forma voluntaria, de un nivel de garantía superior al mínimo reglamentariamente exigido, estableciéndose una serie de consideraciones especiales que facilitan su utilización en las obras y que constituya un elemento diferencial. Esto se consigue a través de los D.O.R.

Este planteamiento surge en la Instrucción EH-80, en la que se presentaron por primera vez los sellos de calidad, otorgando una serie de ventajas a aquellos materiales que dispusieran de ellos. Desde entonces ha habido una lenta evolución de los mismos en las siguientes instrucciones, pero sin duda es en la EHE-08 en la que se produce un avance significativo, en lo que concierne a los requisitos a cumplir para poder obtenerlos y a las ventajas que proporcionan su tenencia, abarcando a los siguientes materiales, productos y procesos:

- Elementos estructurales de hormigón prefabricado.
- Estructuras de hormigón in situ.
- Armaduras pasivas.
- Acero para armaduras pasivas.
- Acero para armaduras activas (alambres y cordones).
- Sistemas de aplicación pretensado.

Partiendo de que su obtención es voluntaria, en el desarrollo de la EHE-08 se ha tenido en consideración que disponer de un D.O.R. no podía limitarse a proporcionar una ventaja puramente comercial, sino que había



que conceder un tratamiento diferencial, y esto se materializa en aspectos relativos al proyecto, el control o la ejecución de la estructura.

## 2. Niveles de garantía y distintivos de calidad según la EHE-08

Los productos y los procesos pueden disponer de un nivel de garantía superior al mínimo requerido, mediante la incorporación de sistemas que avalen, mediante las correspondientes auditorias, inspecciones y ensayos llevados a cabo por Organismos Certificadores acreditados para tal fin, que sus sistemas de calidad y sus controles de producción, cumplen las exigencias requeridas para la concesión de tales distintivos.

Página | 2

A los efectos de esta Instrucción, dicho nivel de garantía adicional y superior al mínimo reglamentario puede demostrarse mediante la posesión de un D.O.R., basado en los requisitos definidos en el Anejo 19 de la EHE-08 y que quedan plasmados en los distintos Reglamentos de concesión de los D.O.R. del/los Organismo/s Certificador/es acreditado/s.

Entre estos requisitos, los hay de carácter general (para cualquier proceso o producto) y de carácter particular (aceros para armaduras pasivas: Anejo 19, Art. 5.4.; aceros para armaduras activas: Anejo 19, Art. 5.5.)

## 3. Los aceros para armaduras pasivas en posesión de un D.O.R.

### Campo de aplicación (Art. 32)

A los efectos de la EHE-08, los productos de acero que pueden emplearse para la elaboración de armaduras pasivas pueden ser:

- Barras rectas o rollos de acero corrugado soldable .
- Alambres de acero corrugado o grafilado soldable.
- Alambres lisos de acero soldable.

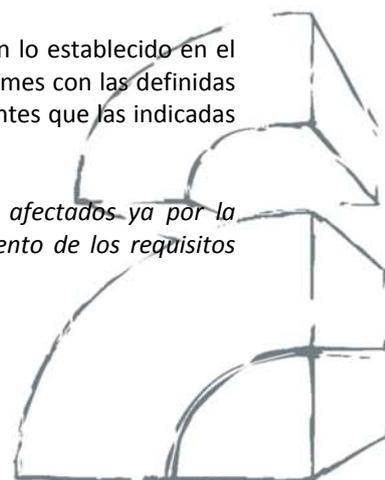
### Requisitos (mínimos) específicos según Anejo 19 (Art. 5.4.)

- Cuando entre en vigor el marcado CE, garantizar un valor añadido respecto a las características que no queden contempladas en dicho marcado.
- Diferenciar las producciones en función de las formas de suministro (barra o rollo).
- Garantizar valores añadidos enfocados a los procesos de transformación en las industrias de ferralla y en el montaje de las armaduras que sean coherentes con las consideraciones especiales que contempla, para dichos casos, esta Instrucción.
- Exigir que los fabricantes dispongan de sistemas de etiquetado mediante códigos informatizados que garanticen la trazabilidad del acero hasta el nivel de colada y que permita la gestión de la referida trazabilidad por el cliente.

### Ventajas para los usuarios (p.ej. los fabricantes de productos prefabricados de hormigón)

- 1) Según el Art. 15.3.1., **disminución del coeficiente de seguridad del acero** (de 1,15) a 1,10, siempre y cuando se cumpla al menos una de las dos condiciones siguientes:
  - que la ejecución de la estructura se controle con nivel intenso, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo XVII, y que las tolerancias \* de colocación de la armadura sean conformes con las definidas explícitamente en el proyecto, las cuales deberán ser, al menos, igual de exigentes que las indicadas en el apartado 6 del Anejo nº 11 de esta Instrucción.

\* En el caso de los productos prefabricados de hormigón estructurales, la mayoría afectados ya por la obligación de disponer de marcado CE, esta condición queda cubierta en el cumplimiento de los requisitos establecidos en cada norma de producto.



- que las armaduras pasivas o activas, según el caso, estén en posesión de un D.O.R. conforme a esta Instrucción, o que formen parte de un elemento prefabricado que ostente un D.O.R.
- 2) Según el Art. 87 \*, **exención de los ensayos de recepción del acero** (igual status para los aceros con marcado CE cuando éste sea aplicable), limitándose a una comprobación documental de que el producto está en posesión del D.O.R., y que el reconocimiento del D.O.R. sigue en vigor.

*\*Ver también el Art. 88 “Control de las armaduras pasivas”.*

#### **4. Los aceros para pretensado en posesión de un D.O.R.**

La técnica del pretensado ha adquirido una importancia fundamental en la fabricación de elementos prefabricados de hormigón, a fin de proporcionar al mercado productos con unas prestaciones mecánicas mejoradas.

##### Campo de aplicación (Art. 34)

A los efectos de esta Instrucción, se definen los siguientes productos de acero para armaduras activas:

- Alambre: producto de sección maciza, liso o grafilado, que normalmente se suministra en rollo.
- Barra: producto de sección maciza que se suministra solamente en forma de elementos rectilíneos.
- Cordón: producto formado por un número de alambres arrollados helicoidalmente, con el mismo paso y el mismo sentido de torsión, sobre un eje ideal común. Los cordones se diferencian por el número de alambres, del mismo diámetro nominal y arrollados helicoidalmente sobre un eje ideal común y que pueden ser 2, 3 ó 7 cordones.

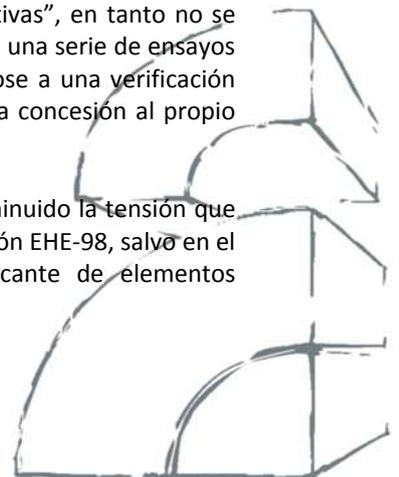
##### Requisitos (mínimos) específicos según Anejo 19 (Art. 5.5.)

- Garantizar para los productos de acero suministrados al cliente las condiciones de adherencia suficientes para que puedan aplicarse las longitudes de anclaje y transferencia del pretensado que se contemplan en esta Instrucción.
- Garantizar que la relajación al 80% no supera valores inadmisibles de conformidad con los indicados en el artículo 38.9 de esta Instrucción.
- Definir la realización, con la garantía estadística suficiente, de comprobaciones experimentales sobre probetas y, en su caso, sobre elementos, acotando el riesgo de variabilidad y estableciendo para cada tipo de elemento las características de adherencia.

Además, deberán cumplirse los requisitos establecidos en el Art. 34 de la EHE-08, de forma que se caractericen las propiedades de los aceros para lo que se tendrán que realizar diversos ensayos de tracción, aptitud al doblado alternativo, características geométricas, composición química, relajación, fatiga, corrosión bajo tensión, tracción desviada y pérdida de resistencia a la tracción después de un doblado-desdoblado.

##### Ventajas para los usuarios (p.ej. los fabricantes de productos prefabricados de hormigón)

- 1) **Control de recepción:** según el Art. 89 “Control del acero para armaduras activas”, en tanto no se disponga de marcado CE, se exime al receptor de los aceros de la realización de una serie de ensayos de comprobación, que en caso contrario estaría obligado a realizar, limitándose a una verificación documental de que siguen en vigor el reconocimiento oficial del distintivo y la concesión al propio producto.
- 2) Según el Art. 20.2.2., **limitación de la fuerza de pretensado:** la EHE-08 ha disminuido la tensión que puede introducirse en las armaduras activas con respecto a la anterior Instrucción EHE-98, salvo en el caso de que tanto el aplicador de la fuerza (en nuestro caso, el fabricante de elementos



prefabricados de hormigón) como el acero para las armaduras activas, dispongan simultáneamente de un D.O.R.:

	EHE-98	EHE-08	
	----	Sin D.O.R.	Con D.O.R.
$\sigma_{p0} \leq$	El menor de ( $f_{p \max, k}$ ; $f_{pk}$ )	El menor de ( $f_{p \max, k}$ ; $f_{pk}$ )	El menor de ( $f_{p \max, k}$ ; $f_{pk}$ )
Permanente	(75% ; 90 %)	(70% ; 85 %)	(75% ; 90 %)
Temporal	(85% ; 95 %)	(80% ; 90%)	(85% ; 95 %)

$f_{p \max, k}$  Carga unitaria máxima característica  
 $f_{pk}$  Límite elástico característico  
 $\sigma_{p0}$  Tensión resultante de aplicar una fuerza  $P_0$  sobre las armaduras

- 3) **Aumento de la tensión de cálculo de adherencia:** según los comentarios de la Comisión Permanente del Hormigón, relativos al Art. 70.2.3. “Adherencia de las armaduras activas al hormigón”, se podrán aumentar en un 10 % los valores de la tensión de cálculo de adherencia dados en la Tabla 70.2.3., en el caso de aceros para armaduras activas que estén en posesión de un D.O.R. (y siempre que se tomen las precauciones adecuadas para evitar la fisuración del hormigón), con lo que podrá reducirse consecuentemente la longitud de anclaje.

## 5. Estado actual de reconocimiento de Distintivos de aceros

Recientemente han sido reconocidos los primeros Distintivos de aceros, tanto para armaduras pasivas como para armaduras activas, en ambos casos de AIDICO y AENOR, con lo que aquellos fabricantes de elementos prefabricados de hormigón que empleen aceros certificados con alguno de estos D.O.R., podrán aprovecharse de las ventajas que se han citado anteriormente.

Contactos:

**AENOR**

Luis Lázaro García

[LLAZARO@aenor.es](mailto:LLAZARO@aenor.es)

**AIDICO**

Sonia Rodriguez Valenzuela

[sonia.rodriquez@aidico.es](mailto:sonia.rodriquez@aidico.es)

## 6. Información adicional

Apartados interesantes de la website del Ministerio de Fomento:

- Capítulos y anejos de la EHE-08 (en castellano y en inglés):

[http://www.fomento.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/ORGANOS\\_COLEGIADOS/CPH/instrucciones/](http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ORGANOS_COLEGIADOS/CPH/instrucciones/)

- Entidades que han obtenido el reconocimiento de su distintivo de calidad y la relación de productos que facilitados por ellas tienen concedido su distintivo:

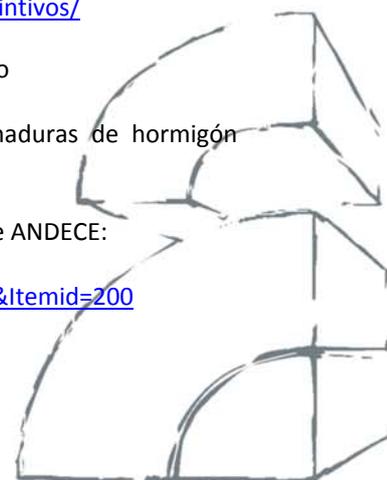
[http://www.fomento.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/ORGANOS\\_COLEGIADOS/CPH/Distintivos/](http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ORGANOS_COLEGIADOS/CPH/Distintivos/)

UNE 36094:1997 Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado

UNE-EN 10080:2006 Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades

Apartado específico sobre los D.O.R. en la sección de “Calidad y Normativa” de la web de ANDECE:

[http://www.andece.org/andece/index.php?option=com\\_content&view=article&id=201&Itemid=200](http://www.andece.org/andece/index.php?option=com_content&view=article&id=201&Itemid=200)





**RELACIÓN DE PRODUCTOS QUE OSTENTAN EL SELLO DE CONFORMIDAD CIETAN-AIDICO  
conforme al Reglamento técnico RT-08 y según la Instrucción EHE-08**

EMPRESA	DIRECCIÓN FACTORÍA	C.P.	POBLACIÓN	PROVINCIA	PRODUCTO CERTIFICADO	Nº DE CERTIFICADO
CÁNDIDO ZAMORA, S.A.	Ctra. Los Navalmorales, 2.	45600	Talavera de la Reina	Toledo	Elementos pretensados: losa alveolar, vigueta y correa	EP-00778
CERATRES, S.L.	Ctra. Ave, s/n.	45290	Pantoja	Toledo	Elementos pretensados: losa y uninervio pretensados	EP-00794 Renuncia temporal 31/10/2011
HORVITEN VALENCIA, S.A.	Avda. Comarques del País Valenciá, 29.	46930	Quart de Poblet	Valencia	Elementos pretensados: losa alveolar	EP-00786 Renuncia temporal 17/12/2012
J. CIRERA ARCOS, S.A.	Avda. Nicolas Salmerón y Alonso, 47	04400	Alhama de Almería	Almería	Elementos pretensados: losa alveolar	EP-00787
PREFABRICADOS DE HORMIGÓN HERMO, S.L.	Ctra. Ulldecona, km 1	12500	Vinaroz	Castellón	Elementos pretensados: losa alveolar y vigueta.	EP-00793



**RELACIÓN DE PRODUCTOS QUE OSTENTAN EL SELLO DE CONFORMIDAD CIETAN-AIDICO  
conforme al Reglamento técnico RT-08 y según la Instrucción EHE-08**

EMPRESA	DIRECCIÓN FACTORÍA	C.P.	POBLACIÓN	PROVINCIA	PRODUCTO CERTIFICADO	Nº DE CERTIFICADO
PREFABRICADOS LUFORT, S.A.	Polígono Industrial "la Pahilla". C/ Collao, parcela 68 a 77	46370	Chiva	Valencia	Elementos pretensados: losa alveolar, losa de cerramiento, vigueta y correa	EP-00851
PREFABRICADOS PUJOL, S.A.	Ctra. Miralcamp, km 1	25230	Mollerusa	Lleida	Elementos pretensados: losa alveolar y vigueta.	EP-00779
PREVALESA, S.L.	Autovía A-3 Madrid-Valencia, pk 319/322	46360	Buñol	Valencia	Elementos pretensados: losa alveolar, cerramiento, vigueta y correa	EP-00791 Renuncia temporal 19/12/2012
ROURA ANGLADA, S.A.	Ctra. Barcelona-Puigcerdà, Km. 66,6 Apdo. Correos 152	08500	Vic	Barcelona	Elementos pretensados: losa alveolar	EP-01528
RUBIERA PREDIS, S.L.	Camino del Santuario, s/n	33209	Las Quintanas – Ceares- Gijón	Asturias	Elementos pretensados: losa alveolar, cerramiento y vigueta.	EP-00783 Renuncia temporal 31/10/2011



**RELACIÓN DE PRODUCTOS QUE OSTENTAN EL SELLO DE CONFORMIDAD CIETAN-AIDICO  
conforme al Reglamento técnico RT-08 y según la Instrucción EHE-08**

EMPRESA	DIRECCIÓN FACTORÍA	C.P.	POBLACIÓN	PROVINCIA	PRODUCTO CERTIFICADO	Nº DE CERTIFICADO
TIERRA ARMADA S.A.	Ctra. Loeches a Alcalá de Henares, km. 0,3	28890	Loeches	Madrid	Elemento pretensados: prelosa para encofrado de tablero de puente	EP-00848
					Elementos armados: prelosa, pilares y bóvedas	EA-00847
					Elementos armados y pretensados: dintel y vigas doble T	EAP-00849
					Elementos especiales y de grandes dimensiones: viga artesa para puente	EGP-00850
	Ctra. A-3 Alcalá de Henares por Mejorada M-203 KM 6	28840	Mejorada Del Campo	Madrid	Elementos armados: muros de contención "Tierra armada" y "Terraplast"; muro, viga, dintel, hastial y prelosa del sistema "Cajón Pretasa"	EA-00846
TRANSFORMADOS DEL METAL Y CEMENTOS, S.L.	Ctra. Pobla del Duc, s/n	46830	Beniganim	Valencia	Elementos pretensados: vigueta	EP-00790 Renuncia temporal 01/03/2013
VIGUETAS NAVARRAS S.L.	Polígono Industrial Areta, c/ Altxutxate, 21	31620	Huarte	Navarra	Elementos pretensados: vigueta Z13, vigueta T18 y prelosa	EP-01279

**Cuadro 1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES** (en conformidad con los Arts. 79 y 91 y Anejo 21 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08)

**Prefabricado de hormigón estructural** es aquel elemento que tenga una función crítica con respecto a la resistencia mecánica y/o la estabilidad de la construcción en la que está incorporado.

**ANTES DEL SUMINISTRO****(1) Documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente****Productos con marcado CE** <sup>(A)</sup>

Alcance: La relación de productos de construcción con marcado CE se indica en:

[http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm?fuseaction=cpd.hs&sort\\_cpd=desc](http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm?fuseaction=cpd.hs&sort_cpd=desc) o en las Resoluciones que periódicamente publica el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. En caso de duda, se recomienda comprobar el alcance de las normas de productos prefabricados de hormigón con carácter estructural: esta información puede consultarse en [www.andece.org](http://www.andece.org) :

NORMA DE REFERENCIA <sup>(B)</sup>	TÍTULO	OBLIGATORIEDAD (voluntario desde) <sup>(B)</sup>
UNE EN 1168:2006+A1:2009	Placas alveolares (para forjados y cubiertas)	Sí
UNE EN 1168:2006+A1:2009+A2:2010		1/12/10 (1/12/09)
UNE-EN 1317-5:2008+A1:2009	Sistemas de contención para carreteras (barreras y pretilas prefabricados)	1/01/11 (1/04/09)
UNE EN 12794:2006+A1:2008/AC:2009	Pilotes de cimentación	Sí
UNE EN 12843:2005	Mástiles y Postes	Sí
UNE EN 13224:2005+A1:2007	Elementos para forjados nervados (tipo Π)	Sí
UNE EN 13225:2005/AC:2007	Elementos lineales estructurales	Sí
UNE EN 13693:2005	Elementos especiales para cubiertas	Sí
UNE EN 13693:2005+A1:2010		1/05/11 (1/05/10)
UNE EN 13747:2006/AC:2007	Prelosas para forjados	Sí
UNE EN 13747:2006/AC:2007+A1:2008		1/08/10 (1/08/09)
UNE EN 13978-1:2006	Garajes prefabricados de hormigón	Sí
UNE-EN 14843:2008	Escaleras	Sí
UNE-EN 14844:2007	Marcos	Sí
UNE-EN 14844:2007+A1:2008		1/08/10 (1/08/09)
UNE-EN 14991:2008	Elementos de cimentación	Sí
UNE-EN 14992:2008	Elementos de muros	Sí
UNE-EN 15037-1:2010 <sup>(C)</sup>	Viguetas (sistemas de forjado vigueta y bovedilla)	1/01/11 (1/01/10)
UNE-EN 15050:2008	Elementos para puentes	Sí
UNE-EN 15258:2009 <sup>(C)</sup>	Elementos para muros de contención	1/01/11 (1/01/10)

Etiquetado marcado CE <sup>(D)</sup>

Declaración de conformidad CE del fabricante (*entrega opcional*).

Copia del certificado CE de conformidad expedido por el Organismo Notificado que interviene en la certificación de los productos (*entrega opcional*).

Información técnica de acompañamiento (catálogo de producto): *para detalles constructivos, durabilidad, datos geométricos y otros parámetros (entrega opcional)*.

Información a presentar dependiendo del método de declaración de las propiedades elegido por el fabricante:

Método 1 (declaración de los datos geométricos y propiedades de los materiales, según Apdo. ZA.3.2. de la Norma correspondiente):

Método 2 (declaración de las propiedades del producto conforme a los Eurocódigos, según Apdo. ZA.3.3. de la Norma correspondiente):

Método 3 (declaración de la conformidad con una especificación de proyecto dada, según Apdo. ZA.3.4. de la Norma correspondiente): <sup>(E)</sup>

(A) Según el Art. 79.3. de la EHE-08, en caso de productos con marcado CE, podrá comprobarse su conformidad simplemente mediante la verificación documental del citado marcado CE y de los valores asociados, sin necesidad de realizar comprobaciones o ensayos adicionales en su recepción.

(B) En caso de que la Norma tenga varias versiones, se aplicará de forma voluntaria la última siempre que esté dentro del periodo de coexistencia.

(C) Productos con marcado CE de aplicación voluntaria durante 2010.

(D) Debe llegar siempre al cliente. El fabricante debe elegir en al menos uno de los siguientes lugares, y por este orden de prioridad: a) En el producto; b) En una etiqueta adherida al mismo; c) En el embalaje; d) en una etiqueta adherida al embalaje ó e) En los documentos comerciales de acompañamiento.

(E) En el caso de elementos prefabricados según proyecto (método 3) en los que se prevea la modificación del despiece original incluido en el proyecto, el Suministrador, o en su caso, el Constructor remitirá el nuevo despiece para su aceptación por escrito por parte de la Dirección Facultativa.

Los casos: Diseño total del cliente: método 3a; ó Diseño del fabricante con una especificación de diseño dada por el fabricante de acuerdo a una orden del cliente: método 3b

Certificado del control de producción en fábrica que demuestre que el hormigón se fabrica de conformidad con los criterios establecidos en la EHE-08 <sup>(F)</sup>

(F) Certificado voluntario para productos con marcado CE. Elaborado por un organismo de control o una entidad de certificación, acreditados en el ámbito del Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, que demuestre que el hormigón se fabrica de conformidad con los criterios establecidos en la EHE-08 (para permitir la aplicación de un coeficiente de ponderación de 1,50 para el hormigón, en vez de 1,70).

**NOTA IMPORTANTE:** Se recomienda acceder a la Sección de "Calidad y Normativa" de [www.andece.org](http://www.andece.org) para descargarse la versión más reciente de este documento.

**Productos sin marcado CE**

**Certificado de ensayo** que garantice el cumplimiento de todas las especificaciones que respecto a las armaduras pasivas, las armaduras activas y el hormigón se recogen en la EHE-08. En la documentación, además, constará:

- Nombre del laboratorio;
- En el caso de que no se trate de un laboratorio público de los contemplados en el apartado 78.2.2.1, acreditación conforme a la UNE-EN ISO/IEC 17025 para el ensayo referido.
- Fecha de emisión del certificado.
- Certificado de dosificación referido en el Anejo 22 de la EHE-08.
- En su caso, certificado de los ensayos que sean de aplicación de los contemplados en el Anejo 22: resistencia a compresión y profundidad de penetración de agua.
- En su caso, certificado de cualificación del personal que realiza la soldadura no resistente.
- En su caso, certificado de homologación de soldadores y del proceso de soldadura.

**Productos con Autorización de Uso** <sup>(G)</sup>

Proyectos realizados conforme a EHE-08: Autorización de Uso conforme a EHE-08 (memoria de cálculo y fichas técnicas realizadas conforme a la EHE-08 y certificado del control de producción en fábrica elaborado por un organismo de control o una entidad de certificación, en cualquier caso acreditados en el ámbito del Real Decreto 2200/1995) ó

Proyectos realizados conforme a EHE-98 y/o EFHE-02: Autorización de Uso conforme a EHE-98 y/o EFHE-02 (memoria de cálculo y fichas técnicas realizadas conforme a la EFHE-02, y plan de autocontrol de la calidad de la producción)

(G) Alcance: viguetas prefabricadas para sistemas de forjado de vigueta y bovedilla (sólo válido durante 2010; a partir de enero de 2011, obligación de marcado CE).

**(2) Documentación relativa a la elaboración de las armaduras pasivas**

Certificados de los ensayos que garanticen el cumplimiento de las especificaciones referidas en la EHE-08 (en tanto no sea obligatorio el marcado CE).

En caso de que el fabricante garantice las características de adherencia mediante el ensayo de la viga contemplado en el apartado 33.2. de la EHE-08, certificado del ensayo de adherencia en el que constará al menos: marca comercial del acero, forma de suministro (barra o rollo), límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos.

En su caso, copia compulsada por persona física de los certificados de cualificación del personal que realiza la soldadura no resistente de las armaduras pasivas, que avale su formación específica para dicho procedimiento (la Dirección Facultativa puede eximir esta comprobación en caso de que el elemento prefabricado esté en posesión de un Distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme al Anejo 19 de la EHE-08 (en adelante D.O.R.))

En su caso, copia compulsada por persona física de los certificados de homologación de soldadores, según UNE-EN 287-1 y del proceso de soldadura, según UNE-EN ISO 15614-1, en caso de realizarse soldadura resistente de armaduras pasivas (la Dirección Facultativa puede eximir esta comprobación en caso de que el elemento prefabricado esté en posesión de un D.O.R.)

**(3) En caso de que el elemento prefabricado esté en posesión de un D.O.R. conforme a la EHE-08**

Copia compulsada por persona física del certificado que avala que los elementos prefabricados objeto de suministro a la obra están en posesión de un D.O.R.

Declaración firmada por persona física con poder de representación suficiente del documento que lo acredite, donde al menos constará la siguiente información:

- Identificación de la entidad certificadora.
- Logotipo del distintivo de calidad.
- Identificación del fabricante.
- Alcance del certificado.
- Garantía que queda cubierta por el distintivo (nivel de certificación).
- Número de certificado.
- Fecha de expedición del certificado.

**(4) En caso de que los aceros o la ferralla armada estén en posesión de un D.O.R.**

Copia compulsada por persona física de los certificados de que el acero para armaduras pasivas, el acero para armaduras activas o la ferralla armada están en posesión de un D.O.R.

**DURANTE EL SUMINISTRO**

Cada remesa o partida de elementos prefabricados que lleguen a la obra, debe ir provista de su correspondiente hoja de suministro, que debe contener (al menos):

- Identificación del suministrador.
- Número del certificado de marcado CE o en su caso, indicación de autoconsumo.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la instalación de prefabricación.
- Identificación del peticionario.
- Fecha y hora de entrega.
- Identificación de los materiales empleados.
- Designación de los elementos suministrados.
- Cantidad de elementos suministrados.
- Identificación del lugar de suministro.

En el caso de que se produjera un cambio del Suministrador, será preceptivo presentar nuevamente la documentación correspondiente.

**Cuadro 2. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES**

**Prefabricado de hormigón NO estructural** es aquel elemento que NO tiene una función crítica con respecto a la resistencia mecánica y/o la estabilidad de la construcción en la que está incorporado.

**Productos con marcado CE**

Alcance: La relación de productos de construcción con marcado CE se indica en:

[http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm?fuseaction=cpd.hs&sort\\_cpd=desc](http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm?fuseaction=cpd.hs&sort_cpd=desc) o en las Resoluciones que periódicamente publica el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. En caso de duda, se recomienda comprobar el alcance de las normas; esta información puede consultarse en [www.andece.org](http://www.andece.org):

NORMA DE REFERENCIA <sup>(H)</sup>	TÍTULO	OBLIGATORIEDAD	SISTEMA <sup>(I)</sup>
UNE-EN 490:2005/A1:2007	Tejas y piezas de hormigón para tejados y revestimiento de muros. Especificaciones de producto	Sí	3/4
UNE-EN 771-3:2004/A1:2005	Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: Bloques de hormigón (áridos densos y ligeros)	Sí	2+/4
UNE-EN 845-2:2005	Especificaciones de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 2: Dinteles	Sí	3
UNE-EN 1338:2004/AC:2006	Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo	Sí	4
UNE-EN 1339:2004/AC:2006	Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo	Sí	4
UNE-EN 1340:2004	Bordillos prefabricados de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.	Sí	4
UNE-EN 1916:2008 UNE 127916:2004	Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero	Sí	4
UNE-EN 1917:2008	Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero	Sí	4
UNE-EN 12737:2006 + A1:2008	Productos prefabricados de hormigón — Rejillas de suelo para ganado	Sí	2+
UNE-EN 12839:2001	Productos prefabricados de hormigón. Elementos para vallas	Sí	4
UNE-EN 13748-1:2005	Baldosas de terrazo. Parte 1: Baldosas de terrazo para uso interior	Sí	4
UNE-EN 13748-2:2005	Baldosas de terrazo. Parte 2: Baldosas de terrazo para uso exterior	Sí	4
UNE-EN 15435:2009	Productos prefabricados de hormigón. Bloques de encofrado de hormigón de áridos densos y ligeros. Propiedades del producto y prestaciones.	Sí	4
UNE-EN 15498:2009	Productos prefabricados de hormigón. Bloques de encofrado de hormigón con virutas de madera. Propiedades del producto y prestaciones.	Sí	4

Etiquetado marcado CE <sup>(J)</sup>

Declaración de conformidad CE del fabricante (*entrega opcional*).

Copia del certificado CE de conformidad expedido por el Organismo Notificado que interviene en la certificación de los productos (*entrega opcional y sólo en sistema 2+ o superior*).

Información técnica de acompañamiento (catálogo de producto): *para detalles constructivos, durabilidad, datos geométricos y otros parámetros (entrega opcional)*.

Información a presentar dependiendo del método de declaración de las propiedades elegido por el fabricante:

Método 1 (declaración de los datos geométricos y propiedades de los materiales, según Apdo. ZA.3.2. de la Norma correspondiente):

Método 2 (declaración de las propiedades del producto conforme a los Eurocódigos, según Apdo. ZA.3.3. de la Norma correspondiente):

Método 3 (declaración de la conformidad con una especificación de proyecto dada, según Apdo. ZA.3.4. de la Norma correspondiente): <sup>(K)</sup>

<sup>(H)</sup> Esta tabla detalla la lista de normas más habituales que cubren a los productos prefabricados de hormigón con aplicaciones NO estructurales. Puede darse el caso de que el producto prefabricado quede en el alcance de otra norma distinta y que tenga marcado CE; en ese caso, el suministrador deberá advertirlo.

<sup>(I)</sup> Se refiere al sistema de evaluación de la conformidad:

- 2+) Requiere intervención de un Organismo Notificado que emite una certificación de control de producción en fábrica en base a una inspección inicial e inspecciones periódicas posteriores de la fábrica.
- 3) Intervención de un Organismo Notificado pero solo para la realización de los Ensayos iniciales de tipo.
- 4) Autocertificación del fabricante; no requiere intervención de un Organismo Notificado.

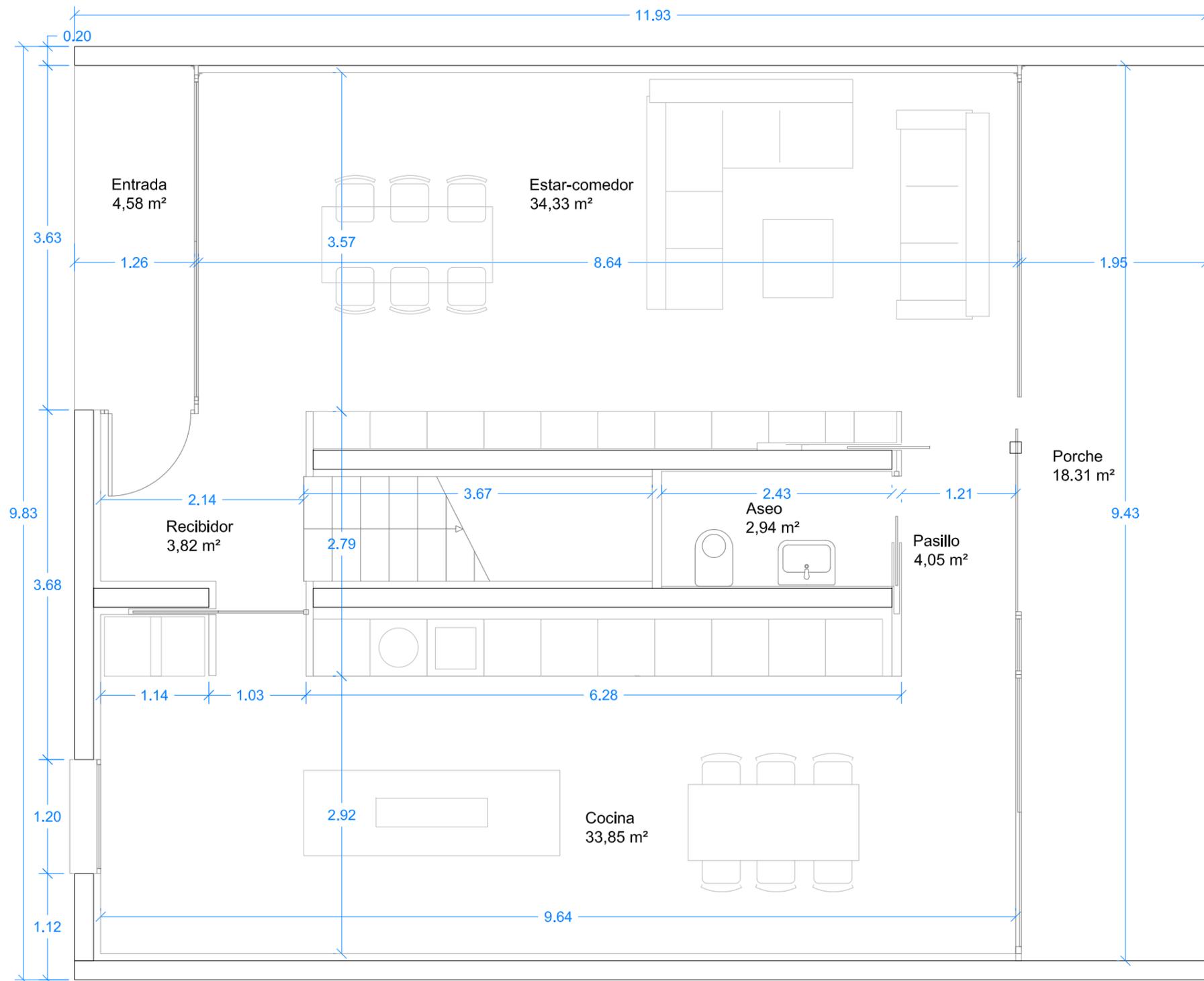
<sup>(J)</sup> Debe llegar siempre al cliente. El fabricante debe elegir en al menos uno de los siguientes lugares, y por este orden de prioridad: a) En el producto; b) En una etiqueta adherida al mismo; c) En el embalaje; d) en una etiqueta adherida al embalaje ó e) En los documentos comerciales de acompañamiento.

<sup>(K)</sup> En el caso de elementos prefabricados según proyecto (método 3) en los que se prevea la modificación del despiece original incluido en el proyecto, el Suministrador, o en su caso el Constructor, remitirá el nuevo despiece para su aceptación por escrito por parte de la Dirección Facultativa.

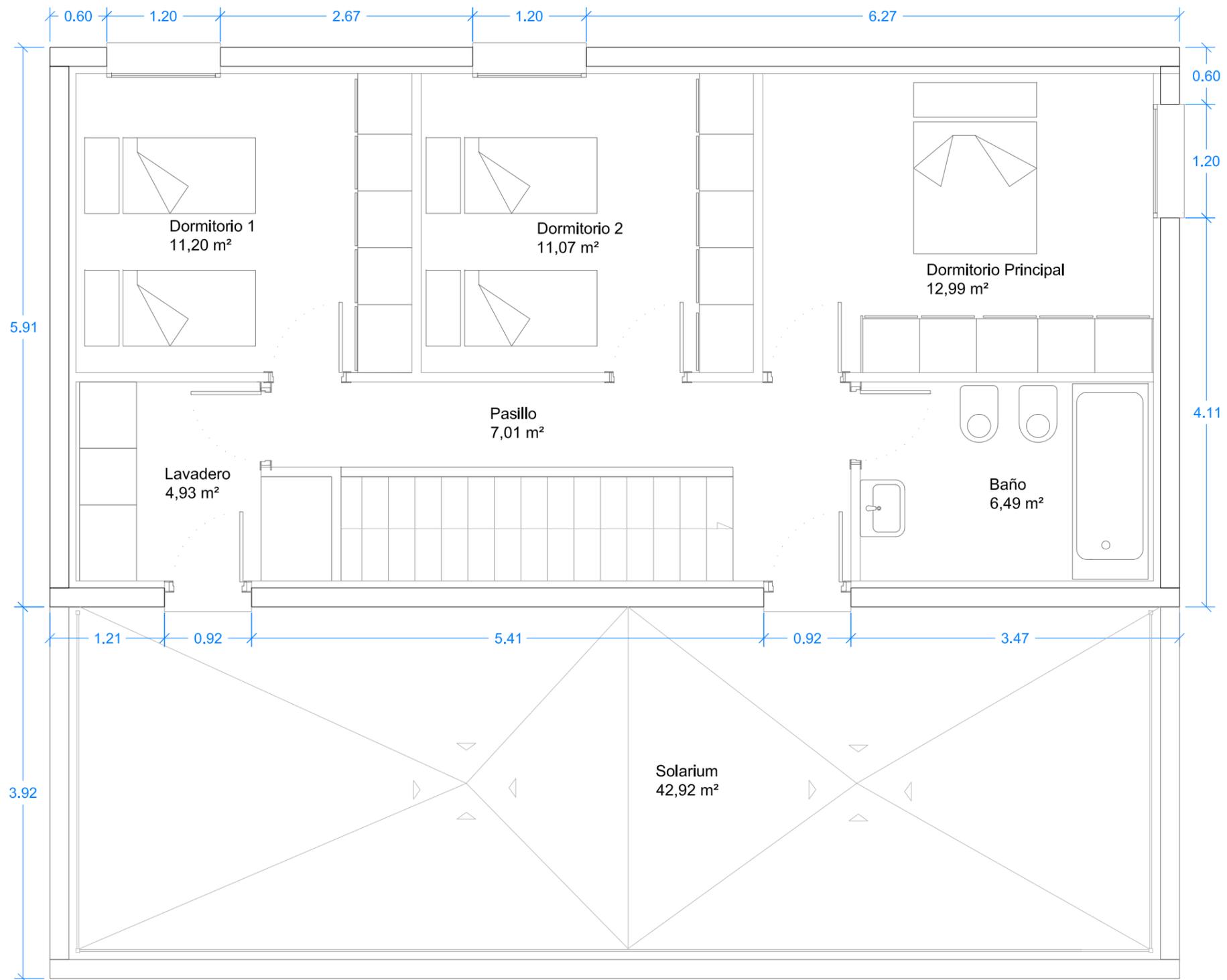
Dos casos: Diseño total del cliente: método 3a; ó Diseño del fabricante con una especificación de diseño dada por el fabricante de acuerdo a una orden del cliente: método 3b

## Anexo D: Planos vivienda unifamiliar

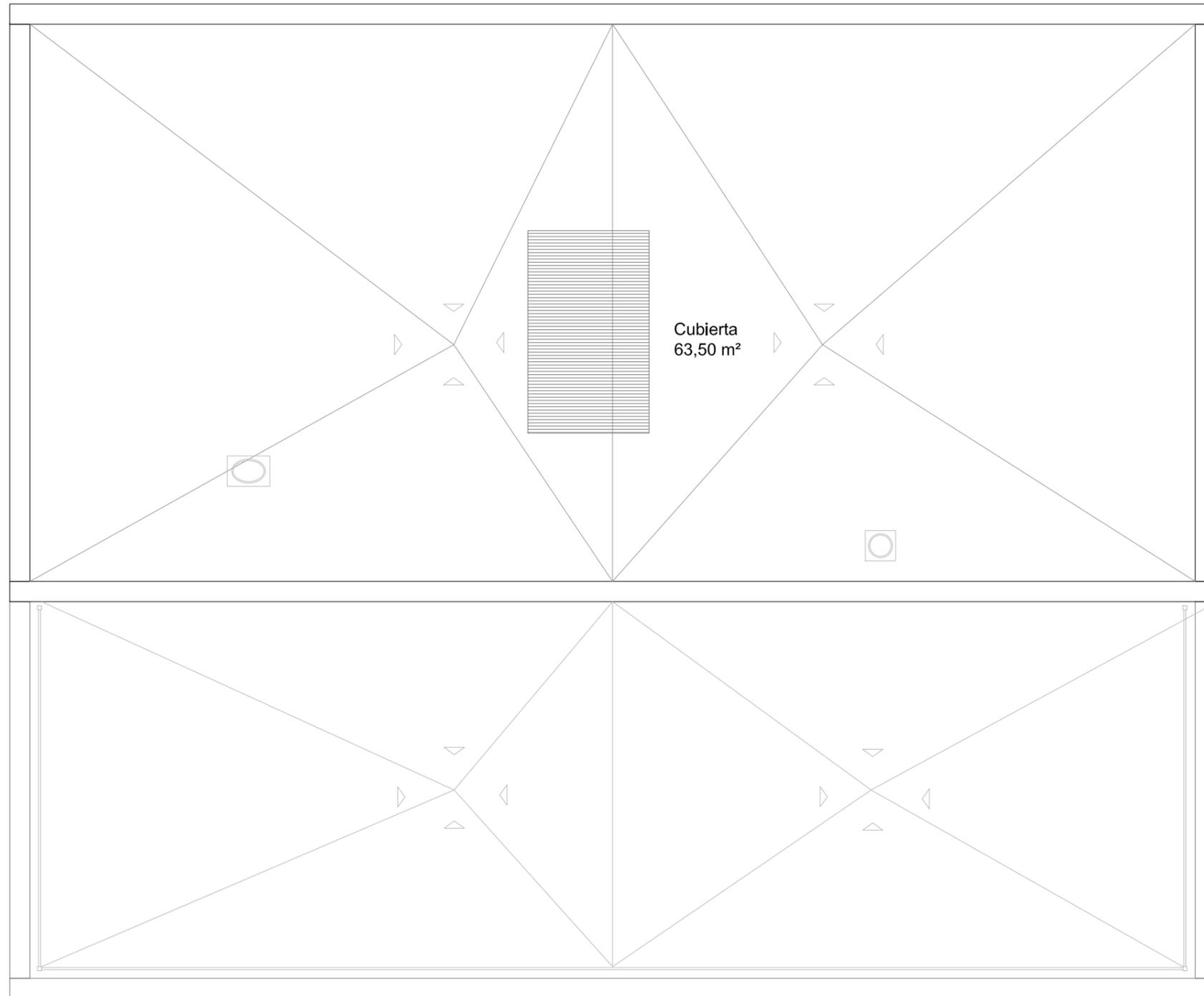
- Plantas
- Alzados
- Secciones
- Instalaciones
- Estructura prefabricada
- Conexiones entre elementos prefabricados
- Cimentación
- Estructura in situ



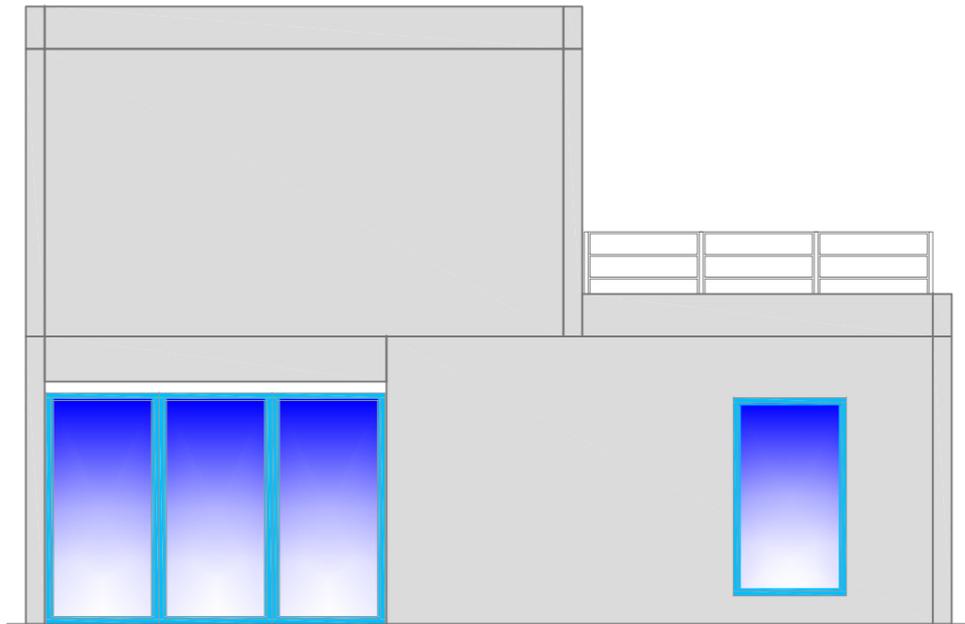
PLANTA BAJA



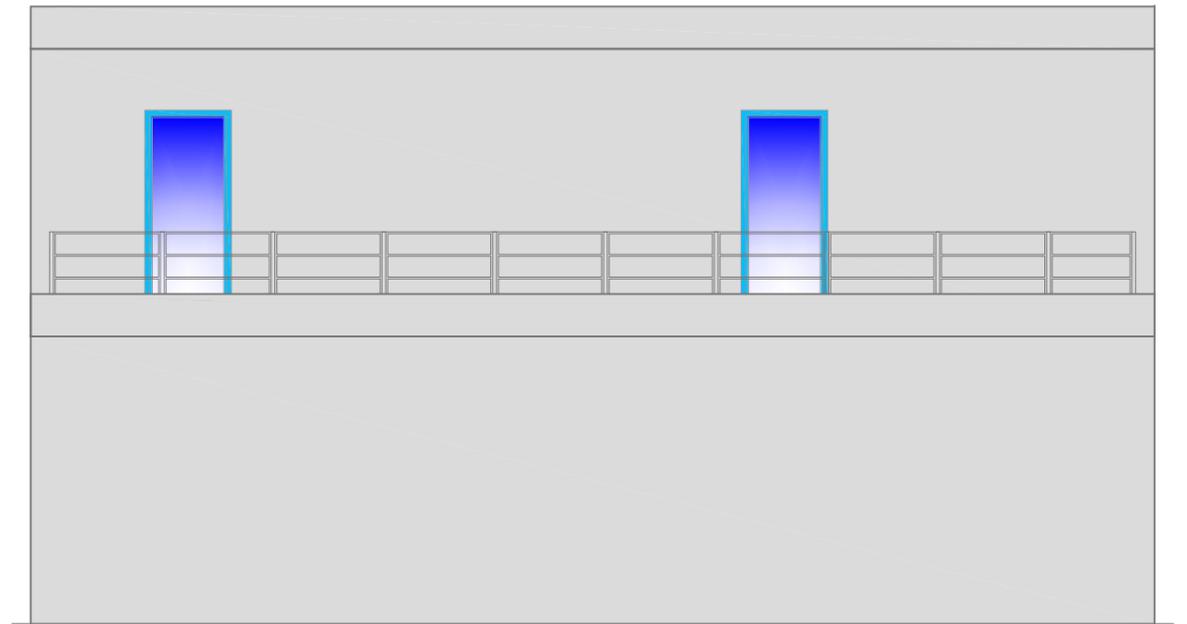
PLANTA PRIMERA



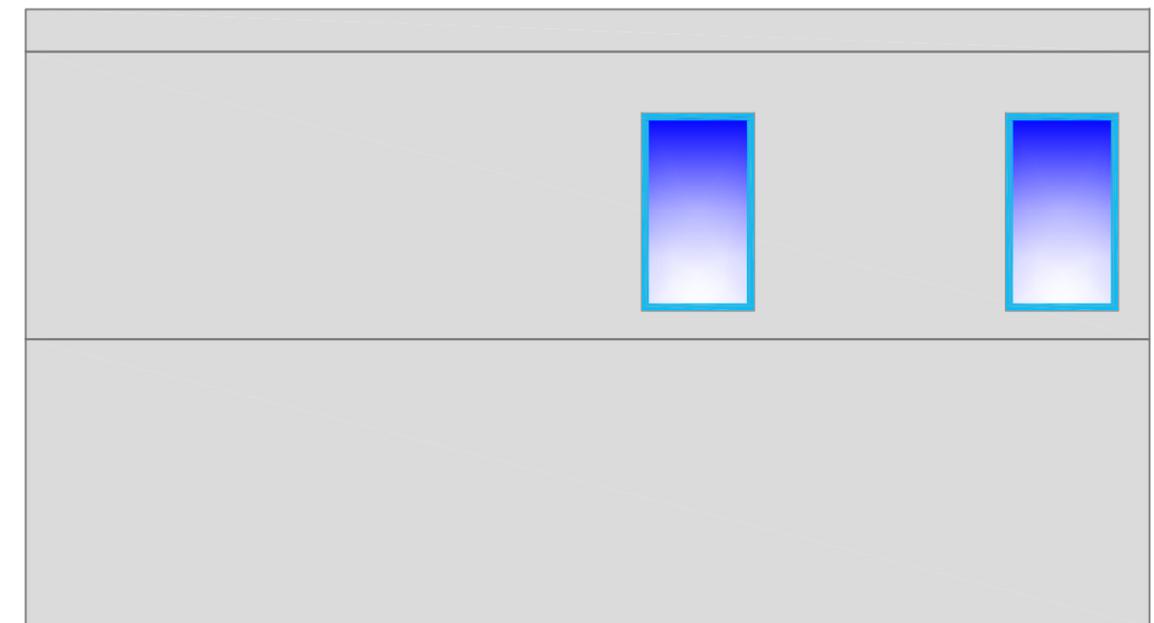
PLANTA CUBIERTA



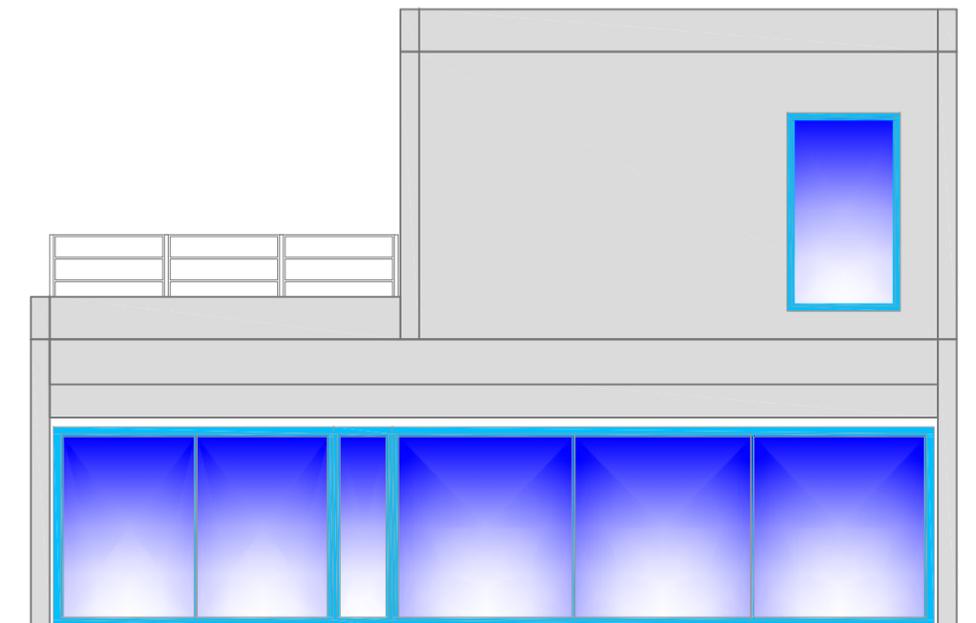
Fachada 1



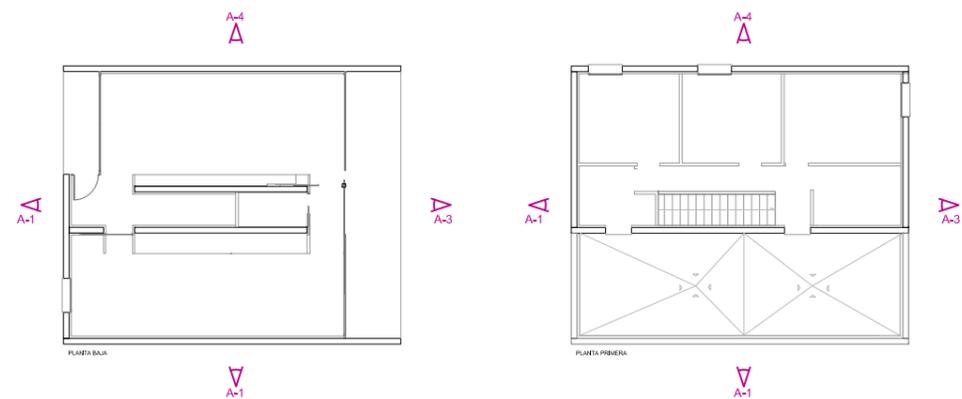
Fachada 2

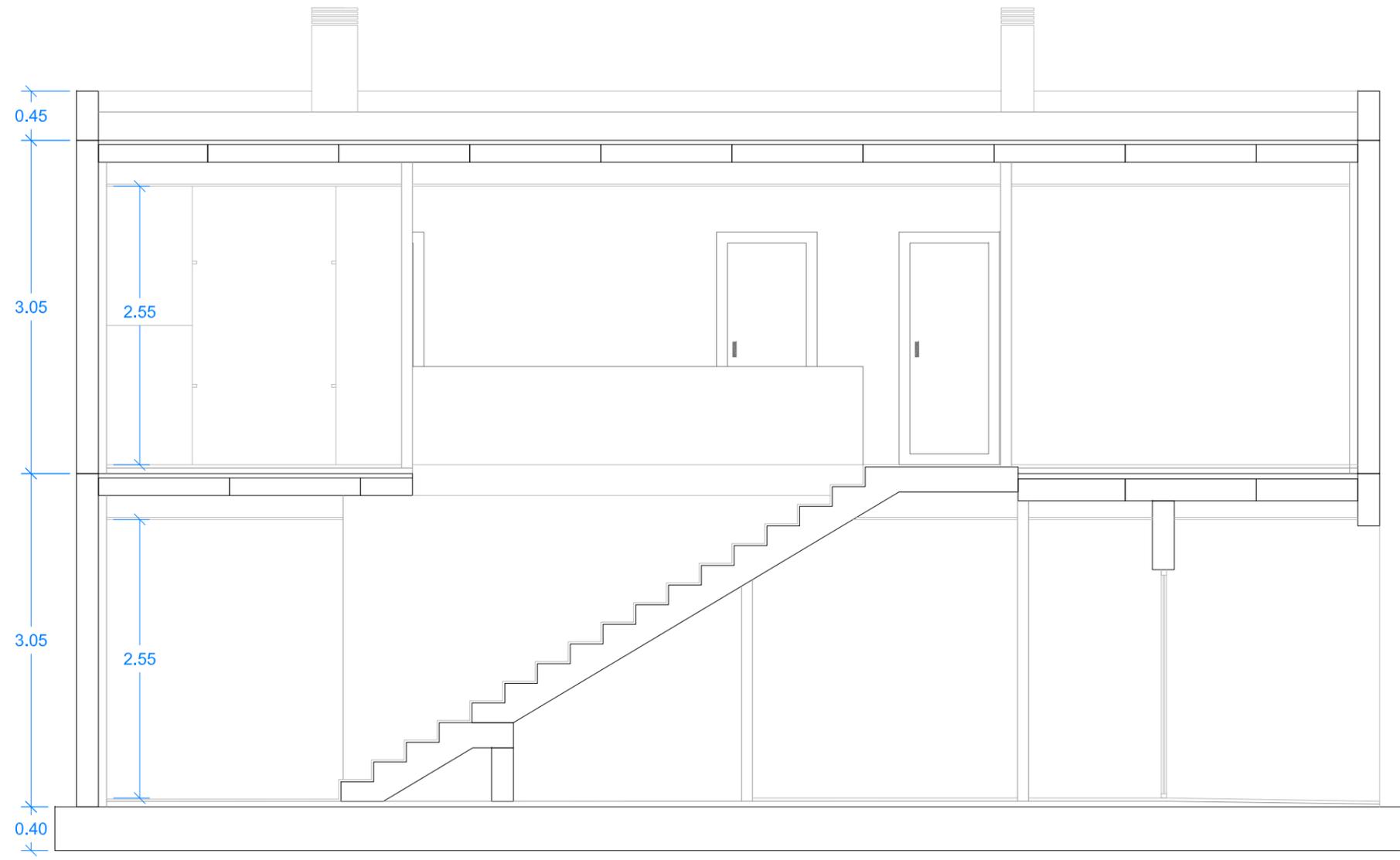


Fachada 4

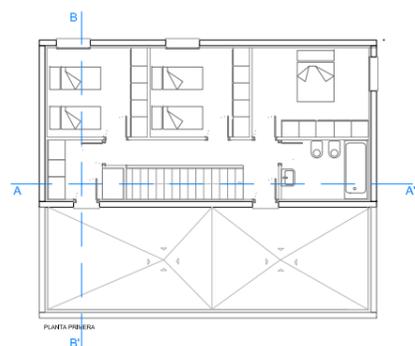
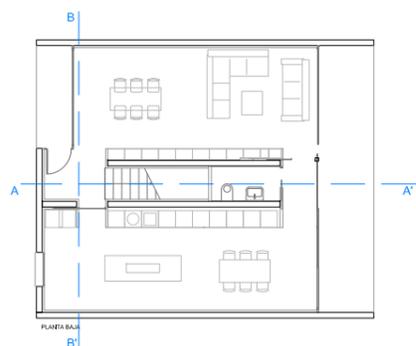


