

DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: Nº 506p/14

Área genérica / Uso previsto:

SISTEMA DE MUROS DE DOBLE CARA

Nombre comercial:

MURO DOBLE PROERAI

Beneficiario:

PROERAI S.L.U.

Sede Social:

Polígono Sarrarte, variante oeste
31830 Lakuntza (Navarra)
España
Telf. 948 464 877 Fax: 948 464 900
[http:// www.proerai.com](http://www.proerai.com)
E-mail: proerai@proerai.com

Validez. Desde:
Hasta:

30 de diciembre de 2014
30 de diciembre de 2019
(Condicionado a seguimiento anual)

Este Documento consta de 20 páginas



MIEMBRO DE:

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

MUY IMPORTANTE

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

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

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

C.D.U.: 692.231.2

Muros exteriores de carga

Murs extérieurs porteurs

Loadbearing walls

DECISIÓN NÚM 506p/14

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

- en virtud del Decreto nº 3.652/1963, de 26 de diciembre, de la Presidencia del Gobierno, por el que se faculta al Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, para extender el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA de los materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales de construcción utilizados en la edificación y obras públicas, y de la Orden nº 1.265/1988, de 23 de diciembre, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se regula su concesión,
- considerando el artículo 5.2, apartado 5, del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE) sobre conformidad con el CTE de los productos, equipos y sistemas innovadores, que establece que un sistema constructivo es conforme con el CTE si dispone de una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto,
- considerando la solicitud formulada por la Sociedad **PROERAI S.L.** para la RENOVACIÓN y PASO a DITplus del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 506, **Sistema de muros de doble cara MURO DOBLE PROERAI,**
- considerando el procedimiento IETcc-0405-DP de mayo de 2005 por el que se regula la concesión del DIT plus,
- considerando las especificaciones establecidas en el Reglamento para el Seguimiento del DIT del 28 de octubre de 1998,
- en virtud de los vigentes Estatutos de l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc),
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, en sesiones celebradas el 19 de diciembre de 2007 y el 15 de diciembre de 2014,

DECIDE

Renovar el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 506, **al Sistema de muros de doble cara MURO DOBLE PROERAI,** como DITplus con número 506p/14, considerando que,

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

CONDICIONES GENERALES

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

El proyecto técnico de los muros de doble cara PROERAI vendrá suscrito, en cada caso, por PROERAI S.L., que justificará el cumplimiento de la normativa en vigor, aportando la correspondiente memoria de cálculo y la documentación gráfica en la que se detallen la geometría y tolerancias de todas y cada una de las piezas, la de las juntas y, especialmente, las condiciones de conexión de piezas entre sí y con el resto de elementos estructurales. Dicho proyecto técnico será aprobado por el autor del proyecto.

En general, se tendrán en cuenta las prescripciones de las normativas vigentes. Como recordatorio se citan las siguientes: "Código Técnico de la Edificación" (CTE); "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE); y "Norma de Construcción Sismorresistente" (NCSR-02).

CONDICIONES DE CÁLCULO

En cada caso el fabricante comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en el Informe Técnico de este Documento, la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuación del Sistema para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados límite último y de servicio, en las condiciones establecidas por la Normativa en vigor y para la situación geográfica concreta.

CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL

El fabricante deberá mantener el autocontrol que en la actualidad realiza sobre las materias primas, el proceso de fabricación y el producto acabado, conforme a las indicaciones que se dan en el apartado 7 del Informe Técnico.

CONDICIONES DE PUESTA EN OBRA

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por PROERAI S.L. o por empresas cualificadas, reconocidas por ésta, bajo su control y asistencia técnica, las cuales garantizarán que la utilización del Sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento, respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos. Una copia del listado actualizado de empresas instaladoras reconocidas por PROERAI S.L. estará disponible en el IETcc.

De acuerdo con lo anterior, el presente documento ampara exclusivamente aquellas obras que hayan sido realizadas por PROERAI, S.L. o por empresas cualificadas, reconocidas por ésta.

Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, que fijará PROERAI, S.L. con la aprobación de la Dirección de Obra, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, de protección de personas y, en general, se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en los reglamentos vigentes de Seguridad y Salud en el Trabajo.

CONDICIONES DE CONCESIÓN

Debe tenerse en cuenta que el Sistema de muros de doble cara PROERAI es un producto que queda cubierto por el campo de aplicación de la Norma europea Armonizada EN 14992:2007+A1:2012 "Productos prefabricados de hormigón. Elementos para muros." La entrada en vigor de la Norma establece la obligatoriedad, a todos los sistemas cubiertos por la misma, de disponer del marcado CE.

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

El muro doble PROERAI dispone de marcado CE nº 0099/CPR/A87/0437, con DdP nº 5.

Este DITplus no exime al fabricante de mantener en vigor dichos marcados CE.

VALIDEZ

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS número 506p/14, es válido durante un período de cinco años a condición de:

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

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

Este Documento deberá, por tanto, renovarse antes del 30 de diciembre de 2019.

Madrid, 30 de diciembre de 2014

LA DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA



Marta Mª Castellote Armero

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO

El Sistema de muros de doble cara MURO DOBLE PROERAL es un sistema constructivo basado en muros de hormigón armado fabricados con sistemas industriales y de forma racionalizada en factoría.

Estos muros, una vez montados en obra, constituyen parte del cerramiento y la estructura o parte de la estructura del edificio.

La presente evaluación técnica se refiere únicamente al sistema estructural.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El muro doble PROERAL parte de la fabricación en factoría de dos láminas exteriores que se encuentran unidas mediante un armado en celosía que mantiene la separación entre ellas y sirven de encofrado para el hormigón a verter *in situ*.