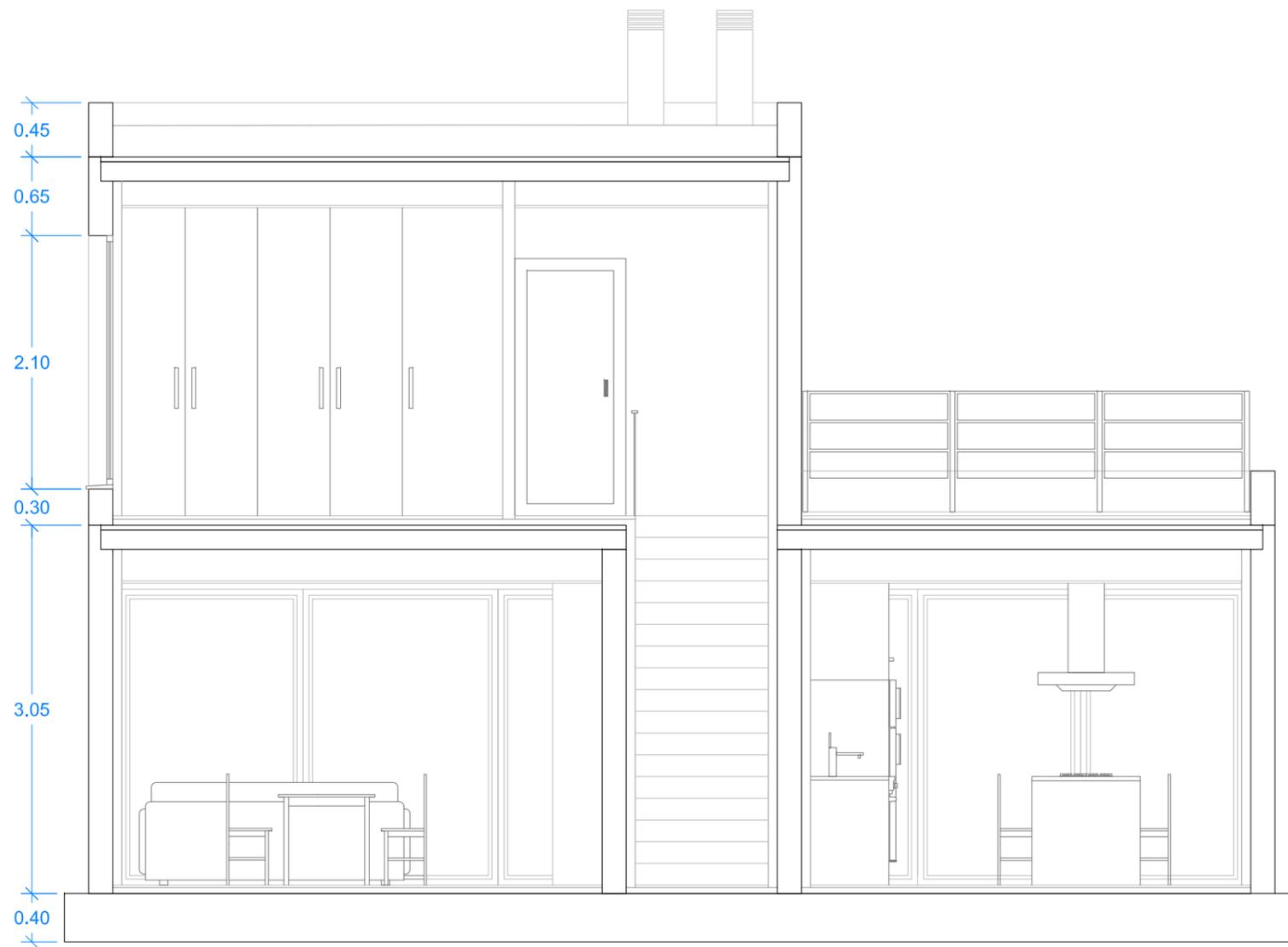
Fachada 3



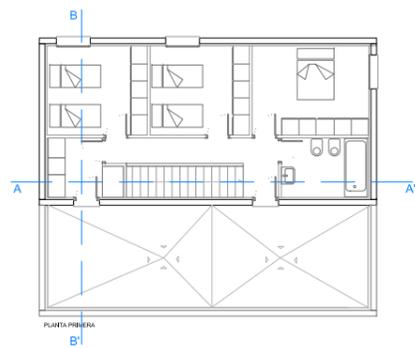
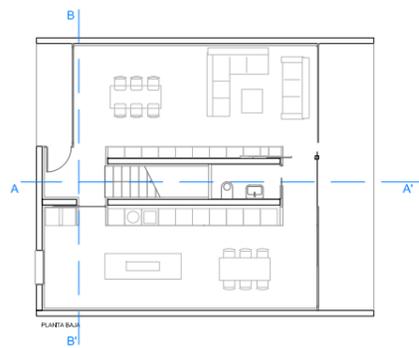


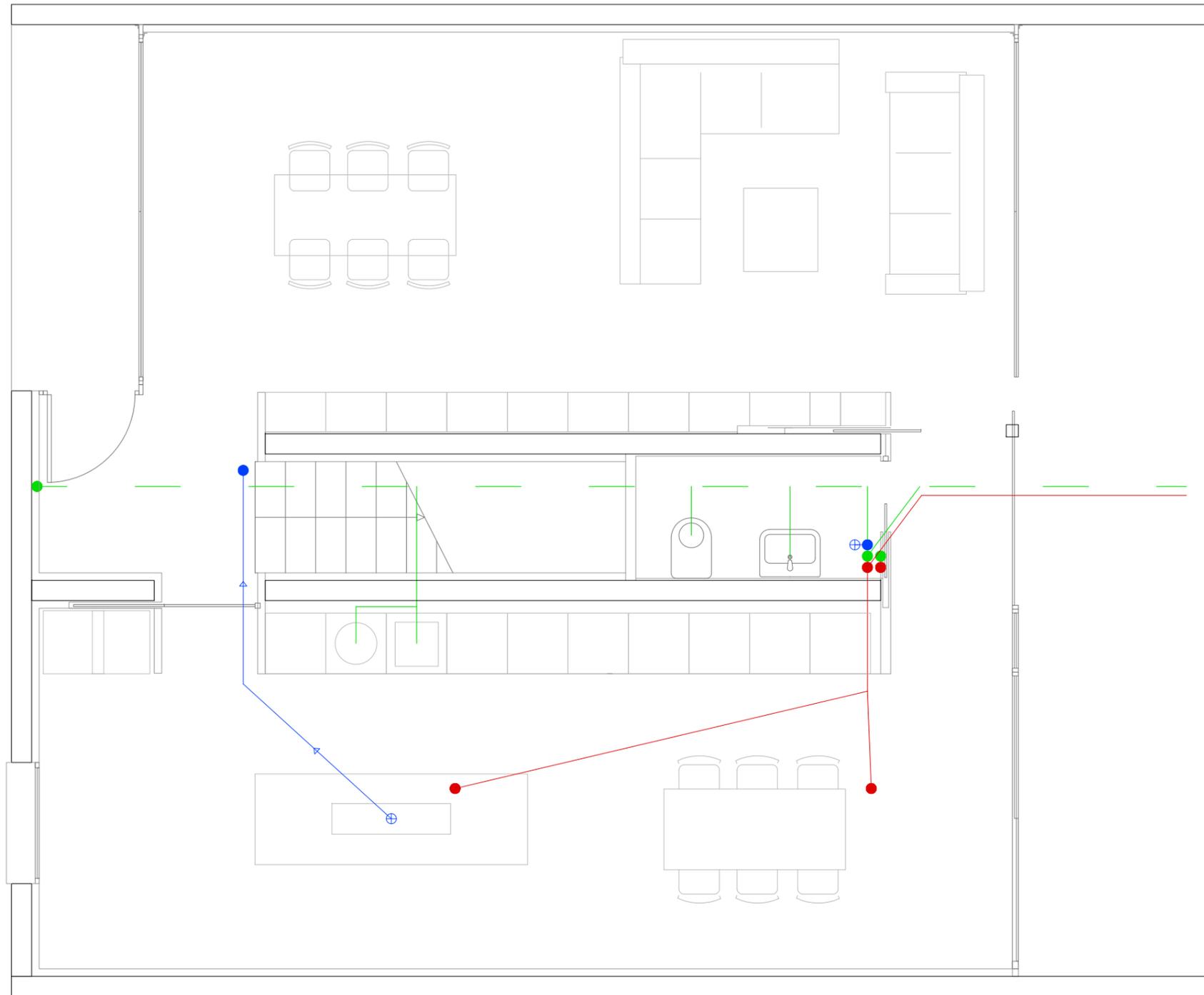
SECCIÓN AA'





SECCIÓN BB'

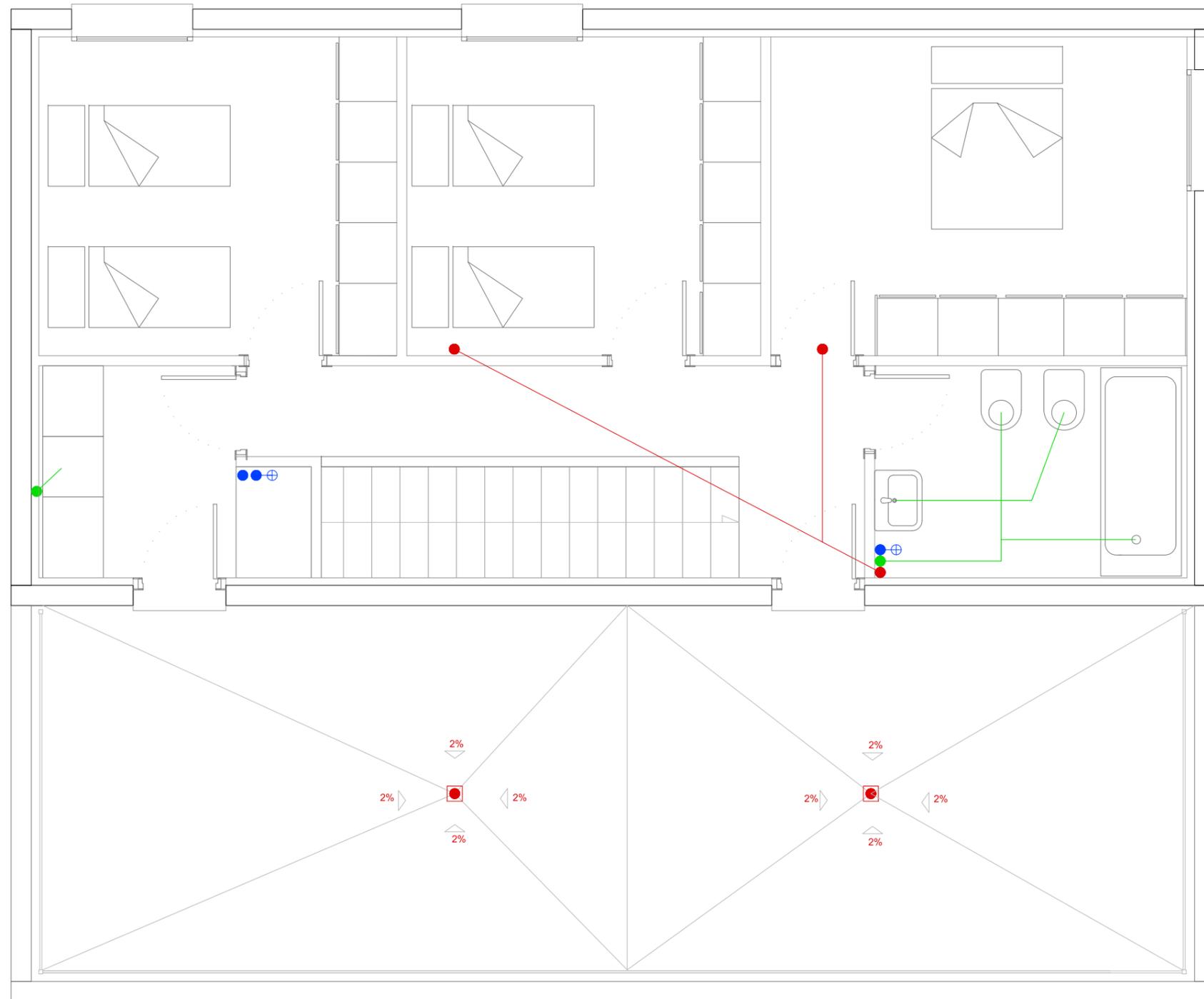




PLANTA BAJA

SANEAMIENTO VENTILACIÓN

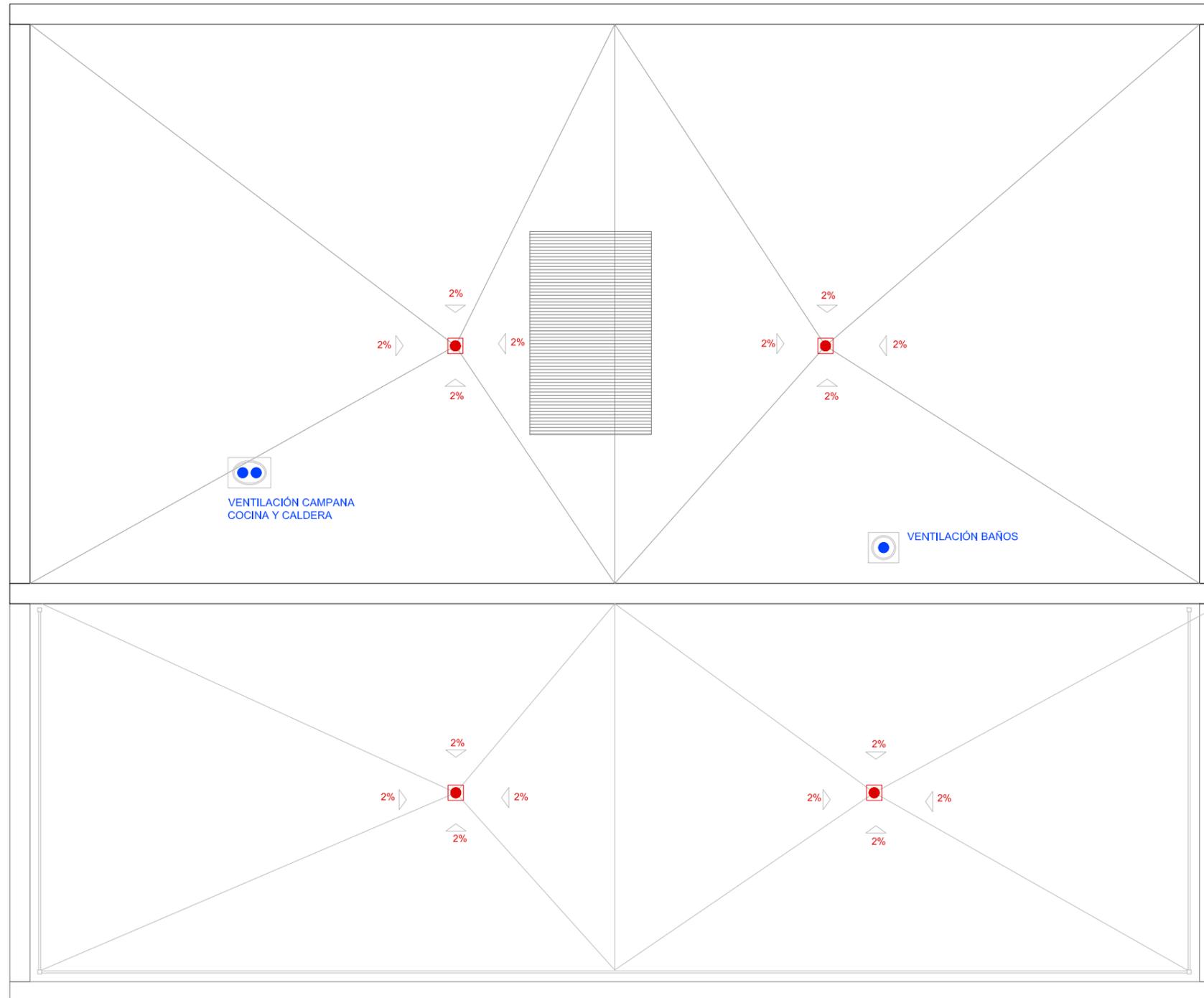
- PLUVIALES
- FECALES
- VENTILACIÓN
- ⊕ VENTILACIÓN REJILLA
- ⊖ SUMIDERO
- CIRCUITO SUSPENDIDO
- CIRCUITO SUSPENDIDO
- - - CIRCUITO ENTERRADO
- - - CIRCUITO ENTERRADO
- - - CIRCUITO ENTERRADO



PLANTA PRIMERA

SANEAMIENTO VENTILACIÓN

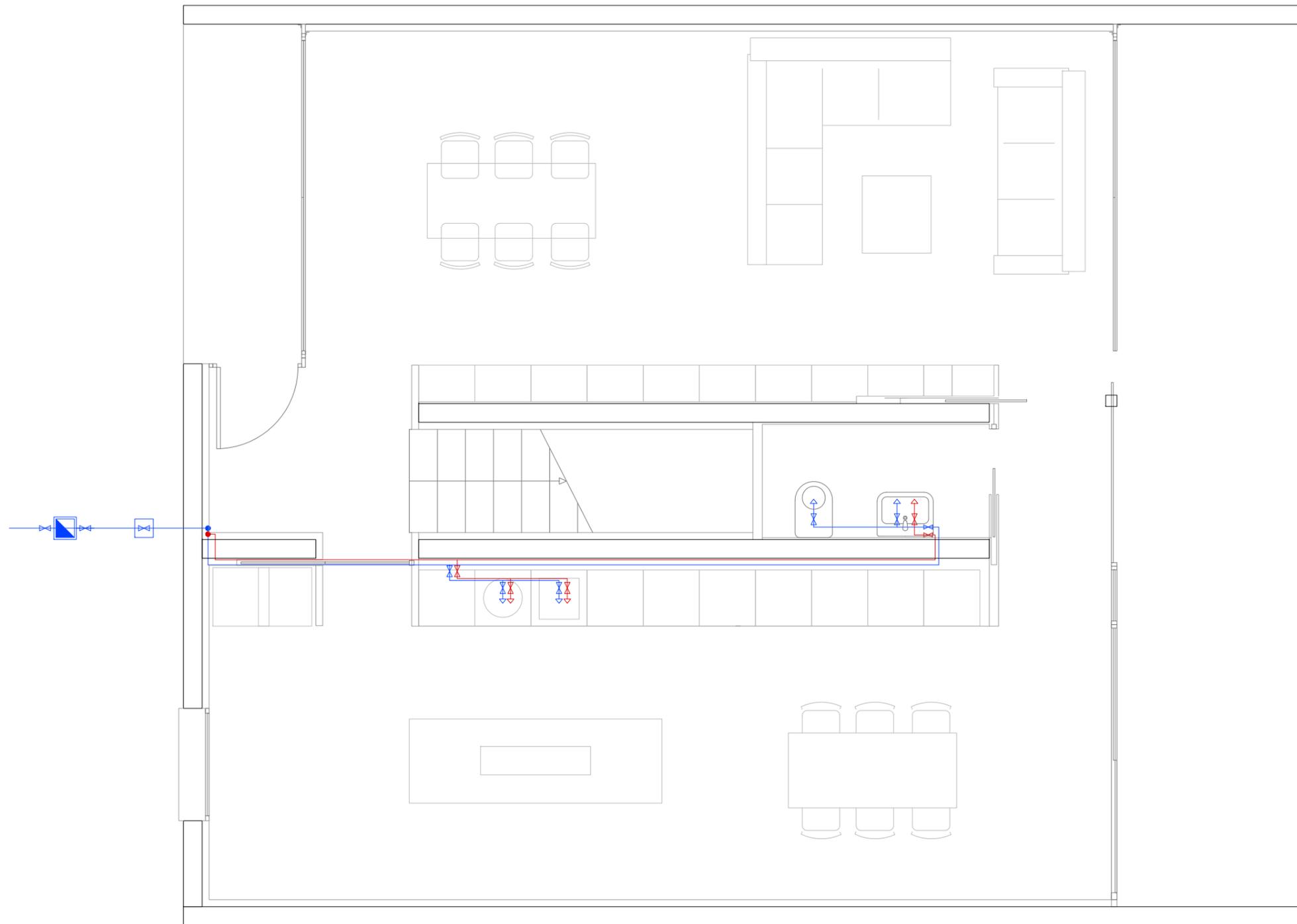
- PLUVIALES
- FECALES
- VENTILACIÓN
- ⊕ VENTILACIÓN REJILLA
- SUMIDERO
- CIRCUITO SUSPENDIDO
- CIRCUITO SUSPENDIDO
- - - CIRCUITO ENTERRADO
- - - CIRCUITO ENTERRADO
- - - CIRCUITO ENTERRADO



PLANTA CUBIERTA

SANEAMIENTO VENTILACIÓN

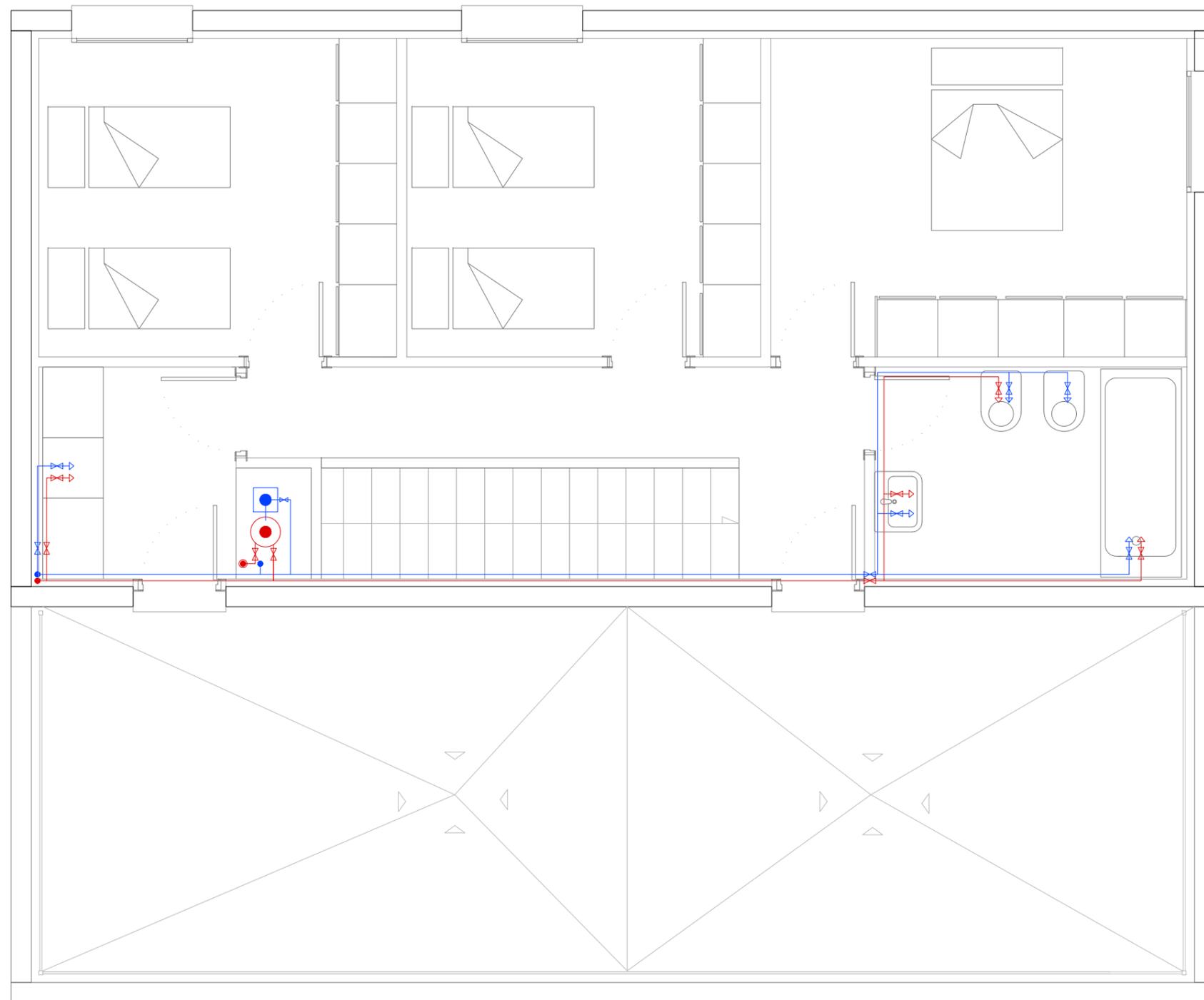
- PLUVIALES
- FECALES
- VENTILACIÓN
- ⊕ VENTILACIÓN REJILLA
- SUMIDERO
- CIRCUITO SUSPENDIDO
- CIRCUITO SUSPENDIDO
- - - CIRCUITO ENTERRADO



PLANTA BAJA

### FONTANERÍA

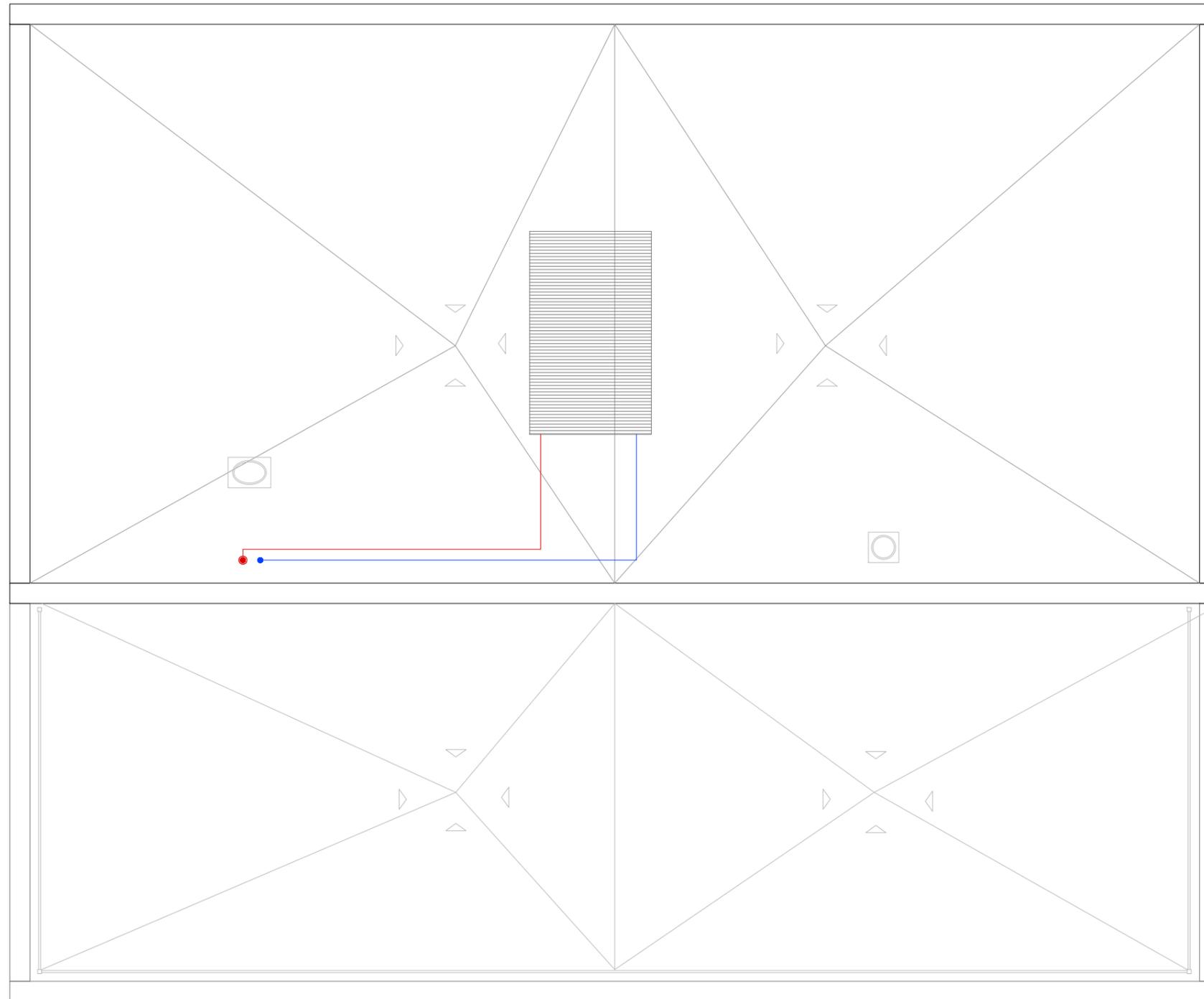
- MONTANTE ACS
- MONTANTE ACS PLACAS SOLARES
- MONTANTE AGUA FRIA
- ✕ ✕ LLAVES DE PASO
- ▣ CONTADOR
- ▢ LLAVE GENERAL CONTADOR
- CALDERA
- ACUMULADOR
- CIRCUITO SUSPENDIDO
- CIRCUITO ENTERRADO



PLANTA PRIMERA

### FONTANERÍA

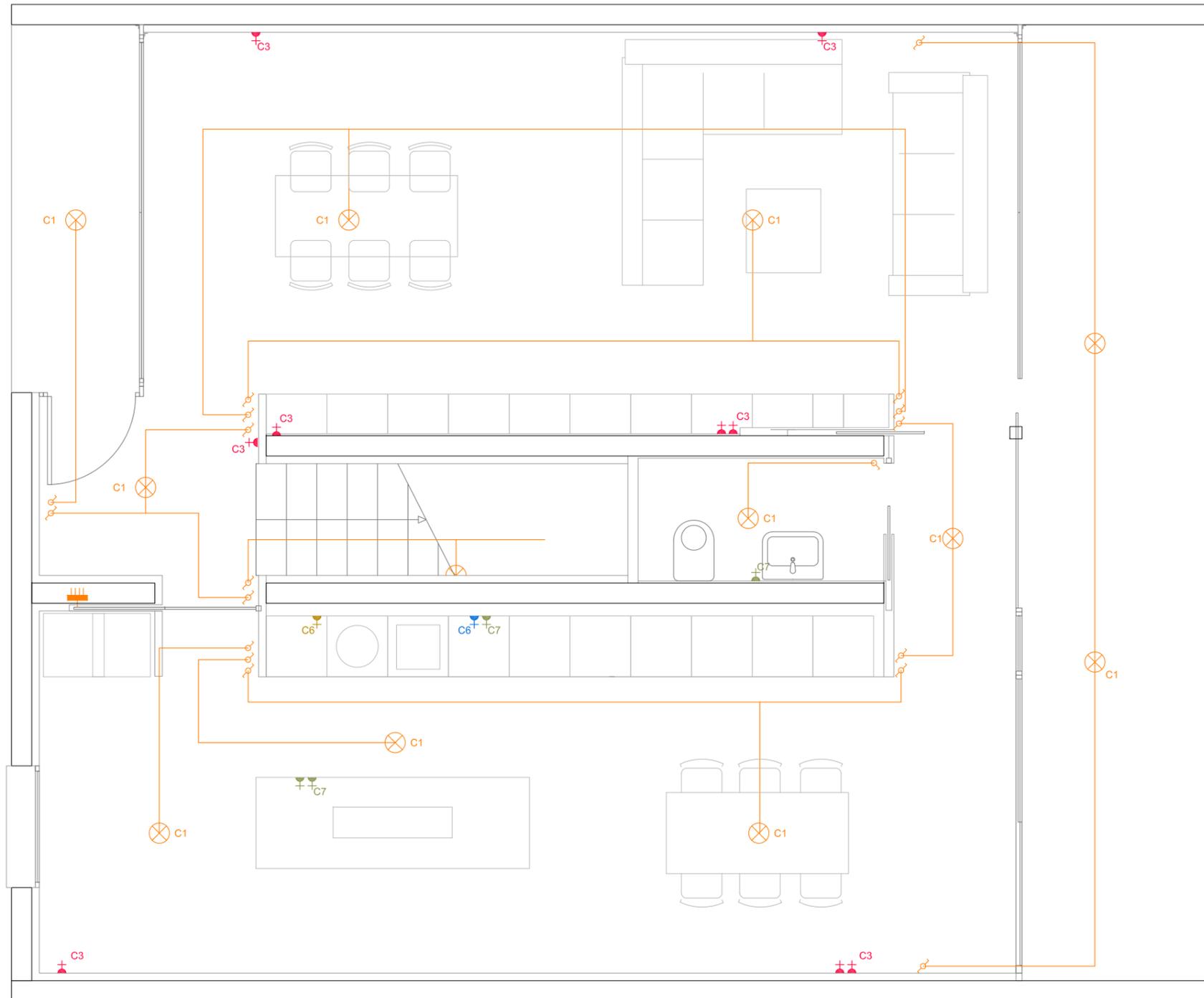
- MONTANTE ACS
- MONTANTE ACS PLACAS SOLARES
- MONTANTE AGUA FRIA
- ✕ LLAVES DE PASO
- ▣ CONTADOR
- ▢ LLAVE GENERAL CONTADOR
- CALDERA
- ACUMULADOR
- CIRCUITO SUSPENDIDO
- CIRCUITO ENTERRADO



PLANTA CUBIERTA

### FONTANERÍA

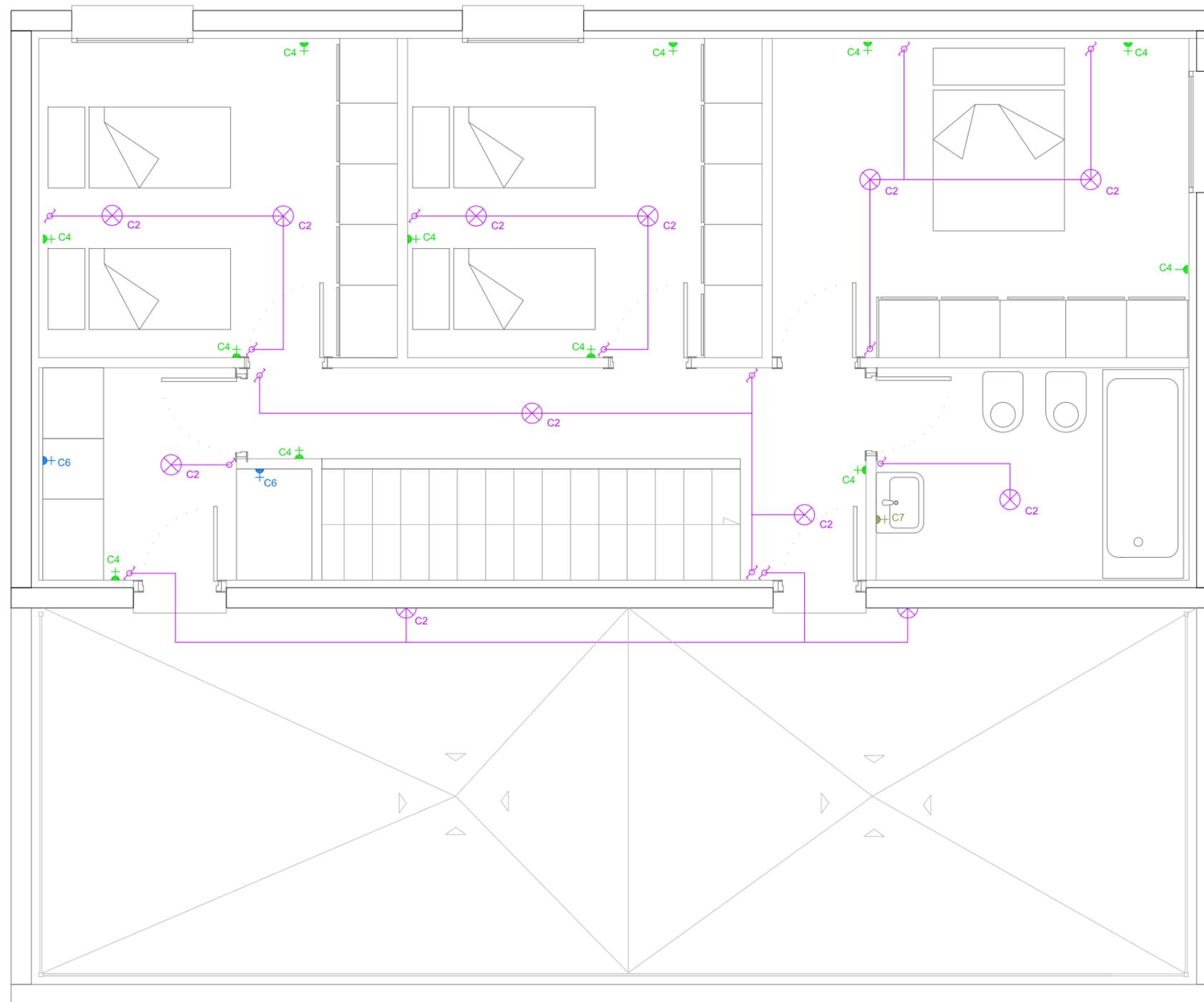
- MONTANTE ACS
- MONTANTE ACS PLACAS SOLARES
- MONTANTE AGUA FRIA
- ⋈ LLAVES DE PASO
- CONTADOR
- ⋈ LLAVE GENERAL CONTADOR
- CALDERA
- ACUMULADOR
- CIRCUITO SUSPENDIDO
- CIRCUITO ENTERRADO



PLANTA BAJA

### ELECTROTÉCNIA

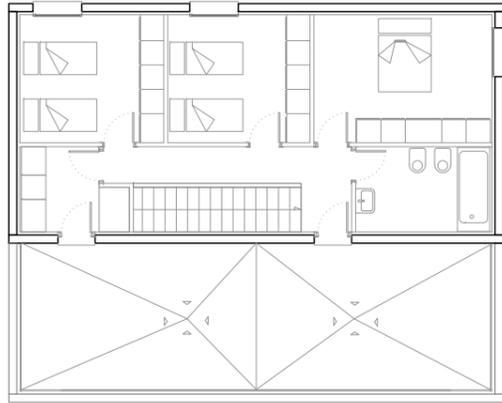
- C1 PB Iluminación
- P1 P1 Iluminación
- C3 PB Tomas de fuerza
- C4 P1 Tomas de fuerza
- C5 PB Cocina/Horno
- C6 PB/P1 Lavadora/lavavajillas/termo
- C7 PB/P1 Baños y aux. de cocina
- ⊗ Punto de luz
- ⌘ Interruptor commutado
- ⌘ Interruptor
- ⊕ P1 Tomas de fuerza
- ⏏ Cuadro general de distribución
- TV Toma Televisión
- TEL Toma teléfono



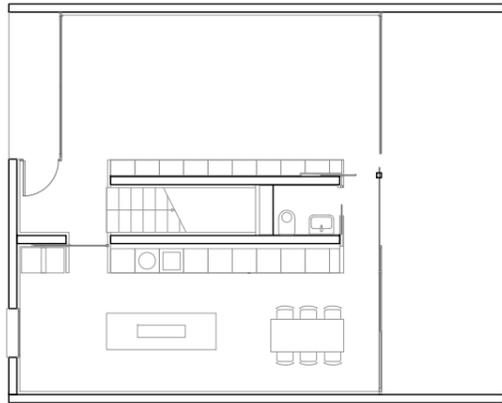
### ELECTROTÉCNIA

- C1 PB Iluminación
- C2 P1 Iluminación
- C3 PB Tomas de fuerza
- C4 P1 Tomas de fuerza
- C5 PB Cocina/Horno
- C6 PB/P1 Lavadora/lavavajillas/termo
- C7 PB/P1 Baños y aux. de cocina
- ⊗ Punto de luz
- ⊗ Interruptor commutado
- ⊗ Interruptor
- ⊕ P1 Tomas de fuerza
- ⊕ Cuadro general de distribución
- TV Toma Televisión
- TELF Toma teléfono

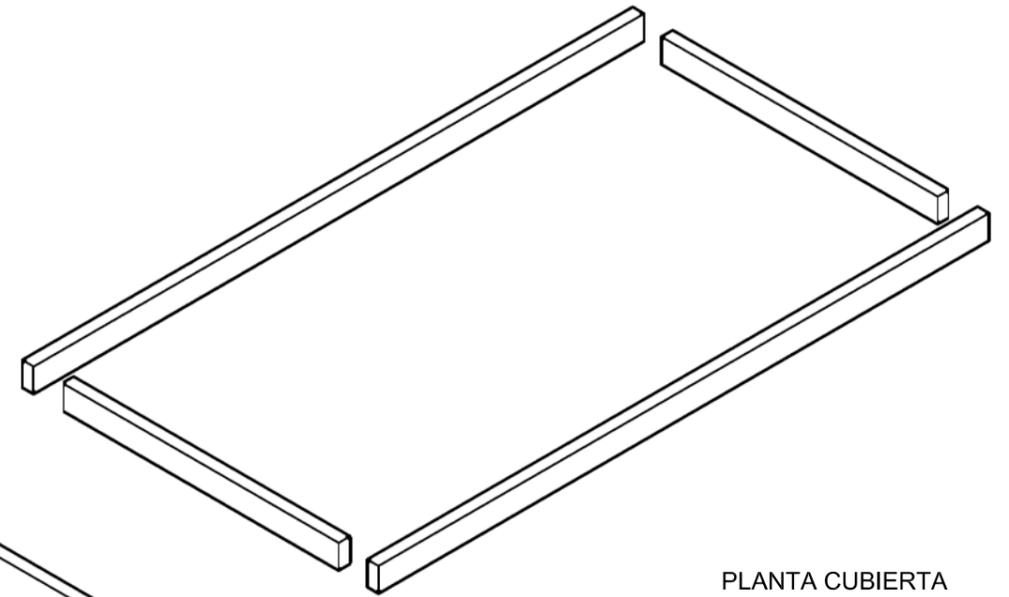
PLANTA PRIMERA



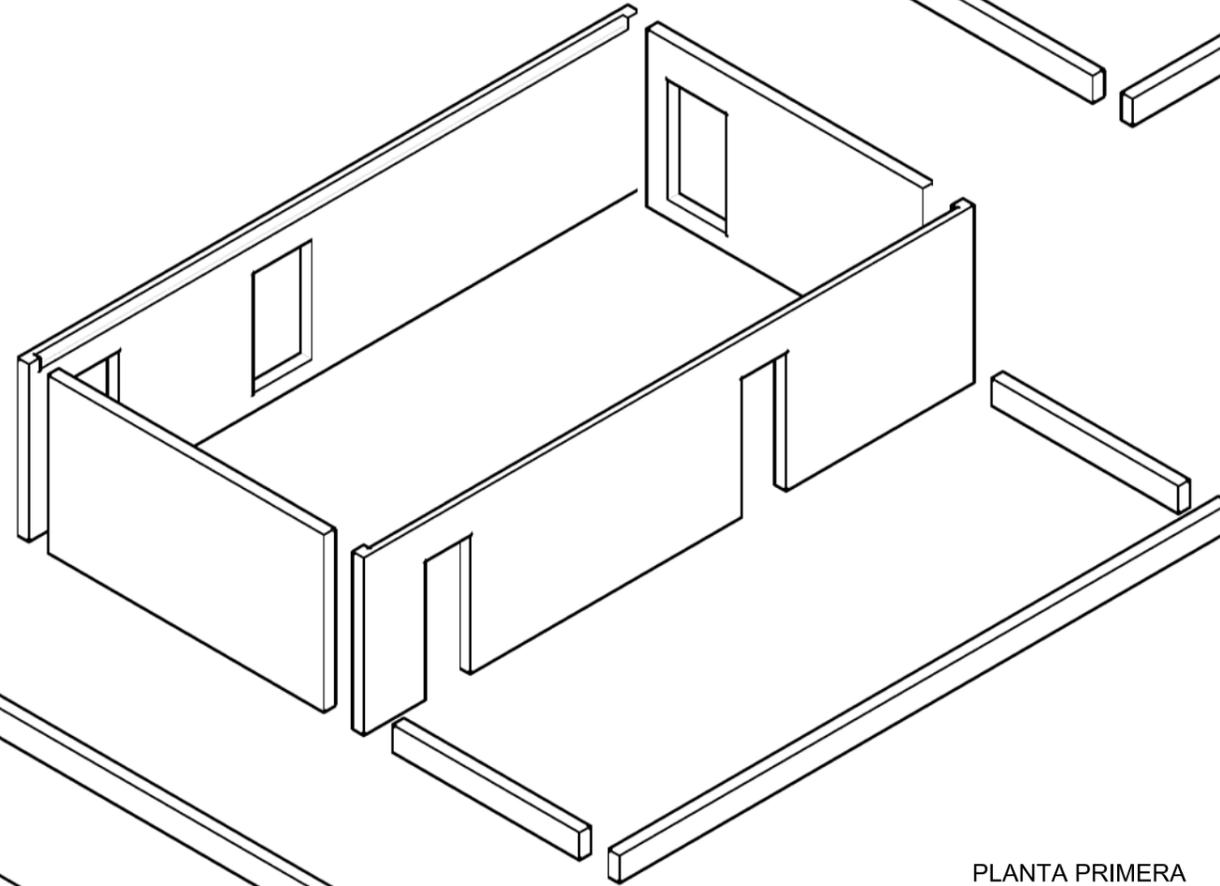
PLANTA PRIMERA



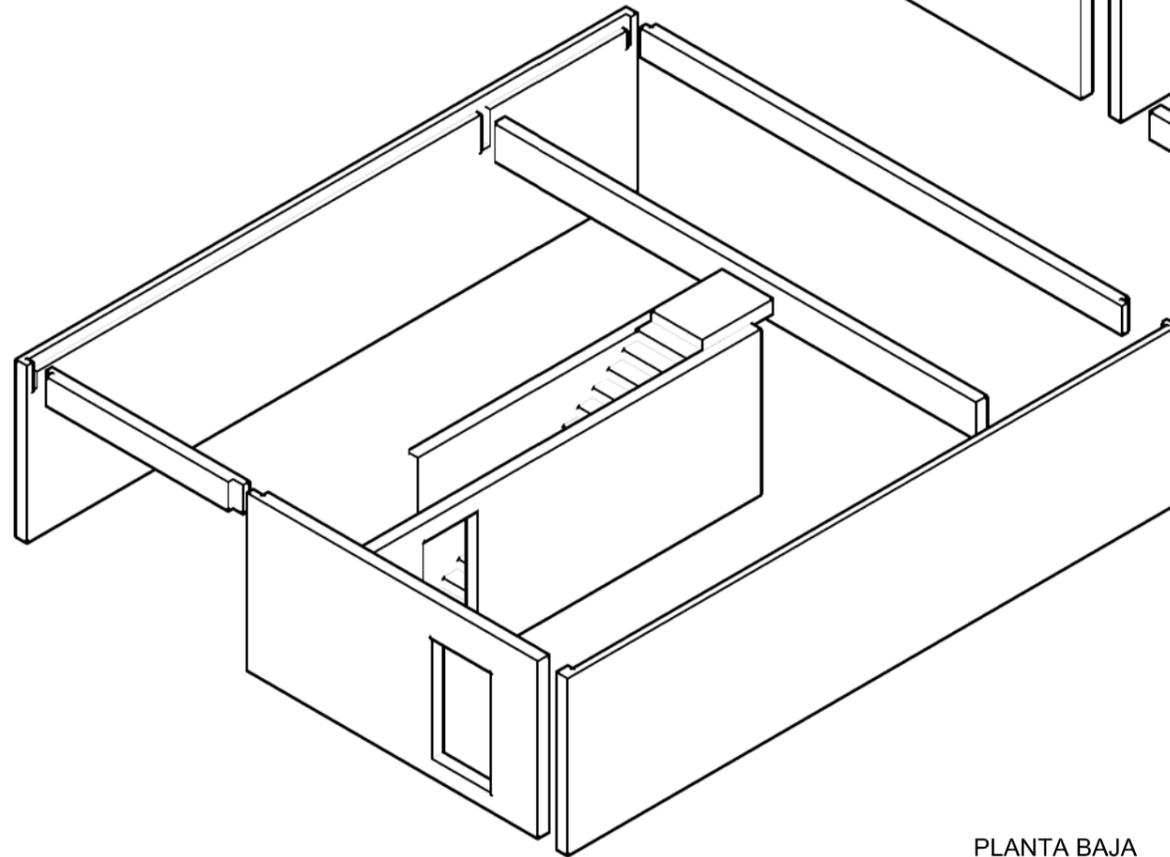
PLANTA BAJA



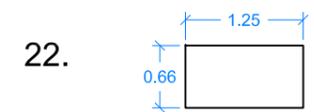
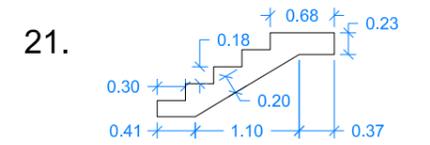
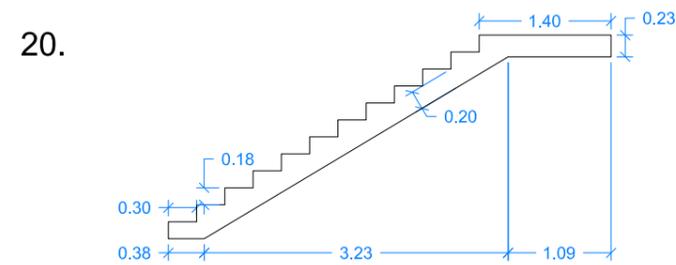
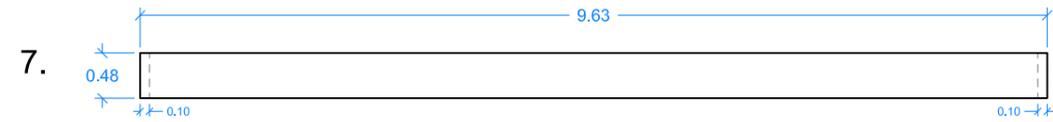
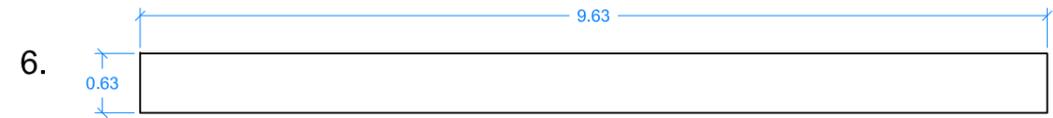
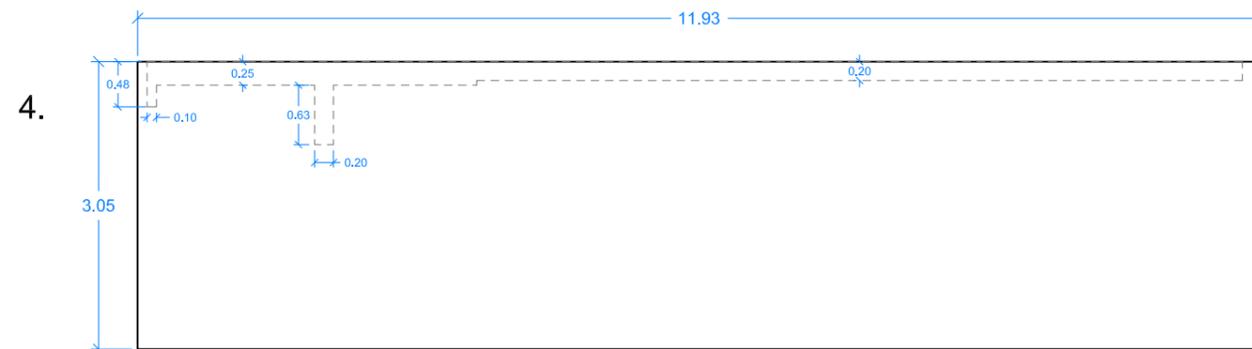
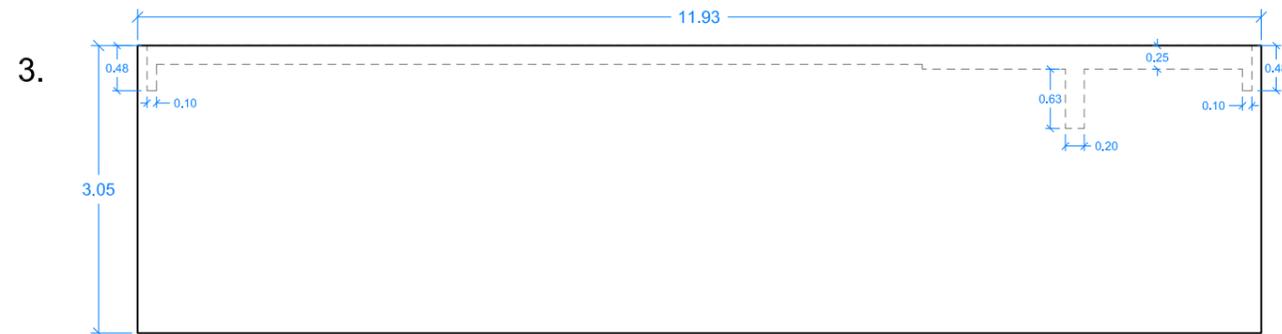
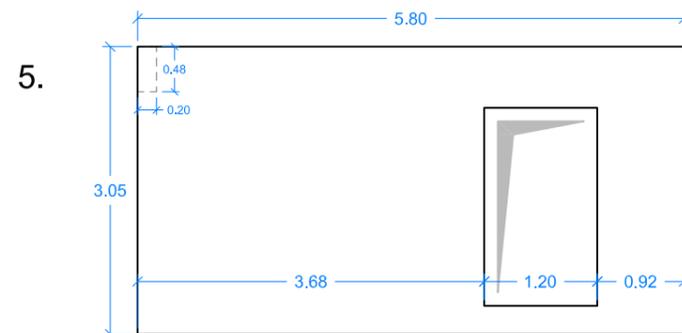
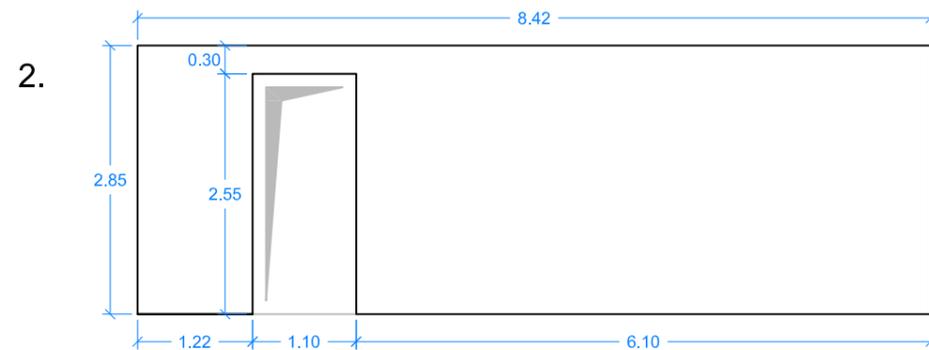
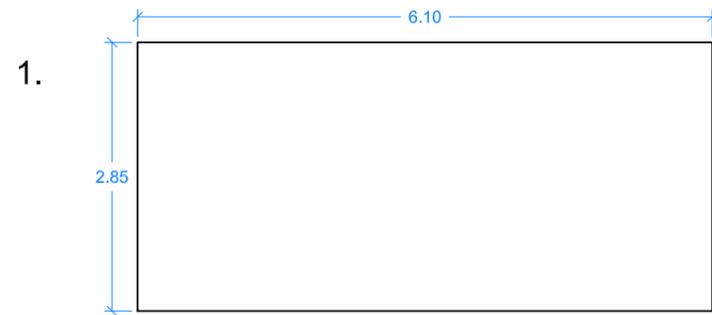
PLANTA CUBIERTA



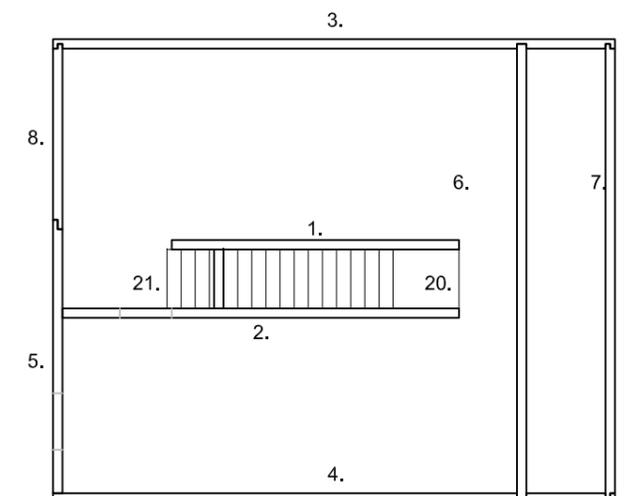
PLANTA PRIMERA



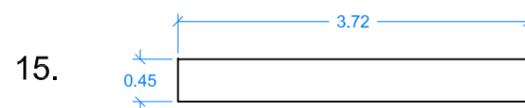
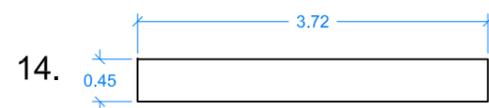
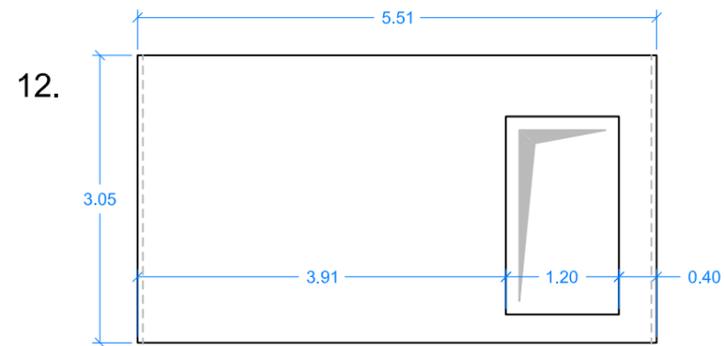
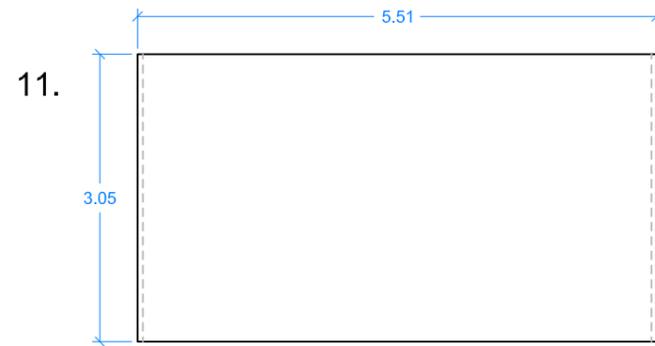
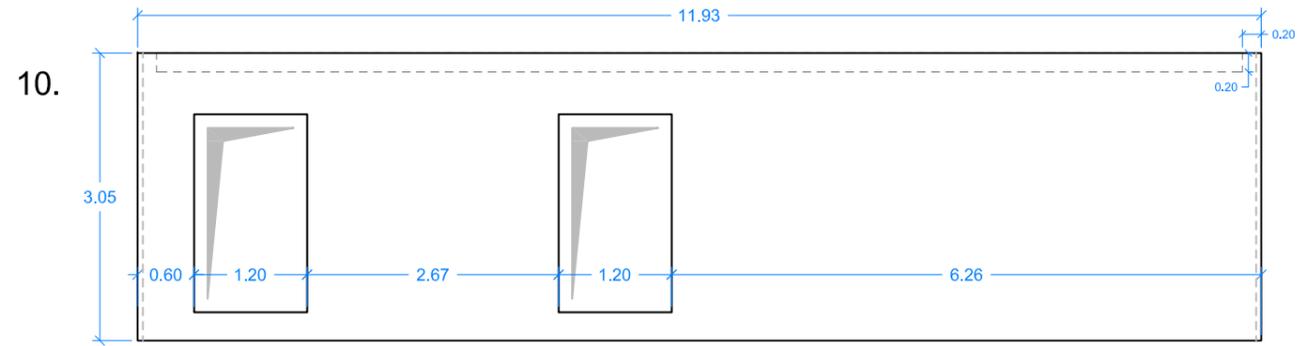
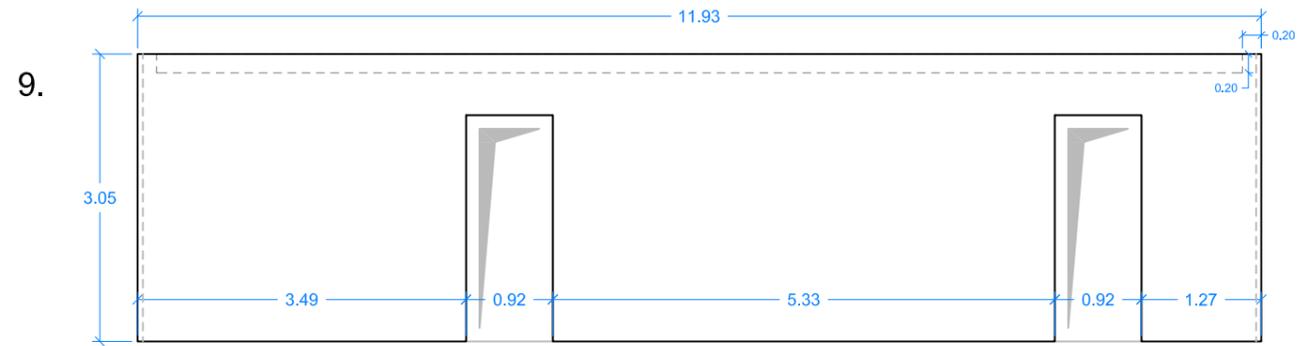
PLANTA BAJA



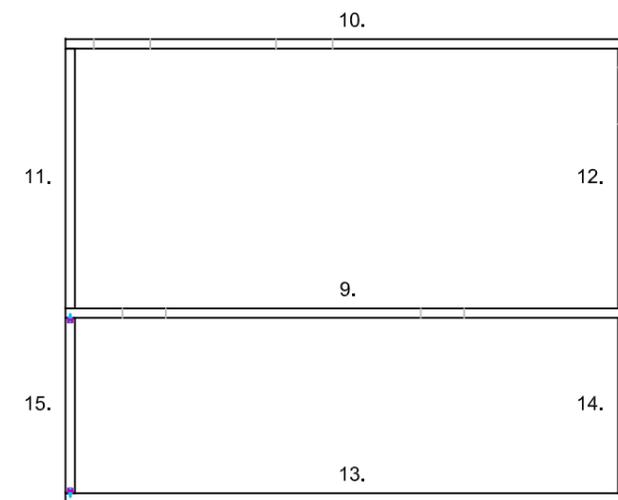
PLANTA BAJA



E 1/150

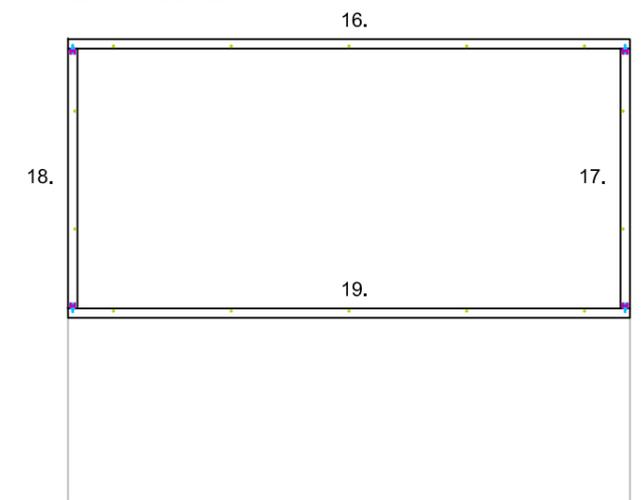


PLANTA PRIMERA

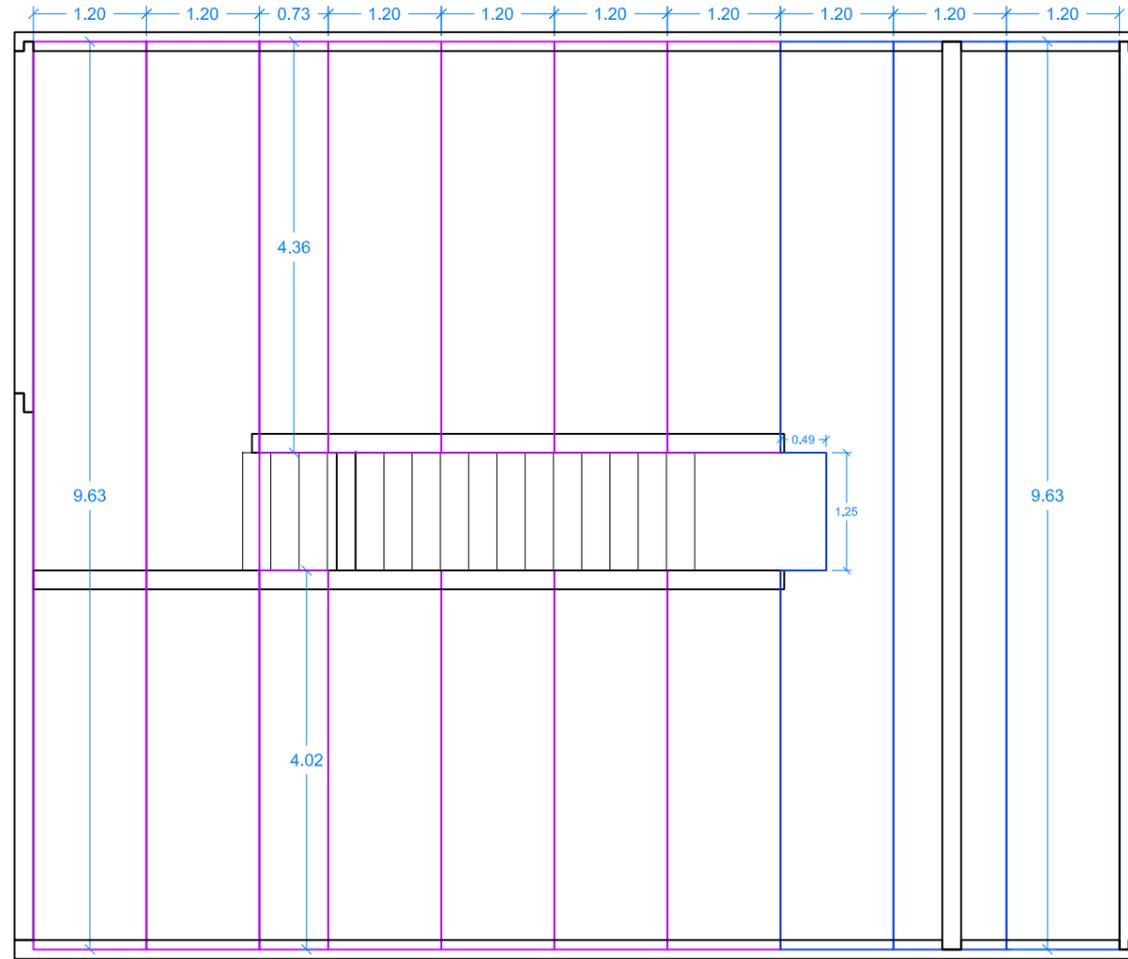


E 1/150

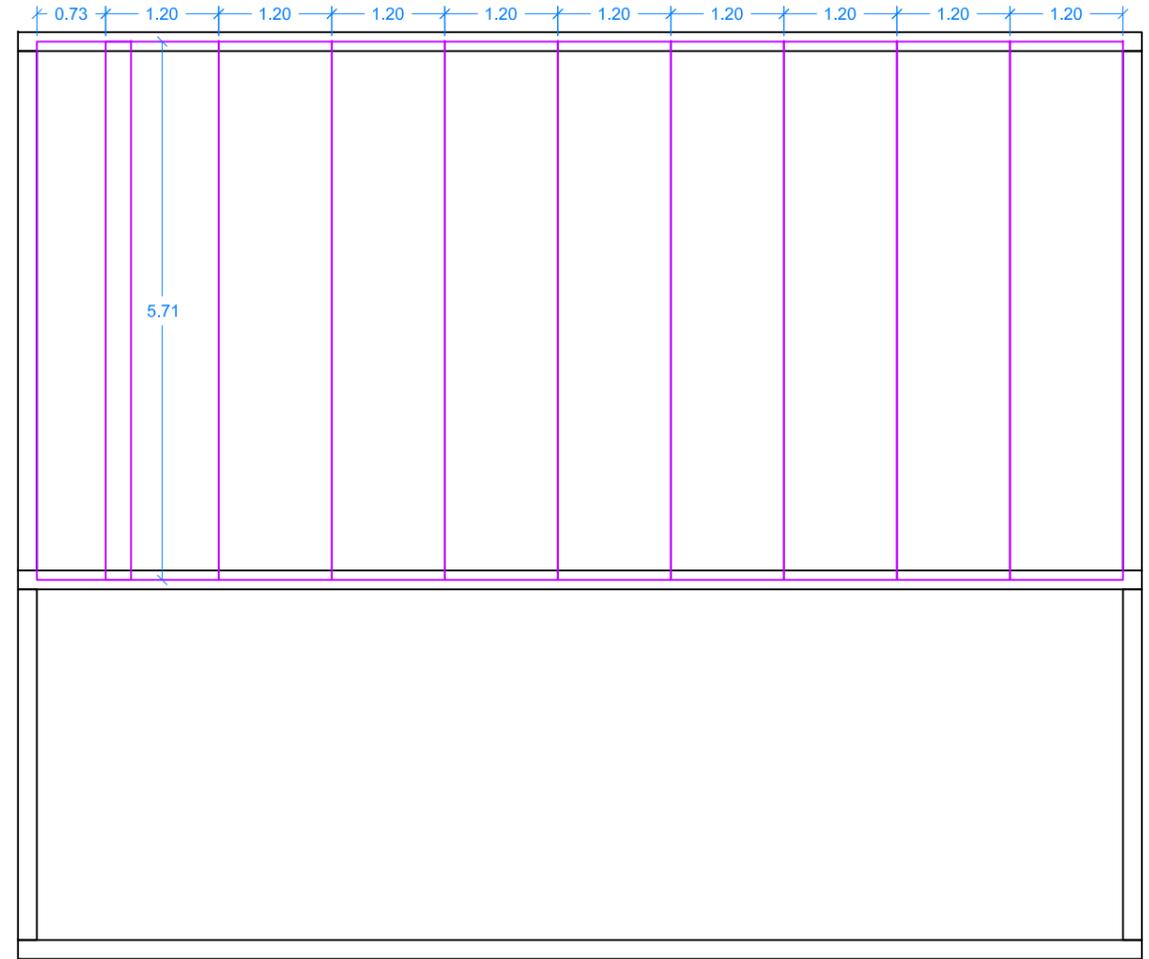
PLANTA CUBIERTA



E 1/150



FORJADO PLANTA PRIMERA

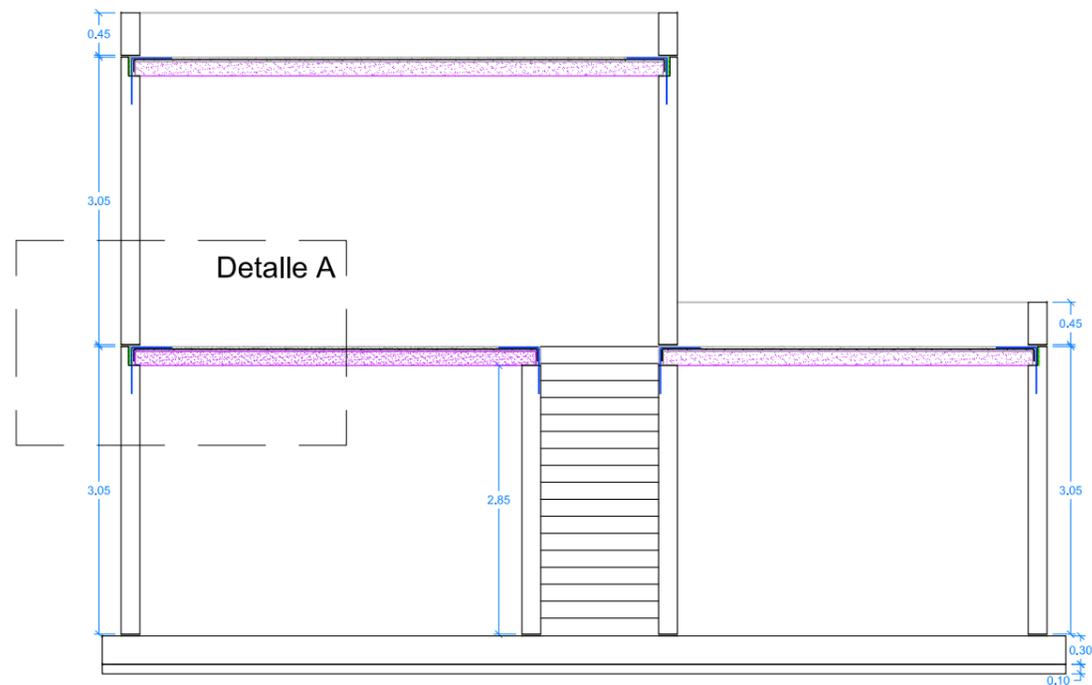
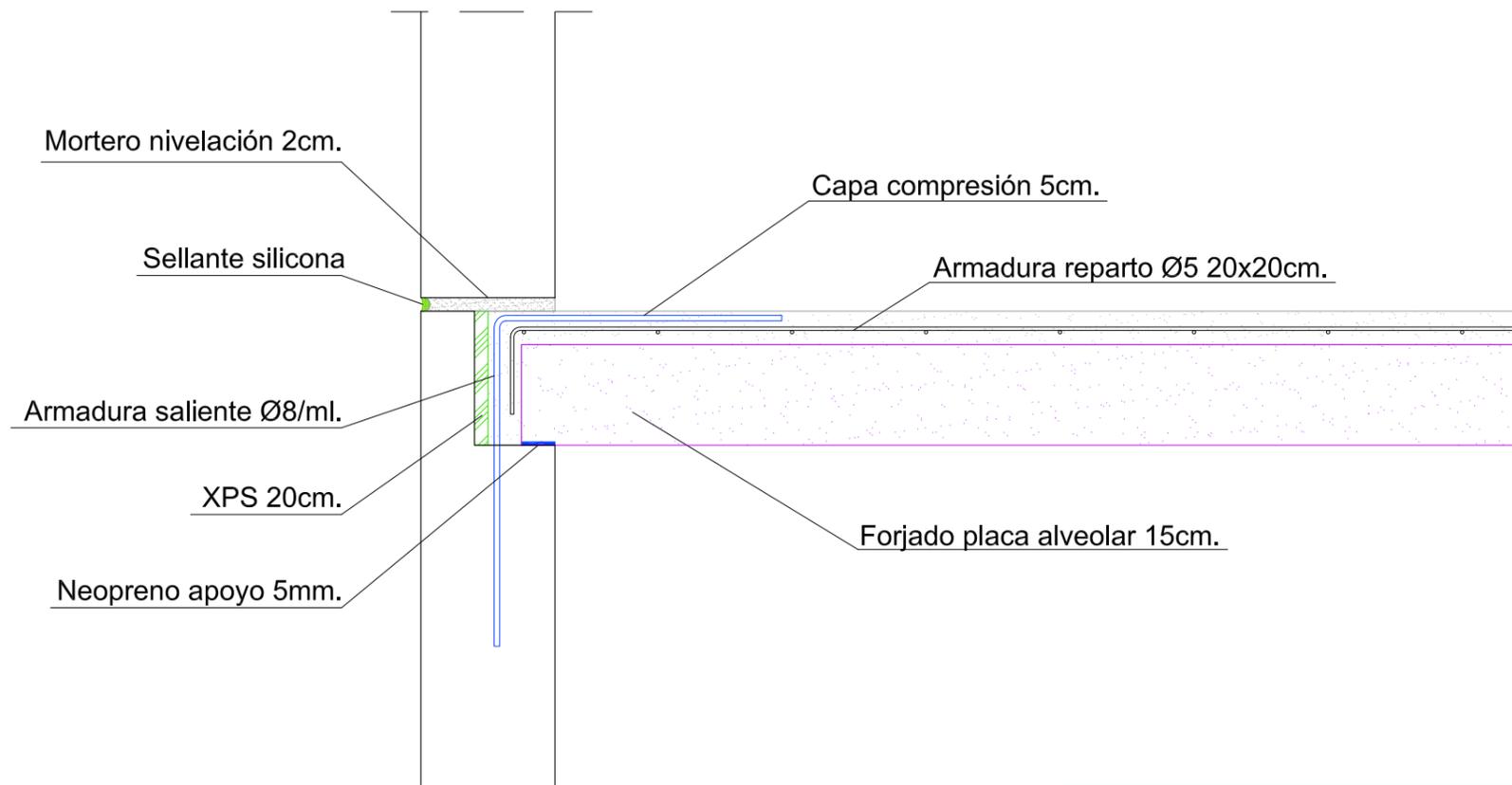


FORJADO PLANTA CUBIERTA

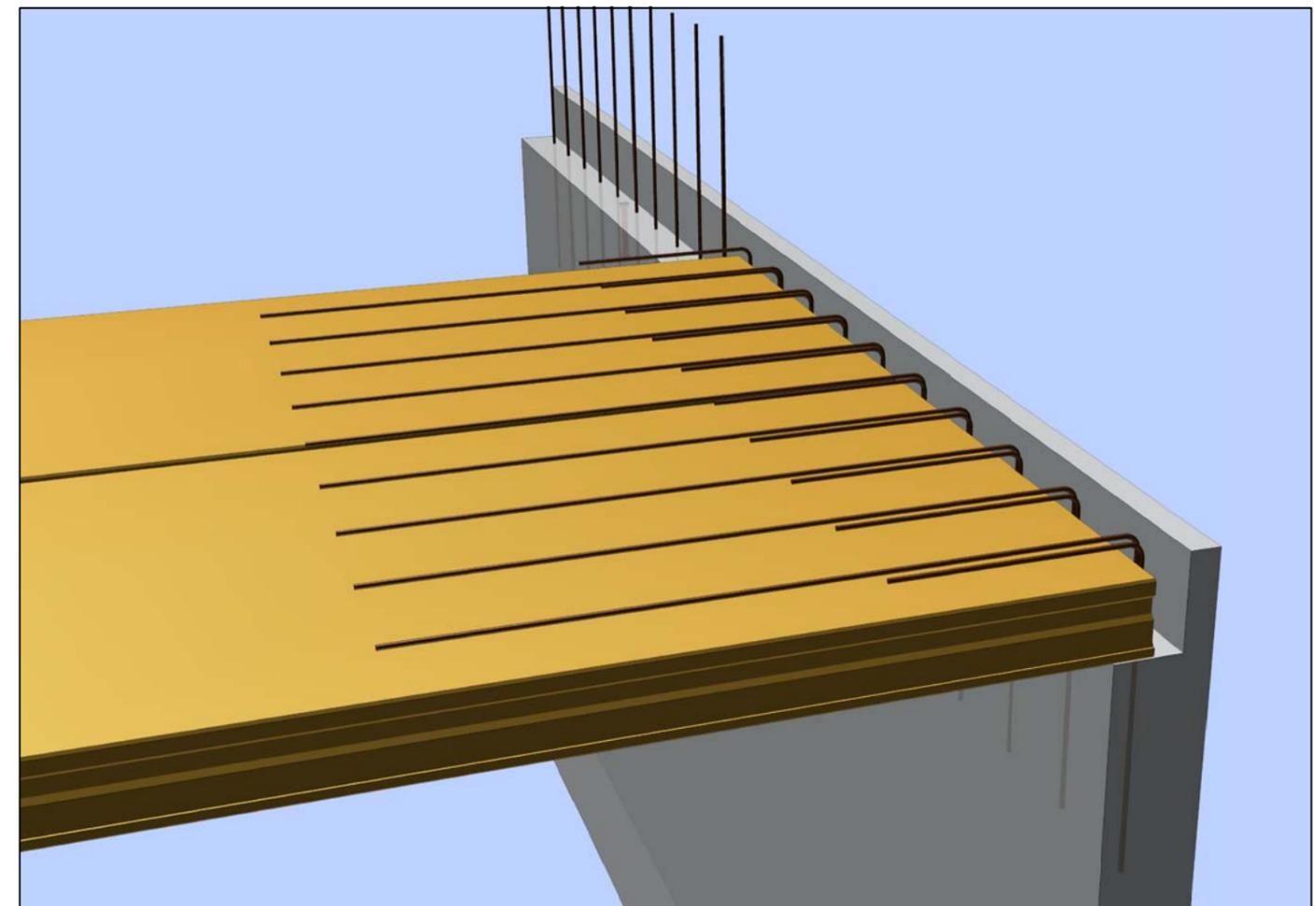
CARGAS	SECCIÓN PLACA ALVEOLAR 15+5 Tipo 1
- Peso propio: 3,66 kN/m <sup>2</sup>	
- Carga muerta: 2 kN/m <sup>2</sup>	
- Sobrecargas de uso: 2 kN/m <sup>2</sup>	

CARGAS	SECCIÓN PLACA ALVEOLAR 20+5 Tipo 3
- Peso propio: 4,16 kN/m <sup>2</sup>	
- Carga muerta: 3 kN/m <sup>2</sup>	
- Sobrecargas de uso: 1 kN/m <sup>2</sup>	

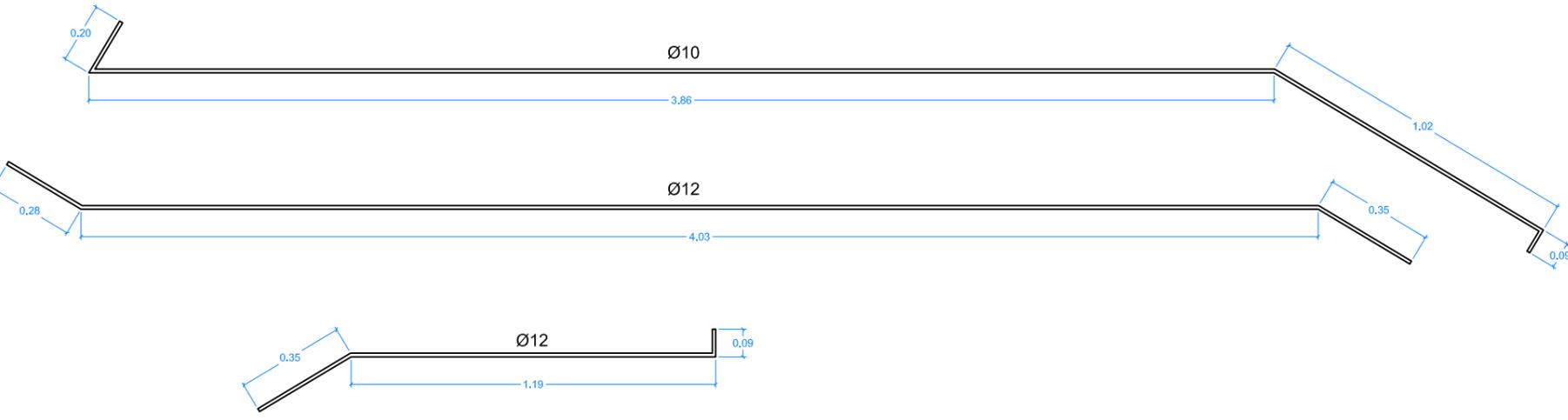
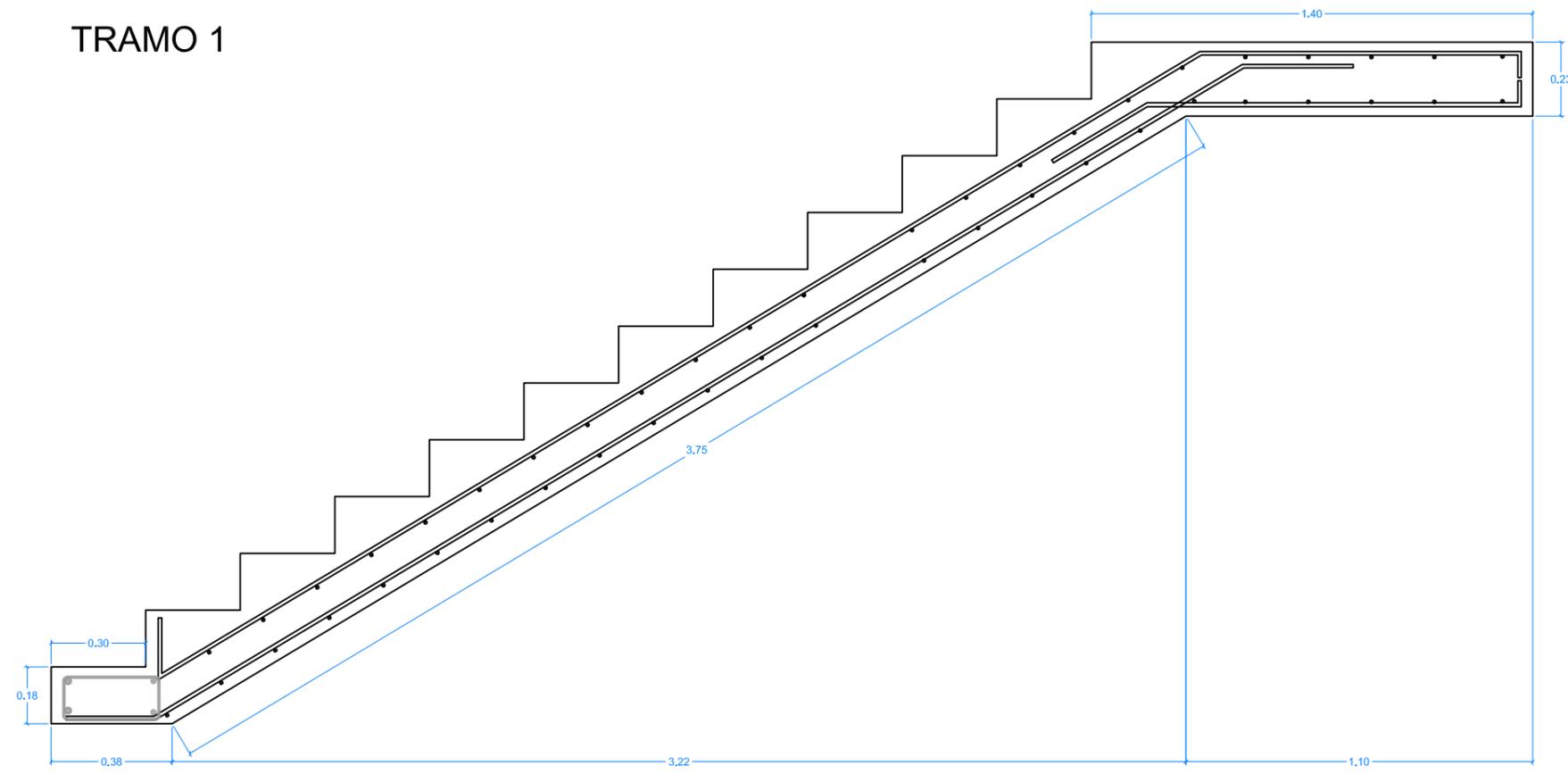
# Detalle A



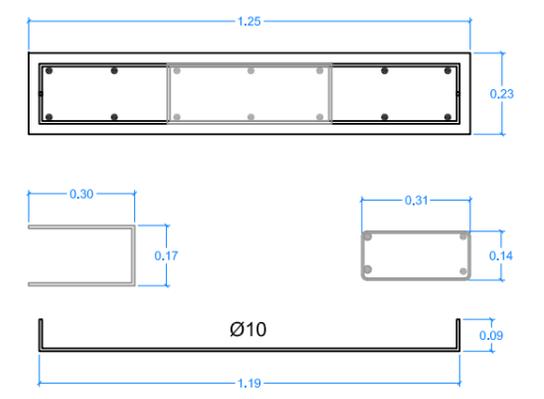
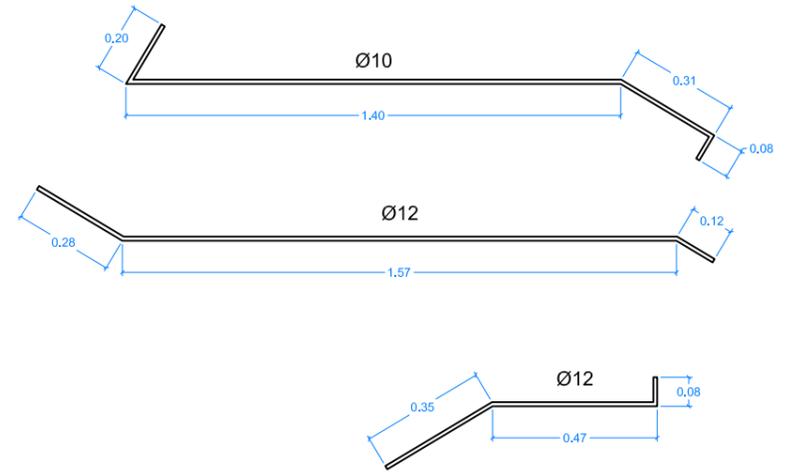
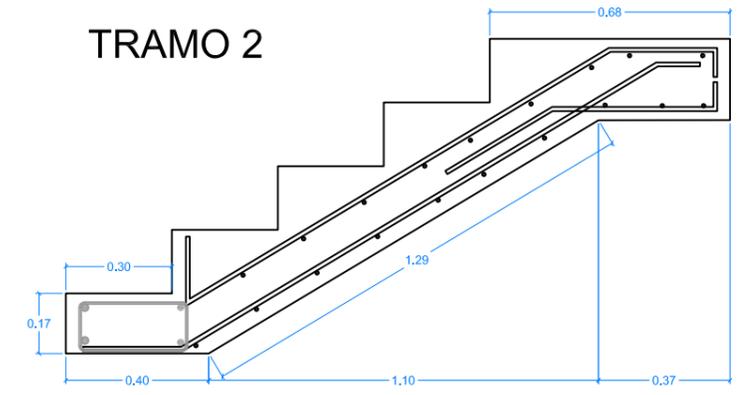
E 1/75

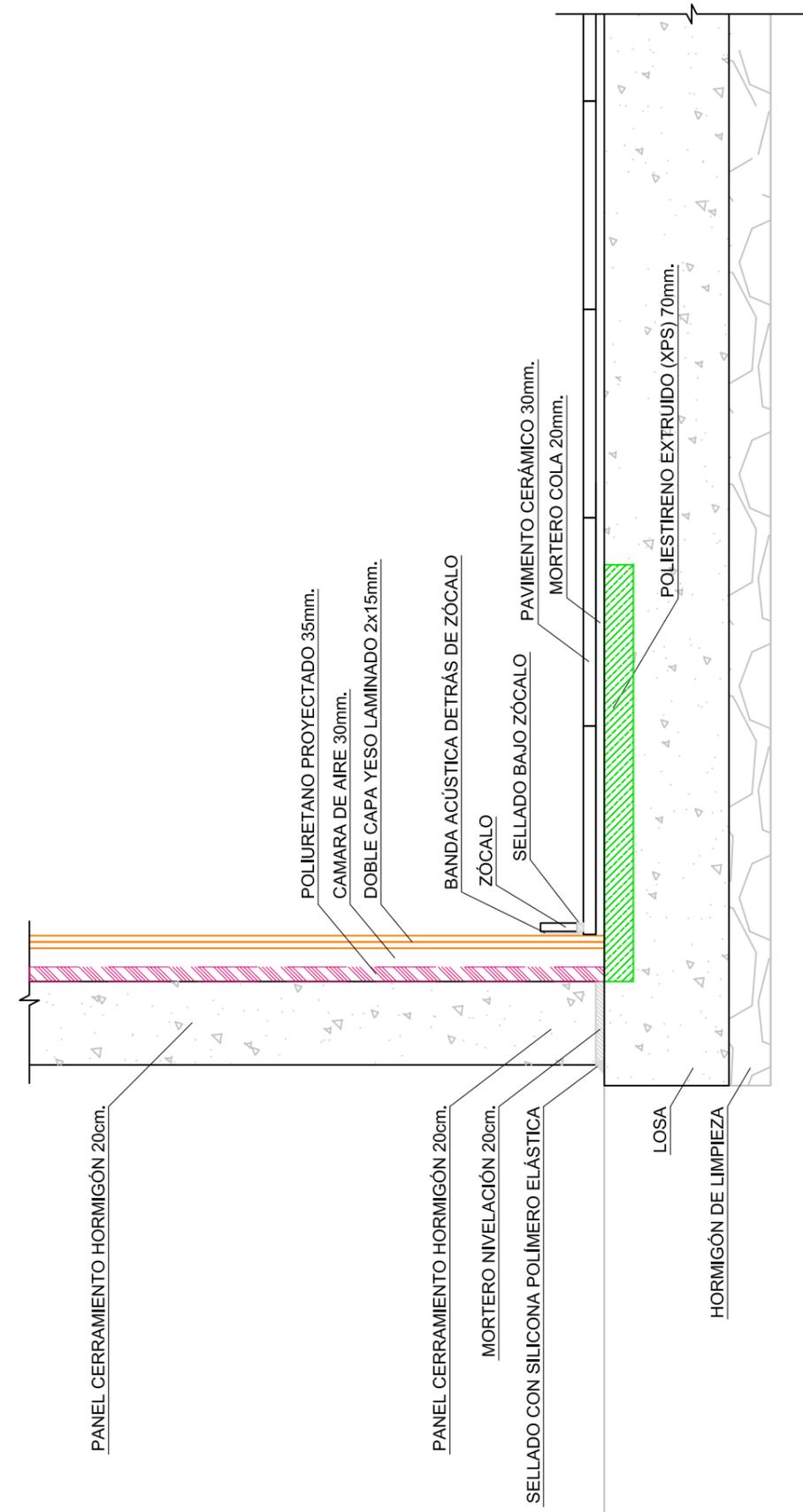
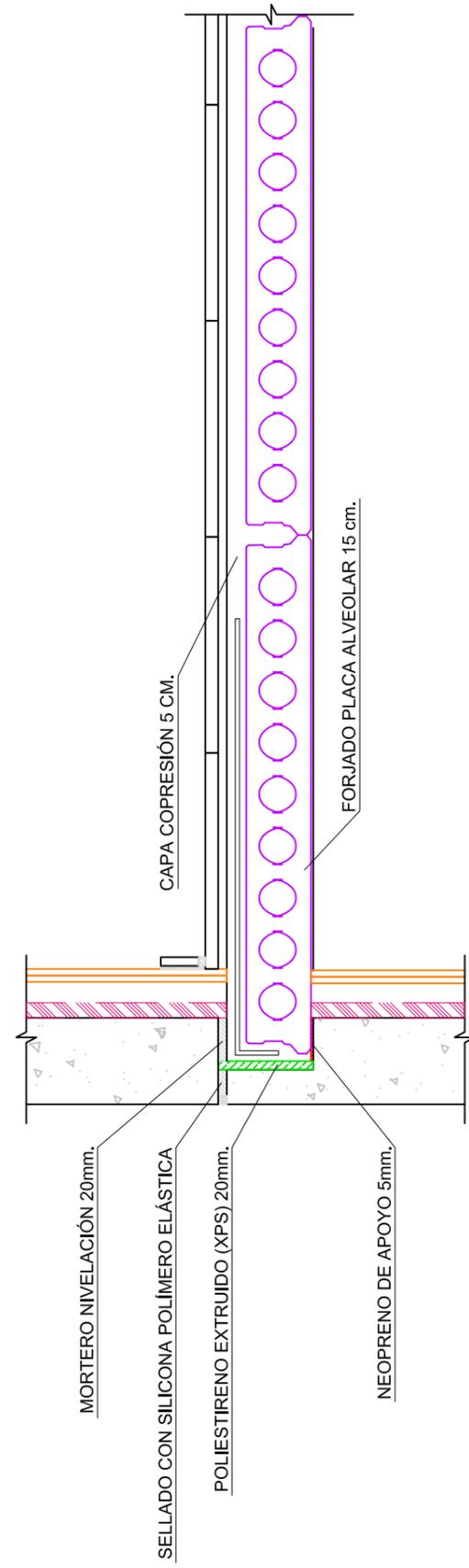
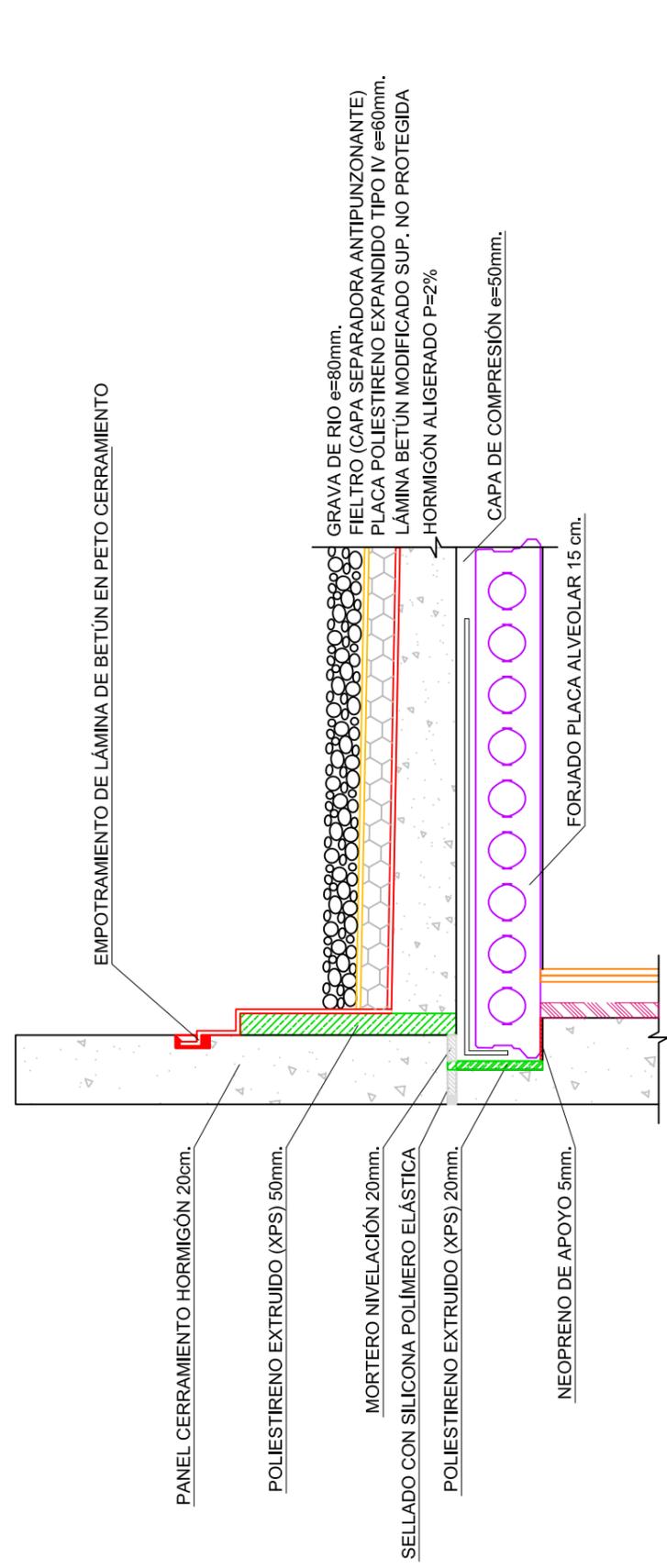


TRAMO 1



TRAMO 2

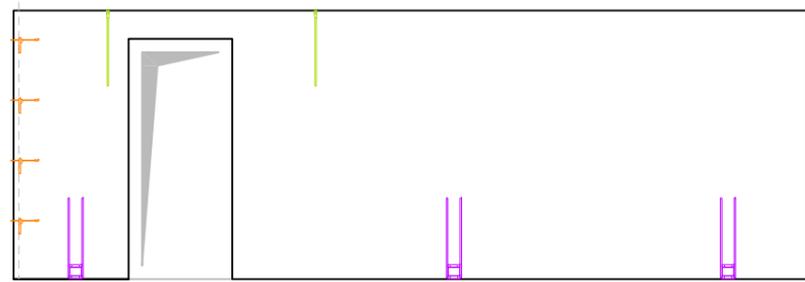




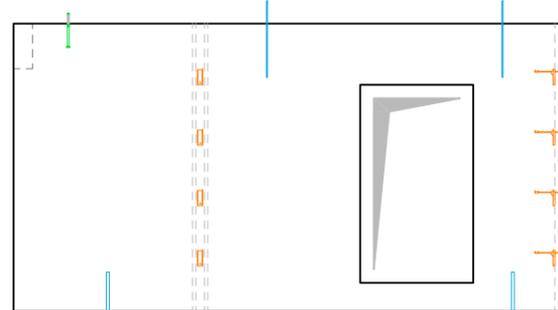
1.



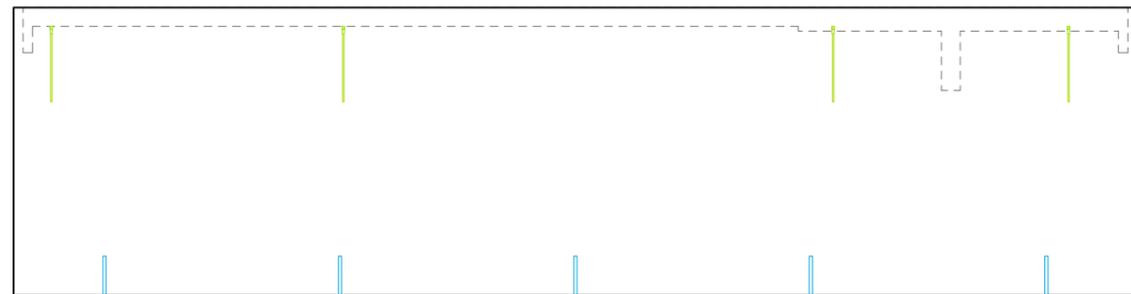
2.



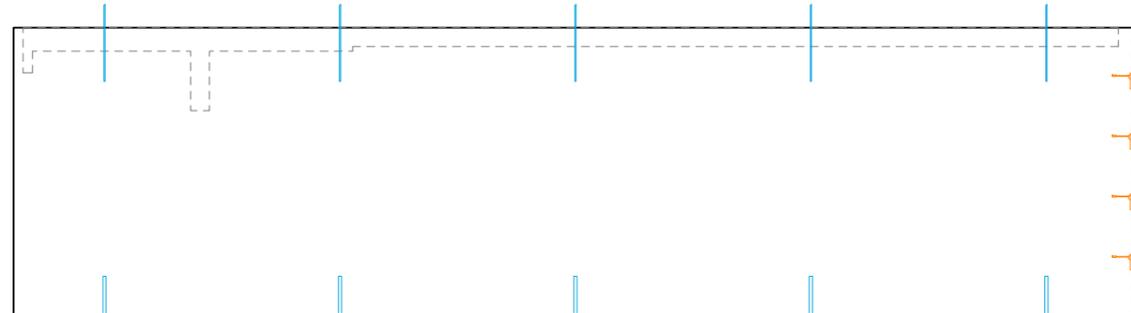
5.



3.



4.



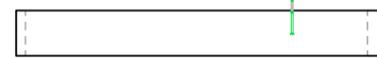
6.



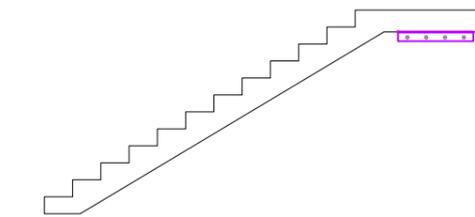
7.



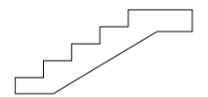
8.



20.



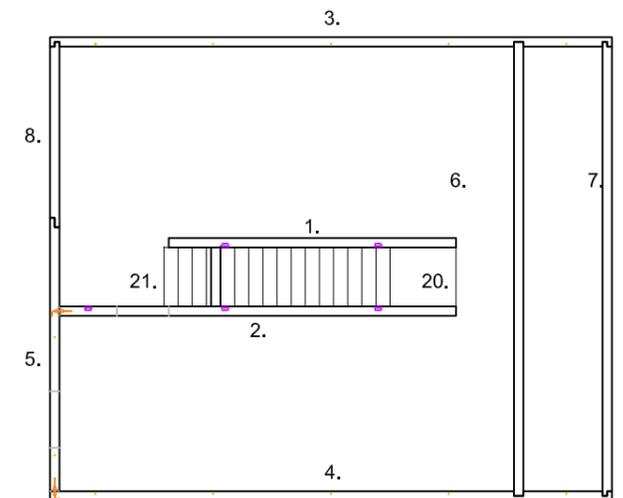
21.



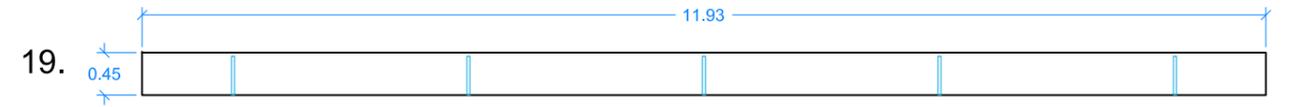
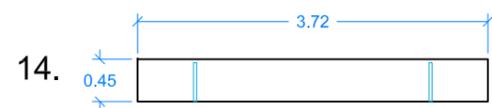
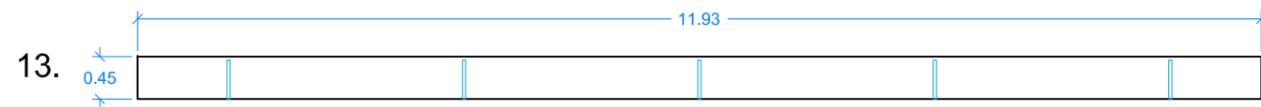
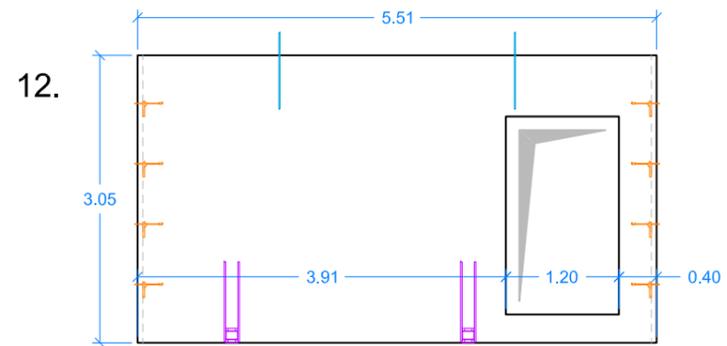
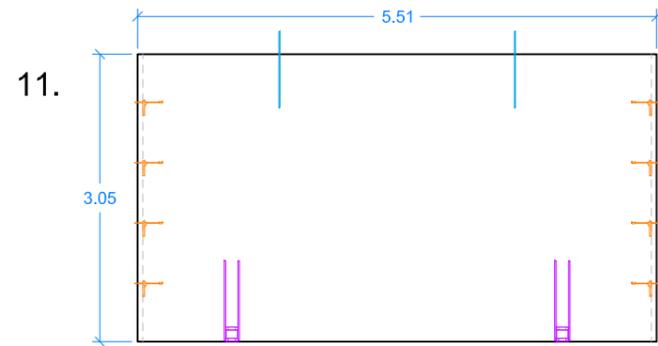
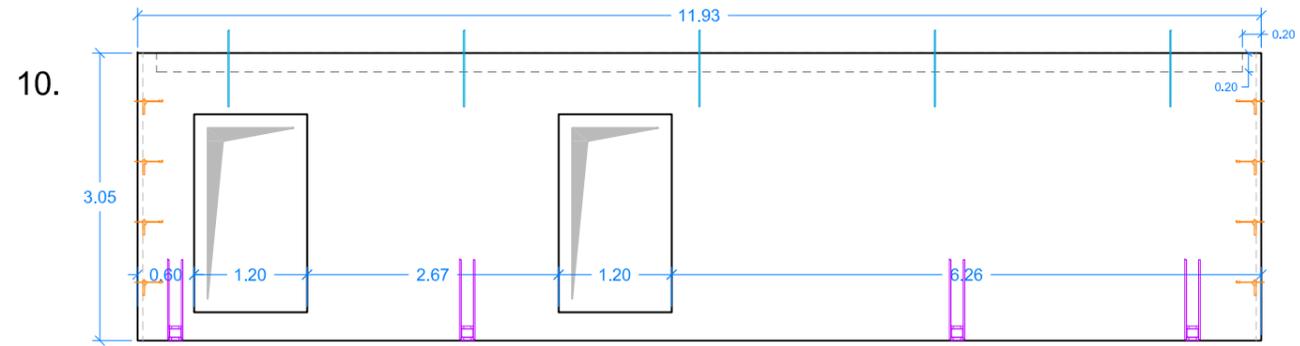
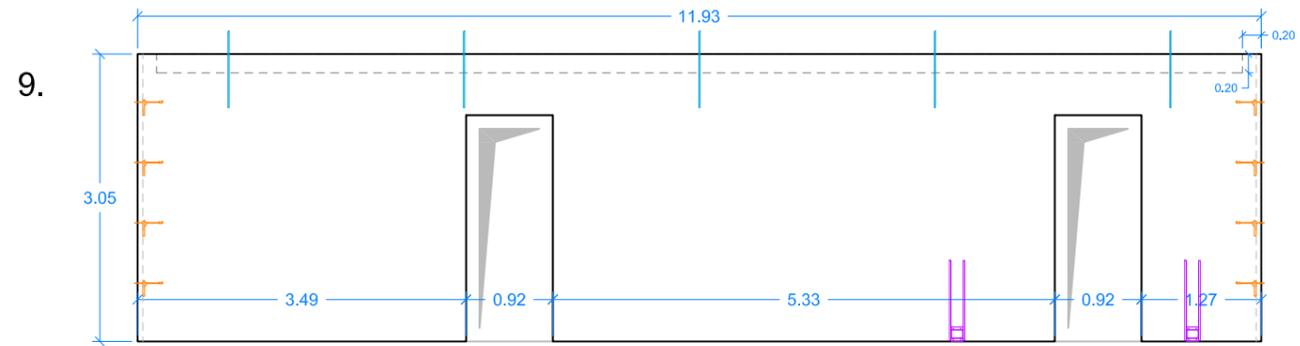
22.



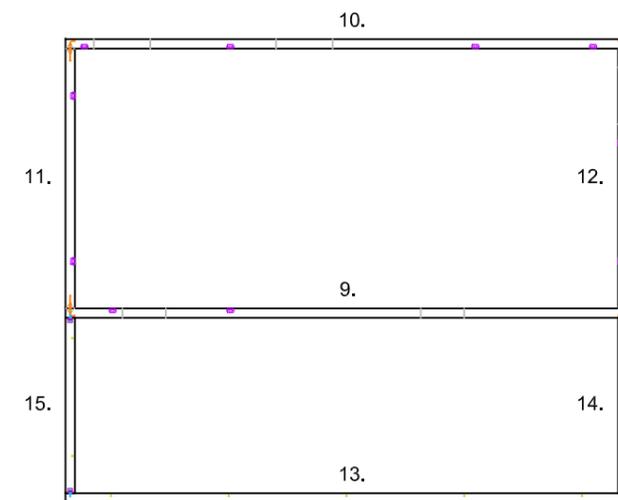
PLANTA BAJA



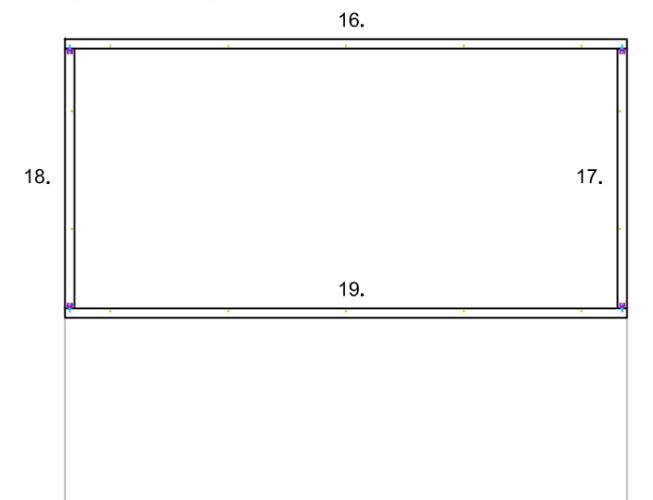
E 1/150



PLANTA PRIMERA

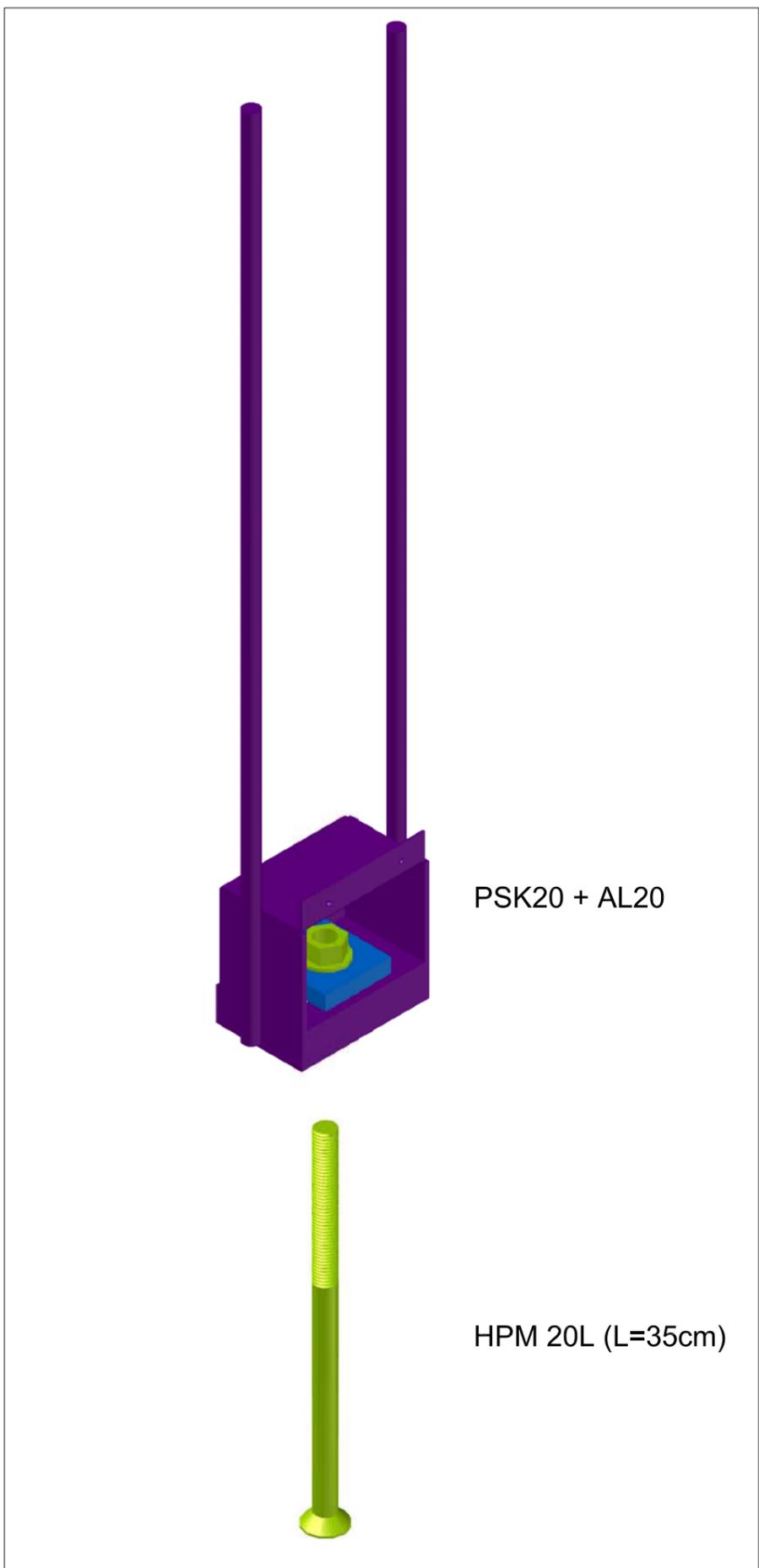
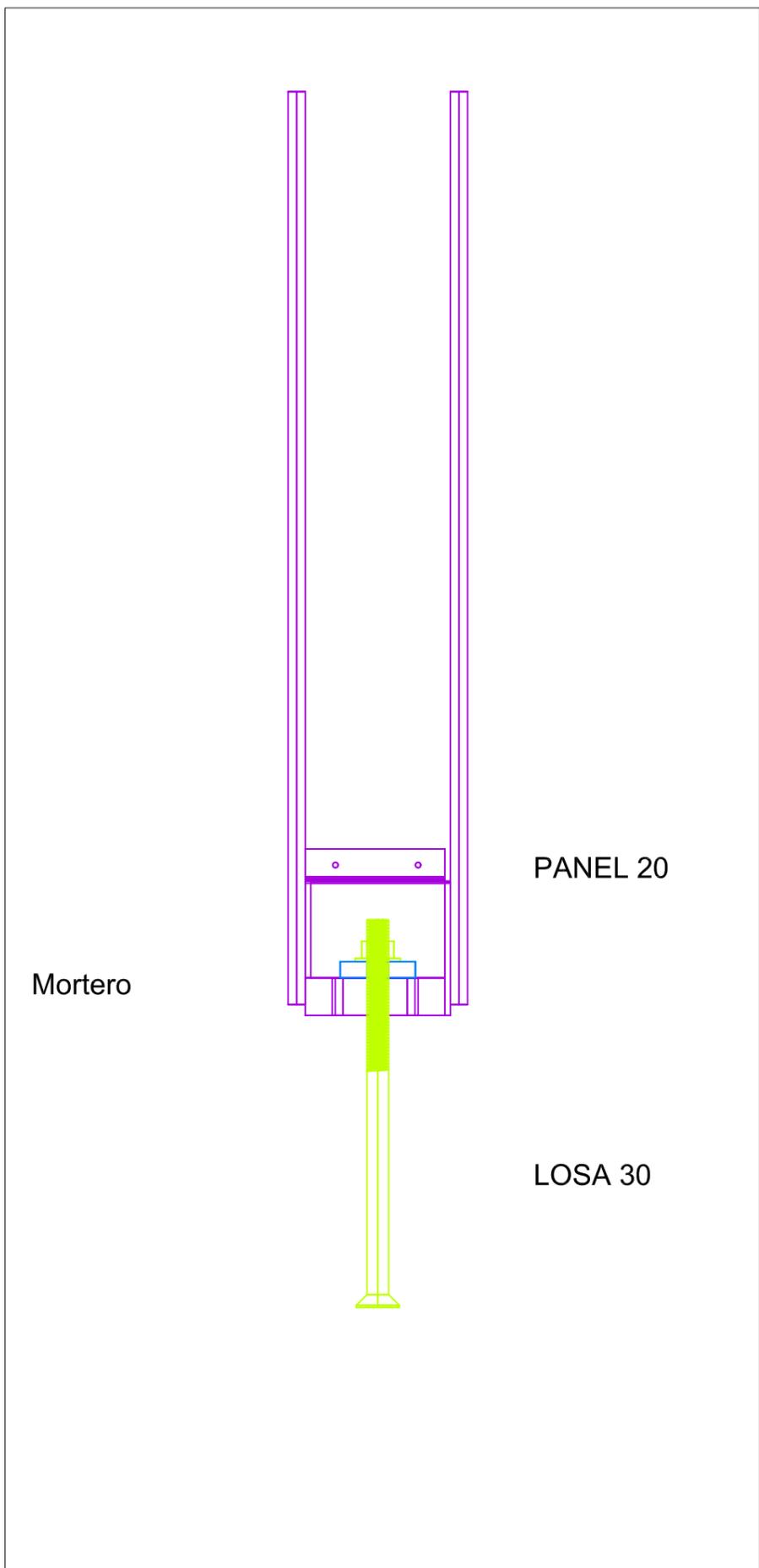
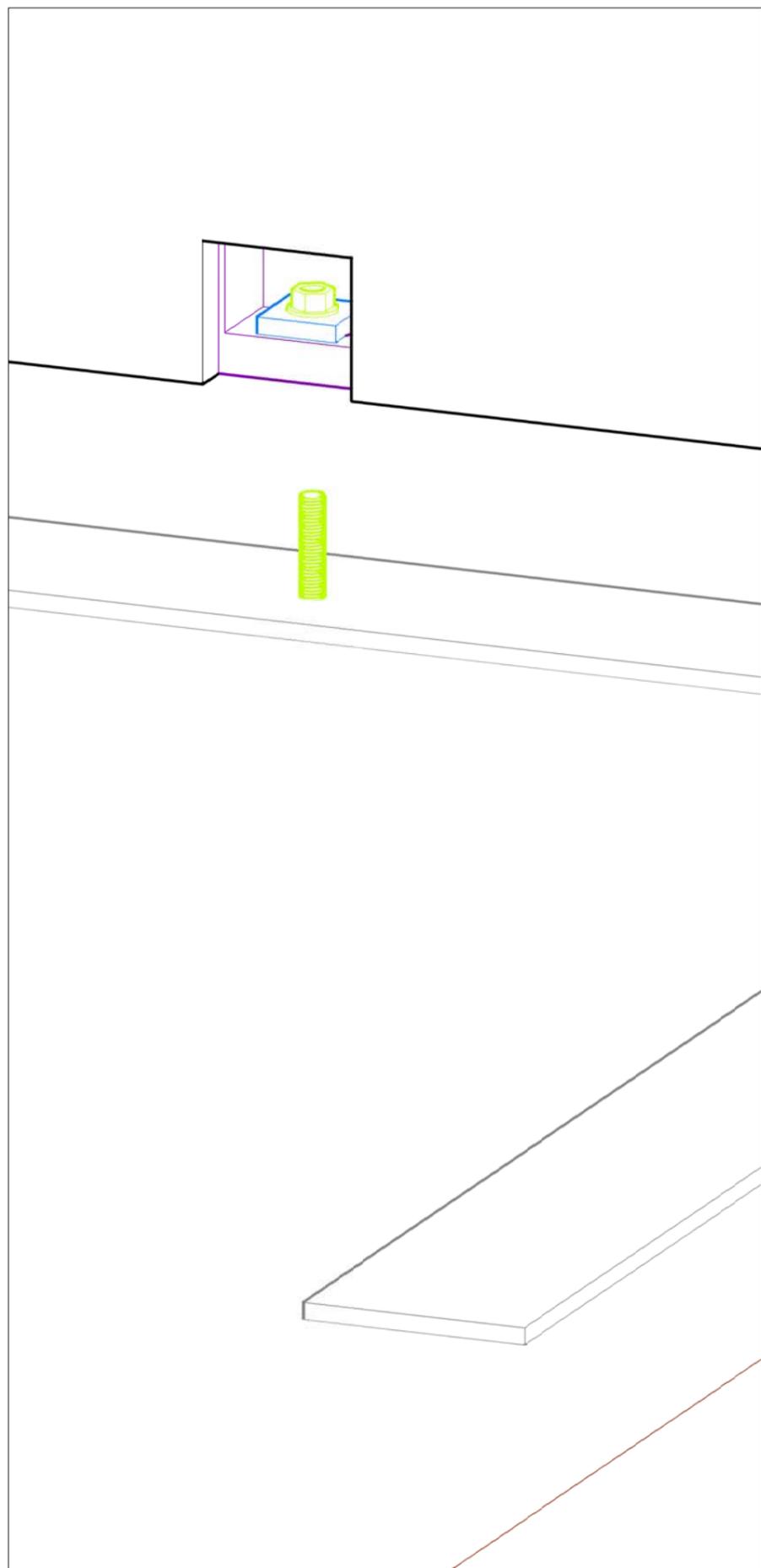


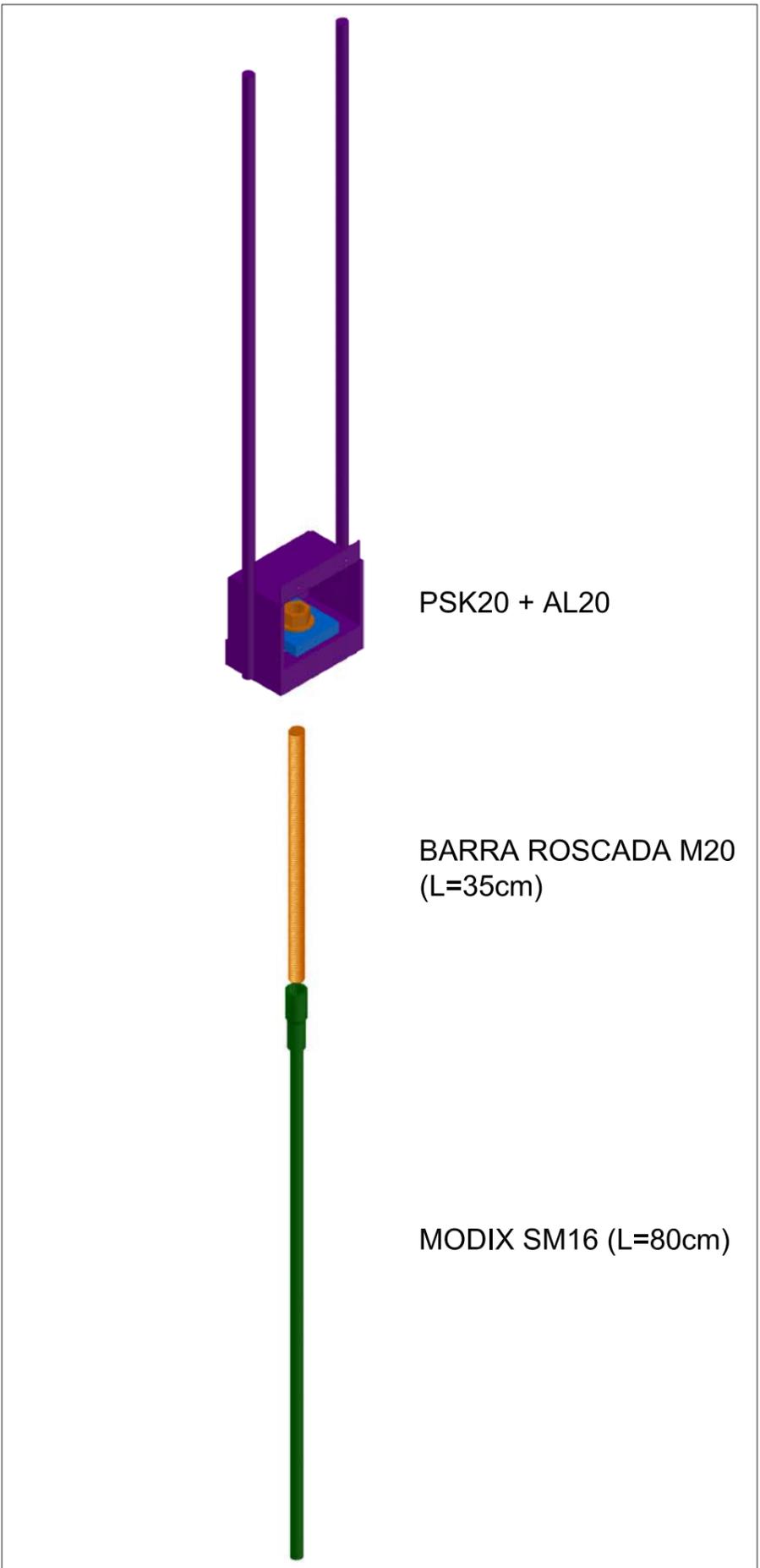
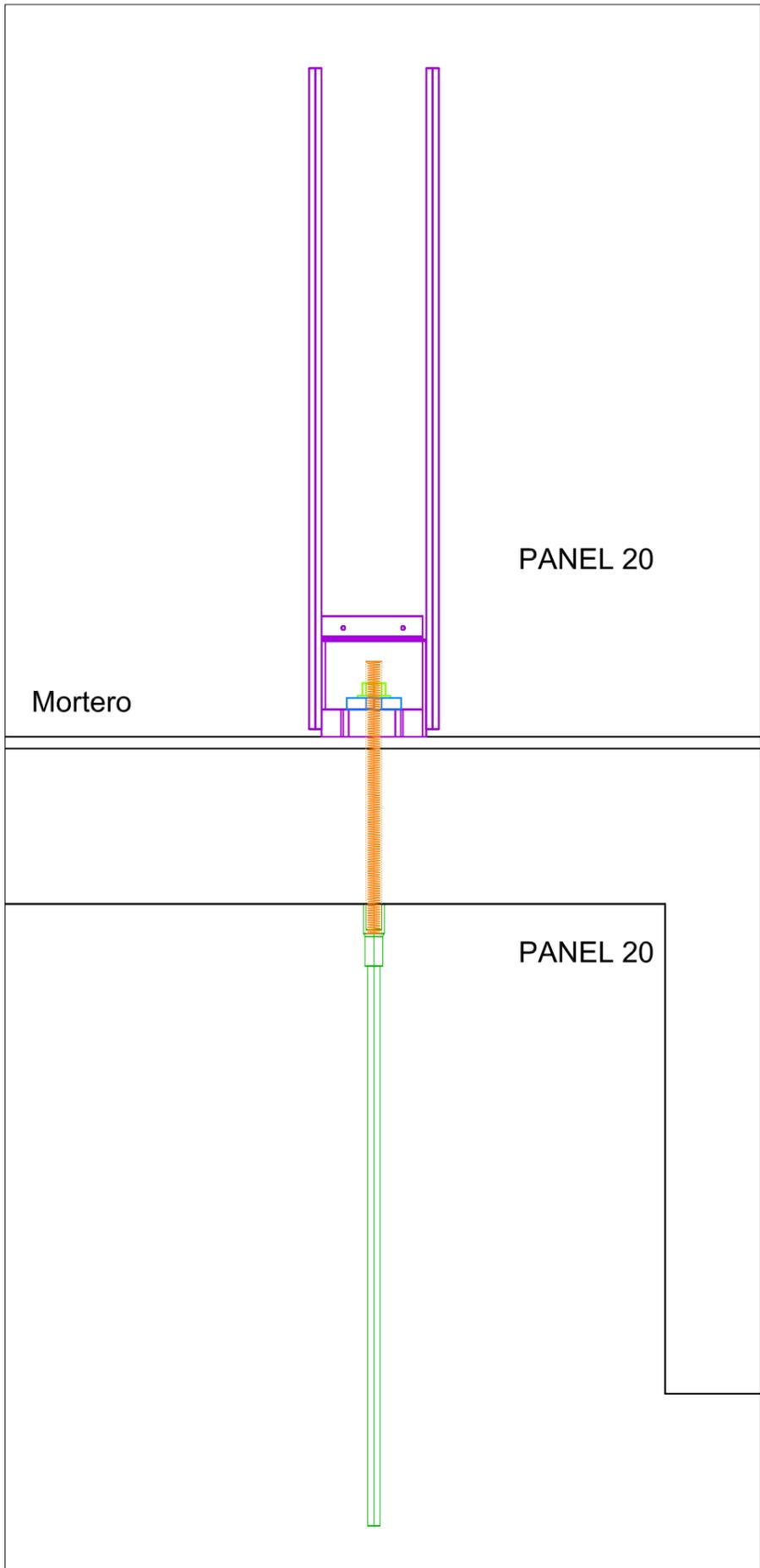
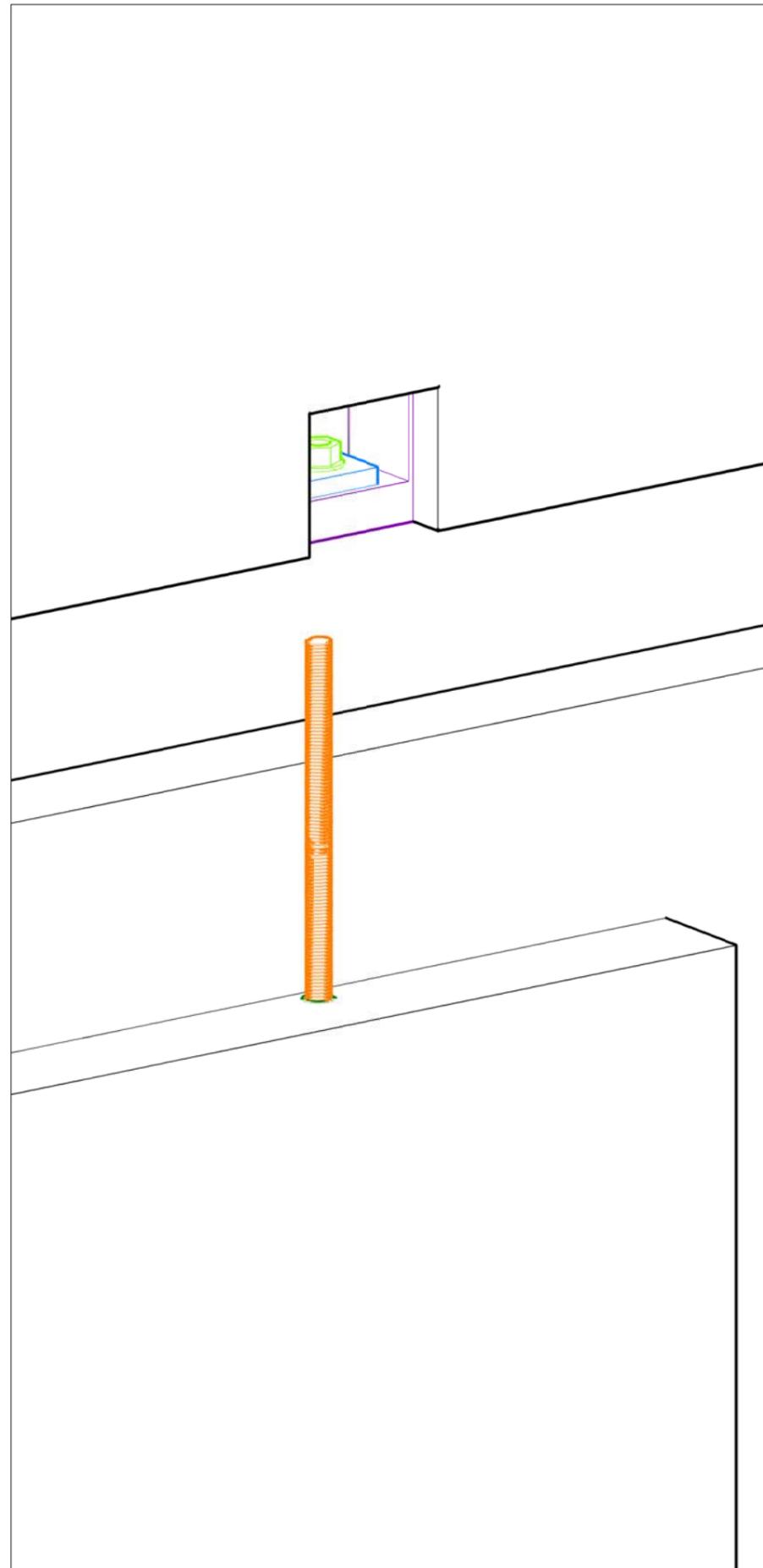
PLANTA CUBIERTA

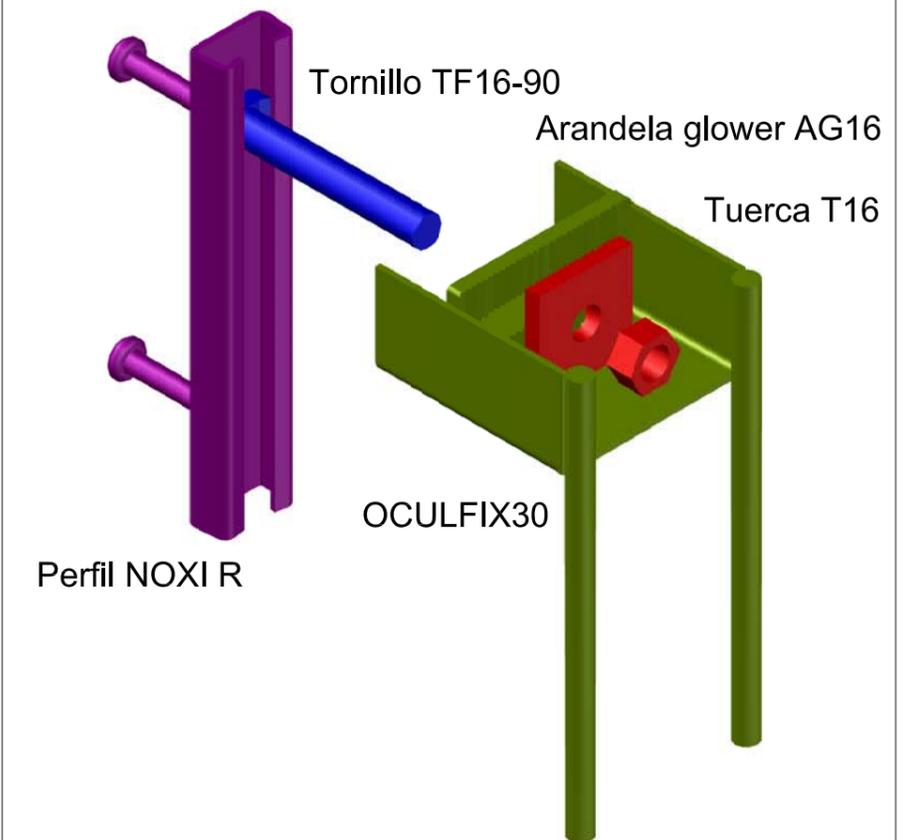
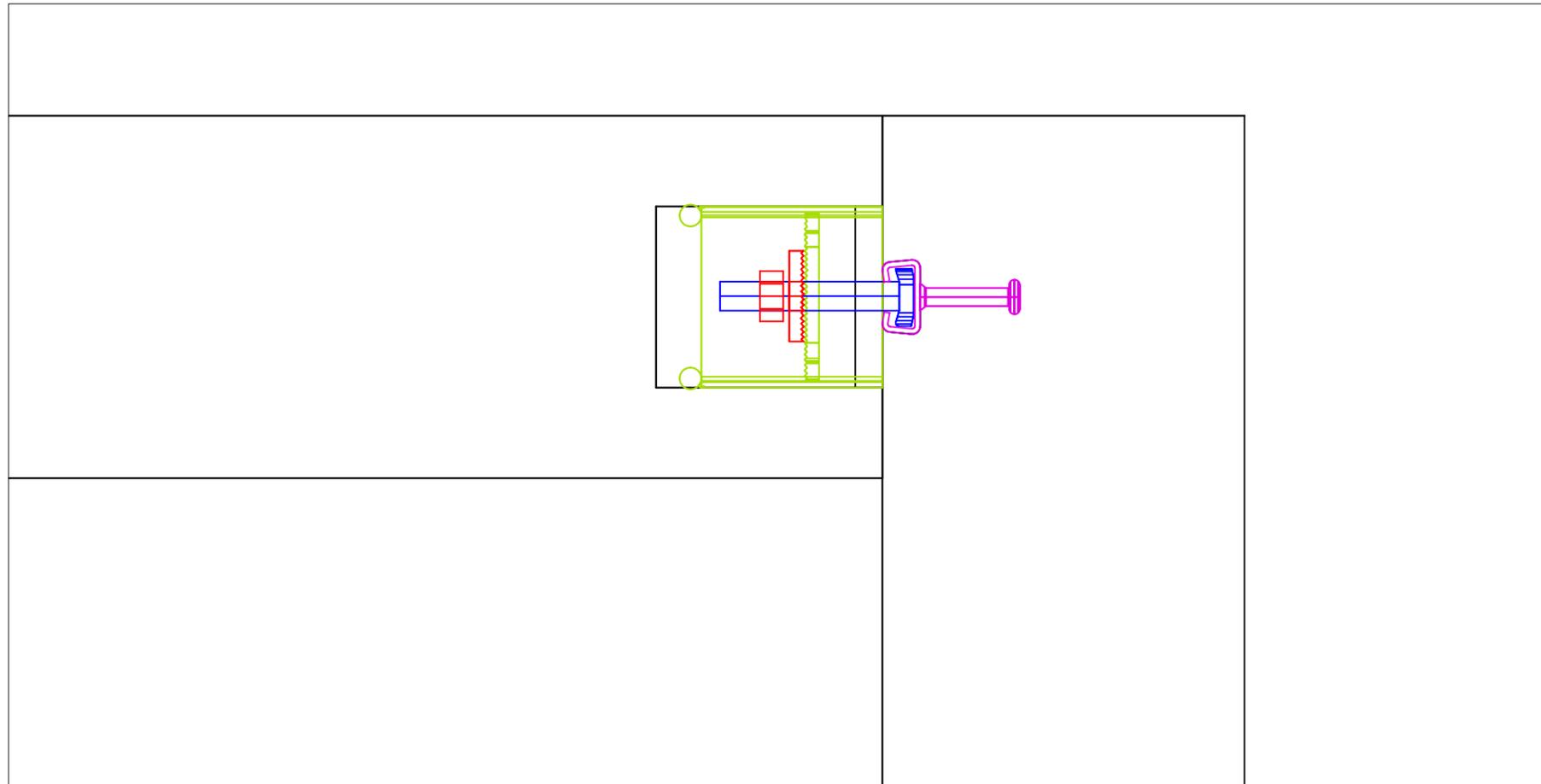
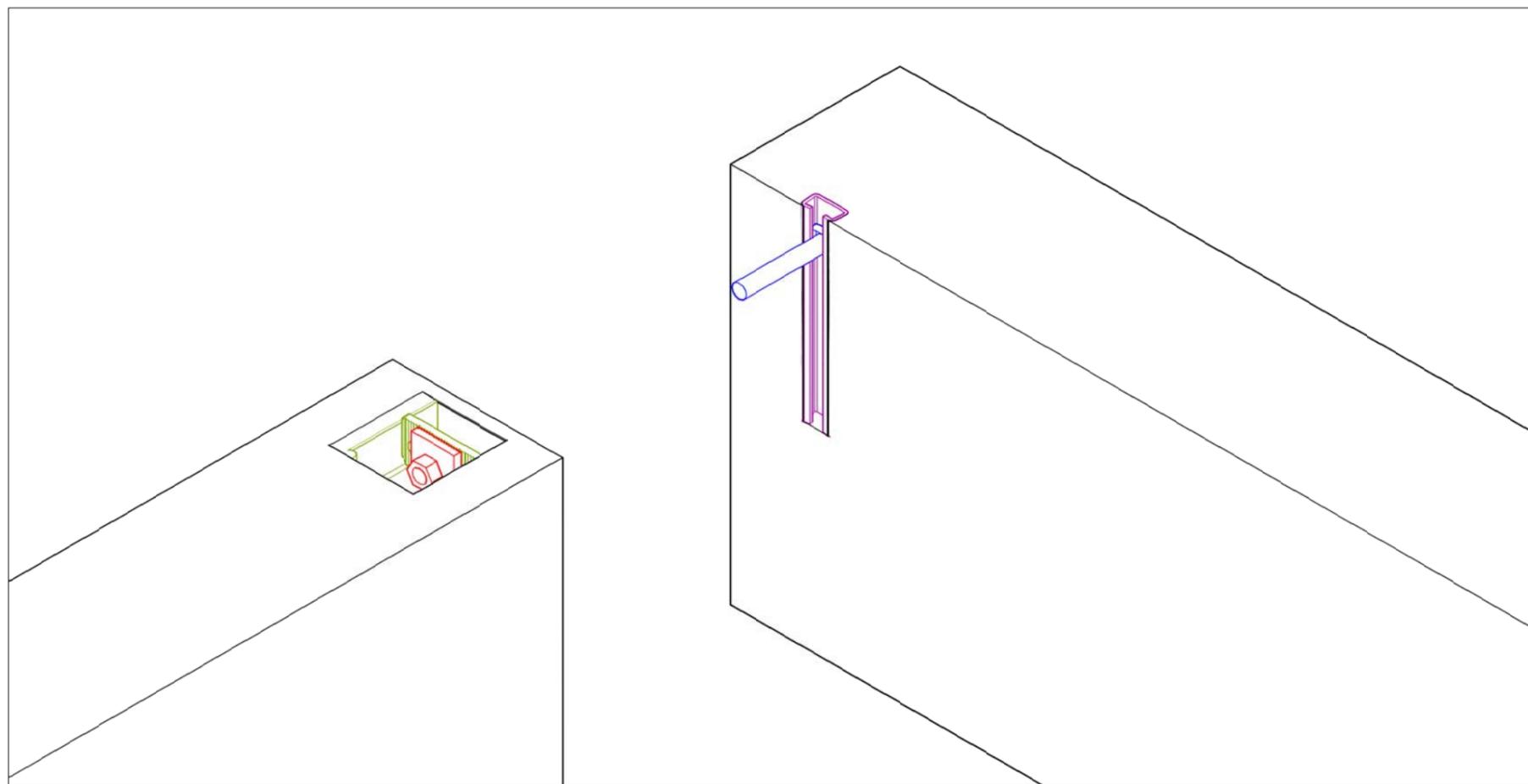


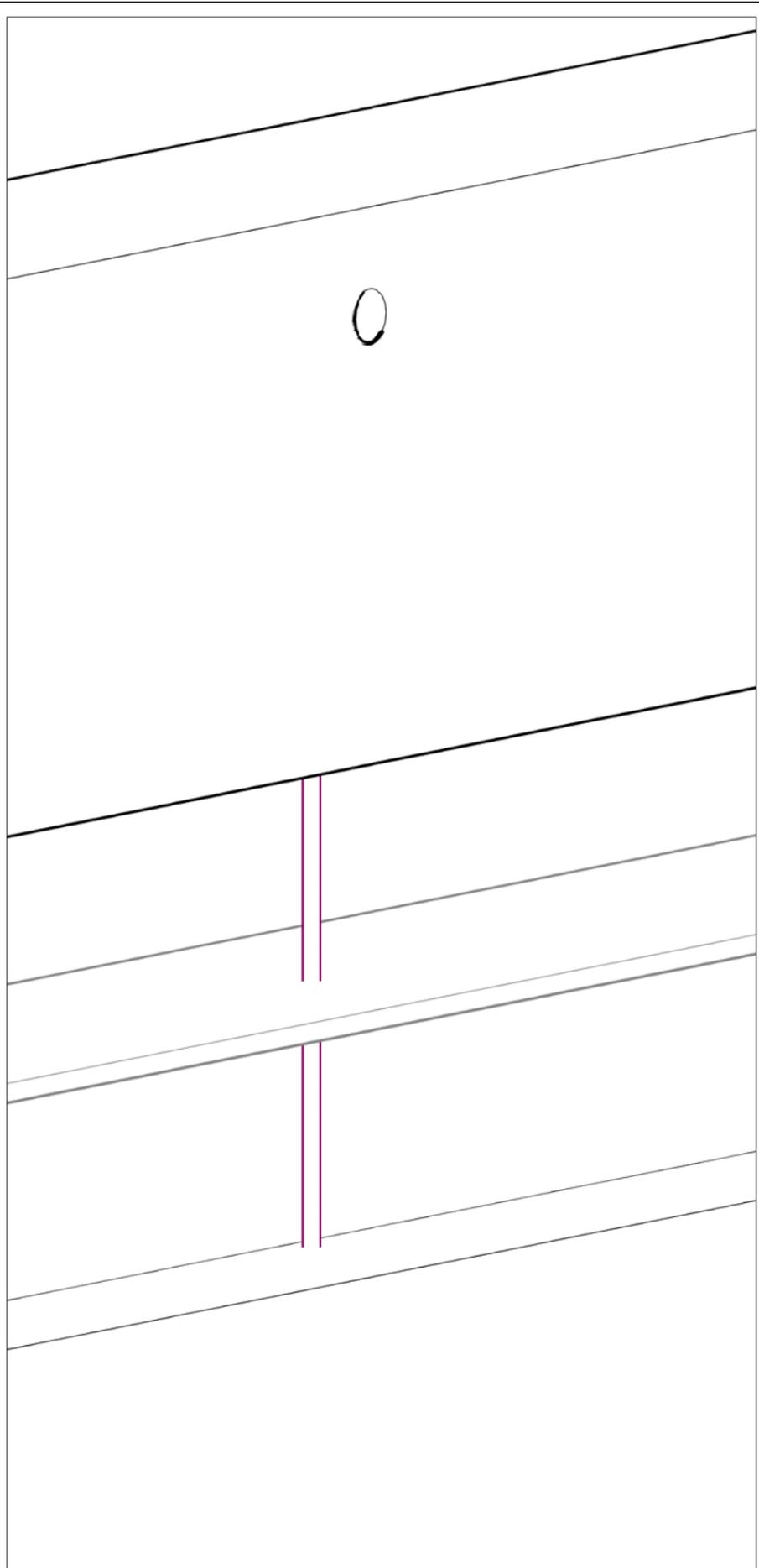
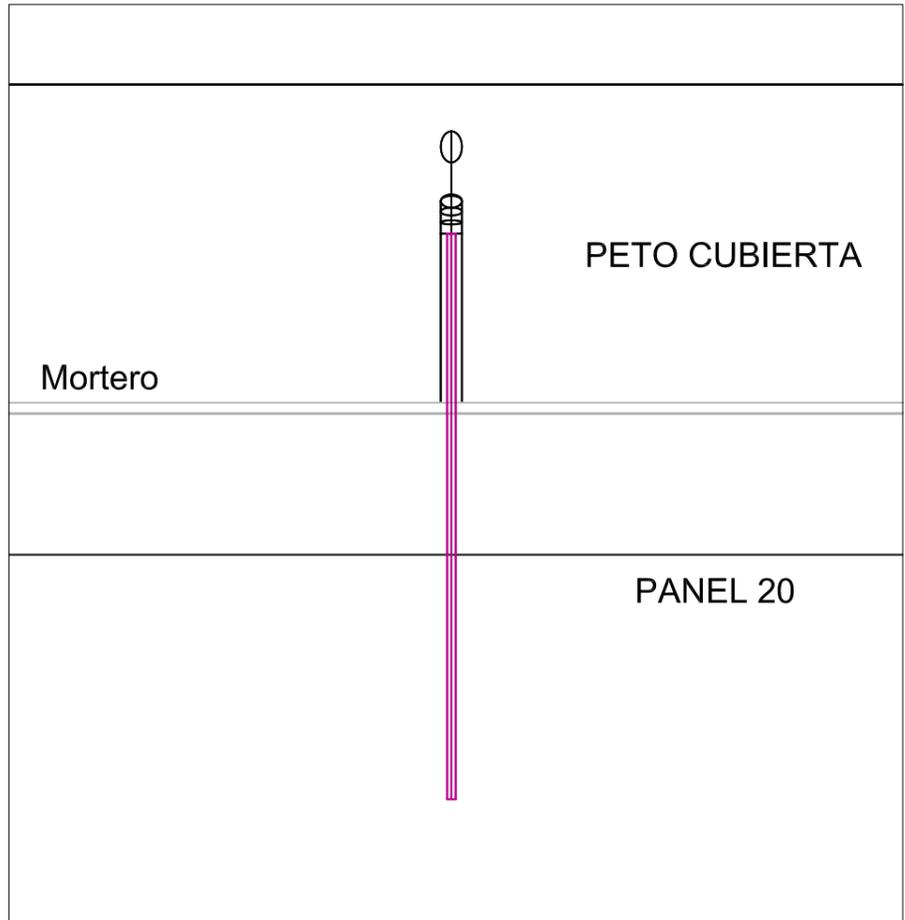
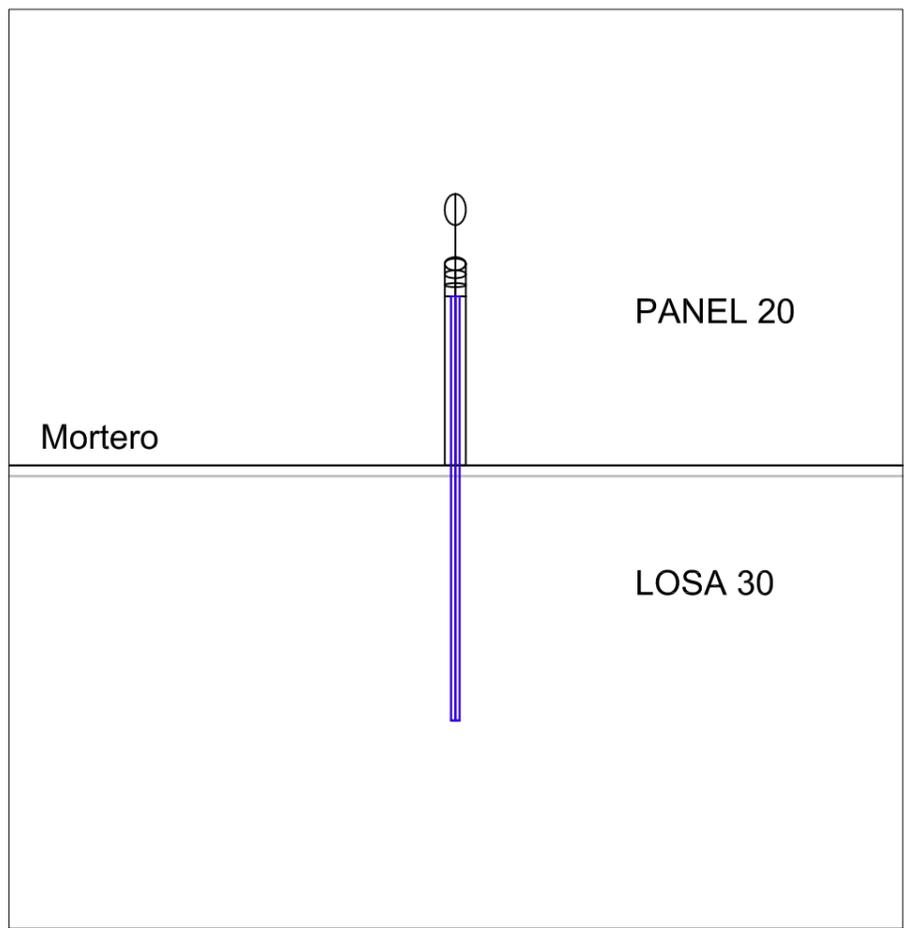
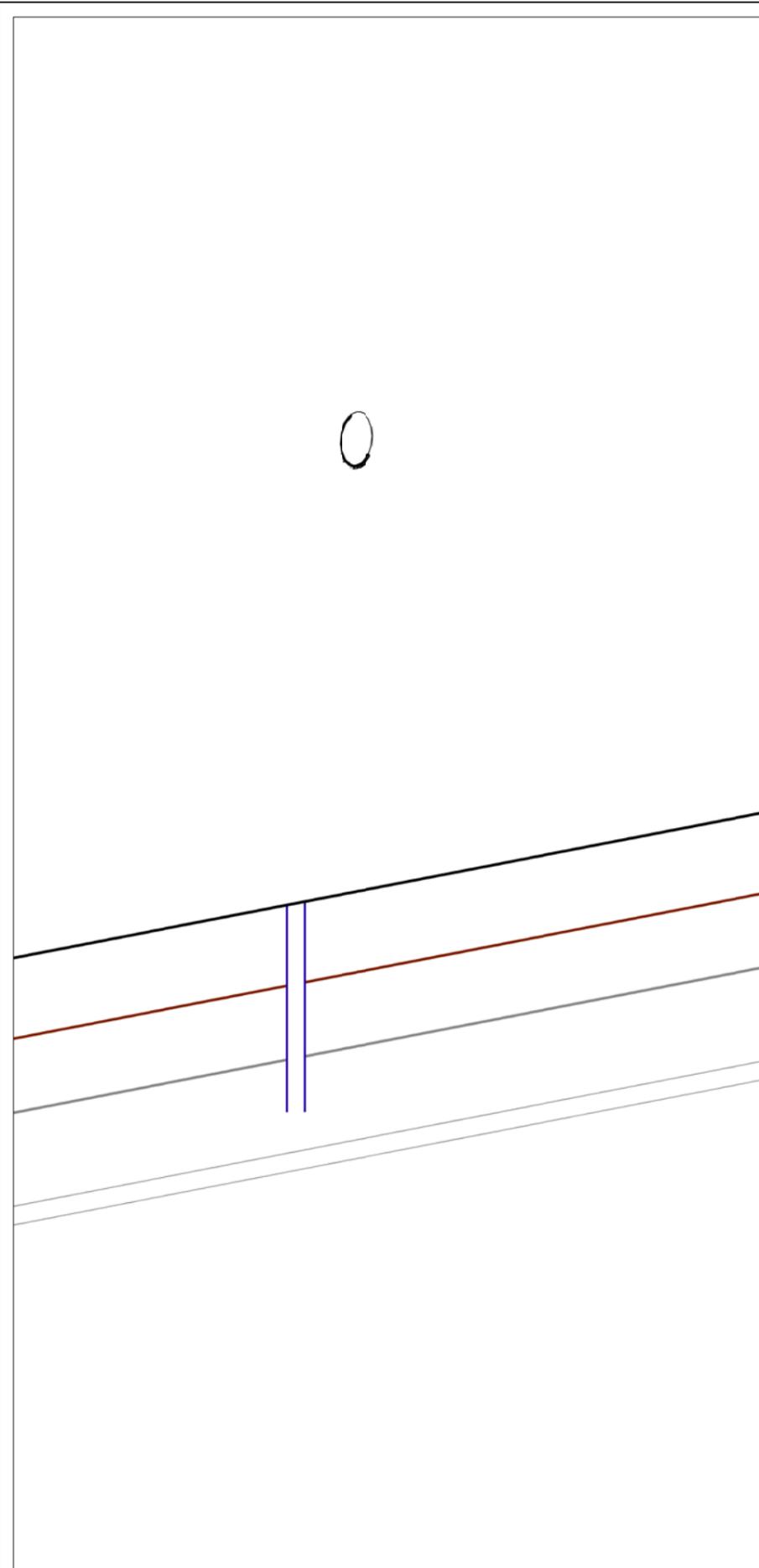
E 1/150

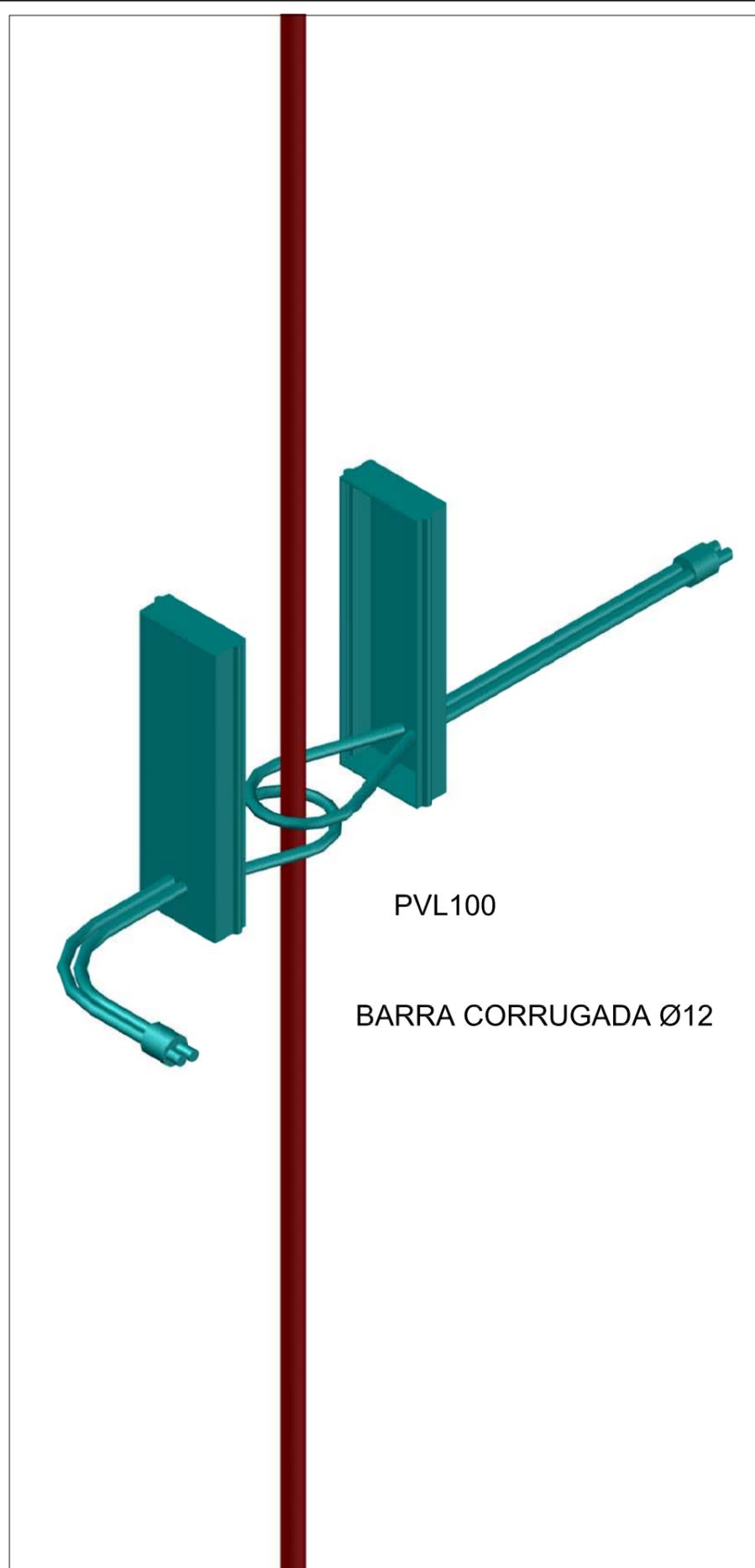
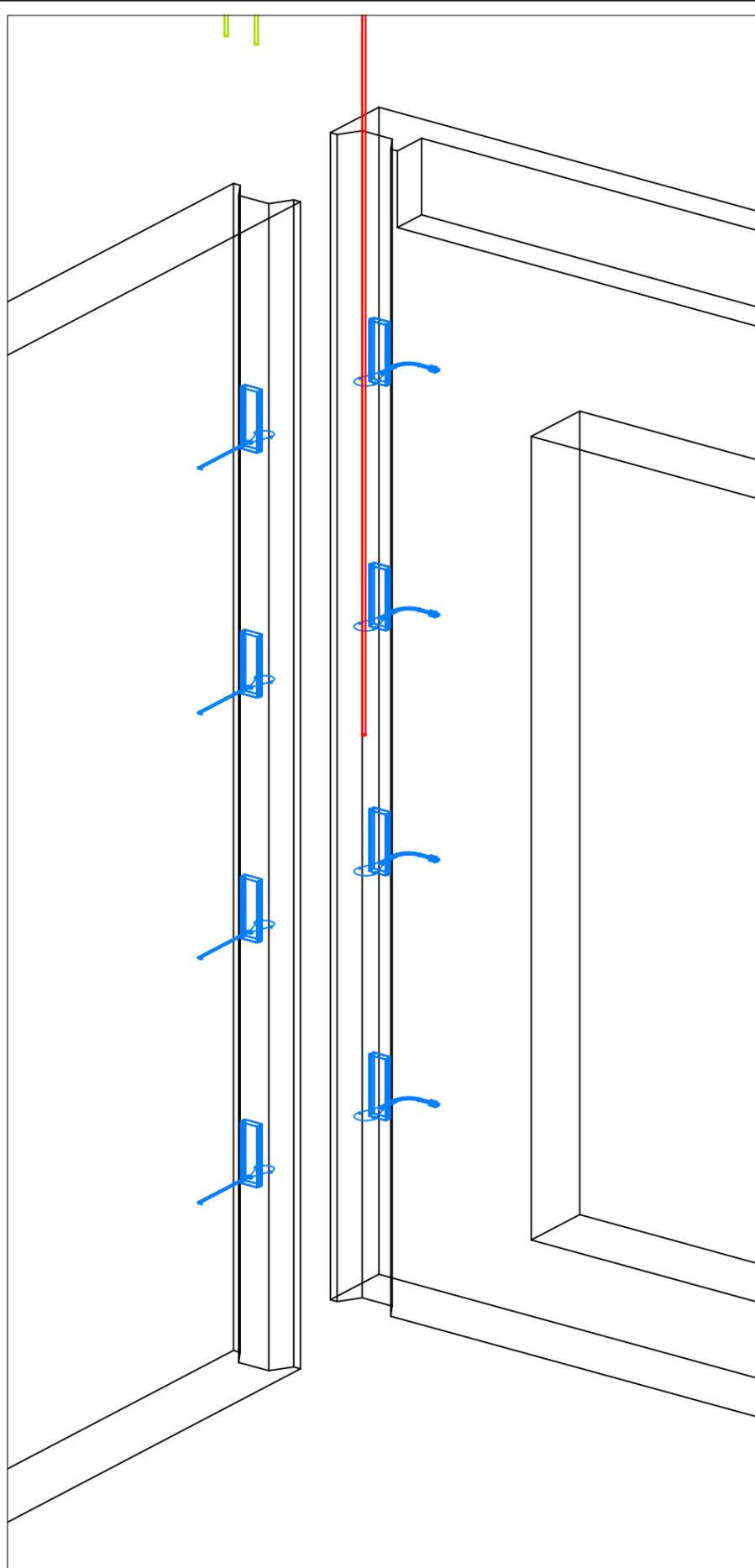
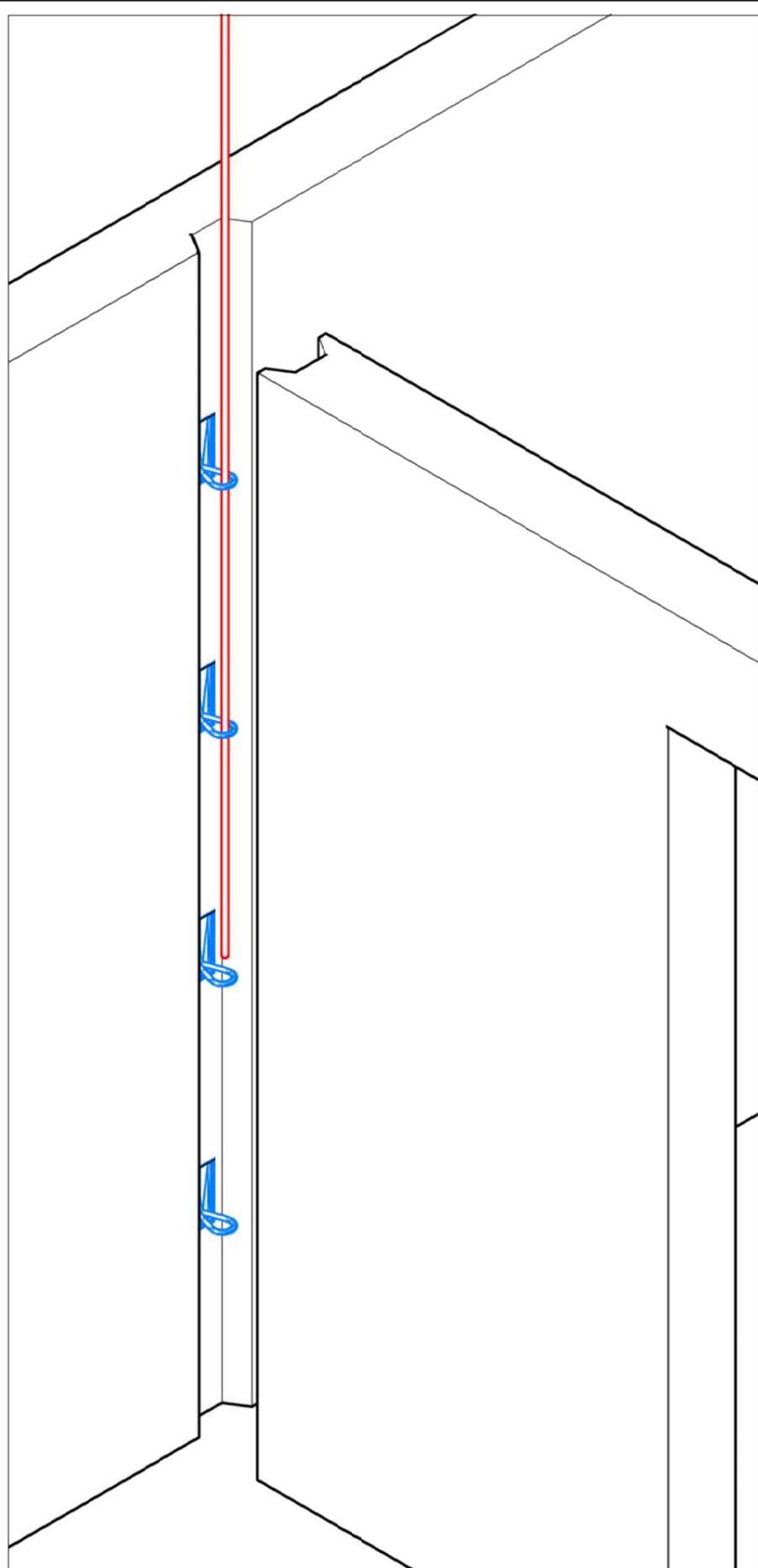
E 1/150

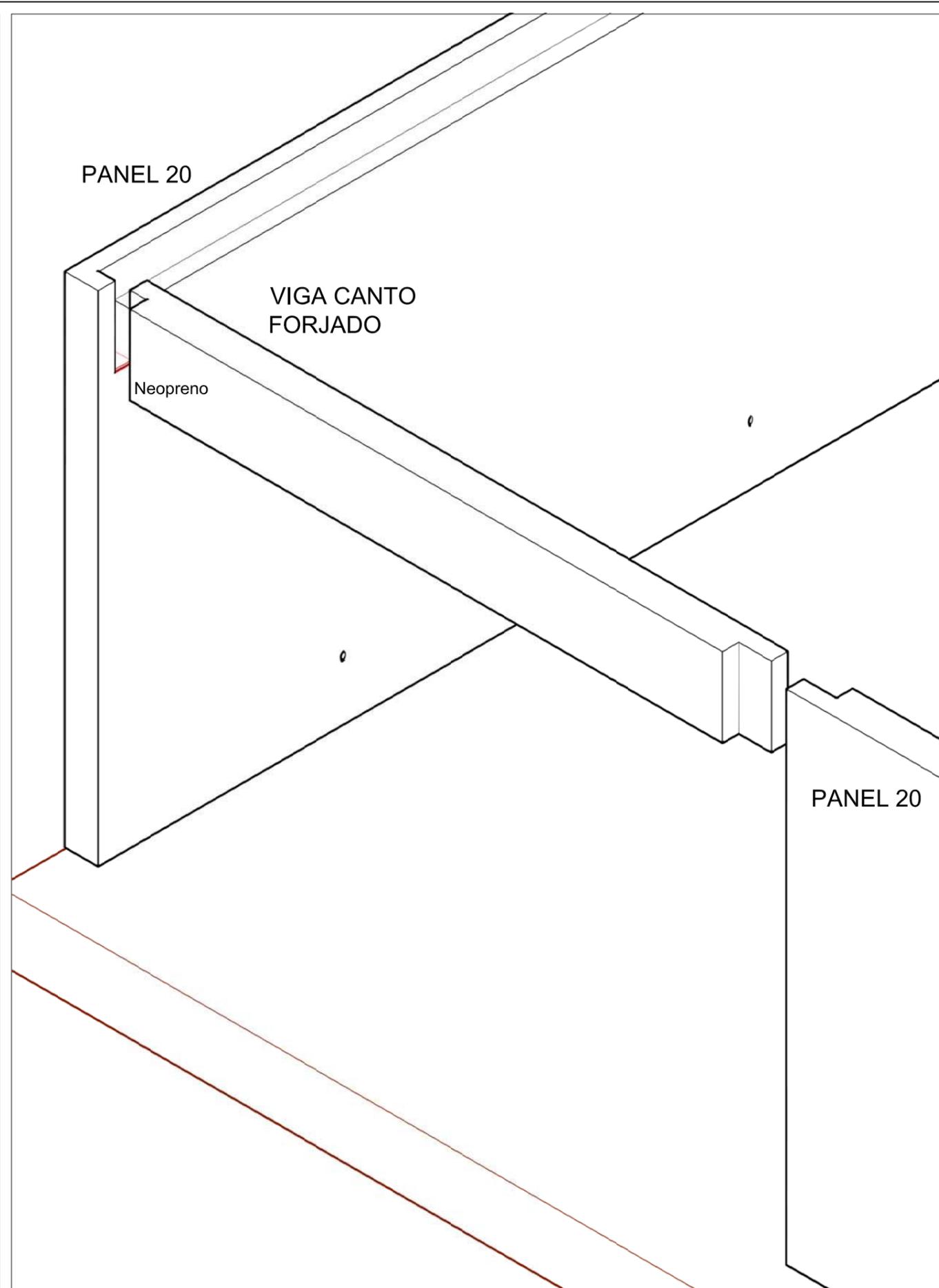
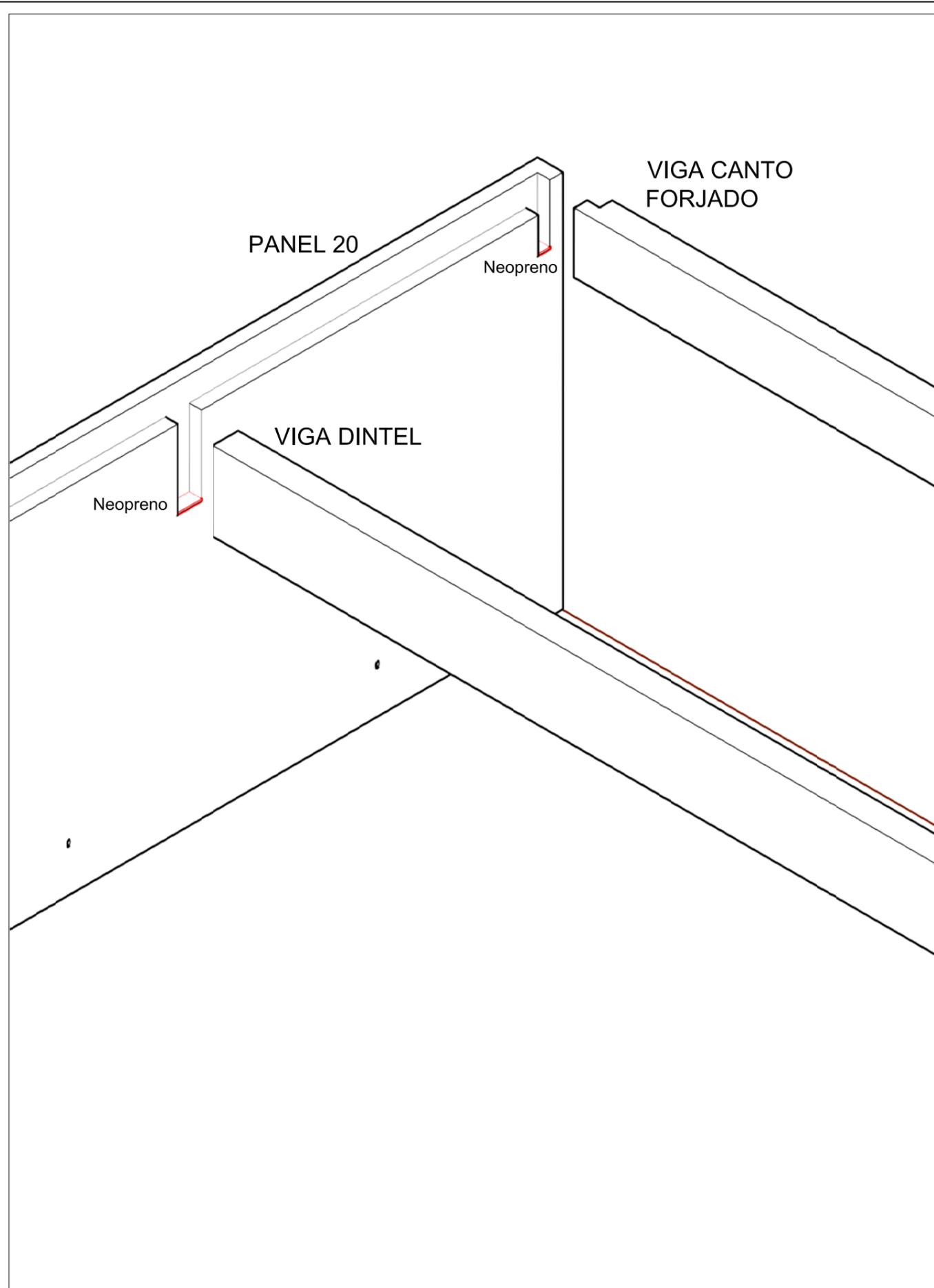


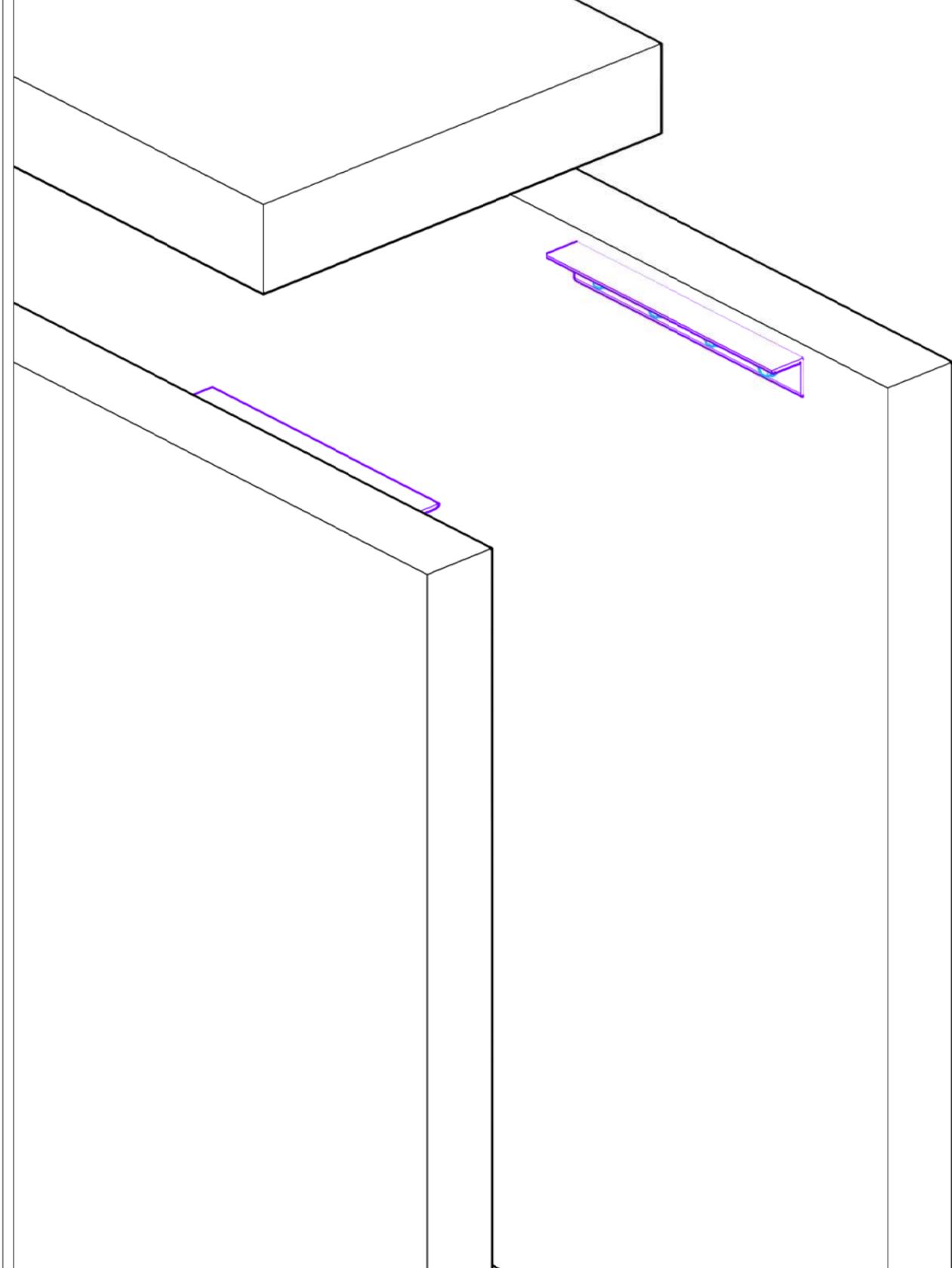
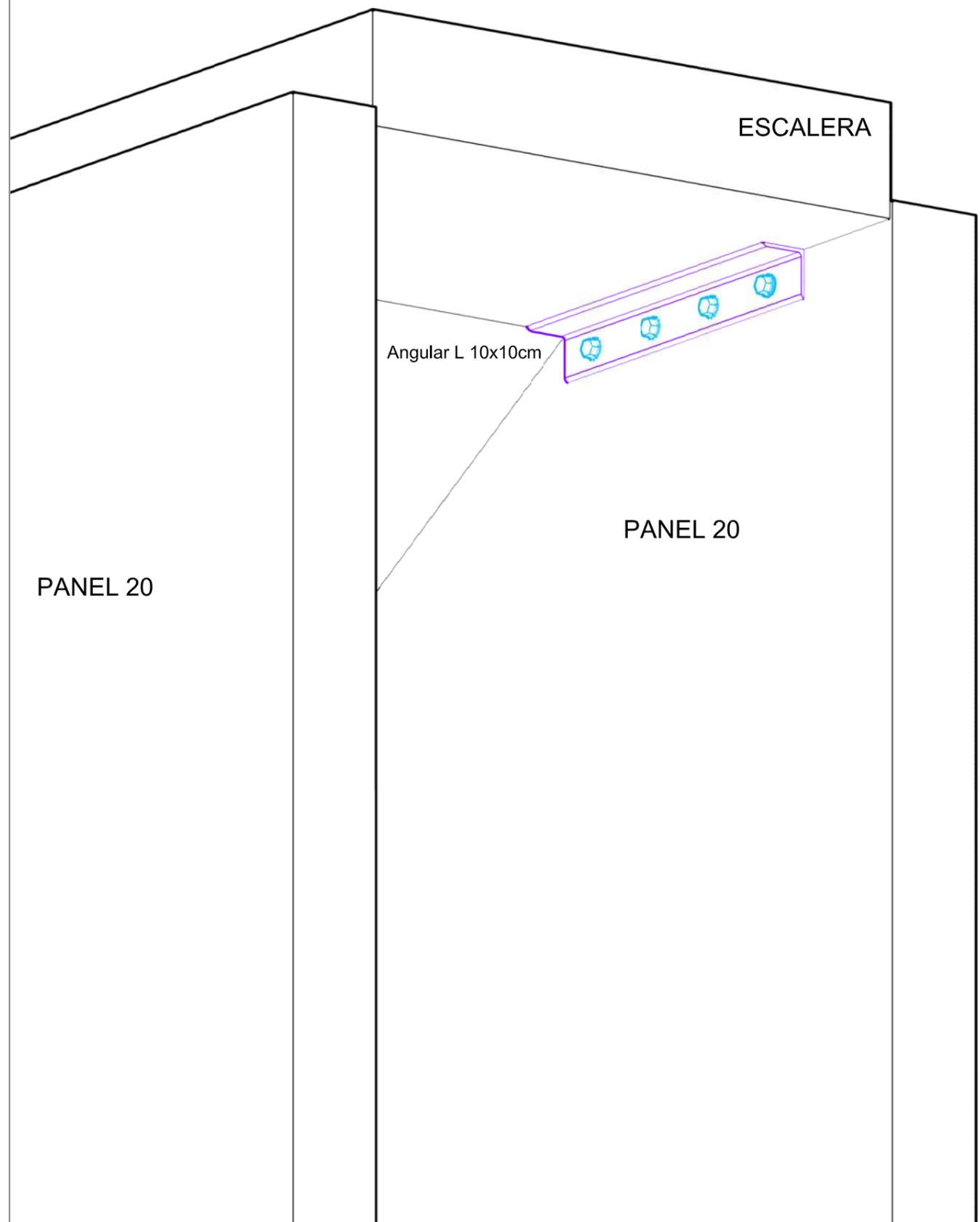


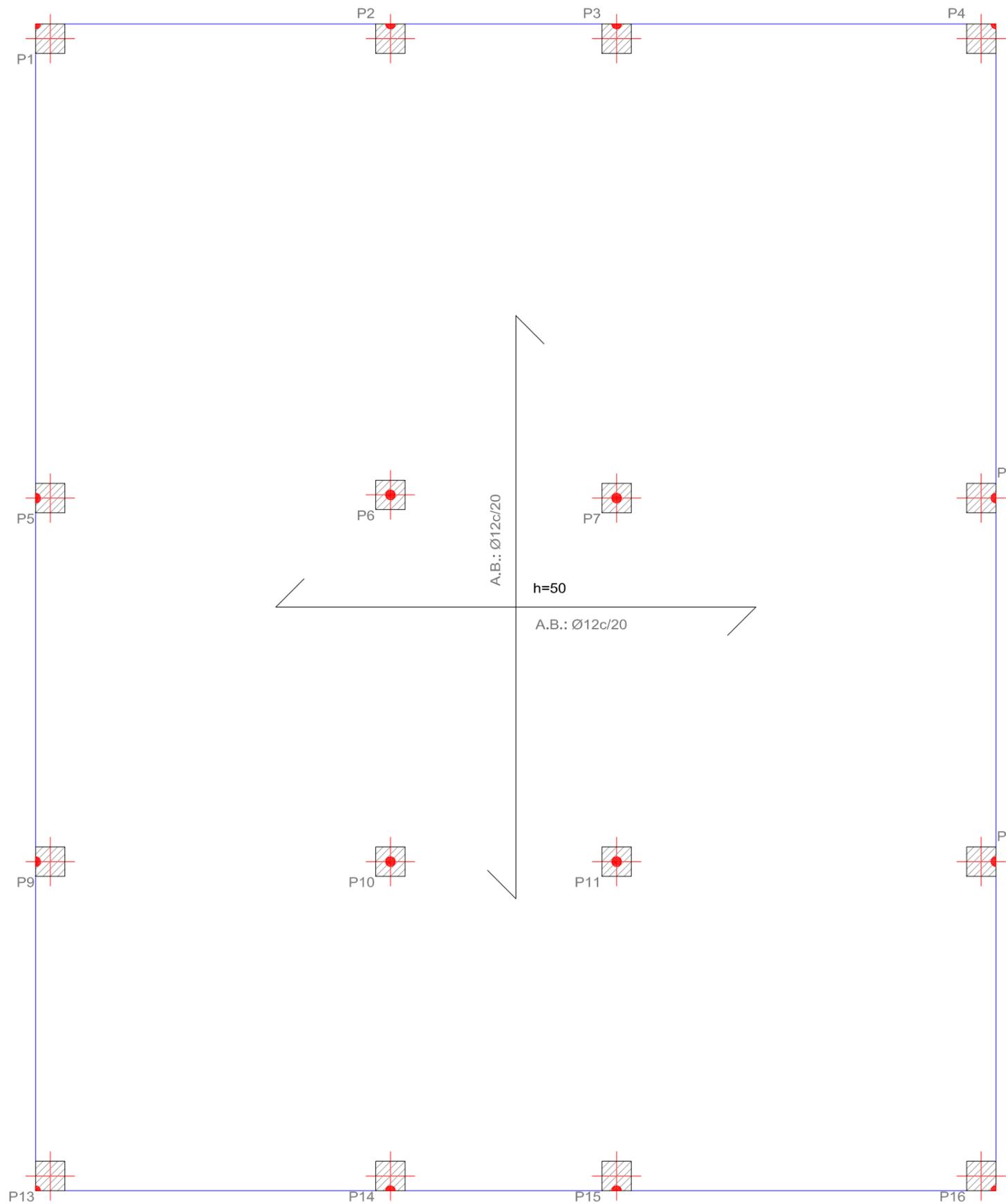




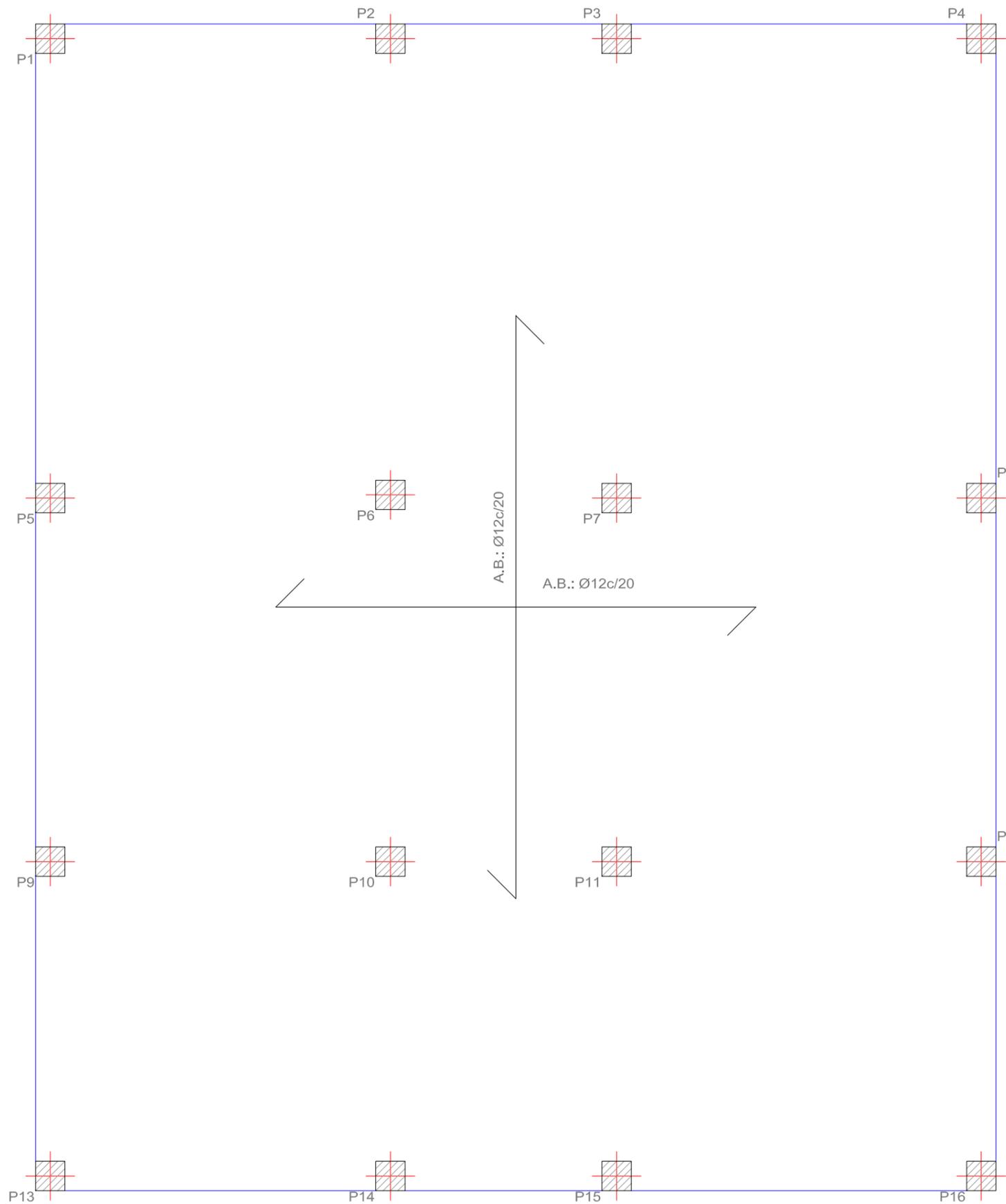




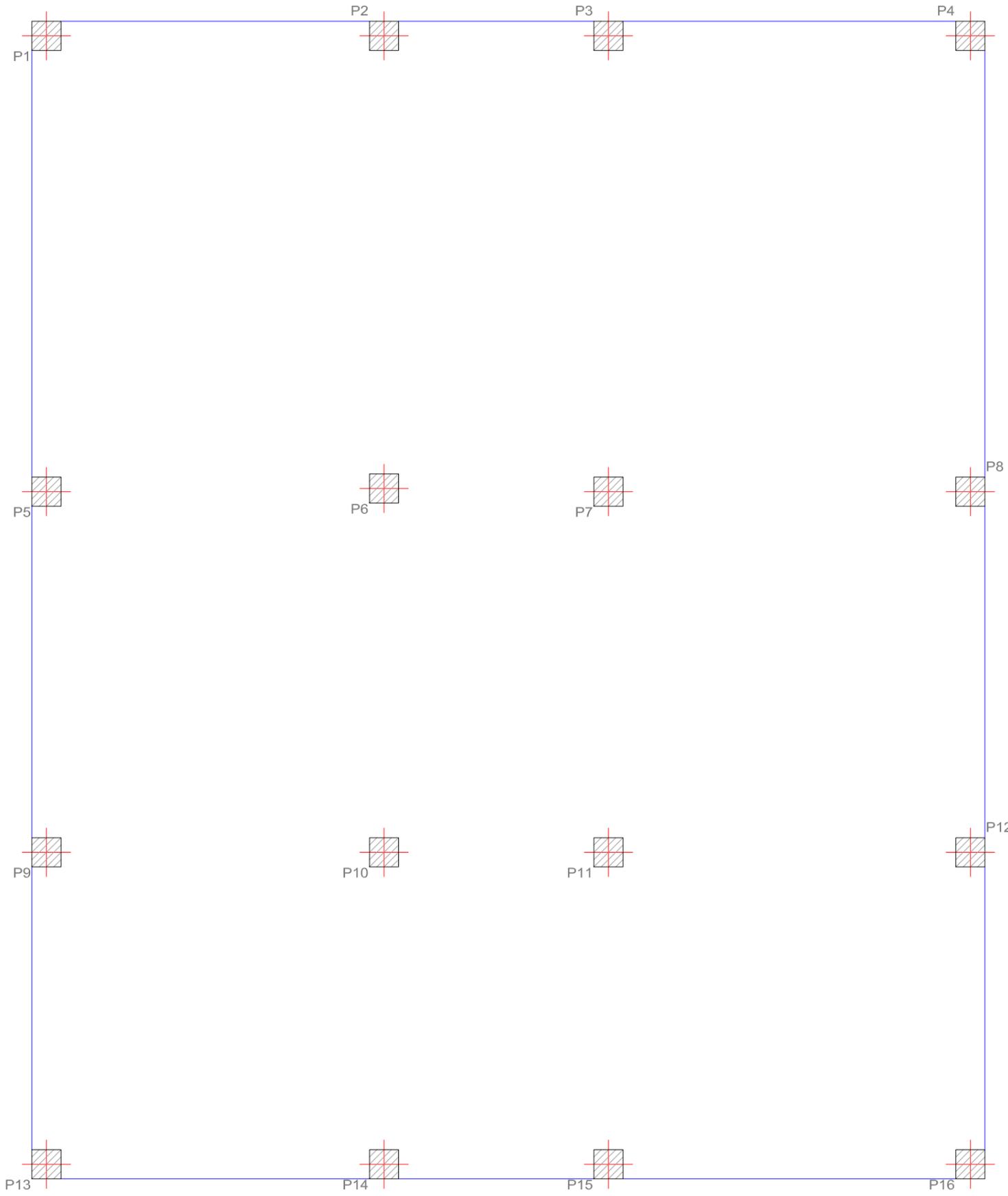




Cimentación  
 Positivos  
 Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$   
 Aceros en cimentación: B 500 S,  $Y_s=1.15$   
 R.I. Refuerzo inferior



**Cimentación**  
 Negativos  
 Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$   
 Aceros en cimentación: B 500 S,  $Y_s=1.15$   
 R.S. Refuerzo superior



P1=P2=P3

P5=P6=P7

P9=P10

P11=P13

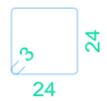
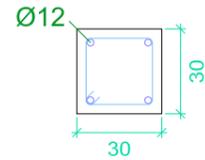
P14=P15

P4=P8=P12

P16

### Cubierta

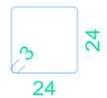
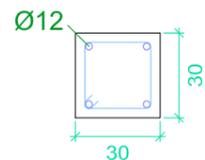
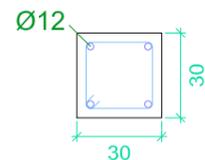
Cuadro de pilares  
 Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$   
 Acero en barras: B 500 S,  $Y_s=1.15$   
 Acero en estribos: B 500 S,  $Y_s=1.15$



1Ø6(102)

Arm. Long.: 4Ø12 (290)		
Estribos: Ø6		
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)
210 a 290	8	10
60 a 210	10	15
0 a 60	10	6

### Primera



1Ø6(102)

Arm. Long.: 4Ø12 (390)		
Estribos: Ø6		
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)
280 a 360	8	10
110 a 280	12	15
50 a 110	10	6
10 a 50	4	10
0 a 10	1	6
Arranque	3	-



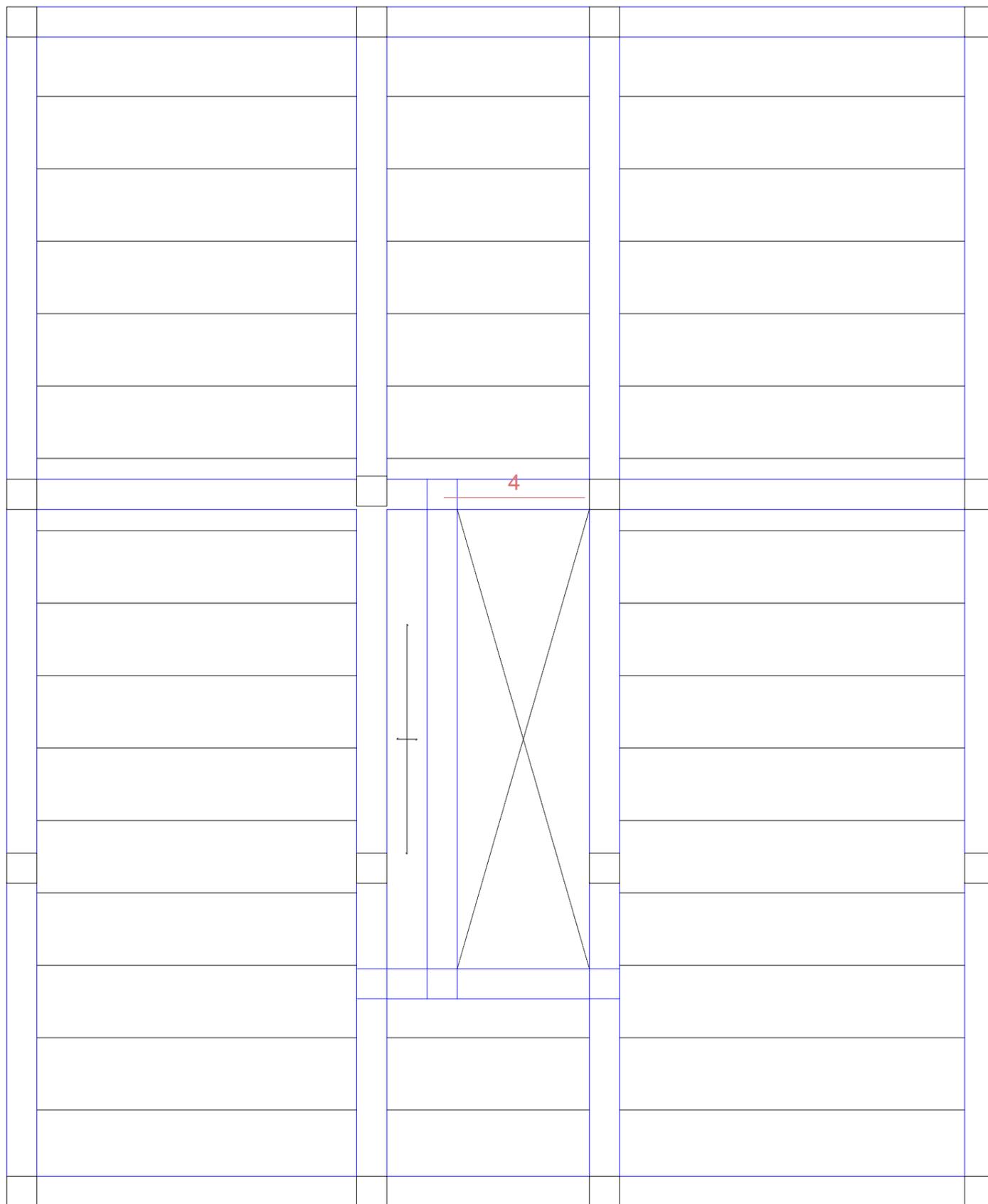
1Ø6(102)

Arm. Long.: 4Ø12 (360)		
Estribos: Ø6		
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)
280 a 360	8	10
110 a 280	12	15
50 a 110	10	6
10 a 50	4	10
0 a 10	1	6
Arranque	3	-

### Planta Baja

Resumen Acero Cuadro de pilares	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 500 S, $Y_s=1.15$ Ø6	950.1	232	655
Ø12	433.3	423	

### Cimentación



Primera

Cargas especiales  
 Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$   
 Aceros en forjados: B 500 S,  $Y_s=1.15$   
 Sobrecarga de uso = 2 kN/m<sup>2</sup>  
 Cargas muertas = 1.1 kN/m<sup>2</sup>

Tabla de características de forjados de viguetas (Grupo 2)

FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN

Canto de bovedilla: 25 cm  
 Espesor capa compresión: 5 cm  
 Intereje: 72 cm  
 Bovedilla: De hormigón  
 Ancho del nervio: 12 cm  
 Volumen de hormigón: 0.088 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>  
 Peso propio: 3.64 kN/m<sup>2</sup>  
 Nota: Consulte los detalles referentes a enlaces con forjados de la estructura principal y de las zonas macizadas.

Grupo: Primera

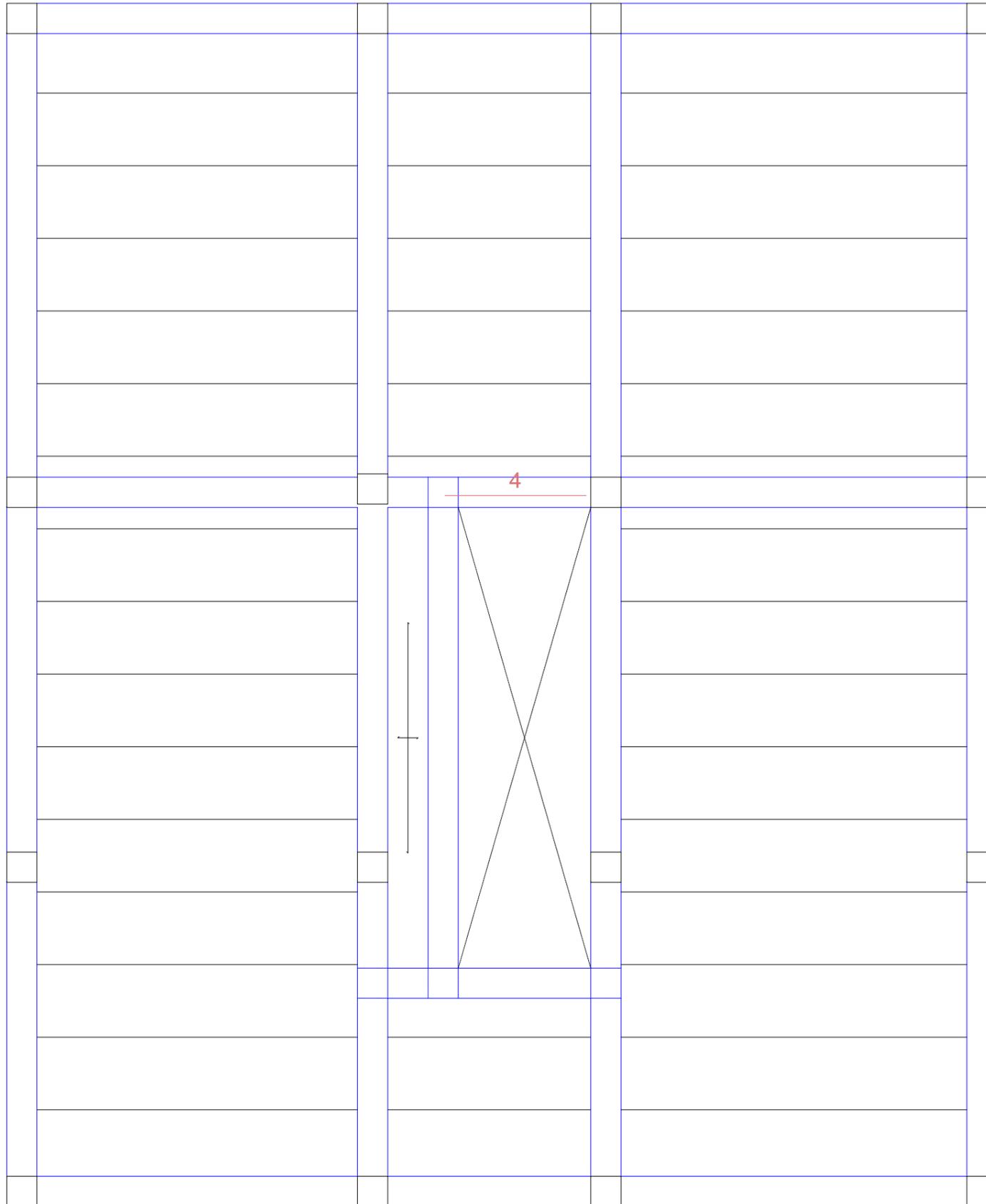
Simbología de cargas:

Carga lineal  (kN/m)

Carga puntual  (kN)

Carga superficial  (kN/m<sup>2</sup>)

### Sobrecarga de uso

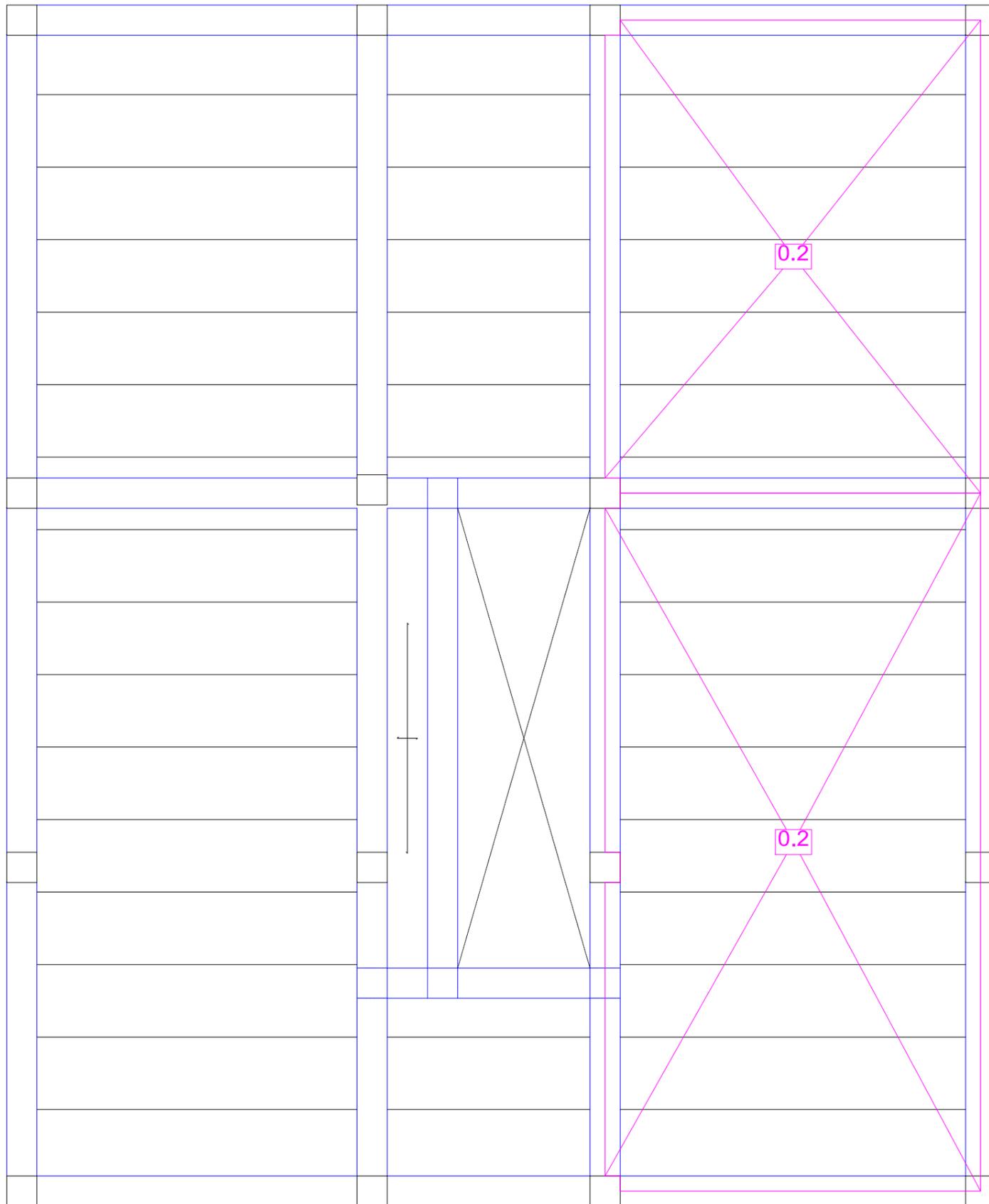


Primera  
 Cargas especiales  
 Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$   
 Aceros en forjados: B 500 S,  $Y_s=1.15$   
 Sobrecarga de uso = 2 kN/m<sup>2</sup>  
 Cargas muertas = 1.1 kN/m<sup>2</sup>

Tabla de características de forjados de viguetas (Grupo 2)  
**FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN**  
 Canto de bovedilla: 25 cm  
 Espesor capa compresión: 5 cm  
 Intereje: 72 cm  
 Bovedilla: De hormigón  
 Ancho del nervio: 12 cm  
 Volumen de hormigón: 0.088 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>  
 Peso propio: 3.64 kN/m<sup>2</sup>  
 Nota: Consulte los detalles referentes a enlaces con forjados de la estructura principal y de las zonas macizadas.

Grupo: Primera  
 Simbología de cargas:  
 Carga lineal  (kN/m)  
 Carga puntual  (kN)  
 Carga superficial  (kN/m<sup>2</sup>)

## Carga permanente



**Primera**

Cargas especiales  
 Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$   
 Aceros en forjados: B 500 S,  $Y_s=1.15$   
 Sobrecarga de uso = 2 kN/m<sup>2</sup>  
 Cargas muertas = 1.1 kN/m<sup>2</sup>

**Tabla de características de forjados de viguetas (Grupo 2)**

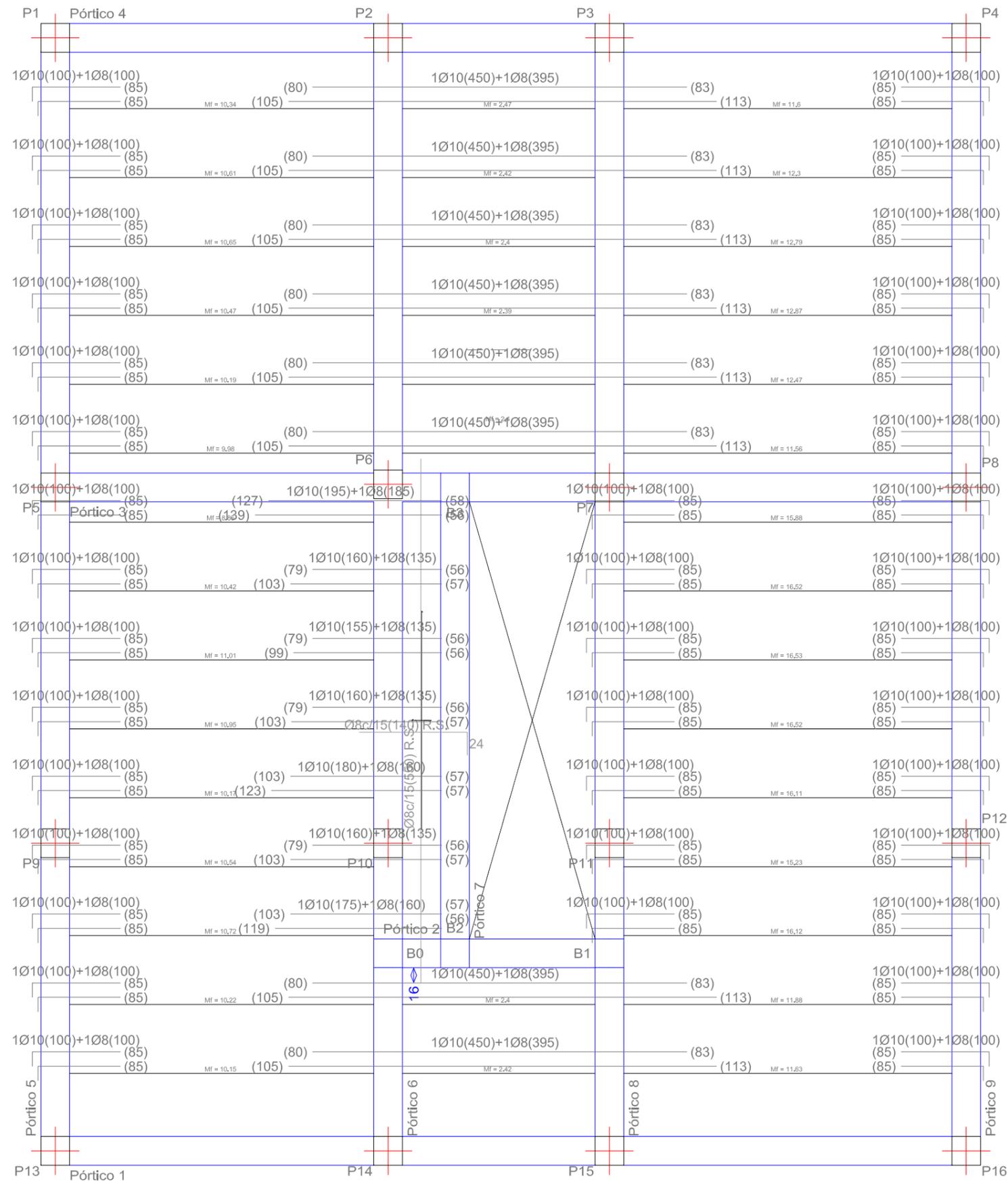
FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN  
 Canto de bovedilla: 25 cm  
 Espesor capa compresión: 5 cm  
 Intereje: 72 cm  
 Bovedilla: De hormigón  
 Ancho del nervio: 12 cm  
 Volumen de hormigón: 0.088 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>  
 Peso propio: 3.64 kN/m<sup>2</sup>  
 Nota: Consulte los detalles referentes a enlaces con forjados de la estructura principal y de las zonas macizadas.

**Grupo: Primera**

**Simbología de cargas:**

Carga lineal  (kN/m)  
 Carga puntual  (kN)  
 Carga superficial  (kN/m<sup>2</sup>)

N 1



Primera

Negativos

Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$

Aceros en forjados: B 500 S,  $Y_s=1.15$

R.S. Refuerzo superior

Mf: Momento flector de cálculo por metro de ancho (kN x m/m)

Tabla de características de forjados de viguetas (Grupo 2)

FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN

Canto de bovedilla: 25 cm

Espesor capa compresión: 5 cm

Intereje: 72 cm

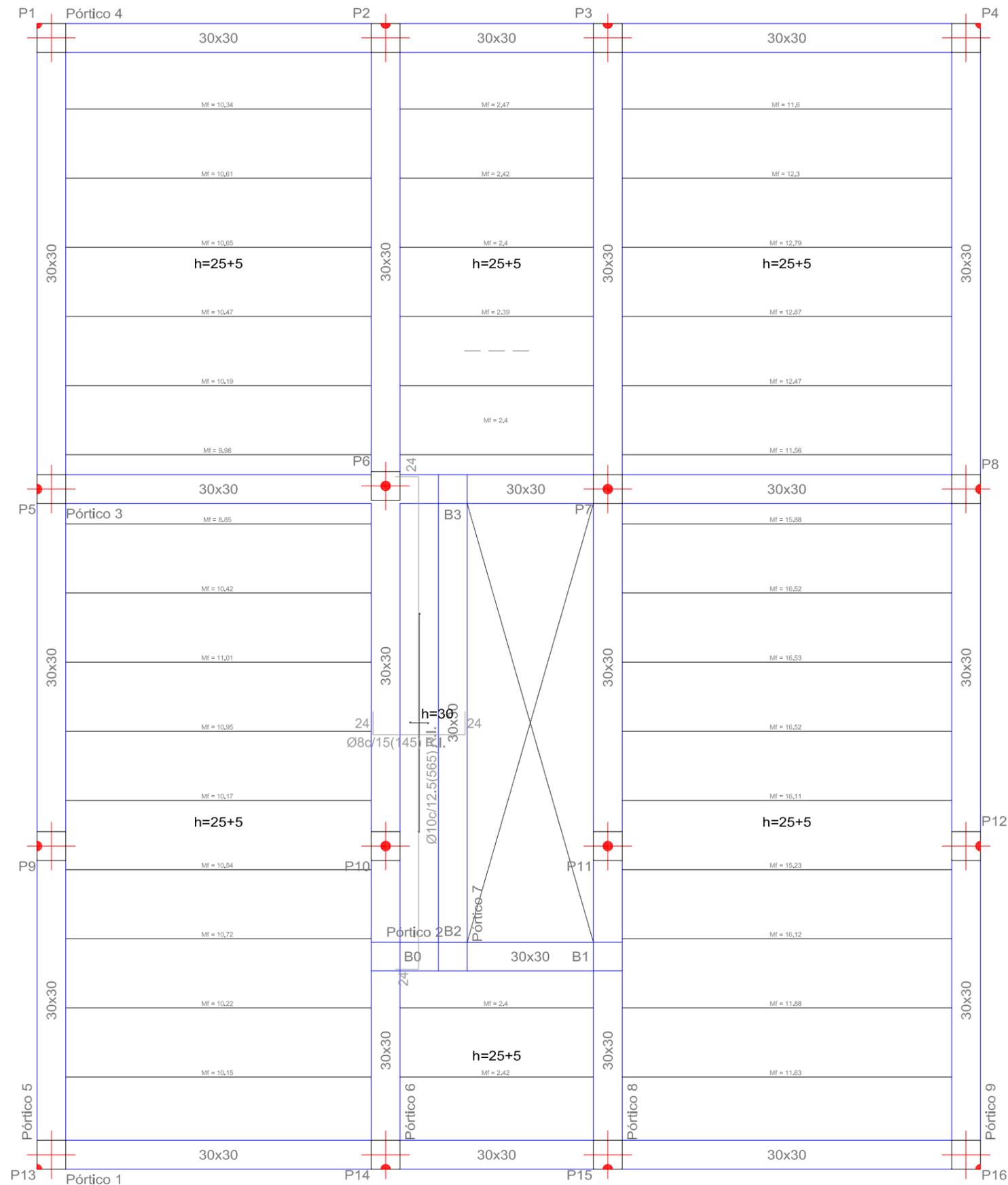
Bovedilla: De hormigón

Ancho del nervio: 12 cm

Volumen de hormigón: 0.088 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

Peso propio: 3.64 kN/m<sup>2</sup>

Nota: Consulte los detalles referentes a enlaces con forjados de la estructura principal y de las zonas macizadas.



Primera

Positivos

Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$

Aceros en forjados: B 500 S,  $Y_s=1.15$

R.I. Refuerzo inferior

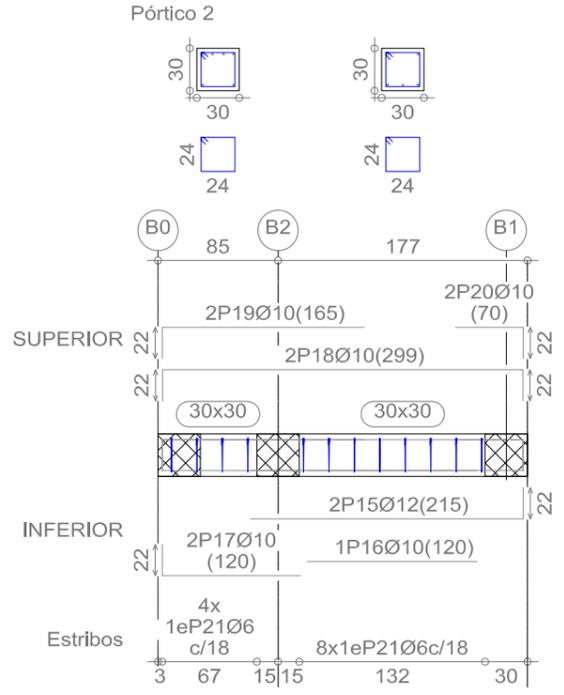
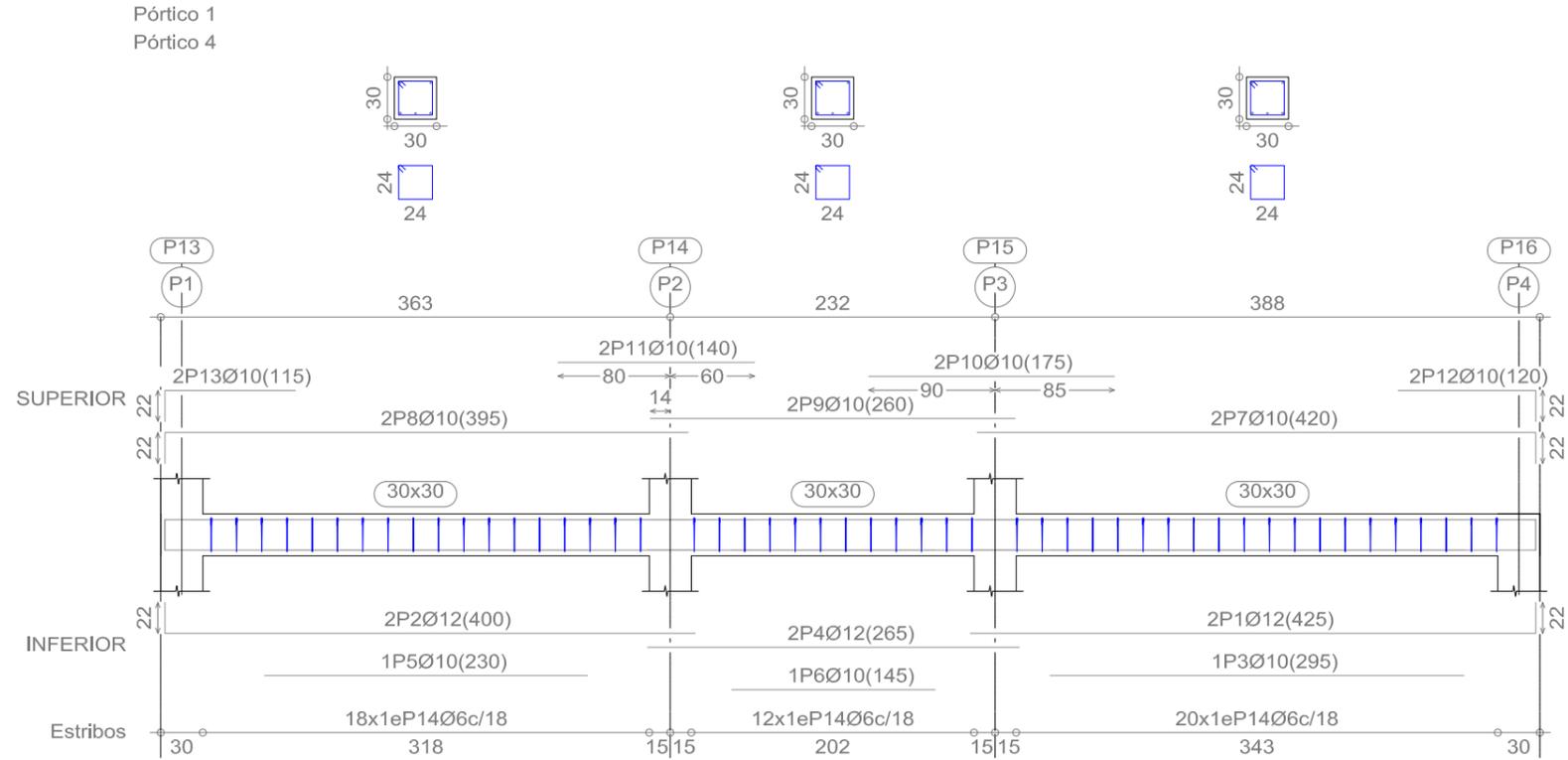
Mf: Momento flector de cálculo por metro de ancho (kN x m/m)

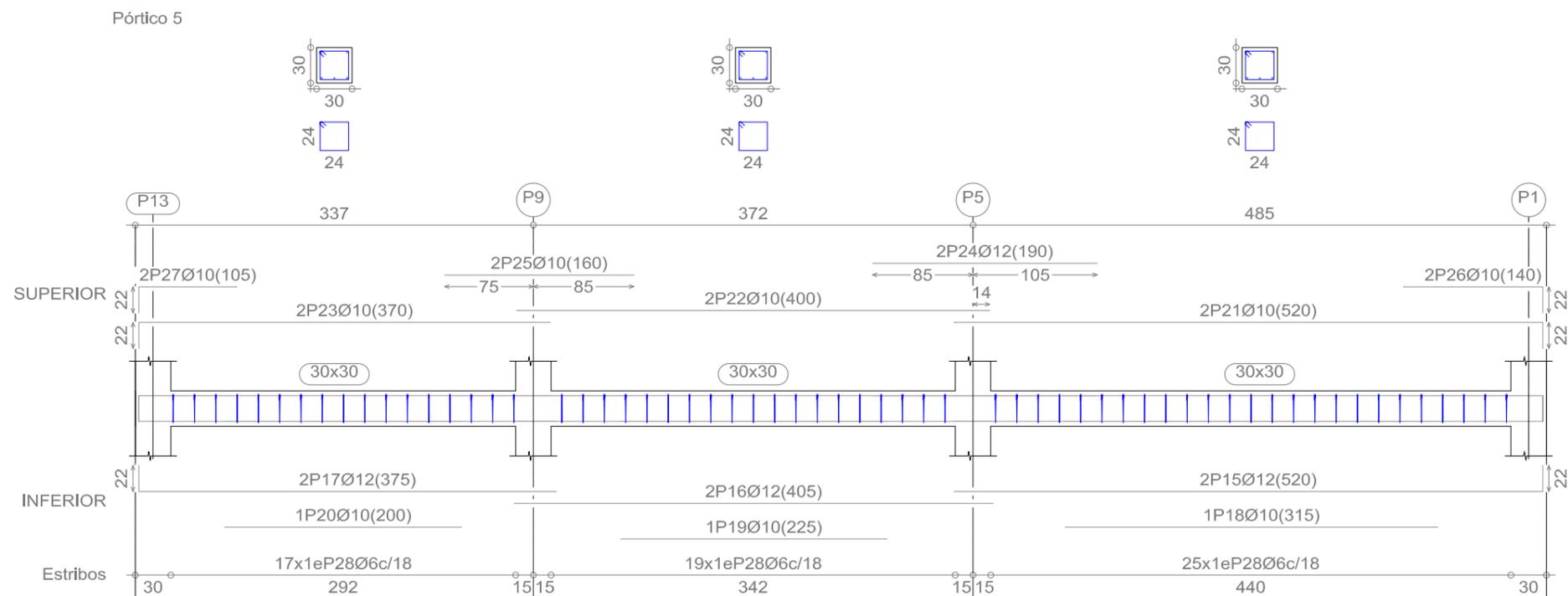
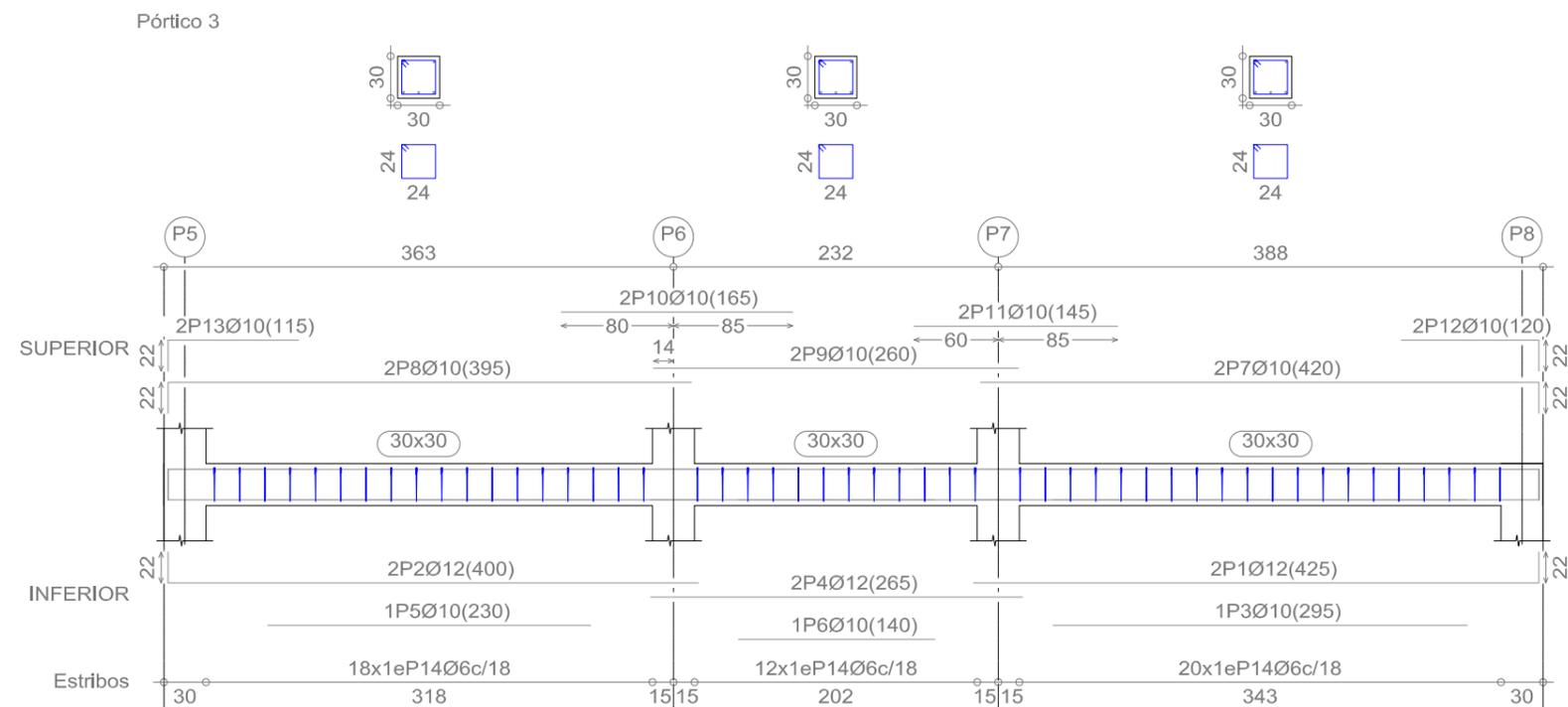
Tabla de características de forjados de viguetas (Grupo 2)
FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN
Canto de bovedilla: 25 cm
Espesor capa compresión: 5 cm
Intereje: 72 cm
Bovedilla: De hormigón
Ancho del nervio: 12 cm
Volumen de hormigón: 0.088 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Peso propio: 3.64 kN/m <sup>2</sup>
Nota: Consulte los detalles referentes a enlaces con forjados de la estructura principal y de las zonas macizadas.

Primera  
 Despiece de vigas  
 Hormigón: HA-25, Yc=1,5  
 Acero: B 500 S, Ys=1.15

Resumen Acero Primera Vigas	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 500 S, Ys=1.15 Ø6	474.1	116	546
Ø10	317.4	215	
Ø12	213.4	208	
Ø16	3.9	7	

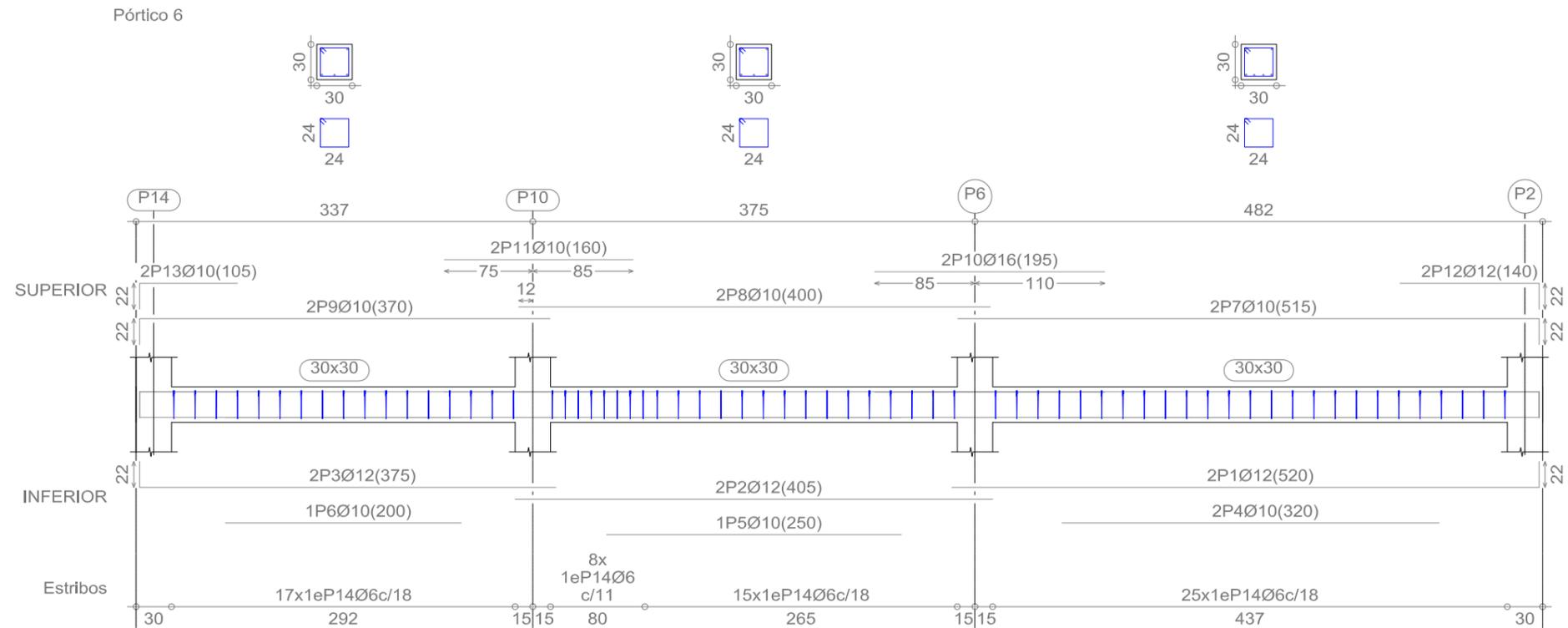
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
Pórtico 1=Pórtico 4	1	Ø12	2	425	850	7.5
	2	Ø12	2	400	800	7.1
	3	Ø10	1	295	295	1.8
	4	Ø12	2	265	530	4.7
	5	Ø10	1	230	230	1.4
	6	Ø10	1	145	145	0.9
	7	Ø10	2	420	840	5.2
	8	Ø10	2	395	790	4.9
	9	Ø10	2	260	520	3.2
	10	Ø10	2	175	350	2.2
	11	Ø10	2	140	280	1.7
	12	Ø10	2	120	240	1.5
	13	Ø10	2	115	230	1.4
	14	Ø6	50	108	5400	12.0
Total+10%: (x2):						61.1
122.2						
Pórtico 2	15	Ø12	2	215	430	3.8
	16	Ø10	1	120	120	0.7
	17	Ø10	2	120	240	1.5
	18	Ø10	2	299	598	3.7
	19	Ø10	2	165	330	2.0
	20	Ø10	2	70	140	0.9
	21	Ø6	12	108	1296	2.9
	Total+10%:					
Ø6:						29.6
Ø10:						63.1
Ø12:						46.6
Total:						139.3



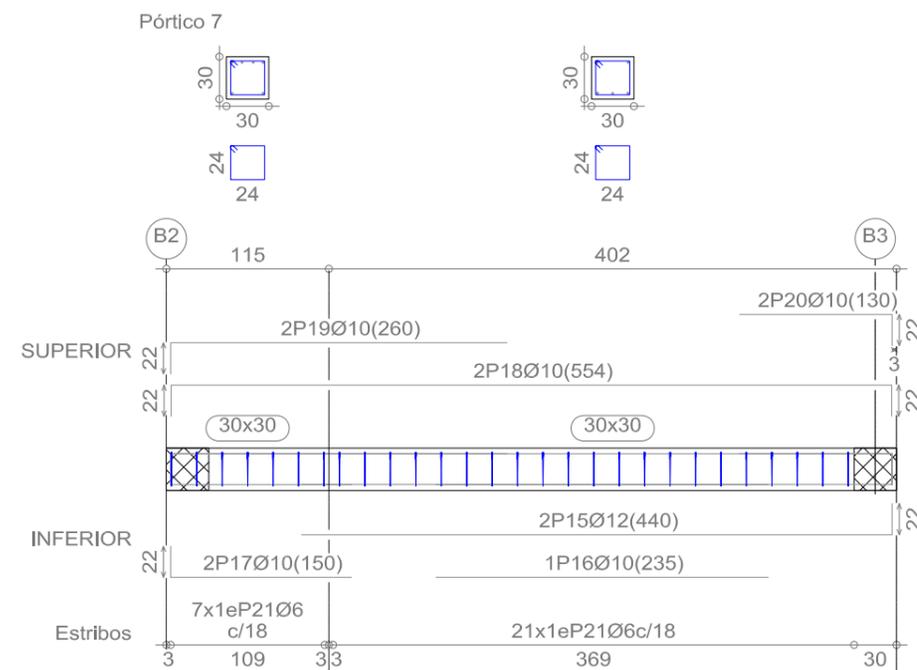


Primera  
 Despiece de vigas  
 Hormigón: HA-25, Yc=1.5  
 Acero: B 500 S, Ys=1.15

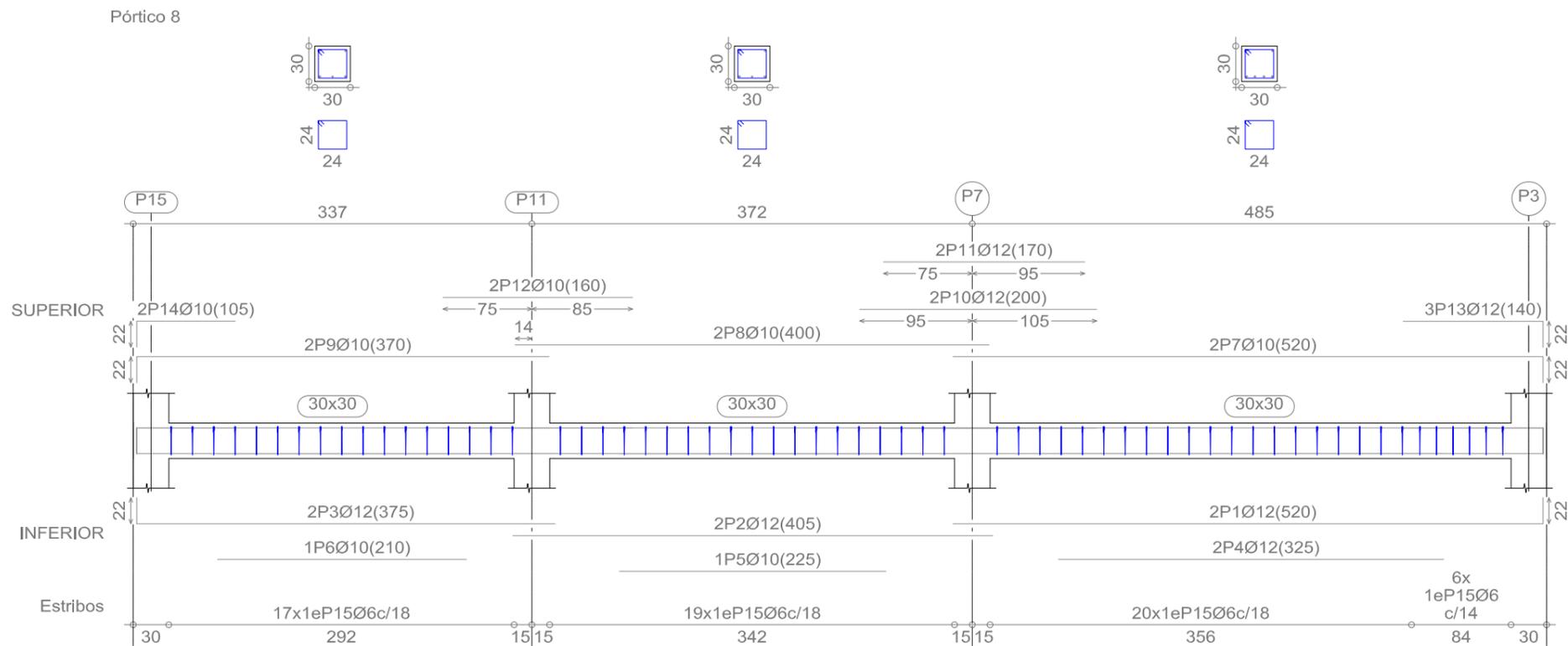
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
Pórtico 3	1	Ø12	2	425	850	7.5
	2	Ø12	2	400	800	7.1
	3	Ø10	1	295	295	1.8
	4	Ø12	2	265	530	4.7
	5	Ø10	1	230	230	1.4
	6	Ø10	1	140	140	0.9
	7	Ø10	2	420	840	5.2
	8	Ø10	2	395	790	4.9
	9	Ø10	2	260	520	3.2
	10	Ø10	2	165	330	2.0
	11	Ø10	2	145	290	1.8
	12	Ø10	2	120	240	1.5
	13	Ø10	2	115	230	1.4
	14	Ø6	50	108	5400	12.0
Total+10%:					60.9	
Pórtico 5	15	Ø12	2	520	1040	9.2
	16	Ø12	2	405	810	7.2
	17	Ø12	2	375	750	6.7
	18	Ø10	1	315	315	1.9
	19	Ø10	1	225	225	1.4
	20	Ø10	1	200	200	1.2
	21	Ø10	2	520	1040	6.4
	22	Ø10	2	400	800	4.9
	23	Ø10	2	370	740	4.6
	24	Ø12	2	190	380	3.4
	25	Ø10	2	160	320	2.0
	26	Ø10	2	140	280	1.7
	27	Ø10	2	105	210	1.3
	28	Ø6	61	108	6588	14.6
Total+10%:					73.2	
					Ø6:	29.3
					Ø10:	54.4
					Ø12:	50.4
					Total:	134.1



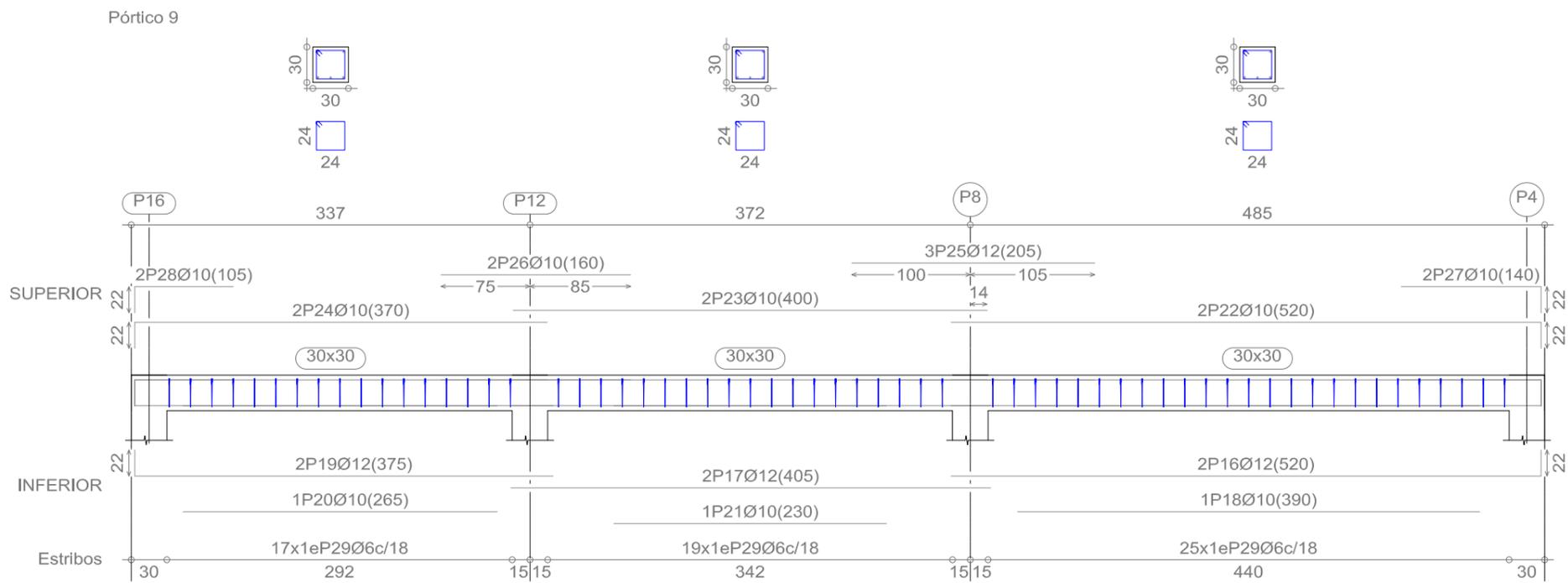
Primera  
 Despiece de vigas  
 Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$   
 Acero: B 500 S,  $Y_s=1.15$



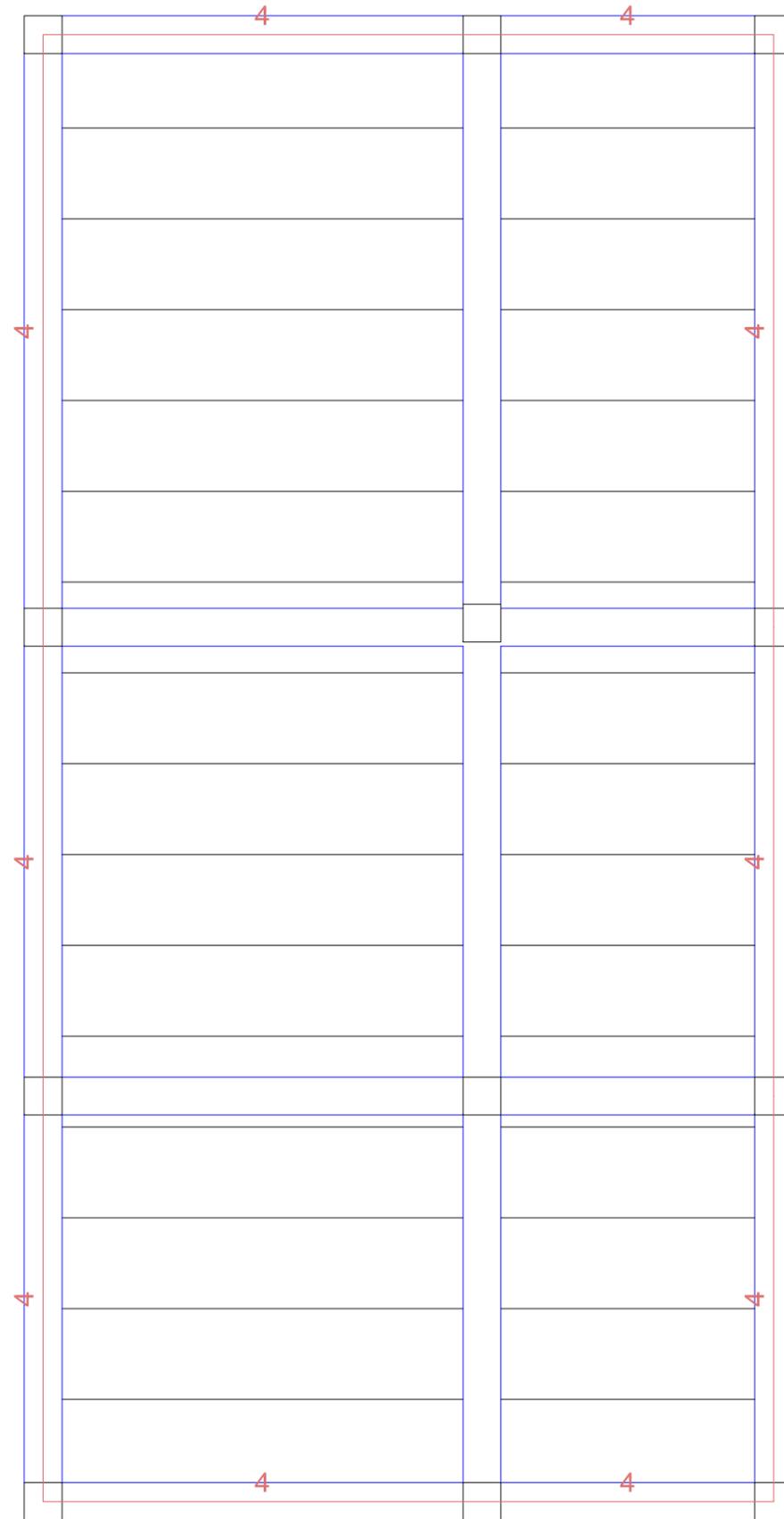
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, $Y_s=1.15$ (kg)
Pórtico 6	1	Ø12	2	520	1040	9.2
	2	Ø12	2	405	810	7.2
	3	Ø12	2	375	750	6.7
	4	Ø10	2	320	640	3.9
	5	Ø10	1	250	250	1.5
	6	Ø10	1	200	200	1.2
	7	Ø10	2	515	1030	6.4
	8	Ø10	2	400	800	4.9
	9	Ø10	2	370	740	4.6
	10	Ø16	2	195	390	6.2
	11	Ø10	2	160	320	2.0
	12	Ø12	2	140	280	2.5
	13	Ø10	2	105	210	1.3
	14	Ø6	65	108	7020	15.6
Total+10%:						80.5
Pórtico 7	15	Ø12	2	440	880	7.8
	16	Ø10	1	235	235	1.4
	17	Ø10	2	150	300	1.8
	18	Ø10	2	554	1108	6.8
	19	Ø10	2	260	520	3.2
	20	Ø10	2	130	260	1.6
	21	Ø6	28	108	3024	6.7
Total+10%:						32.2
					Ø6:	24.4
					Ø10:	44.6
					Ø12:	36.8
					Ø16:	6.9
					Total:	112.7



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
Pórtico 8	1	Ø12	2	520	1040	9.2
	2	Ø12	2	405	810	7.2
	3	Ø12	2	375	750	6.7
	4	Ø12	2	325	650	5.8
	5	Ø10	1	225	225	1.4
	6	Ø10	1	210	210	1.3
	7	Ø10	2	520	1040	6.4
	8	Ø10	2	400	800	4.9
	9	Ø10	2	370	740	4.6
	10	Ø12	2	200	400	3.6
	11	Ø12	2	170	340	3.0
	12	Ø10	2	160	320	2.0
	13	Ø12	3	140	420	3.7
	14	Ø10	2	105	210	1.3
	15	Ø6	62	108	6696	14.9
Total+10%:						83.6
Pórtico 9	16	Ø12	2	520	1040	9.2
	17	Ø12	2	405	810	7.2
	18	Ø10	1	390	390	2.4
	19	Ø12	2	375	750	6.7
	20	Ø10	1	265	265	1.6
	21	Ø10	1	230	230	1.4
	22	Ø10	2	520	1040	6.4
	23	Ø10	2	400	800	4.9
	24	Ø10	2	370	740	4.6
	25	Ø12	3	205	615	5.5
	26	Ø10	2	160	320	2.0
	27	Ø10	2	140	280	1.7
	28	Ø10	2	105	210	1.3
	29	Ø6	61	108	6588	14.6
Total+10%:						76.5
Ø6:						32.5
Ø10:						53.0
Ø12:						74.6
Total:						160.1



Primera  
 Despiece de vigas  
 Hormigón: HA-25, Yc=1.5  
 Acero: B 500 S, Ys=1.15



## Carga permanente

### Cubierta

Cargas especiales

Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$

Aceros en forjados: B 500 S,  $Y_s=1.15$

Sobrecarga de uso = 2 kN/m<sup>2</sup>

Cargas muertas = 1.1 kN/m<sup>2</sup>

### Tabla de características de forjados de viguetas (Grupo 3)

#### FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN

Canto de bovedilla: 25 cm

Espesor capa compresión: 5 cm

Intereje: 72 cm

Bovedilla: De hormigón

Ancho del nervio: 12 cm

Volumen de hormigón: 0.088 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

Peso propio: 3.64 kN/m<sup>2</sup>

Nota: Consulte los detalles referentes a enlaces con forjados de la estructura principal y de las zonas macizadas.

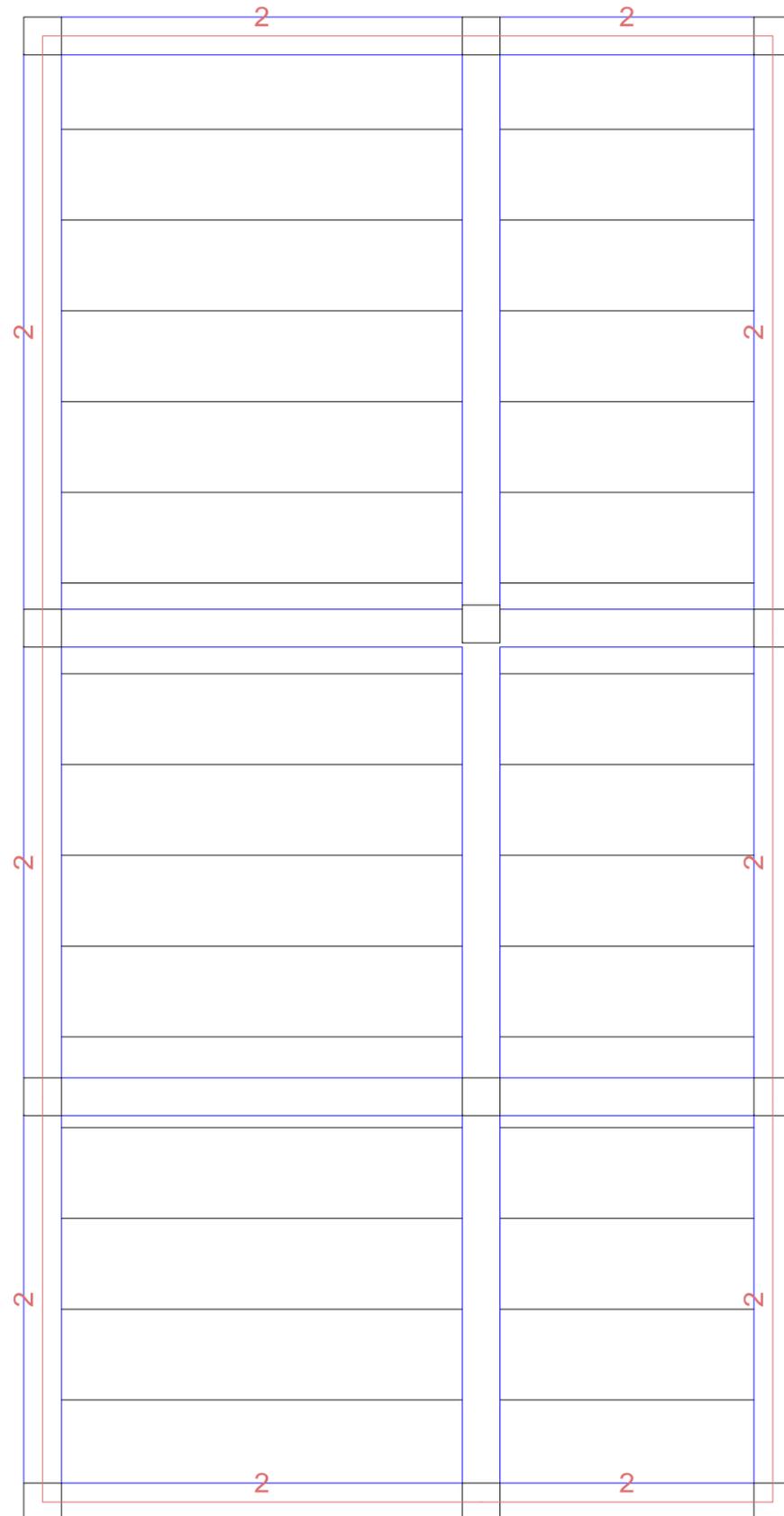
### Grupo: Cubierta

#### Simbología de cargas:

Carga lineal  (kN/m)

Carga puntual  (kN)

Carga superficial  (kN/m<sup>2</sup>)



Sobrecarga de uso

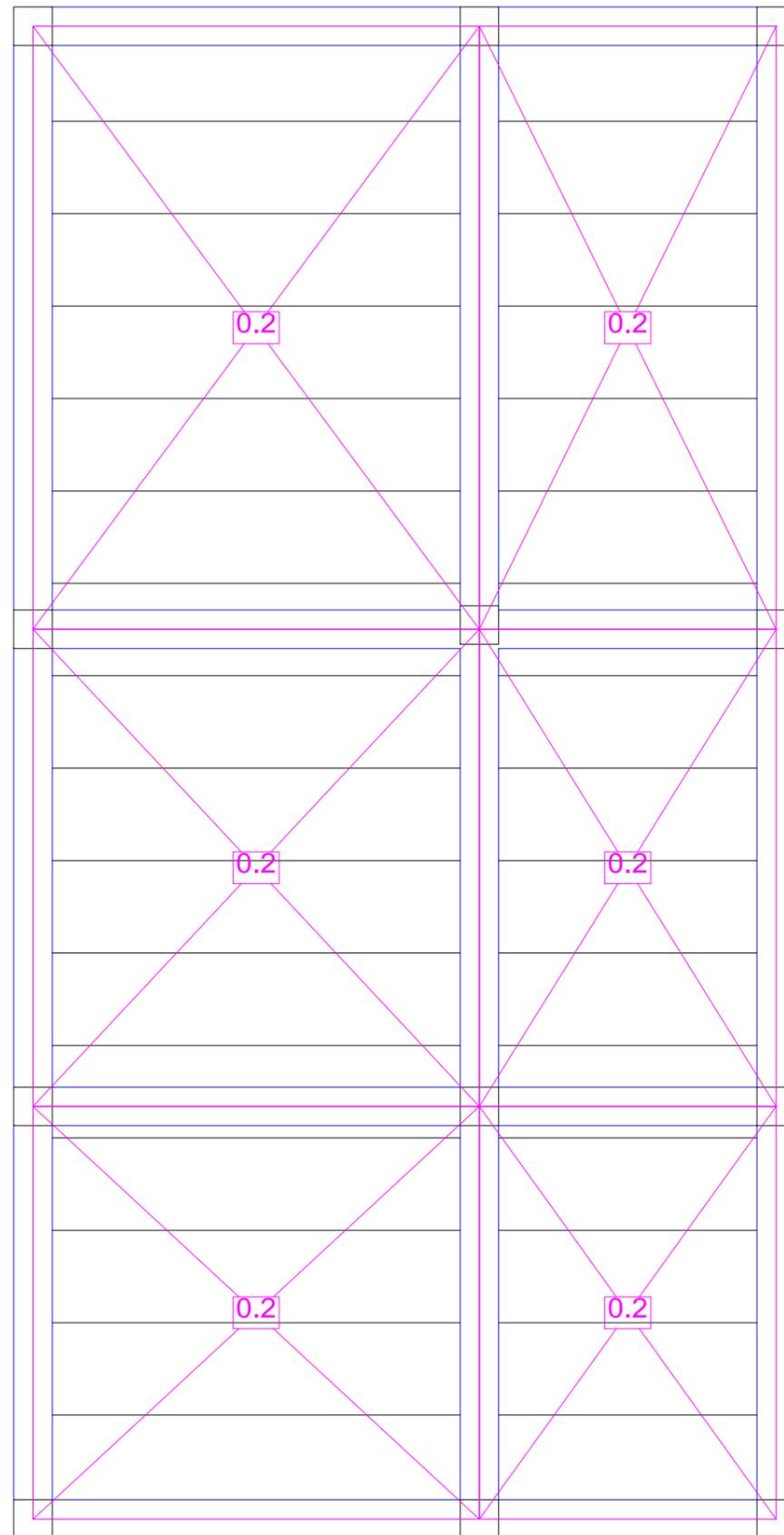
**Cubierta**  
 Cargas especiales  
 Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$   
 Aceros en forjados: B 500 S,  $Y_s=1.15$   
 Sobrecarga de uso = 2 kN/m<sup>2</sup>  
 Cargas muertas = 1.1 kN/m<sup>2</sup>

Tabla de características de forjados de viguetas (Grupo 3)
<b>FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN</b>
Canto de bovedilla: 25 cm
Espesor capa compresión: 5 cm
Intereje: 72 cm
Bovedilla: De hormigón
Ancho del nervio: 12 cm
Volumen de hormigón: 0.088 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Peso propio: 3.64 kN/m <sup>2</sup>
Nota: Consulte los detalles referentes a enlaces con forjados de la estructura principal y de las zonas macizadas.

Grupo: Cubierta

Simbología de cargas:

Carga lineal		(kN/m)
Carga puntual		(kN)
Carga superficial		(kN/m <sup>2</sup> )



N 1

### Cubierta

Cargas especiales

Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$

Aceros en forjados: B 500 S,  $Y_s=1.15$

Sobrecarga de uso = 2 kN/m<sup>2</sup>

Cargas muertas = 1.1 kN/m<sup>2</sup>

### Tabla de características de forjados de viguetas (Grupo 3)

#### FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN

Canto de bovedilla: 25 cm

Espesor capa compresión: 5 cm

Intereje: 72 cm

Bovedilla: De hormigón

Ancho del nervio: 12 cm

Volumen de hormigón: 0.088 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

Peso propio: 3.64 kN/m<sup>2</sup>

Nota: Consulte los detalles referentes a enlaces con forjados de la estructura principal y de las zonas macizadas.

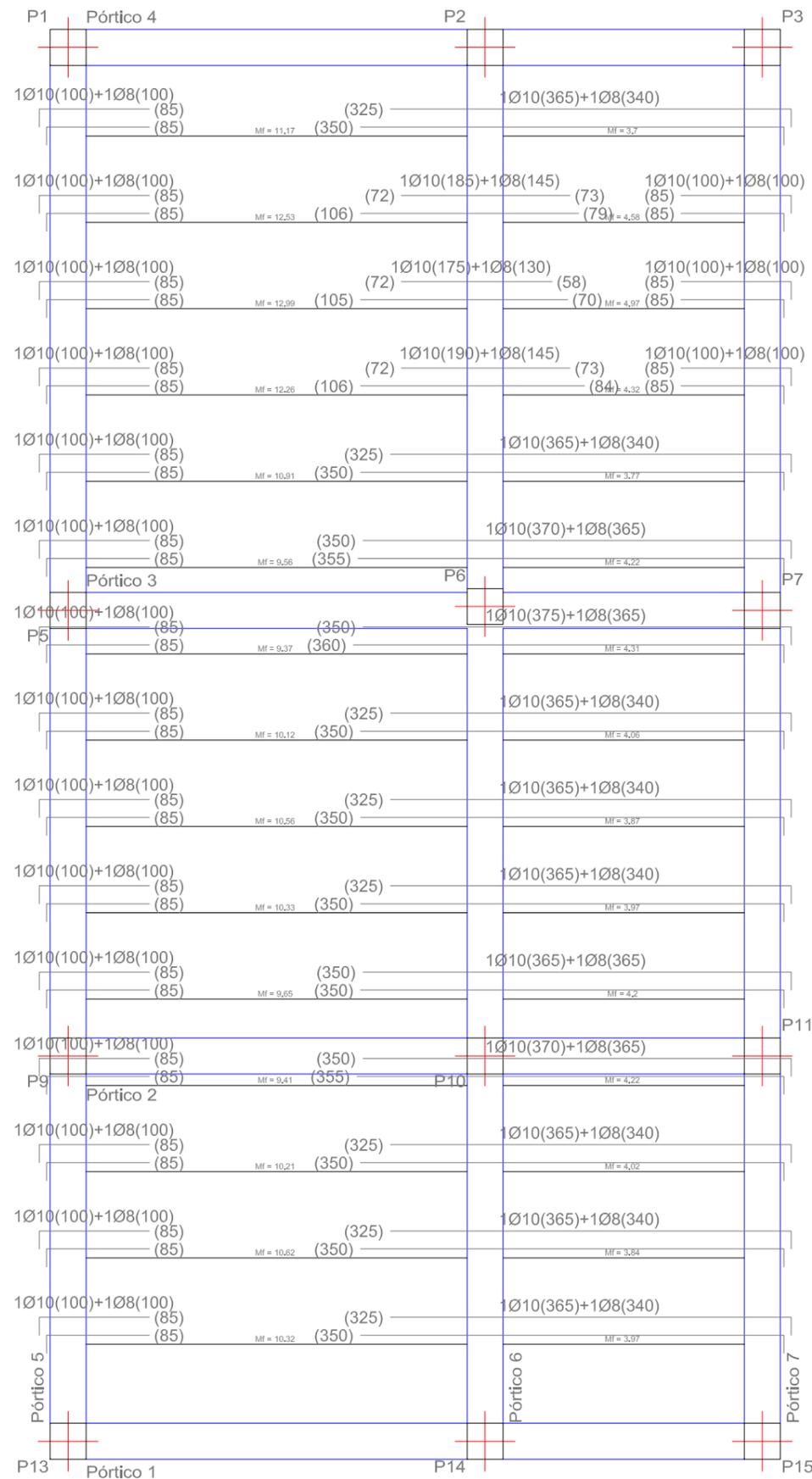
### Grupo: Cubierta

#### Simbología de cargas:

Carga lineal  (kN/m)

Carga puntual  (kN)

Carga superficial  (kN/m<sup>2</sup>)



**Cubierta**

**Negativos**

Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$

Aceros en forjados: B 500 S,  $Y_s=1.15$

Mf: Momento flector de cálculo por metro de ancho (kN x m/m)

Tabla de características de forjados de viguetas (Grupo 3)

**FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN**

Canto de bovedilla: 25 cm

Espesor capa compresión: 5 cm

Intereje: 72 cm

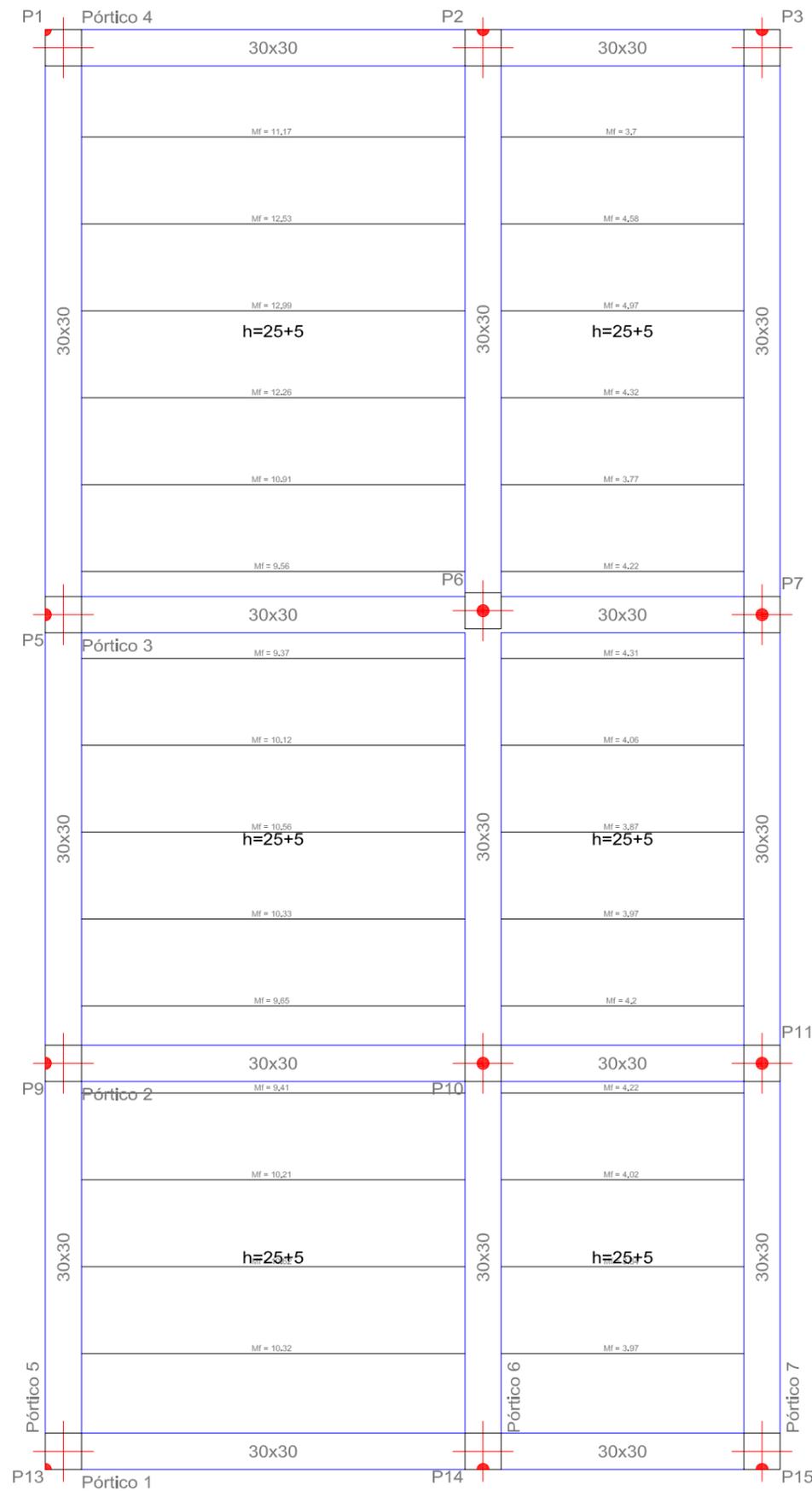
Bovedilla: De hormigón

Ancho del nervio: 12 cm

Volumen de hormigón: 0.088 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

Peso propio: 3.64 kN/m<sup>2</sup>

Nota: Consulte los detalles referentes a enlaces con forjados de la estructura principal y de las zonas macizadas.



Cubierta

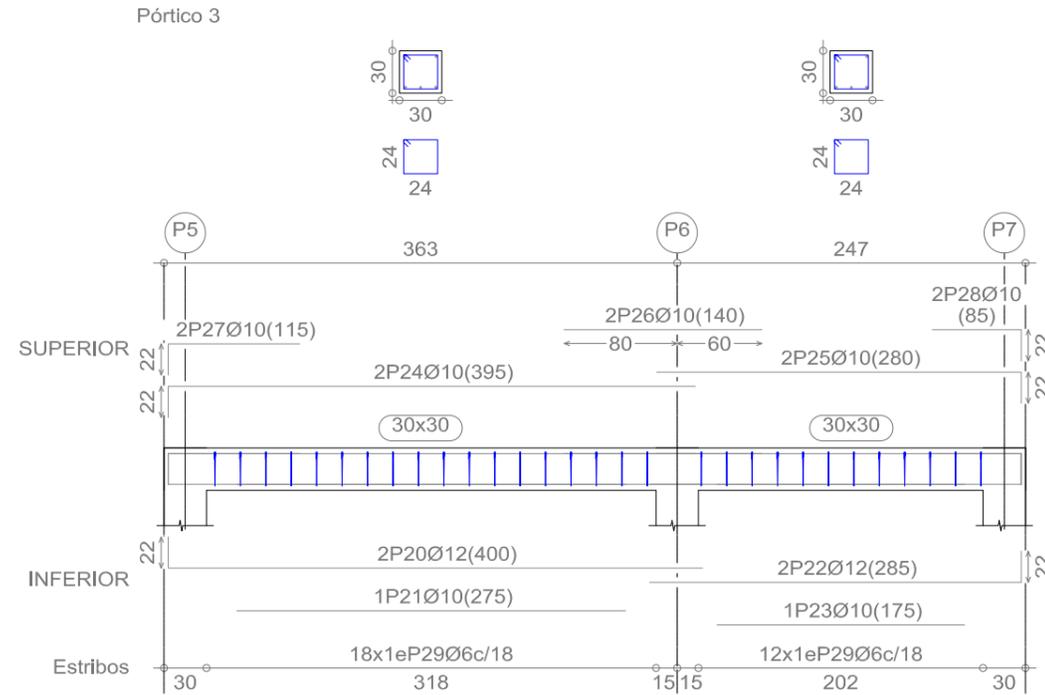
Positivos

Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$

Aceros en forjados: B 500 S,  $Y_s=1.15$

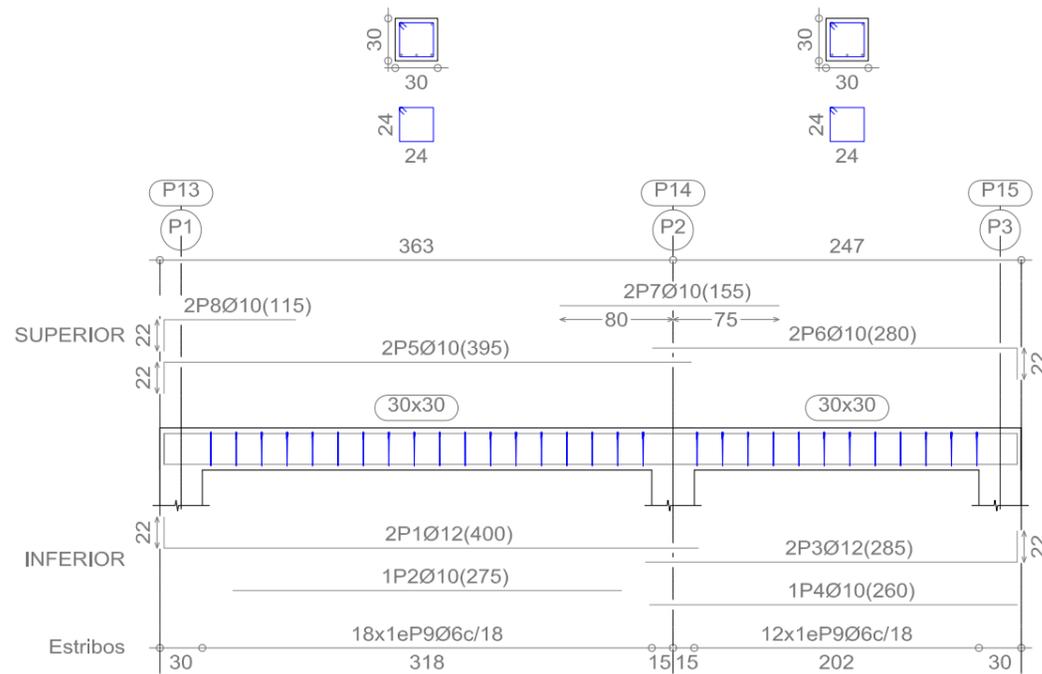
Mf: Momento flector de cálculo por metro de ancho (kN x m/m)

Tabla de características de forjados de viguetas (Grupo 3)
<b>FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN</b>
Canto de bovedilla: 25 cm
Espesor capa compresión: 5 cm
Intereje: 72 cm
Bovedilla: De hormigón
Ancho del nervio: 12 cm
Volumen de hormigón: 0.088 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Peso propio: 3.64 kN/m <sup>2</sup>
Nota: Consulte los detalles referentes a enlaces con forjados de la estructura principal y de las zonas macizadas.

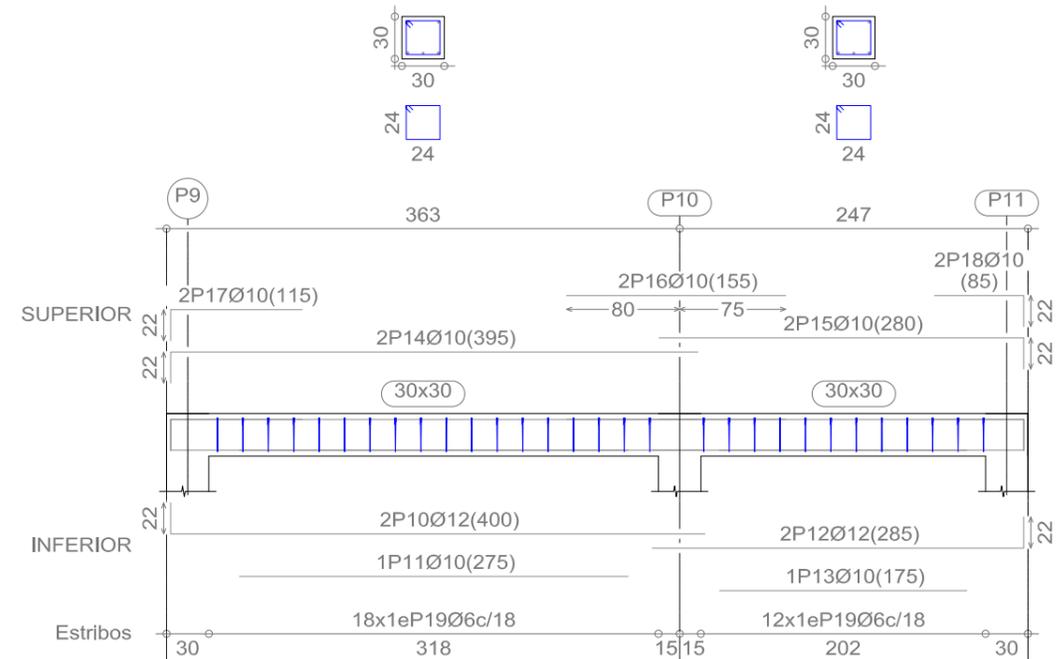


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
Pórtico 1=Pórtico 4	1	Ø12	2	400	800	7.1
	2	Ø10	1	275	275	1.7
	3	Ø12	2	285	570	5.1
	4	Ø10	1	260	260	1.6
	5	Ø10	2	395	790	4.9
	6	Ø10	2	280	560	3.5
	7	Ø10	2	155	310	1.9
	8	Ø10	2	115	230	1.4
	9	Ø6	30	108	3240	7.2
Total+10% (x2):						37.8
Total+10% (x2):						75.6
Pórtico 2	10	Ø12	2	400	800	7.1
	11	Ø10	1	275	275	1.7
	12	Ø12	2	285	570	5.1
	13	Ø10	1	175	175	1.1
	14	Ø10	2	395	790	4.9
	15	Ø10	2	280	560	3.5
	16	Ø10	2	155	310	1.9
	17	Ø10	2	115	230	1.4
	18	Ø10	2	85	170	1.0
	19	Ø6	30	108	3240	7.2
Total+10%:						38.4
Pórtico 3	20	Ø12	2	400	800	7.1
	21	Ø10	1	275	275	1.7
	22	Ø12	2	285	570	5.1
	23	Ø10	1	175	175	1.1
	24	Ø10	2	395	790	4.9
	25	Ø10	2	280	560	3.5
	26	Ø10	2	140	280	1.7
	27	Ø10	2	115	230	1.4
	28	Ø10	2	85	170	1.0
	29	Ø6	30	108	3240	7.2
Total+10%:						38.2
Ø6:						31.6
Ø10:						67.0
Ø12:						53.6
Total:						152.2

Pórtico 1  
Pórtico 4

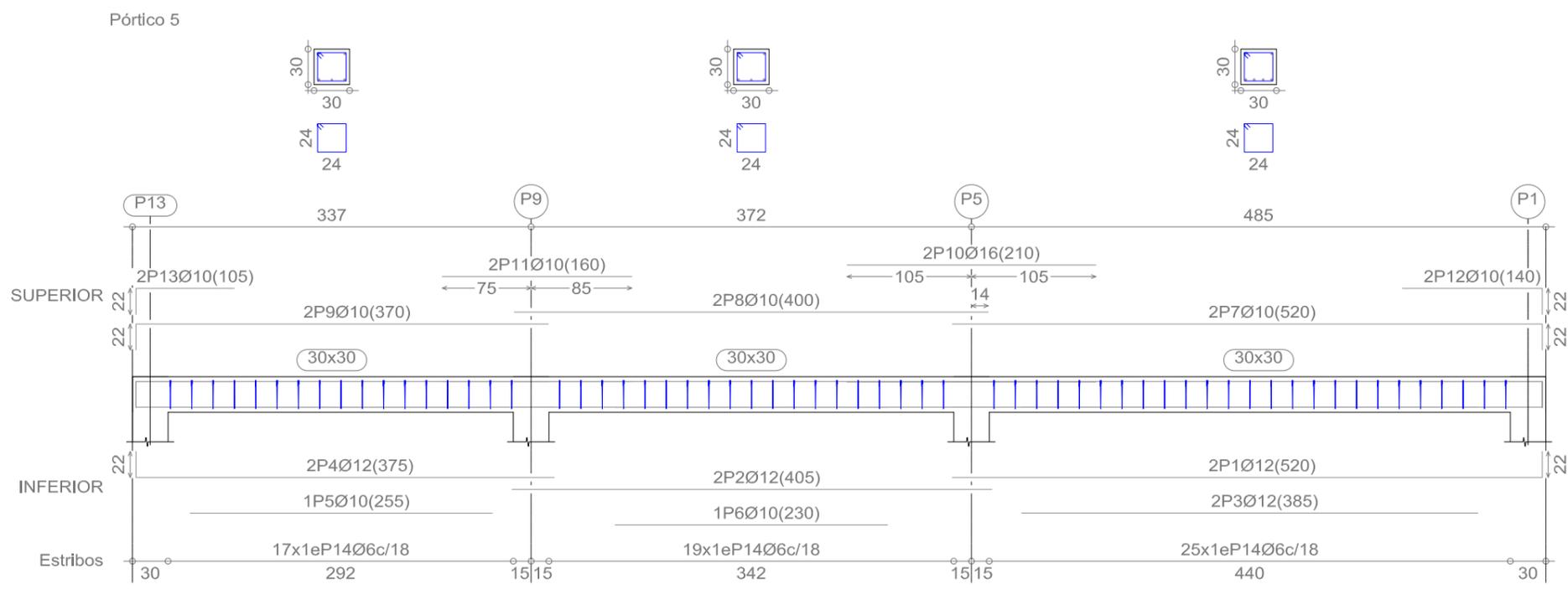


Pórtico 2

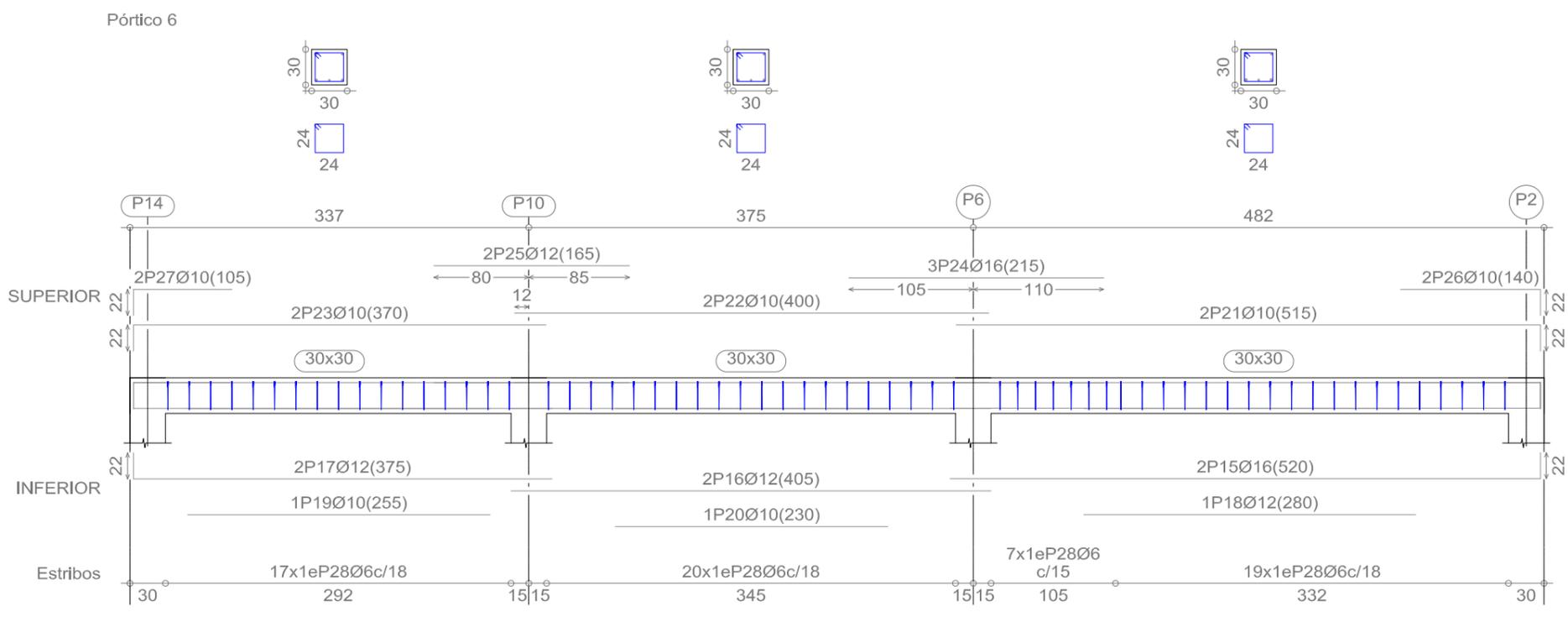


Cubierta  
Despiece de vigas  
Hormigón: HA-25, Yc=1.5  
Acero: B 500 S, Ys=1.15

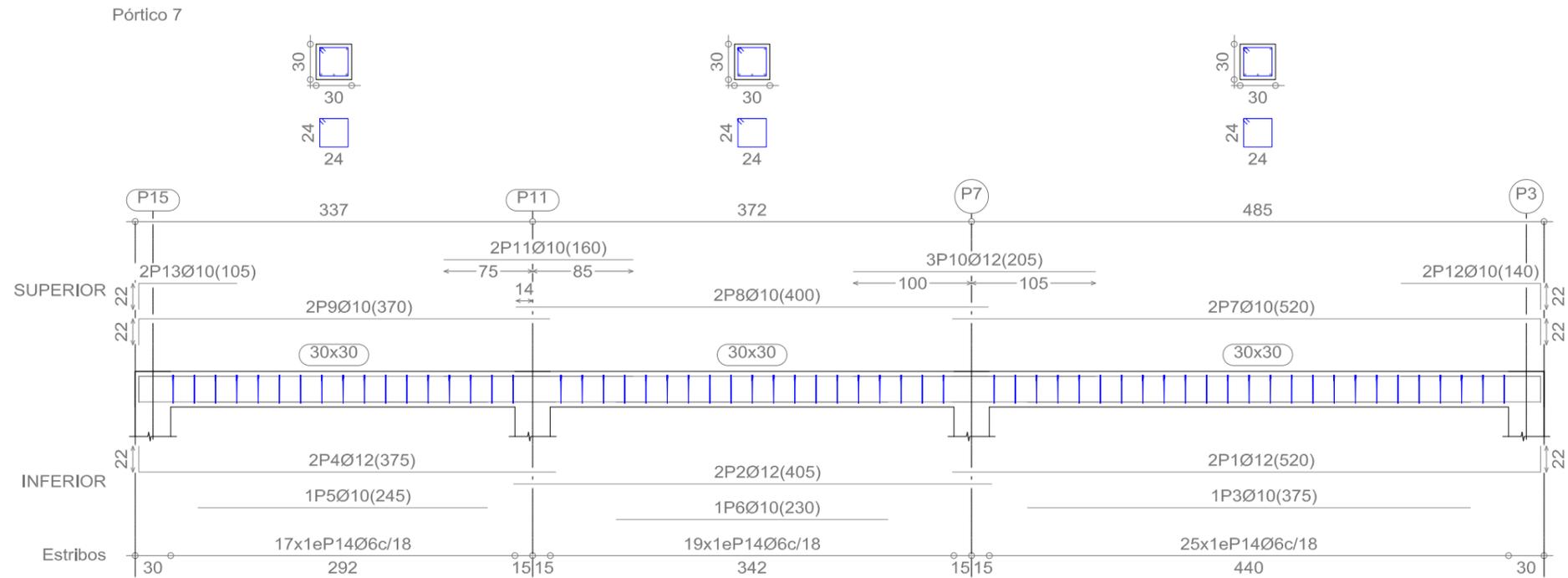
Resumen Acero	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Cubierta			
Vigas			
B 500 S, Ys=1.15 Ø6	329.4	80	
Ø10	215.0	146	
Ø12	142.4	139	
Ø16	21.1	37	402



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
Pórtico 5	1	Ø12	2	520	1040	9.2
	2	Ø12	2	405	810	7.2
	3	Ø12	2	385	770	6.8
	4	Ø12	2	375	750	6.7
	5	Ø10	1	255	255	1.6
	6	Ø10	1	230	230	1.4
	7	Ø10	2	520	1040	6.4
	8	Ø10	2	400	800	4.9
	9	Ø10	2	370	740	4.6
	10	Ø16	2	210	420	6.6
	11	Ø10	2	160	320	2.0
	12	Ø10	2	140	280	1.7
	13	Ø10	2	105	210	1.3
	14	Ø6	61	108	6588	14.6
<b>Total+10%:</b>						<b>82.5</b>
Pórtico 6	15	Ø16	2	520	1040	16.4
	16	Ø12	2	405	810	7.2
	17	Ø12	2	375	750	6.7
	18	Ø12	1	280	280	2.5
	19	Ø10	1	255	255	1.6
	20	Ø10	1	230	230	1.4
	21	Ø10	2	515	1030	6.4
	22	Ø10	2	400	800	4.9
	23	Ø10	2	370	740	4.6
	24	Ø16	3	215	645	10.2
	25	Ø12	2	165	330	2.9
	26	Ø10	2	140	280	1.7
	27	Ø10	2	105	210	1.3
	28	Ø6	63	108	6804	15.1
<b>Total+10%:</b>						<b>91.2</b>
Ø6:						32.7
Ø10:						50.4
Ø12:						54.1
Ø16:						36.5
<b>Total:</b>						<b>173.7</b>



**Cubierta**  
 Despiece de vigas  
 Hormigón: HA-25, Yc=1.5  
 Acero: B 500 S, Ys=1.15



Cubierta  
 Despiece de vigas  
 Hormigón: HA-25, Yc=1,5  
 Acero: B 500 S, Ys=1.15

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
Pórtico 7	1	Ø12	2	520	1040	9,2
	2	Ø12	2	405	810	7,2
	3	Ø10	1	375	375	2,3
	4	Ø12	2	375	750	6,7
	5	Ø10	1	245	245	1,5
	6	Ø10	1	230	230	1,4
	7	Ø10	2	520	1040	6,4
	8	Ø10	2	400	800	4,9
	9	Ø10	2	370	740	4,6
	10	Ø12	3	205	615	5,5
	11	Ø10	2	160	320	2,0
	12	Ø10	2	140	280	1,7
	13	Ø10	2	105	210	1,3
	14	Ø6	61	108	6588	14,6
Total+10%:						76,2
					Ø6:	16,0
					Ø10:	28,7
					Ø12:	31,5
					Total:	76,2

## Anexo E: Presupuesto y planificación de obra

- Presupuesto y mediciones vivienda prefabricada
- Planificación construcción vivienda prefabricada
- Presupuesto y mediciones vivienda “in situ”
- Planificación construcción vivienda “in situ”

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAP-01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>									
<b>EMT-01</b>	<b>m2 Desbroce y limpieza del terreno</b>								
	Desbroce y limpieza del terreno con medios mecánicos, según NTE/ADE-1.								
	Desbroce terreno	1	14,000	12,000		168,000			
							168,00	0,70	117,60
<b>EMT-02</b>	<b>m2 Excavación a cielo abierto</b>								
	Excavación en tierras a cielo abierto mediante pala cargadora, en una profundidad <6m, incluida la retirada de material, sin incluir carga y transporte.								
	Base cimentación	1	12,80	10,50		134,40			
							134,40	0,63	84,67
<b>EMT-05</b>	<b>m3 Relleno extendido apisonado tierras</b>								
	Relleno y extendido de tierras de préstamo con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación, con rodillo autopropulsado, en capas de 25cm de espesor máximo, con grado de compactación 95% del Proctor normal, según NTE/ADZ-12.								
	Base cimentación	1	12,60	10,30	0,30	38,93			
							38,93	11,62	452,37
<b>EMT-06</b>	<b>m3 Transp tierra retro 10km c/carga</b>								
	Transporte de tierras de densidad media 1.50 t/m3, con camión volquete de carga máxima 30 t., a una distancia de 10 km., con velocidad media de 40 km/h., considerando tiempos de carga, ida, descarga y vuelta incluso carga con retroexcavadora.								
	Desbroce limpieza	1	14,000	12,000	0,100	16,800			
	Tierra excavación	1	12,800	10,500	0,400	53,760			
							70,56	4,15	292,82
<b>TOTAL CAP-01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO .....</b>									<b>947,46</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAP-02 SANEAMIENTO****ESAN-01 u Acometida red gral. saneamiento**

Acometida domiciliar de saneamiento a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8m., formada por: rotura del pavimento con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de hormigón en masa de enchufe de campana, con junta de goma de 30 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P40/I, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares. (En función de ayuntamiento de localidad).

1							1,00		
---	--	--	--	--	--	--	------	--	--

							1,00	530,00	530,00
--	--	--	--	--	--	--	------	--------	--------

**ESAN-02 u Arqueta prefabricada de hormigón 40x40x40cm.**

Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 40x40x40cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones con tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P40/I de 10cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior, s/CTE-HS-5.

2							2,00		
---	--	--	--	--	--	--	------	--	--

							2,00	78,00	156,00
--	--	--	--	--	--	--	------	-------	--------

**ESAN-03 u Arqueta sifónica prefabricada de hormigón 50x50x50cm.**

Arqueta sifónica prefabricada de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 50x50x50cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones con tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P40/I de 10cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior, s/CTE-HS-5.

1							1,00		
---	--	--	--	--	--	--	------	--	--

							1,00	110,00	110,00
--	--	--	--	--	--	--	------	--------	--------

**ESAN-04 m Colector de saneamiento enterrado de PVC**

Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared compactada de color teja y rigidez 2 kN/m<sup>2</sup>; con un diámetro 200 mm. y de unión por junta elástica. Colocado en zanja sobre cama de arena de río de 10 cm. debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10cm. por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares, no incluido la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, prima de hormigón en cabezas de esquina y protección por la parte superior antes de completar el relleno con tierras procedentes de la propia excavación s/ CTE-HS-5.

1	12,00						12,00		
---	-------	--	--	--	--	--	-------	--	--

							12,00	29,00	348,00
--	--	--	--	--	--	--	-------	-------	--------

**ESAN-05 u Instalación de tubería de evacuación de fecales y pluviales**

Instalación completa de tubería de evacuación de fecales y pluviales, con tubería de PVC de distintos tamaños según planos de proyecto y normativa específica (UNE EN1453-2) serie B, colocada en desagües de baños, cocinas, sumideros, bajantes, totalmente terminada e instalada. Incluida ventilación de shunt de zonas húmedas con tubería de 90 de diámetro. Incluido material y mano de obra, así como medios auxiliares y limpieza de tajo al terminar los trabajos.

1							1,00		
---	--	--	--	--	--	--	------	--	--

							1,00	665,00	665,00
--	--	--	--	--	--	--	------	--------	--------

<b>TOTAL CAP-02 SANEAMIENTO .....</b>									<b>1.809,00</b>
---------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------------

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN**

**CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD PRECIO IMPORTE**

**CAP-03 CIMENTACIONES**

**ECIM-01 m2 HM-20/B/10, horm.limpieza e=10cm**

Hormigón en masa HM-20 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx 20mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación.

Losa cimentación 1 11,930 9,830 117,272

117,27 9,81 1.150,42

**ECIM-02 m3 Losa de cimentación**

Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 85 kg/m³; acabado superficial liso mediante regla vibrante.

Losa cimentación 1 11,93 9,83 0,50 58,64

-16 0,30 0,30 0,50 -0,72

57,92 134,16 7.770,55

**ECIM-03 m2 Aislamiento XPS 30cm.**

Aislamiento termoacústico en suelos bajo pavimento de uso doméstico, con poliestireno extruido (XPS) de 30mm de espesor, mecanizado lateral recto y superficie lisa, con una conductividad térmica de 0,034 W/mK y resistencia térmica 0,9m2K/W, reacción al fuego Euroclase E, cubierto por un film plástico de polietileno, incluso limpieza del soporte y corte.

Primer metro losa 2 11,93 1,00 23,86

2 9,83 1,00 19,66

-12 0,30 0,30 -1,08

42,44 12,38 525,41

**TOTAL CAP-03 CIMENTACIONES..... 9.446,38**

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAP-04 ESTRUCTURA Y CERRAMIENTO****EEPR-01 m2 Panel de cerramiento PC-20**

Cerramiento autoportante formado por paneles prefabricados lisos de hormigón armado de 20cm de espesor, con acabado en gris y juntas machihembradas y selladas, totalmente montado según diseño en planos. Medido a cinta corrida.

PC-01	1	5,65		2,85	16,10
PC-02	1	7,97		2,85	22,71
PC-03	1	5,80		3,05	17,69
PC-04	1	11,93		3,05	36,39
PC-05	1	11,93		3,05	36,39
PC-09	1	11,93		3,05	36,39
PC-10	1	11,93		3,05	36,39
PC-11	1	5,51		3,05	16,81
PC-12	1	5,51		3,05	16,81
PC-ESC	1	1,25		0,66	0,83

236,51	73,22	17.317,26
--------	-------	-----------

**EEPR-02 m Viga VR 20x45**

Cerramiento autoportante formado por paneles prefabricados lisos de hormigón armado de 20cm de espesor, con acabado en gris y juntas machihembradas y selladas, totalmente montado según diseño en planos. Medido a cinta corrida.

Panel Viga 13,16,19	3	11,93		35,79
Panel Viga 17,18	2	5,51		11,02
Panel Viga 14,15	2	3,72		7,44

54,25	45,53	2.470,00
-------	-------	----------

**EEPR-03 m Viga VR 20x48**

Viga frente de forjado de hormigón armado de 20cm de espesor, con acabado en gris y juntas machihembradas y selladas, totalmente montado según diseño en planos. Medido a cinta corrida.

Panel Viga 8	1	3,93		3,93
Panel Viga 7	1	9,63		9,63

13,56	46,07	624,71
-------	-------	--------

**EEPR-05 m Viga VR 20x63**

Viga dintel de hormigón armado de 20cm de espesor, con acabado en gris y juntas machihembradas y selladas, totalmente montado según diseño en planos. Medido a cinta corrida.

Panel Viga 6	1	9,63		9,63
--------------	---	------	--	------

9,63	67,96	654,45
------	-------	--------

**EEPR-06 m Escalera prefabricada**

Suministro y colocación de tramo de escalera prefabricado de hormigón, 15cm. Incluso peldaños, anclajes, montaje mediante grúa y apeos necesarios

Escalera 1	1	4,70	1,25	5,88
Escalera 2	1	1,87	1,25	2,34

8,22	96,27	791,34
------	-------	--------

**EEPR-07 u Transporte elementos prefabricados normal**

Transporte de elementos prefabricados de hormigón a obra

PC-01/02/03	1			1,00
PC-13/14/15/16/17/18/19	1			1,00

2,00	300,00	600,00
------	--------	--------

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EEPR-08	<b>u Transporte elementos prefabricados especial</b>								
	Transporte especial de elementos prefabricados de hormigón a obra								
	PC-05/06	1					1,00		
	PC-04/07/08	1					1,00		
	PC-09/12	1					1,00		
	PC-10/11	1					1,00		
							4,00	500,00	2.000,00
EEPR-09	<b>m2 Forjado alveolar 15+5</b>								
	Forjado unidireccional ejecutado con placas aligeradas de hormigón prefabricado de 15cm de canto y capa de compresión de 5cm de canto de hormigón HA 25/B/12/IIa de 25 N/mm <sup>2</sup> , consistencia blanda, armada con mallazo de reparto, tamaño máximo de árido 12 mm, en exposición normal, y acero B 400 S, incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según EHE-08.								
	Estructura planta baja	1	7,93	9,63			76,37		
	Hueco escalera	-1	5,80	1,25			-7,25		
	Estructura planta primera	1	11,53	5,71			65,84		
							134,96	44,74	6.038,11
EEPR-10	<b>m2 Forjado alveolar 20+5</b>								
	Forjado unidireccional ejecutado con placas aligeradas de hormigón prefabricado de 20cm de canto y capa de compresión de 5cm de canto de hormigón HA 25/B/12/IIa de 25 N/mm <sup>2</sup> , consistencia blanda, armada con mallazo de reparto, tamaño máximo de árido 12 mm, en exposición normal, y acero B 400 S, incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según EHE-08.								
	Estructura planta baja	1	3,60	9,63			34,67		
							34,67	47,20	1.636,42
EEPR-11	<b>u Elementos auxiliares de conexión</b>								
	Elementos auxiliares de conexión entre elementos prefabricados.								
		1					1,00		
							1,00	1.701,09	1.701,09
<b>TOTAL CAP-04 ESTRUCTURA Y CERRAMIENTO.....</b>									<b>33.833,38</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAP-05 PARTICIONES**

**EPAR.01 m2 Tabique PYL db standard e-15**

Tabique standar compuesto por una estructura galvanizada de 46mm, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical, con una separación entre ejes máxima de 60cm, aislamiento acústico con lana de roca de 50mm. y doble placa de yeso laminado de 15mm de espesor a cada lado, listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.

1	41,90	41,90							
							41,90	31,75	1.330,33

**EPAR.02 m2 Tabique PYL db hidrofugo e-15**

Tabique hidrófugo compuesto por una estructura galvanizada de 46mm, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical, con una separación entre ejes máxima de 60cm, aislamiento acústico con lana de roca de 50mm. y doble placa de yeso laminado de 15mm de espesor a cada lado (resistente al agua en cuartos húmedos), listo para pintar o alicatar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.

1	5,00	5,00							
							5,00	36,50	182,50

**EPAR.03 m2 Tabique PYL db standard/hidrofugo e-15**

Tabique standar/hidrófugo compuesto por una estructura galvanizada de 46mm, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical, con una separación entre ejes máxima de 60cm, aislamiento acústico con lana de roca de 50mm. y doble placa de yeso laminado de 15mm de espesor a cada lado (resistente al agua en cuartos húmedos), listo para pintar o alicatar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.

1	10,75	10,75							
							10,75	34,50	370,88

**EPAR.04 m2 Trasdosado PYL db standard e-15**

Trasdosado autoportante formado por doble placa de yeso laminado de 15mm de espesor, sobre estructura galvanizada de canal y montante de 48mm con una separación entre ejes de 60 cm, listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas roturas y accesorios de fijación y limpieza. Medido a cinta corrida.

1	129,40	129,40							
							129,40	22,75	2.943,85

**EPAR.05 m2 Trasdosado PYL db hidrofugo e-15**

Trasdosado autoportante formado por doble placa de yeso laminado de 15mm de espesor (tipo hidrófugo en zonas húmedas), sobre estructura galvanizada de canal y montante de 48mm con una separación entre ejes de 60 cm, listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas roturas y accesorios de fijación y limpieza. Medido a cinta corrida.

1	63,75	63,75							
							63,75	25,50	1.625,63

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>EPAR.06</b>	<b>m2 Falso techo PYL</b>								
	Falso techo continuo realizado con placa de yeso de borde afinado de 12,5mm, sobre estructura longitudinal de maestra de 60x27mm y perfil perimetral de 30x30mm, anclaje directo, incluso p.p. de piezas de cuelgue, nivelación y tratamiento de juntas, listo para pintar.								
		1	147,60			147,60			
							147,60	22,50	3.321,00
<b>EPAR.07</b>	<b>m2 Falso techo desmontable 60x60cm</b>								
	Falso techo registrable de placas de yeso laminado acabado vinílico, 600x 600 mm y 9,5 mm de espesor , sistema desmontable con estructura de acero galvanizado visto formado por perfiles principales con forma de T invertida de 24 mm de base colocados cada 1,2 m y fijados al techo mediante varilla de suspensión cada 1,2 m , con perfiles secundarios colocados formando reticula de 600x 600 mm , para una altura de falso techo de 4 m como máximo.								
		1	8,75			8,75			
							8,75	17,00	148,75
<b>EPAR.08</b>	<b>m2 Colocación lana de roca</b>								
	Aislamiento acustico, constituido por lana de roca de 40mm de espesor, colocada en tabiqueria interior y falso techo.								
	Tabique standar	1	41,90			41,90			
	Tabique hidrofugo	1	5,00			5,00			
	Tabique st/hidr	1	10,75			10,75			
	Trasdosado standard	1	129,40			129,40			
	Trasdosado hidrofugo	1	63,75			63,75			
	Falso techo	1	147,60			147,60			
	Falso techo desmoltable	1	8,75			8,75			
							407,15	2,50	1.017,88
<b>TOTAL CAP-05 PARTICIONES .....</b>									<b>10.940,82</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAP-06 CUBIERTA</b>									
<b>ECU-01</b>	<b>m2 Cubierta no transitable acabado en grava</b>								
	Cubierta planta, no transitable, invertida con protección de grava, relizada por capa de hormigón celular de espesor entre 2 y 30cm acabada con una capa de regularización de 1,5cm de mortero M-5 fratasado, c2apa separadora a base de fieltro de fibra de vidrio de 120 gr7m2, impermeabilización mediante membrana monocapa no adherida al soporte constituida por lámina de betún modificado armada con fieltro de poliester (LMB-40-FP), capa separadora a base de fietro de fibra de vífrio de 120gr/m dispuesto flotante, aislamiento térmico formado por paneles de poliestireno extruido (XPS) de 40mm, de espesir y K=0.027 W/m°C, capa antipunzonante formada por fieltro de poliester de 300 gr/m2 dispuesto flotante con simple solapo sobre aislante y por encima de la proteccion en elementos verticales y capa de grava triturada silicea de granulometria 18/25mm exenta de finos extendida en una capa mínima de 5cm, incluso limpieza previa del soprte, replanteo, formación de baberos, mimbeles, sumideros y otros elementos especiales con bandas de refuerzo, mermas y solapor, Medida en proyección horizontal.	1	11,800	5,510		65,018			
							65,02	88,75	5.770,53
<b>ECU-02</b>	<b>m2 Cubierta transitable</b>								
	Cubierta planta, transitable, no ventilada, invertida con pavimento fijo, relizada porcapa de hormigón celular de espesor entre 2 y 30cm acabada con una capa de regularización de 1,5cm de mortero de cemento impermeabilizante fratasado para la formación de pendientes, capa separadora a base de fieltro de fibra de vidrio de 120 gr7m2, impermeabilización mediante membrana monocapa no adherida al soporte constituida por lámina de betún modificado armada con fieltro de poliester (LMB-40-FP), capa separadora a base de fietro de fibra de vífrio de 120gr/m2, aislamiento térmico formado por paneles de poliestireno extruido (XPS) de 40mm, de espesir y K=0.027 W/m°C, capa antipunzonante formada por fieltro de poliester de 300 gr/m2, pavimento porcelanico de 33x33cm sobre capa de 2,5cm de mortero de cemento M-5, incluso limpieza previa del soprte, replanteo, formación de baberos, mimbeles, sumideros y otros elementos especiales con bandas de refuerzo, mermas y solapor, Medida en proyección horizontal.	1	11,800	3,720		43,896			
							43,90	110,34	4.843,93
<b>ECU-03</b>	<b>u Formación chimenea ventilación</b>								
	Formación de chimenea para salida de ventilaciones, formada por fábrica de ladrillo perforado revestido con mortero de cemento y pintado, de dimensiones interiores 40x50 cm. incluso remate superior mediante 3 tubos de acero inoxidable mate de diámetro interior 160mm. y 200 cm. de altura, con sombrerete, y sellado el hueco entre ellos.								
							1,00	400,00	400,00
<b>TOTAL CAP-06 CUBIERTA.....</b>									<b>11.014,46</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAP-07 REVESTIMIENTOS****EREV-01 m2 Alicatado azulejos de gres 25x40**

Alicatado con junta mínima (1.5-3 mm) realizado con azulejo monocolor de 25x40 cm, colocado en capa fina con adhesivo cementoso normal (C1) y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según NTE/RPA-3 y Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).

Aseo PB	1	6,38		2,50	15,95
Cocina PB	1	7,08		2,50	17,70
Baño P1	1	10,93		2,50	27,33

	60,98			26,66	1.625,73
--	-------	--	--	-------	----------

**EREV-02 m2 Aplicación mortero autonivelante**

Aplicación de mortero autonivelante en planta de forjado para la colocación de pavimento tomado con mortero cola directamente, incluido material suministrado de planta autonivelante, totalmente terminado.

Planta baja	1	12,00	9,43		113,16
Paneles centrales	-2	5,65	0,20		-2,26
	-1	1,22	0,20		-0,24
Planta primera	1	11,80	5,51		65,02
Hueco escalera	-1	4,15	1,10		-4,57

	171,11			21,61	3.697,69
--	--------	--	--	-------	----------

**EREV-03 m2 Pavimento porcelanico 30x30 C1 jnt min L**

Pavimento cerámico con junta mínima (1.5 - 3 mm) realizado con baldosa de gres porcelánico esmaltado monocolor de 30x30 cm, colocado en capa fina con adhesivo cementoso normal (C1) y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según NTE/RPA-3 y Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).

Planta baja:					
-Recibidor	1	3,82			3,82
-Salón comedor	1	30,74			30,74
-Pasillo	1	2,12			2,12
-Cocina	1	32,31			32,31
-Aseo	1	2,39			2,39
Planta primera:					
-Dormitorio 1	1	11,20			11,20
-Dormitorio 2	1	11,07			11,07
-Dormitorio Ppal	1	13,85			13,85
-Baño	1	7,06			7,06
-Lavadero	1	4,93			4,93
-Pasillo	1	7,01			7,01

	126,50			25,34	3.205,51
--	--------	--	--	-------	----------

**EREV-04 m Rodapie porcelanico 9x30 C1 L**

Rodapié de gres porcelánico esmaltado monocolor con junta mínima (1.5 - 3mm) de 9x30cm, colocado en capa fina con adhesivo cementoso normal (C1) y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).

Planta baja:					
-Recibidor	1	4,30			4,30
-Salón comedor	1	14,87			14,87
-Pasillo	1	2,37			2,37
-Cocina	1	22,88			22,88
Planta primera:					
-Dormitorio 1	1	12,56			12,56

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	-Dormitorio 2	1	12,54			12,54			
	-Dormitorio Ppal	1	14,25			14,25			
	-Lavadero	1	8,70			8,70			
	-Pasillo	1	11,12			11,12			
							103,59	7,38	764,49
<b>EREV-05</b>	<b>m2 Pavimento exterior gres antideslizante, 30x30 C1 jnt min L</b>								
	Pavimento cerámico con junta mínima (1.5 - 3 mm) realizado con baldosa de gres antideslizante res-baladadidad R3 monocolor de 30x30 cm, colocado en capa fina con adhesivo cementoso normal (C1) y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según NTE/RPA-3 y Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).								
	Planta Baja:								
	-Entrada	1	4,58			4,58			
	-Porche	1	28,34			28,34			
							32,92	25,06	824,98
<b>EREV-06</b>	<b>m Peldaño gres c/tab C1 L</b>								
		18	1,10			19,80			
							19,80	30,94	612,61
<b>EREV-07</b>	<b>m2 Pintura plast acrl lisa int vert bl</b>								
	Planta baja:								
	-Recibidor	1	4,30		2,50	10,75			
	-Salón comedor	1	14,87		2,50	37,18			
	-Pasillo	1	2,37		2,50	5,93			
	-Cocina	1	22,88		2,50	57,20			
	Planta primera:								
	-Dormitorio 1	1	12,56		2,50	31,40			
	-Dormitorio 2	1	12,54		2,50	31,35			
	-Dormitorio Ppal	1	14,25		2,50	35,63			
	-Lavadero	1	8,70		2,50	21,75			
	-Pasillo	1	11,12		2,50	27,80			
							258,99	4,60	1.191,35
<b>EREV-08</b>	<b>m2 Pintura plast acrl lisa int hrz bl</b>								
	Planta baja:								
	-Recibidor	1	3,82			3,82			
	-Salón comedor	1	30,74			30,74			
	-Pasillo	1	2,12			2,12			
	-Cocina	1	32,31			32,31			
	-Aseo	1	2,39			2,39			
	Planta primera:								
	-Dormitorio 1	1	11,20			11,20			
	-Dormitorio 2	1	11,07			11,07			
	-Dormitorio Ppal	1	13,85			13,85			
	-Baño	1	7,06			7,06			
	-Lavadero	1	4,93			4,93			
	-Pasillo	1	7,01			7,01			
	-Escalera	1	4,96			4,96			
							131,46	5,13	674,39
<b>TOTAL CAP-07 REVESTIMIENTOS .....</b>									<b>12.596,75</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAP-08 CARPINTERÍA****ECALU-01 u Puerta entrada blindada (95x245)**

Puerta de entrada blindada de tablero macizo de roble barnizada, de 1 hoja ciega lisa de 220x82.5x4.5cm y un fijo de 220x0.80x4.5cm, con precerco de pino de 150x45mm, cerco de 150x30mm, tapajuntas de 80x15mm, cerradura de 3 puntos de anclaje con pomo, incluso recibido y aplomado del cerco, ajustado de la hoja, fijación de los herrajes, nivelado, pequeño material y ajuste final, según NTE/PPM-8.

Puerta entrada blindada	1						1,000		
-------------------------	---	--	--	--	--	--	-------	--	--

							1,00	472,67	472,67
--	--	--	--	--	--	--	------	--------	--------

**ECALU-02 u Ventana corredera elevable 2hj (298x212)**

Ventana de dos hojas correderas, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 18mm, recibida directamente en un hueco de obra de 120x120cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL.

Ventana corredera 2hj	1						1,000		
-----------------------	---	--	--	--	--	--	-------	--	--

							1,00	1.910,98	1.910,98
--	--	--	--	--	--	--	------	----------	----------

**ECALU-03 u Ventana corredera elevable 3hj (575x212)**

Ventana de dos hojas correderas, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 18mm, recibida directamente en un hueco de obra de 170x120cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL.

Ventana corredera 3hj	1						1,000		
-----------------------	---	--	--	--	--	--	-------	--	--

							1,00	3.004,30	3.004,30
--	--	--	--	--	--	--	------	----------	----------

**ECALU-04 u Ventana fija 1hj (62x212)**

Ventana de dos hojas abatibles, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 33mm, recibida directamente en un hueco de obra de 120x120cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL.

Ventana fija 1hj	1						1,000		
------------------	---	--	--	--	--	--	-------	--	--

							1,00	426,38	426,38
--	--	--	--	--	--	--	------	--------	--------

**ECALU-05 u Ventana oscilobatiente 1hj con persiana (120x210)**

Ventana oscilobatiente 1hj Planta Baja							1,00		
Ventana oscilobatiente 1hj Planta Primera	3						3,00		

							4,00	707,67	2.830,68
--	--	--	--	--	--	--	------	--------	----------

**ECALU-06 u Ventana abatible 1hj con persiana (90x210)**

Ventana abatible 1hj	2						2,00		
----------------------	---	--	--	--	--	--	------	--	--

							2,00	733,81	1.467,62
--	--	--	--	--	--	--	------	--------	----------

**ECALU-07 u Ventana fija 3hj (360x245)**

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Ventana fija 3hj	1				1,00			
							1,00	976,30	976,30
<b>ECMAD-01 u</b>	<b>Puerta abatible de paso 1hj (82.5x203)</b>								
	Puerta paso abatible Planta Baja	1				1,00			
	Puerta paso abatible Planta Primera	5				5,00			
							6,00	184,90	1.109,40
<b>ECMAD-02 u</b>	<b>Puerta corredera de paso 1hj (100x203)</b>								
	Puerta corredera. Planta baja	3				3,00			
							3,00	630,36	1.891,08
<b>TOTAL CAP-08 CARPINTERÍA.....</b>									<b>14.089,41</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAP-09 INSTALACIÓN FONTANERÍA</b>									
EIF-01	<b>u Acometida fontanería</b>								
	Suministro e instalación de la acometida para abastecimiento de agua que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general de la vivienda, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubería enterrada de 8 m de longitud de polietileno de alta densidad, de 32mm de diámetro colocada sobre cama de arena en el fondo de la zanja previamente excavada, con sus correspondientes accesorios y piezas especiales, collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red y llave de registro formada por válvula de esfera de latón niquelado de 1 1/2" de diámetro colocada mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta de dimensiones interiores 38x38x50 cm de obra de fábrica, construida con fábrica de ladrillo perforada tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20-P-20/l de 15 cm de espesor enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento y cerrada superiormente con marco y tapa de fundición dúctil. Incluso demolición y levantado del firme existente, posterior reposición con hormigón en masa HM-20/P/20/l, y conexión a la red. Sin incluir excavación ni posterior relleno principal. Totalmente montada, conexiónada y probada, incluso ayudas de albañilería necesarias para la correcta ejecución de la instalación.								
	Acometida vivienda	1					1,00		
								450,00	450,00
EIF-02	<b>u Instalación fontanería vivienda</b>								
	Instalación de fontanería para una vivienda completa, dotada de cocina, 2 baños y lavadero, realizada con tuberías de polipropileno para las redes de agua fría y caliente y con tuberías de PVC, de diámetro 40mm para la red de desagües, preparada para sifón individual en cada aparato, incluso con p.p. de bajante de PVC y manguetón para enlace del inodoro/s, las tomas de agua cerradas con llaves de escuadro o tapones (según proceda) y los desagües con tapones, totalmente acabada.								
	Instalación vivienda	1					1,00	2.044,61	2.044,61
EIF-03	<b>u Instalación termo eléctrico</b>								
	Termo eléctrico para acumulación y producción de agua caliente sanitaria, en acero esmaltado con recubrimiento de espuma de poliuretano de alta densidad, 50 l de capacidad, 1600 W de potencia eléctrica, 220 V, 50 Hz, montaje en posición vertical y protegido contra la corrosión mediante ánodo de magnesio, con regulación automática, termostato y válvula de seguridad, grupo de conexión y alimentación con filtro incorporado, válvula de seguridad y manómetro con un diámetro de conexión de 3/4", válvula de corte (salida), latiguillos, fijaciones y soportes, totalmente instalado, conexiónado y en correcto estado de funcionamiento, incluso pruebas.								
	Termo electrico	1					1,00	140,00	140,00
EIF-05	<b>u Suministro y colocación de inodoro</b>								
	Suministro y colocación de INODORO de porcelana vitrificada THE GAP de ROCA, color blanco de salida vertical, con tanque bajo y juego de mecanismos con doble descarga 3/6 litros, con asiento y tapa lacados de bisagra extraíble, llave de escuadra de 1/2" cromada, latiguillo flexible de 20 cm., conexión a la red de desagüe en PVC-C de 110 mm., fijación mediante tacos y tornillos, sellado con silicona, totalmente instalado y probado para un correcto funcionamiento según NTE/IFF-ISS.								
	Aseo planta baja	1					1,00		
	Baño planta primera	1					1,00		
								293,86	587,72
							2,00		

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EIF-06	<p><b>u Suministro y colocación de bidé y grifería</b></p> <p>Suministro y colocación de BIDÉ de porcelana vitrificada THE GAP de ROCA, tapa lacada y bisagras de acero inoxidable, calidad alta, con juego de fijación, incluso válvula desagüe de 1 1/2", sifón y tubo, colocado y con ayudas de albañilería.</p> <p>Mezclador monobloque para bidé GROHE, monomando, calidad especial, acabado cromado, con regulador de chorro a rótula, desagüe automático y enlaces de alimentación flexibles, totalmente instalado y comprobado.</p>								
	Baño planta primera	1				1,00			
							1,00	184,32	184,32
EIF-07	<p><b>u Suministro y colocación de lavabo y grifería</b></p> <p>Suministro y colocación de LAVABO de 60cm de porcelana vitrificada UNIK VICTORIA de ROCA empotrado sobre mueble modelo UNIK VICTORIA, con juego de anclajes para fijación, incluso válvula desagüe de 1 1/2", sifón cromado y tubo, colocado y con ayudas de albañilería según DB HS-4 del CTE.</p> <p>Grifería mezcladora para lavabo GROHE, monomando, calidad especial, de repisa, acabado cromado, caño central con aireador, desagüe automático y enlaces de alimentación flexibles, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento.</p>								
	Aseo planta baja	1				1,00			
	Baño planta primera	1				1,00			
							2,00	401,97	803,94
EIF-08	<p><b>u Suministro y colocación de bañera y grifería</b></p> <p>Suministro y colocación de BAÑERA acrílica de dimensiones 170x70cm, de forma cuadrada/rectangular, en blanco, color o mate, con fondo antideslizante y con juego de desagüe, incluso válvula desagüe de 1 1/2", sifón y tubo, colocado y con ayudas de albañilería.</p> <p>Mezclador monobloque para bañera GROHE y juego de ducha, monomando, calidad especial, acabado cromado, mezclador exterior, con ducha teléfono flexible de 1.60m de longitud y soporte articulado, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento.</p>								
	Baño planta primera	1				1,00			
							1,00	270,43	270,43
EIF-09	<p><b>u Suministro y colocación de lavadero y grifería</b></p> <p>Suministro y colocación de LAVADERO de porcelana, incluso válvula desagüe de 1 1/2", sifón y tubo, colocado y con ayudas de albañilería.</p> <p>Mezclador monobloque para lavadero GROHE, convencional, calidad económica, de pared, acabado cromado, caño giratorio superior y enlaces de alimentación flexibles, totalmente instalado y comprobado.</p>								
	Lavadero planta primera	1				1,00			
							1,00	215,23	215,23
<b>TOTAL CAP-09 INSTALACIÓN FONTANERÍA .....</b>									<b>4.696,25</b>

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAP-10 INSTALACIÓN ELÉCTRICIDAD****EIEL-01 u Instalación eléctrica completa en vivienda**

Instalación eléctrica completa en vivienda de 3 dormitorio, 1 aseo y 1 baños, con una electrificación básica de 5750 W, compuesta por cuadro general de distribución con dispositivos de mando, maniobra y protección general mediante 1 PIA 2x25 A y 1 interruptor diferencial 2x25A/30 mA para 5 circuitos (1 para iluminación, 1 para tomas generales y frigorífico, 1 para tomas de corriente en baños y auxiliares de cocina, 1 para lavadora, lavavajillas y termo y 1 para cocina y horno); 1 timbre zumbador, 1 punto de luz con 2 encendidos conmutados y 1 base de 16 A en el vestíbulo; 2 puntos de luz con 4 encendidos conmutados y 5 bases de 16 A en salón-comedor de hasta 30m<sup>2</sup>; 2 puntos de luz con 6 encendidos, 4 conmutados y 2 cruzamientos y 3 bases de 16 A en dormitorio principal de hasta 18m<sup>2</sup>; 1 puntos de luz con 2 encendidos conmutados y 2 bases de 16 A en dormitorio de hasta 12m<sup>2</sup>; 1 punto de luz con 1 encendido simple y 1 base de 16 A en baños; 1 punto de luz con 2 encendidos conmutados y 1 base de 16 A en el pasillo; 1 punto de luz con 2 encendidos conmutados, 1 base de 25 A para cocina/horno y 8 bases de 16 A para extractor; frigorífico, lavadora, lavavajillas, termo y auxiliares en cocina de hasta 10m<sup>2</sup> y 1 punto de luz con 1 encendido simple en terraza; realizada con mecanismos de calidad alta y con cable de cobre unipolar de diferentes secciones colocado bajo tubo flexible corrugado de doble capa de PVC de distintos diámetros, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.

Instalación vivienda	1	1,00							
							1,00	4.427,78	4.427,78

**EIEL-02 u Luminaria autónoma para alumbrado de emergencia**

Luminaria autónoma para alumbrado de emergencia normal de calidad media, material de la envolvente autoextinguible, con dos leds de alta luminosidad para garantizar alumbrado de señalización permanente, con lámpara fluorescente de tubo lineal de 6 W, 70 lúmenes, empotrable cubierta de 14 m<sup>2</sup> y 1 hora de autonomía, alimentación de 220 V y conexión para mando a distancia, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento según DB SU-4 del CTE y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.

Luminaria emergencia	1	1,00							
							1,00	41,00	41,00

**EIEL-03 u Videoportero para vivienda unifamiliar**

Videoportero para vivienda unifamiliar formado por placa de aluminio, monitor multifunción M-450 extraplano, alimentador, visera y abrepuestas AT estándar, totalmente instalado y conexionado.

Videoportero	1	1,00							
							1,00	500,00	500,00

**EIEL-04 u Downlight para empotrar en falso techo diámetro exterior 85mm**

Downlight para empotrar en falso techo de diámetro exterior 85mm de aleación de aluminio con lámpara halógena dicróica de 50W, tensión 230V, instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.

Cocina	2	2,00							
							2,00	46,69	93,38

**EIEL-05 u Downlight para empotrar en falso techo de diámetro exterior 213mm**

Downlight para empotrar en falso techo de diámetro exterior 213mm de policarbonato con reflector metalizado, facetado y difusor opal, incluido lámparas fluorescentes compactas de 2x10W, equipo encendido electromagnético, cable, conector y accesorios para su anclaje, instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.

Cocina	2	2,00							
							2,00	102,42	204,84

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EIEL-06	<b>u Plafón techo 100W</b> Plafón techo 100W con base termo esmaltado en blanco y cristal opal mate, con lámpara de incandescencia de 100W y portalámparas de diámetro 27mm. Construido, instalado, conectado y en perfecto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.								
	Aseo planta baja	1					1,00		
	Baño planta primera	1					1,00		
							2,00	36,83	73,66
EIEL-07	<b>u Aro para empotrar con lámpara halógena dicroica de 50W./12V</b> Aro para empotrar con lámpara halógena dicroica de 50W./12V., y transformador, con protección IP20 clase III. En cuerpo de aleación de aluminio (Zamac) con color blanco, dorado, cromado, negro o gris. Instalado incluyendo replanteo y conexionado								
	Comedor y distribuidor	14					14,00		
							14,00	19,83	277,62
<b>TOTAL CAP-10 INSTALACIÓN ELECTRICIDAD .....</b>									<b>5.618,28</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAP-11 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA**

EIST-01 u Instalación completa de energía solar térmica

Instalación completa de energía solar térmica para la obtención de ACS en una vivienda unifamiliar de 3 dormitorios situada en zona climática IV, compuesta por equipos compactos con marcado CE y según el DB HE-4 del CTE.

Instalación solar termica	1						1,00		
---------------------------	---	--	--	--	--	--	------	--	--

							1,00	1.219,00	1.219,00
--	--	--	--	--	--	--	------	----------	----------

**TOTAL CAP-11 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA ..... 1.219,00**

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAP-12 INSTALACIÓN VENTILACIÓN</b>									
EIV-01	m Tubería para ventilación								
	Tubería para ventilación de baños y cocina, tipo helicoidal de pared lisa de D=150mm., en chapa de acero galvanizada espesor 0,5mm., l/pp. de codos, derivaciones, manguitos y demás accesorios.								
	Tuberia ventilación	1	6,50				6,50		
								21,52	139,88
<b>TOTAL CAP-12 INSTALACIÓN VENTILACIÓN.....</b>									<b>139,88</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAP-13 VARIOS****EVAR-01 u Mobiliario comedor/cocina**

Cocina comedor	1					1,00			
							1,00	3.459,53	3.459,53

**EVAR-02 m Encimera granito**

Encimera de granito nacional gris, incluido hueco encimera y fregadero, con canto pulido, tomado con silicona incluso colocación, rejuntado con lechada de cemento blanco, eliminación de restos y limpieza.

Encimera Pared	1	2,60				2,60			
Encimera Isla	1	2,80				2,80			
							5,40	208,39	1.125,31

**EVAR-03 u Placa vitrocerámica**

Suministro y colocación de placa vitro estándar de 3 fuegos.

Placa vitroceramica	1					1,00			
							1,00	348,14	348,14

**EVAR-04 u Horno multifunción**

Suministro y colocación de horno electrico.

Horno multifunción	1					1,00			
							1,00	422,07	422,07

**EVAR-05 u Campana extractora**

Suministro y colocación de campana extractora.

Campana extractora isla	1					1,00			
							1,00	719,63	719,63

**EVAR-06 u Fregadero inox**

Suministro y colocación de FREGADERO de acero inoxidable de dimensiones 860x500mm para encimera de 60 cm, con una cubeta de 210m de profundidad con escurridor, con válvula desagüe, cadenilla, tapón, sifón y tubo, colocado y con ayudas de albañilería.

Mezclador para fregadero GROHE, monomando, calidad especial, de repisa, acabado cromado, cañón alto giratorio con aireador y enlaces de alimentación flexibles, totalmente instalado y comprobado.

Fregadero y grifería	1					1,00			
							1,00	244,39	244,39

**EVAR-07 m Barandilla de escalera de 90 cm. de altura**

Barandilla de escalera de 90 cm. de altura con perfiles de tubo hueco de acero laminado en frío, con pasamanos de 50x40x1.5mm., pilastras de 40x40x1.50mm. cada 70 cm. con prolongación para anclaje a elementos de fabrica o losas, barandal superior a 12 cm. del pasamanos e inferior a 3 cm. en perfil de 40x40x1.50mm., y barrotes verticales de 30x15 mm. a 10 cm. elaborada en taller y montada en obra (son incluir recibido de albañilería).

Barandilla escalera	1	6,19				6,19			
Barandilla planta primera	1	4,15				4,15			
							10,34	67,75	700,54

**EVAR-08 m Barandilla con bastidor de 100 cm. de altura**

Barandilla de 100 cm. de altura, con bastidor formado por barandales superior e inferior, pasamanos y pilastras cada metro de perfiles de acero de 50x20 mm. y entrepaño con pletina de 20x10 soldadas al bastidor, incluido elementos de empotramiento totalmente terminado.

Barandilla solarium	1	11,64				11,64			
	2	3,57				7,14			

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN**

<b>CÓDIGO RESUMEN</b>	<b>UDS</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ANCHURA</b>	<b>ALTURA</b>	<b>PARCIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>IMPORTE</b>
						18,78	76,75	1.441,37
<b>TOTAL CAP-13 VARIOS .....</b>								<b>8.460,98</b>
<b>TOTAL .....</b>								<b>114.812,05</b>

## RESUMEN DE PRESUPUESTO

## VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA DE HORMIGÓN

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
CAP-01	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO .....	947,46	0,83
CAP-02	SANEAMIENTO .....	1.809,00	1,58
CAP-03	CIMENTACIONES .....	9.446,38	8,23
CAP-04	ESTRUCTURA Y CERRAMIENTO .....	33.833,38	29,47
CAP-05	PARTICIONES .....	10.940,82	9,53
CAP-06	CUBIERTA .....	11.014,46	9,59
CAP-07	REVESTIMIENTOS .....	12.596,75	10,97
CAP-08	CARPINTERÍA .....	14.089,41	12,27
CAP-09	INSTALACIÓN FONTANERÍA .....	4.696,25	4,09
CAP-10	INSTALACIÓN ELECTRICIDAD .....	5.618,28	4,89
CAP-11	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA .....	1.219,00	1,06
CAP-12	INSTALACIÓN VENTILACIÓN .....	139,88	0,12
CAP-13	VARIOS .....	8.460,98	7,37
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>114.812,05</b>	
	13,00 % Gastos generales.....	14.925,57	
	6,00 % Beneficio industrial .....	6.888,72	
SUMA DE G.G. y B.I.		21.814,29	
	16,00 % I.V.A. ....	21.860,21	
<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>		<b>158.486,55</b>	



**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAP-01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>									
<b>EMT-01</b>	<b>m2 Desbroce y limpieza del terreno</b>								
	Desbroce y limpieza del terreno con medios mecánicos, según NTE/ADE-1.								
	Desbroce terreno	1	14,000	12,000		168,000			
							168,00	0,70	117,60
<b>EMT-02</b>	<b>m2 Excavación a cielo abierto</b>								
	Excavación en tierras a cielo abierto mediante pala cargadora, en una profundidad <6m, incluida la retirada de material, sin incluir carga y transporte.								
	Base cimentación	1	12,80	10,50		134,40			
							134,40	0,63	84,67
<b>EMT-05</b>	<b>m3 Relleno extendido apisonado tierras</b>								
	Relleno y extendido de tierras de préstamo con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación, con rodillo autopropulsado, en capas de 25cm de espesor máximo, con grado de compactación 95% del Proctor normal, según NTE/ADZ-12.								
	Base cimentación	1	12,60	10,30	0,30	38,93			
							38,93	11,62	452,37
<b>EMT-06</b>	<b>m3 Transp tierra retro 10km c/carga</b>								
	Transporte de tierras de densidad media 1.50 t/m3, con camión volquete de carga máxima 30 t., a una distancia de 10 km., con velocidad media de 40 km/h., considerando tiempos de carga, ida, descarga y vuelta incluso carga con retroexcavadora.								
	Desbroce limpieza	1	14,000	12,000	0,100	16,800			
	Tierra excavación	1	12,800	10,500	0,400	53,760			
							70,56	4,15	292,82
<b>TOTAL CAP-01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO .....</b>									<b>947,46</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAP-02 SANEAMIENTO</b>									
<b>ESAN-01</b>	<b>u Acometida red gral. saneamiento</b>								
	Acometida domiciliar de saneamiento a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8m., formada por: rotura del pavimento con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de hormigón en masa de enchufe de campana, con junta de goma de 30 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida t reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P40/I, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares. (En función de ayuntamiento de localidad).	1					1,00		
								530,00	530,00
<b>ESAN-02</b>	<b>u Arqueta prefabricada de hormigón 40x40x40cm.</b>								
	Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 40x40x40cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones con tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P40/I de 10cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior, s/CTE-HS-5.	2					2,00		
								78,00	156,00
<b>ESAN-03</b>	<b>u Arqueta sifónica prefabricada de hormigón 50x50x50cm.</b>								
	Arqueta sifónica prefabricada de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 50x50x50cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones con tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P40/I de 10cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior, s/CTE-HS-5.	1					1,00		
								110,00	110,00
<b>ESAN-04</b>	<b>m Colector de saneamiento enterrado de PVC</b>								
	Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared compactada de color teja y rigidez 2 kN/m2; con un diámetro 200 mm. y de unión por junta elástica. Colocado en zanja sobre cama de arena de río de 10 cm. debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10cm. por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares, no incluido la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, prima de hormigón en cabezas de esquina y protección por la parte superior antes de completar el relleno con tierras procedentes de la propia excavación s/ CTE-HS-5.	1	12,00				12,00		
								29,00	348,00
<b>ESAN-05</b>	<b>u Instalación de tubería de evacuación de fecales y pluviales</b>								
	Instalación completa de tubería de evacuación de fecales y pluviales, con tubería de PVC de distintos tamaños según planos de proyecto y normativa específica (UNE EN1453-2) serie B, colocada en desagües de baños, cocinas, sumideros, bajantes, totalmente terminada e instalada. Incluida ventilación de shunt de zonas húmedas con tubería de 90 de diámetro. Incluido material y mano de obra, así como medios auxiliares y limpieza de tajo al terminar los trabajos.	1					1,00		
								665,00	665,00
<b>TOTAL CAP-02 SANEAMIENTO .....</b>									<b>1.809,00</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL**

**CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD PRECIO IMPORTE**

**CAP-03 CIMENTACIONES**

**ECIM-01 m2 HM-20/B/10, horm.limpieza e=10cm**

Hormigón en masa HM-20 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx 20mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación.

Losa cimentación 1 11,930 9,830 117,272

117,27 9,81 1.150,42

**ECIM-02 m3 Losa de cimentación**

Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 85 kg/m³; acabado superficial liso mediante regla vibrante.

Losa cimentación 1 11,93 9,83 0,50 58,64  
-16 0,30 0,30 0,50 -0,72

57,92 134,16 7.770,55

**ECIM-03 m2 Aislamiento XPS 30cm.**

Aislamiento termoacústico en suelos bajo pavimento de uso doméstico, con poliestireno extruido (XPS) de 30mm de espesor, mecanizado lateral recto y superficie lisa, con una conductividad térmica de 0,034 W/mK y resistencia térmica 0,9m2K/W, reacción al fuego Euroclase E, cubierto por un film plástico de polietileno, incluso limpieza del soporte y corte.

Primer metro losa 2 11,93 1,00 23,86  
2 9,83 1,00 19,66  
-12 0,30 0,30 -1,08

42,44 12,38 525,41

**TOTAL CAP-03 CIMENTACIONES..... 9.446,38**

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAP-04 ESTRUCTURA Y CERRAMIENTO****EECER-2 m2 Enfoscado cemento fachada exterior**

Enfoscado de cemento, maestreado, aplicado sobre un paramento vertical exterior, acabado superficial bruñido, con mortero de cemento M-5, previa colocación de malla antiálcalis en cambios de material y en los frentes de forjado.

Fachada 1	1	9,83	3,05				29,98		
Fachada 1	1	5,91	3,05				18,03		
-Hueco acceso	-1	3,63	2,45				-8,89		
-Hueco ventana	-1	1,20	2,10				-2,52		
Fachada 2	1	11,93	6,10				72,77		
-Huecos puertas	-2	0,92	2,40				-4,42		
Fachada 3	1	9,83	3,05				29,98		
Fachada 3	1	5,91	3,05				18,03		
-Hueco porche	-1	9,40	2,15				-20,21		
-Hueco ventana	-1	1,20	2,10				-2,52		
Fachada 4	1	11,93	6,10				72,77		
-Hueco ventanas	-2	1,20	2,10				-5,04		
Peto solarium	2	3,92	0,45				3,53		
Peto solarium	1	11,93	0,45				5,37		
Peto cubierta	2	11,93	0,45				10,74		
Peto cubierta	2	5,91	0,45				5,32		

							222,92	18,91	4.215,42
--	--	--	--	--	--	--	--------	-------	----------

**EEHA-1 m3 Viga hormigon armado**

Viga plana de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 73 kg/m<sup>3</sup>; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de madera, en planta de hasta 3 m de altura libre.

Planta Primera									
-Portico 1, 3 y 4	3	9,83	0,30	0,30			2,65		
-Portico 2	1	2,62	0,30	0,30			0,24		
-Portico 5, 6, 8 y 9	4	11,94	0,30	0,30			4,30		
-Portico 7	1	5,17	0,30	0,30			0,47		
Planta Cubierta									
-Portico 1, 2, 3 y4	4	6,10	0,30	0,30			2,20		
-Portico 5, 6 y 7	3	11,94	0,30	0,30			3,22		

							13,08	251,97	3.295,77
--	--	--	--	--	--	--	-------	--------	----------

**EEHA-2 m3 Soportes de hormigon armado**

Pilar rectangular o cuadrado de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 95 kg/m<sup>3</sup>; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables, hasta 3 m de altura libre y 30x30 cm de sección media.

Soportes	12	6,00	0,30	0,30			6,48		
P1-P2-P3-P5-P6-P7-P9-P10-P11-P13-P14-P15									
Soportes 3m	4	3,00	0,30	0,30			1,08		
P4-P8-P12-P16									

							7,56	412,06	3.115,17
--	--	--	--	--	--	--	------	--------	----------

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>EEHA-3</b>	<b>m2 Forjado vigueta y bovedilla 25+5</b>								
	Forjado unidireccional de hormigón armado, horizontal, altura libre de planta de hasta 3 m, canto 30 = 25+5 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen total de hormigón 0,11 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S con una cuantía total de 2 kg/m², sobre sistema de encofrado parcial; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión. Sin incluir repercusión de pilares ni de vigas.								
	Forjado Planta Primera	1	11,94	9,83			117,37		
	-Hueco escalera	-1	4,57	1,32			-6,03		
	Forjado Planta Cubierta	1	11,94	6,10			72,83		
							184,17	51,48	9.481,07
<b>EEHA-4</b>	<b>m2 Losa maciza hormigon armado</b>								
	Losa maciza horizontal, canto 24 cm, de hormigón armado realizado con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 34 kg/m²; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de madera; altura libre de planta de hasta 3 m. Sin incluir repercusión de pilares.								
	Planta primera	1	0,40	4,57			1,83		
							1,83	74,65	136,61
<b>EEHA-5</b>	<b>m2 Losa inclinada escalera</b>								
	Losa de escalera de hormigón armado, e=15 cm, con peldañeado de hormigón, realizada con hormigón HA-25/P/20/Ila fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, 22 kg/m²; montaje y desmontaje de sistema de encofrado recuperable de madera.								
	Losa escalera	1	6,19	1,25			7,74		
							7,74	128,54	994,90
<b>EEFACH-1</b>	<b>m2 Fachada LH11 y enfoscado cemento</b>								
	Hoja exterior de cerramiento de fachada, de 1/2 pie de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, 33x16x11 cm, recibida con mortero de cemento M-5, enfoscado de cemento, maestreado, , acabado superficial bruñido, con mortero de cemento M-5. Alquiler de andamio tubular durante 15 días incluido.								
	Fachada 1	1	9,83	3,05			29,98		
	Fachada 1	1	5,91	3,05			18,03		
	-Hueco acceso	-1	3,63	2,45			-8,89		
	-Hueco ventana	-1	1,20	2,10			-2,52		
	Fachada 2	1	11,93	6,10			72,77		
	-Huecos puertas	-2	0,92	2,40			-4,42		
	Fachada 3	1	9,83	3,05			29,98		
	Fachada 3	1	5,91	3,05			18,03		
	-Hueco porche	-1	9,40	2,15			-20,21		
	-Hueco ventana	-1	1,20	2,10			-2,52		
	Fachada 4	1	11,93	6,10			72,77		
	-Hueco ventanas	-2	1,20	2,10			-5,04		
	Peto solarium	2	3,92	0,45			3,53		
	Peto solarium	1	11,93	0,45			5,37		
	Peto cubierta	2	11,93	0,45			10,74		
	Peto cubierta	2	5,91	0,45			5,32		
							222,92	52,04	11.600,76
<b>TOTAL CAP-04 ESTRUCTURA Y CERRAMIENTO.....</b>									<b>32.839,70</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAP-05 PARTICIONES****EPAR.01 m2 Tabique PYL db standard e-15**

Tabique standar compuesto por una estructura galvanizada de 46mm, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical, con una separación entre ejes máxima de 60cm, aislamiento acústico con lana de roca de 50mm. y doble placa de yeso laminado de 15mm de espesor a cada lado, listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.

1	41,90	41,90
---	-------	-------

41,90	31,75	1.330,33
-------	-------	----------

**EPAR.02 m2 Tabique PYL db hidrofugo e-15**

Tabique hidrófugo compuesto por una estructura galvanizada de 46mm, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical, con una separación entre ejes máxima de 60cm, aislamiento acústico con lana de roca de 50mm. y doble placa de yeso laminado de 15mm de espesor a cada lado (resistente al agua en cuartos húmedos), listo para pintar o alicatar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.

1	5,00	5,00
---	------	------

5,00	36,50	182,50
------	-------	--------

**EPAR.03 m2 Tabique PYL db standard/hidrofugo e-15**

Tabique standar/hidrófugo compuesto por una estructura galvanizada de 46mm, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical, con una separación entre ejes máxima de 60cm, aislamiento acústico con lana de roca de 50mm. y doble placa de yeso laminado de 15mm de espesor a cada lado (resistente al agua en cuartos húmedos), listo para pintar o alicatar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.

1	10,75	10,75
---	-------	-------

10,75	34,50	370,88
-------	-------	--------

**EPAR.04 m2 Trasdosado PYL db standard e-15**

Trasdosado autoportante formado por doble placa de yeso laminado de 15mm de espesor, sobre estructura galvanizada de canal y montante de 48mm con una separación entre ejes de 60 cm, listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas roturas y accesorios de fijación y limpieza. Medido a cinta corrida.

1	129,40	129,40
---	--------	--------

129,40	22,75	2.943,85
--------	-------	----------

**EPAR.05 m2 Trasdosado PYL db hidrofugo e-15**

Trasdosado autoportante formado por doble placa de yeso laminado de 15mm de espesor (tipo hidrófugo en zonas húmedas), sobre estructura galvanizada de canal y montante de 48mm con una separación entre ejes de 60 cm, listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas roturas y accesorios de fijación y limpieza. Medido a cinta corrida.

1	63,75	63,75
---	-------	-------

63,75	25,50	1.625,63
-------	-------	----------

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>EPAR.06</b>	<b>m2 Falso techo PYL</b>								
	Falso techo continuo realizado con placa de yeso de borde afinado de 12,5mm, sobre estructura longitudinal de maestra de 60x27mm y perfil perimetral de 30x30mm, anclaje directo, incluso p.p. de piezas de cuelgue, nivelación y tratamiento de juntas, listo para pintar.								
		1	147,60			147,60			
							147,60	22,50	3.321,00
<b>EPAR.07</b>	<b>m2 Falso techo desmontable 60x60cm</b>								
	Falso techo registrable de placas de yeso laminado acabado vinílico, 600x 600 mm y 9,5 mm de espesor , sistema desmontable con estructura de acero galvanizado visto formado por perfiles principales con forma de T invertida de 24 mm de base colocados cada 1,2 m y fijados al techo mediante varilla de suspensión cada 1,2 m , con perfiles secundarios colocados formando reticula de 600x 600 mm , para una altura de falso techo de 4 m como máximo.								
		1	8,75			8,75			
							8,75	17,00	148,75
<b>EPAR.08</b>	<b>m2 Colocación lana de roca</b>								
	Aislamiento acustico, constituido por lana de roca de 40mm de espesor, colocada en tabiquería interior y falso techo.								
	Tabique standar	1	41,90			41,90			
	Tabique hidrofugo	1	5,00			5,00			
	Tabique st/hidr	1	10,75			10,75			
	Trasdosado standard	1	129,40			129,40			
	Trasdosado hidrofugo	1	63,75			63,75			
	Falso techo	1	147,60			147,60			
	Falso techo desmoltable	1	8,75			8,75			
							407,15	2,50	1.017,88
<b>TOTAL CAP-05 PARTICIONES .....</b>									<b>10.940,82</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAP-06 CUBIERTA</b>									
<b>ECU-01</b>	<b>m2 Cubierta no transitable acabado en grava</b>								
	Cubierta planta, no transitable, invertida con protección de grava, relizada por capa de hormigón celular de espesor entre 2 y 30cm acabada con una capa de regularización de 1,5cm de mortero M-5 fratasado, c2apa separadora a base de fieltro de fibra de vidrio de 120 gr7m2, impermeabilización mediante membrana monocapa no adherida al soporte constituida por lámina de betún modificado armada con fieltro de poliester (LMB-40-FP), capa separadora a base de fietro de fibra de vífrio de 120gr/m dispuesto flotante, aislamiento térmico formado por paneles de poliestireno extruido (XPS) de 40mm, de espesir y K=0.027 W/m°C, capa antipunzonante formada por fieltro de poliester de 300 gr/m2 dispuesto flotante con simple solapo sobre aislante y por encima de la proteccion en elementos verticales y capa de grava triturada silicea de granulometria 18/25mm exenta de finos extendida en una capa mínima de 5cm, incluso limpieza previa del soprte, replanteo, formación de baberos, mimbeles, sumideros y otros elementos especiales con bandas de refuerzo, mermas y solapor, Medida en proyección horizontal.	1	11,800	5,510		65,018			
							65,02	88,91	5.780,93
<b>ECU-02</b>	<b>m2 Cubierta transitable</b>								
	Cubierta planta, transitable, no ventilada, invertida con pavimento fijo, relizada porcapa de hormigón celular de espesor entre 2 y 30cm acabada con una capa de regularización de 1,5cm de mortero de cemento impermeabilizante fratasado para la formación de pendientes, capa separadora a base de fieltro de fibra de vidrio de 120 gr7m2, impermeabilización mediante membrana monocapa no adherida al soporte constituida por lámina de betún modificado armada con fieltro de poliester (LMB-40-FP), capa separadora a base de fietro de fibra de vífrio de 120gr/m2, aislamiento térmico formado por paneles de poliestireno extruido (XPS) de 40mm, de espesir y K=0.027 W/m°C, capa antipunzonante formada por fieltro de poliester de 300 gr/m2, pavimento porcelanico de 33x33cm sobre capa de 2,5cm de mortero de cemento M-5, incluso limpieza previa del soprte, replanteo, formación de baberos, mimbeles, sumideros y otros elementos especiales con bandas de refuerzo, mermas y solapor, Medida en proyección horizontal.	1	11,800	3,720		43,896			
							43,90	110,54	4.852,71
<b>ECU-03</b>	<b>u Formación chimenea ventilación</b>								
	Formación de chimenea para salida de ventilaciones, formada por fábrica de ladrillo perforado revestido con mortero de cemento y pintado, de dimensiones interiores 40x50 cm. incluso remate superior mediante 3 tubos de acero inoxidable mate de diámetro interior 160mm. y 200 cm. de altura, con sombrerete, y sellado el hueco entre ellos.								
							1,00	400,00	400,00
<b>TOTAL CAP-06 CUBIERTA.....</b>									<b>11.033,64</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAP-07 REVESTIMIENTOS****EREV-01 m2 Alicatado azulejos de gres 25x40**

Alicatado con junta mínima (1.5-3 mm) realizado con azulejo monocolor de 25x40 cm, colocado en capa fina con adhesivo cementosonormal (C1) y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según NTE/RPA-3 y Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).

Aseo PB	1	6,38		2,50	15,95
Cocina PB	1	7,08		2,50	17,70
Baño P1	1	10,93		2,50	27,33

	60,98			26,66	1.625,73
--	-------	--	--	-------	----------

**EREV-02 m2 Aplicación mortero autonivelante**

Aplicación de mortero autonivelante en planta de forjado para la colocación de pavimento tomado con mortero cola directamente, incluido material suministrado de planta autonivelante, totalmente terminado.

Planta baja	1	12,00	9,43		113,16
Paneles centrales	-2	5,65	0,20		-2,26
	-1	1,22	0,20		-0,24
Planta primera	1	11,80	5,51		65,02
Hueco escalera	-1	4,15	1,10		-4,57

	171,11			21,61	3.697,69
--	--------	--	--	-------	----------

**EREV-03 m2 Pavimento porcelanico 30x30 C1 jnt min L**

Pavimento cerámico con junta mínima (1.5 - 3 mm) realizado con baldosa de gres porcelánico esmaltado monocolor de 30x30 cm, colocado en capa fina con adhesivo cementoso normal (C1) y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según NTE/RPA-3 y Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).

Planta baja:					
-Recibidor	1	3,82			3,82
-Salón comedor	1	30,74			30,74
-Pasillo	1	2,12			2,12
-Cocina	1	32,31			32,31
-Aseo	1	2,39			2,39
Planta primera:					
-Dormitorio 1	1	11,20			11,20
-Dormitorio 2	1	11,07			11,07
-Dormitorio Ppal	1	13,85			13,85
-Baño	1	7,06			7,06
-Lavadero	1	4,93			4,93
-Pasillo	1	7,01			7,01

	126,50			25,34	3.205,51
--	--------	--	--	-------	----------

**EREV-04 m Rodapie porcelanico 9x30 C1 L**

Rodapié de gres porcelánico esmaltado monocolor con junta mínima (1.5 - 3mm) de 9x30cm, colocado en capa fina con adhesivo cementoso normal (C1) y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).

Planta baja:					
-Recibidor	1	4,30			4,30
-Salón comedor	1	14,87			14,87
-Pasillo	1	2,37			2,37
-Cocina	1	22,88			22,88
Planta primera:					
-Dormitorio 1	1	12,56			12,56

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	-Dormitorio 2	1	12,54			12,54			
	-Dormitorio Ppal	1	14,25			14,25			
	-Lavadero	1	8,70			8,70			
	-Pasillo	1	11,12			11,12			
							103,59	7,38	764,49
<b>EREV-05</b>	<b>m2 Pavimento exterior gres antideslizante, 30x30 C1 jnt min L</b>								
	Pavimento cerámico con junta mínima (1.5 - 3 mm) realizado con baldosa de gres antideslizante res-baladadidad R3 monocolor de 30x30 cm, colocado en capa fina con adhesivo cementoso normal (C1) y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según NTE/RPA-3 y Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).								
	Planta Baja:								
	-Entrada	1	4,58			4,58			
	-Porche	1	28,34			28,34			
							32,92	25,06	824,98
<b>EREV-06</b>	<b>m Peldaño gres c/tab C1 L</b>								
		18	1,10			19,80			
							19,80	30,94	612,61
<b>EREV-07</b>	<b>m2 Pintura plast acrl lisa int vert bl</b>								
	Planta baja:								
	-Recibidor	1	4,30		2,50	10,75			
	-Salón comedor	1	14,87		2,50	37,18			
	-Pasillo	1	2,37		2,50	5,93			
	-Cocina	1	22,88		2,50	57,20			
	Planta primera:								
	-Dormitorio 1	1	12,56		2,50	31,40			
	-Dormitorio 2	1	12,54		2,50	31,35			
	-Dormitorio Ppal	1	14,25		2,50	35,63			
	-Lavadero	1	8,70		2,50	21,75			
	-Pasillo	1	11,12		2,50	27,80			
							258,99	4,60	1.191,35
<b>EREV-08</b>	<b>m2 Pintura plast acrl lisa int hrz bl</b>								
	Planta baja:								
	-Recibidor	1	3,82			3,82			
	-Salón comedor	1	30,74			30,74			
	-Pasillo	1	2,12			2,12			
	-Cocina	1	32,31			32,31			
	-Aseo	1	2,39			2,39			
	Planta primera:								
	-Dormitorio 1	1	11,20			11,20			
	-Dormitorio 2	1	11,07			11,07			
	-Dormitorio Ppal	1	13,85			13,85			
	-Baño	1	7,06			7,06			
	-Lavadero	1	4,93			4,93			
	-Pasillo	1	7,01			7,01			
	-Escalera	1	4,96			4,96			
							131,46	5,13	674,39
<b>TOTAL CAP-07 REVESTIMIENTOS .....</b>									<b>12.596,75</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAP-08 CARPINTERÍA****ECALU-01 u Puerta entrada blindada (95x245)**

Puerta de entrada blindada de tablero macizo de roble barnizada, de 1 hoja ciega lisa de 220x82.5x4.5cm y un fijo de 220x0.80x4.5cm, con precerco de pino de 150x45mm, cerco de 150x30mm, tapajuntas de 80x15mm, cerradura de 3 puntos de anclaje con pomo, incluso recibido y aplomado del cerco, ajustado de la hoja, fijación de los herrajes, nivelado, pequeño material y ajuste final, según NTE/PPM-8.

Puerta entrada blindada	1						1,000		
-------------------------	---	--	--	--	--	--	-------	--	--

							1,00	472,68	472,68
--	--	--	--	--	--	--	------	--------	--------

**ECALU-02 u Ventana corredera elevable 2hj (298x212)**

Ventana de dos hojas correderas, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 18mm, recibida directamente en un hueco de obra de 120x120cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL.

Ventana corredera 2hj	1						1,000		
-----------------------	---	--	--	--	--	--	-------	--	--

							1,00	1.910,99	1.910,99
--	--	--	--	--	--	--	------	----------	----------

**ECALU-03 u Ventana corredera elevable 3hj (575x212)**

Ventana de dos hojas correderas, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 18mm, recibida directamente en un hueco de obra de 170x120cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL.

Ventana corredera 3hj	1						1,000		
-----------------------	---	--	--	--	--	--	-------	--	--

							1,00	3.004,31	3.004,31
--	--	--	--	--	--	--	------	----------	----------

**ECALU-04 u Ventana fija 1hj (62x212)**

Ventana de dos hojas abatibles, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 33mm, recibida directamente en un hueco de obra de 120x120cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL.

Ventana fija 1hj	1						1,000		
------------------	---	--	--	--	--	--	-------	--	--

							1,00	426,39	426,39
--	--	--	--	--	--	--	------	--------	--------

**ECALU-05 u Ventana oscilobatiente 1hj con persiana (120x210)**

Ventana oscilobatiente 1hj Planta Baja							1,00		
Ventana oscilobatiente 1hj Planta Primera	3						3,00		

							4,00	707,68	2.830,72
--	--	--	--	--	--	--	------	--------	----------

**ECALU-06 u Ventana abatible 1hj con persiana (90x210)**

Ventana abatible 1hj	2						2,00		
----------------------	---	--	--	--	--	--	------	--	--

							2,00	733,83	1.467,66
--	--	--	--	--	--	--	------	--------	----------

**ECALU-07 u Ventana fija 3hj (360x245)**

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Ventana fija 3hj	1				1,00			
							1,00	976,31	976,31
<b>ECMAD-01 u</b>	<b>Puerta abatible de paso 1hj (82.5x203)</b>								
	Puerta paso abatible Planta Baja	1				1,00			
	Puerta paso abatible Planta Primera	5				5,00			
							6,00	184,90	1.109,40
<b>ECMAD-02 u</b>	<b>Puerta corredera de paso 1hj (100x203)</b>								
	Puerta corredera. Planta baja	3				3,00			
							3,00	630,37	1.891,11
<b>TOTAL CAP-08 CARPINTERÍA.....</b>									<b>14.089,57</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAP-09 INSTALACIÓN FONTANERÍA</b>									
EIF-01	<b>u Acometida fontanería</b>								
	Suministro e instalación de la acometida para abastecimiento de agua que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general de la vivienda, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubería enterrada de 8 m de longitud de polietileno de alta densidad, de 32mm de diámetro colocada sobre cama de arena en el fondo de la zanja previamente excavada, con sus correspondientes accesorios y piezas especiales, collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red y llave de registro formada por válvula de esfera de latón niquelado de 1 1/2" de diámetro colocada mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta de dimensiones interiores 38x38x50 cm de obra de fábrica, construida con fábrica de ladrillo perforada tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20-P-20/l de 15 cm de espesor enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento y cerrada superiormente con marco y tapa de fundición dúctil. Incluso demolición y levantado del firme existente, posterior reposición con hormigón en masa HM-20/P/20/l, y conexión a la red. Sin incluir excavación ni posterior relleno principal. Totalmente montada, conexiónada y probada, incluso ayudas de albañilería necesarias para la correcta ejecución de la instalación.								
	Acometida vivienda	1					1,00		
								450,00	450,00
EIF-02	<b>u Instalación fontanería vivienda</b>								
	Instalación de fontanería para una vivienda completa, dotada de cocina, 2 baños y lavadero, realizada con tuberías de polipropileno para las redes de agua fría y caliente y con tuberías de PVC, de diámetro 40mm para la red de desagües, preparada para sifón individual en cada aparato, incluso con p.p. de bajante de PVC y manguetón para enlace del inodoro/s, las tomas de agua cerradas con llaves de escuadro o tapones (según proceda) y los desagües con tapones, totalmente acabada.								
	Instalación vivienda	1					1,00	2.044,61	2.044,61
EIF-03	<b>u Instalación termo eléctrico</b>								
	Termo eléctrico para acumulación y producción de agua caliente sanitaria, en acero esmaltado con recubrimiento de espuma de poliuretano de alta densidad, 50 l de capacidad, 1600 W de potencia eléctrica, 220 V, 50 Hz, montaje en posición vertical y protegido contra la corrosión mediante ánodo de magnesio, con regulación automática, termostato y válvula de seguridad, grupo de conexión y alimentación con filtro incorporado, válvula de seguridad y manómetro con un diámetro de conexión de 3/4", válvula de corte (salida), latiguillos, fijaciones y soportes, totalmente instalado, conexiónado y en correcto estado de funcionamiento, incluso pruebas.								
	Termo electrico	1					1,00	140,00	140,00
EIF-05	<b>u Suministro y colocación de inodoro</b>								
	Suministro y colocación de INODORO de porcelana vitrificada THE GAP de ROCA, color blanco de salida vertical, con tanque bajo y juego de mecanismos con doble descarga 3/6 litros, con asiento y tapa lacados de bisagra extraíble, llave de escuadra de 1/2" cromada, latiguillo flexible de 20 cm., conexión a la red de desagüe en PVC-C de 110 mm., fijación mediante tacos y tornillos, sellado con silicona, totalmente instalado y probado para un correcto funcionamiento según NTE/IFF-ISS.								
	Aseo planta baja	1					1,00		
	Baño planta primera	1					1,00		
								293,86	587,72
							2,00		

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EIF-06	<p><b>u Suministro y colocación de bidé y grifería</b></p> <p>Suministro y colocación de BIDÉ de porcelana vitrificada THE GAP de ROCA, tapa lacada y bisagras de acero inoxidable, calidad alta, con juego de fijación, incluso válvula desagüe de 1 1/2", sifón y tubo, colocado y con ayudas de albañilería.</p> <p>Mezclador monobloque para bidé GROHE, monomando, calidad especial, acabado cromado, con regulador de chorro a rótula, desagüe automático y enlaces de alimentación flexibles, totalmente instalado y comprobado.</p>								
	Baño planta primera	1				1,00			
							1,00	184,32	184,32
EIF-07	<p><b>u Suministro y colocación de lavabo y grifería</b></p> <p>Suministro y colocación de LAVABO de 60cm de porcelana vitrificada UNIK VICTORIA de ROCA empotrado sobre mueble modelo UNIK VICTORIA, con juego de anclajes para fijación, incluso válvula desagüe de 1 1/2", sifón cromado y tubo, colocado y con ayudas de albañilería según DB HS-4 del CTE.</p> <p>Grifería mezcladora para lavabo GROHE, monomando, calidad especial, de repisa, acabado cromado, caño central con aireador, desagüe automático y enlaces de alimentación flexibles, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento.</p>								
	Aseo planta baja	1				1,00			
	Baño planta primera	1				1,00			
							2,00	401,97	803,94
EIF-08	<p><b>u Suministro y colocación de bañera y grifería</b></p> <p>Suministro y colocación de BAÑERA acrílica de dimensiones 170x70cm, de forma cuadrada/rectangular, en blanco, color o mate, con fondo antideslizante y con juego de desagüe, incluso válvula desagüe de 1 1/2", sifón y tubo, colocado y con ayudas de albañilería.</p> <p>Mezclador monobloque para bañera GROHE y juego de ducha, monomando, calidad especial, acabado cromado, mezclador exterior, con ducha teléfono flexible de 1.60m de longitud y soporte articulado, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento.</p>								
	Baño planta primera	1				1,00			
							1,00	270,43	270,43
EIF-09	<p><b>u Suministro y colocación de lavadero y grifería</b></p> <p>Suministro y colocación de LAVADERO de porcelana, incluso válvula desagüe de 1 1/2", sifón y tubo, colocado y con ayudas de albañilería.</p> <p>Mezclador monobloque para lavadero GROHE, convencional, calidad económica, de pared, acabado cromado, caño giratorio superior y enlaces de alimentación flexibles, totalmente instalado y comprobado.</p>								
	Lavadero planta primera	1				1,00			
							1,00	215,23	215,23
<b>TOTAL CAP-09 INSTALACIÓN FONTANERÍA .....</b>									<b>4.696,25</b>

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAP-10 INSTALACIÓN ELÉCTRICIDAD****EIEL-01 u Instalación eléctrica completa en vivienda**

Instalación eléctrica completa en vivienda de 3 dormitorio, 1 aseo y 1 baños, con una electrificación básica de 5750 W, compuesta por cuadro general de distribución con dispositivos de mando, maniobra y protección general mediante 1 PIA 2x25 A y 1 interruptor diferencial 2x25A/30 mA para 5 circuitos (1 para iluminación, 1 para tomas generales y frigorífico, 1 para tomas de corriente en baños y auxiliares de cocina, 1 para lavadora, lavavajillas y termo y 1 para cocina y horno); 1 timbre zumbador, 1 punto de luz con 2 encendidos conmutados y 1 base de 16 A en el vestíbulo; 2 puntos de luz con 4 encendidos conmutados y 5 bases de 16 A en salón-comedor de hasta 30m2; 2 puntos de luz con 6 encendidos, 4 conmutados y 2 cruzamientos y 3 bases de 16 A en dormitorio principal de hasta 18m2; 1 puntos de luz con 2 encendidos conmutados y 2 bases de 16 A en dormitorio de hasta 12m2; 1 punto de luz con 1 encendido simple y 1 base de 16 A en baños; 1 punto de luz con 2 encendidos conmutados y 1 base de 16 A en el pasillo; 1 punto de luz con 2 encendidos conmutados, 1 base de 25 A para cocina/horno y 8 bases de 16 A para extractor; frigorífico, lavadora, lavavajillas, termo y auxiliares en cocina de hasta 10m2 y 1 punto de luz con 1 encendido simple en terraza; realizada con mecanismos de calidad alta y con cable de cobre unipolar de diferentes secciones colocado bajo tubo flexible corrugado de doble capa de PVC de distintos diámetros, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.

Instalación vivienda	1	1,00							
							1,00	4.427,78	4.427,78

**EIEL-02 u Luminaria autónoma para alumbrado de emergencia**

Luminaria autónoma para alumbrado de emergencia normal de calidad media, material de la envolvente autoextinguible, con dos leds de alta luminosidad para garantizar alumbrado de señalización permanente, con lámpara fluorescente de tubo lineal de 6 W, 70 lúmenes, empotrable cubierta de 14 m2 y 1 hora de autonomía, alimentación de 220 V y conexión para mando a distancia, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento según DB SU-4 del CTE y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.

Luminaria emergencia	1	1,00							
							1,00	41,00	41,00

**EIEL-03 u Videoportero para vivienda unifamiliar**

Videoportero para vivienda unifamiliar formado por placa de aluminio, monitor multifunción M-450 extraplano, alimentador, visera y abrepuertas AT estándar, totalmente instalado y conexionado.

Videoportero	1	1,00							
							1,00	500,00	500,00

**EIEL-04 u Downlight para empotrar en falso techo diámetro exterior 85mm**

Downlight para empotrar en falso techo de diámetro exterior 85mm de aleación de aluminio con lámpara halógena dicróica de 50W, tensión 230V, instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.

Cocina	2	2,00							
							2,00	46,69	93,38

**EIEL-05 u Downlight para empotrar en falso techo de diámetro exterior 213mm**

Downlight para empotrar en falso techo de diámetro exterior 213mm de policarbonato con reflector metalizado, facetado y difusor opal, incluido lámparas fluorescentes compactas de 2x10W, equipo encendido electromagnético, cable, conector y accesorios para su anclaje, instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.

Cocina	2	2,00							
							2,00	102,42	204,84

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EIEL-06	<b>u Plafón techo 100W</b> Plafón techo 100W con base termo esmaltado en blanco y cristal opal mate, con lámpara de incandescencia de 100W y portalámparas de diámetro 27mm. Construido, instalado, conectado y en perfecto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.								
	Aseo planta baja	1					1,00		
	Baño planta primera	1					1,00		
							2,00	36,83	73,66
EIEL-07	<b>u Aro para empotrar con lámpara halógena dicroica de 50W./12V</b> Aro para empotrar con lámpara halógena dicroica de 50W./12V., y transformador, con protección IP20 clase III. En cuerpo de aleación de aluminio (Zamac) con color blanco, dorado, cromado, negro o gris. Instalado incluyendo replanteo y conexionado								
	Comedor y distribuidor	14					14,00		
							14,00	19,83	277,62
<b>TOTAL CAP-10 INSTALACIÓN ELECTRICIDAD .....</b>									<b>5.618,28</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAP-11 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA**

EIST-01 u Instalación completa de energía solar térmica

Instalación completa de energía solar térmica para la obtención de ACS en una vivienda unifamiliar de 3 dormitorios situada en zona climática IV, compuesta por equipos compactos con marcado CE y según el DB HE-4 del CTE.

Instalación solar termica	1						1,00		
---------------------------	---	--	--	--	--	--	------	--	--

							1,00	1.219,00	1.219,00
--	--	--	--	--	--	--	------	----------	----------

**TOTAL CAP-11 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA ..... 1.219,00**

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAP-12 INSTALACIÓN VENTILACIÓN</b>									
EIV-01	m Tubería para ventilación								
	Tubería para ventilación de baños y cocina, tipo helicoidal de pared lisa de D=150mm., en chapa de acero galvanizada espesor 0,5mm., l/pp. de codos, derivaciones, manguitos y demás accesorios.								
	Tuberia ventilación	1	6,50				6,50		
								21,52	139,88
<b>TOTAL CAP-12 INSTALACIÓN VENTILACIÓN.....</b>									<b>139,88</b>



**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

**VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL**

<b>CÓDIGO RESUMEN</b>	<b>UDS</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ANCHURA</b>	<b>ALTURA</b>	<b>PARCIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>IMPORTE</b>
						18,78	76,75	1.441,37
<b>TOTAL CAP-13 VARIOS .....</b>								<b>8.460,98</b>
<b>TOTAL .....</b>								<b>113.837,71</b>

## RESUMEN DE PRESUPUESTO

## VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
CAP-01	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO .....	947,46	0,83
CAP-02	SANEAMIENTO .....	1.809,00	1,59
CAP-03	CIMENTACIONES .....	9.446,38	8,30
CAP-04	ESTRUCTURA Y CERRAMIENTO .....	32.839,70	28,85
CAP-05	PARTICIONES .....	10.940,82	9,61
CAP-06	CUBIERTA .....	11.033,64	9,69
CAP-07	REVESTIMIENTOS .....	12.596,75	11,07
CAP-08	CARPINTERÍA .....	14.089,57	12,38
CAP-09	INSTALACIÓN FONTANERÍA .....	4.696,25	4,13
CAP-10	INSTALACIÓN ELECTRICIDAD .....	5.618,28	4,94
CAP-11	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA .....	1.219,00	1,07
CAP-12	INSTALACIÓN VENTILACIÓN .....	139,88	0,12
CAP-13	VARIOS .....	8.460,98	7,43
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>113.837,71</b>	
	13,00 % Gastos generales.....	14.798,90	
	6,00 % Beneficio industrial .....	6.830,26	
SUMA DE G.G. y B.I.		21.629,16	
	16,00 % I.V.A. ....	21.674,70	
<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>		<b>157.141,57</b>	