Dichas láminas se encuentran armadas con la armadura longitudinal y transversal.

Es un sistema de junta húmeda, puesto que la unión entre los diferentes elementos que lo integran es continua.

El Sistema de muros de doble cara MURO DOBLE PROERAL es un sistema abierto, puesto que permite combinarse con otros sistemas constructivos tradicionales y no tradicionales, como forjados unidireccionales o reticulares, de viguetas prefabricadas, losas alveolares, prelosas, losas *in situ* o viguetas metálicas. Sobre los muros pueden apoyarse pilares de hormigón, pilares metálicos u otros tipos de estructura.

Se fabrican para muros de 20 a 80 cm de espesor total (con láminas de 5 a 7 cm de espesor), alturas usuales de 1 a 8 m y longitud variable hasta 10 m. Las dimensiones del muro, así como su armado, vienen fijadas por cálculo.

El muro doble tiene dos aplicaciones. La primera como elemento de contención de tierras (muro de sótano, muro en ménsula, muro para piscinas, etc.) donde recibe las cargas del empuje de tierras y de la estructura del edificio en el caso que ésta se apoye sobre el muro. La segunda aplicación es como muro portante (muros de fachada, de ascensor, interiores, etc.) que conforman la estructura vertical del edificio y reciben las cargas gravitatorias, de viento y sismo.

Pueden utilizarse trasdosados o sin trasdosar dependiendo de la ubicación y el uso que se le dé al muro

3. COMPONENTES DEL SISTEMA

3.1 Muros

Muros de hormigón armado, fabricados según proyecto y lo definido en el punto 2 del presente

Informe Técnico, con marcado CE según el Anexo ZA de la norma UNE-EN 14992:2008+A1:2012⁽¹⁾, certificado para la fábrica de Lakuntza (Navarra) nº 0099/CPR/A87/0437.

3.1.1 Tolerancias

Las tolerancias de producción, que se corresponden a las recogidas en las normas EN 14992:2007+A1:2012⁽¹⁾ y UNE-EN 13369:2013⁽²⁾, son las siguientes:

Tabla 1. Tolerancias de producción

Altura, longitud del muro y medidas diagonales	± 14 mm
Espesor total del muro	± 8 mm
Espesor de cada una de las láminas	- 5 / + 10 mm
Planicidad	4 mm / 0,2 m 10 mm / 3 m

3.1.2 Identificación

Sobre el muro se colocará, además del correspondiente marcado CE, una etiqueta de identificación en la que se indicará, como mínimo:

- Marca comercial
- Logotipo y número de DITplus
- Código de identificación de la unidad (lote, fecha de fabricación, trazabilidad, etc.)

3.2 Juntas de las láminas prefabricadas

3.2.1 Juntas horizontales

La unión del muro con el muro inferior o con la cimentación sobre la que nace, se realiza a través de unas esperas que se colocan para tal fin. Las cargas verticales se transmiten a través de dichas esperas una vez que se realice el proceso de hormigonado. La junta es geoméricamente plana.

Para la primera aplicación, es decir como muros de contención de tierras, la junta tiene un espesor de 30 mm, con una tolerancia de ± 10 mm, hormigonadas *in situ* durante el proceso de hormigonado del muro, o bien con un mortero de retacado posterior.

Esta misma consideración se aplicará para la segunda aplicación, como elemento estructural, en su arranque con la cimentación.

La misión de estas juntas es lograr un asiento uniforme de las láminas prefabricadas, evitar fisuraciones por apoyos puntuales, así como garantizar el correcto hormigonado del muro

Para la segunda aplicación, como elemento estructural, la junta tiene un espesor de 20 mm, con una tolerancia de -5 / + 10 mm, y se rellena

⁽¹⁾ Productos prefabricados de hormigón. Elementos para muros.

⁽²⁾ Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón.

tras el hormigonado con un mortero sin retracción que debe asegurar un asiento uniforme de las láminas prefabricadas.

3.2.2 Juntas verticales

La junta vertical de encuentro entre muros es geoméricamente plana.

En caso que sea necesario, las juntas se sellan con masilla de poliuretano o silicona por su cara exterior, interior o por ambas.

La unión entre los muros adyacentes se realiza por el proceso de hormigonado que se ejecuta en obra, no siendo necesario colocar ningún tipo de anclaje.

En el caso de que el panel, como elemento estructural, esté trabajando como placa en toda su longitud, se estudiará la transmisión de esfuerzos entre placas adyacentes. Comprobándose si la transmisión se realiza a través del propio hormigón o si fuera necesario, por cálculo, complementarla por medio de armaduras horizontales o una unión en seco entre placas embebidas.

Estas juntas se tratarán y ejecutarán según lo establecido en el punto 11.3, proceso de montaje de los muros (véase figura 3.).

4. MATERIALES

4.1 Hormigón

Para las láminas prefabricadas, se utiliza un hormigón fabricado en central con amasadora; para el hormigón del relleno del núcleo se puede emplear un hormigón dosificado en central o en planta a pie de obra. En ambos casos deberá cumplir con las especificaciones marcadas en la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE).

Las resistencias características serán iguales o superiores a 40 N/mm^2 .

4.1.1 Hormigón de las láminas prefabricadas

a) Cemento

Se utilizan cementos CEM I, CEM II, BLI (blancos) o BLII (coloreados) y/o sulforresistentes, con una resistencia de 42,5 o 52,5. Debe cumplir con las especificaciones fijadas en la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE) y estar en posesión del mercado CE o de una marca de calidad oficialmente reconocida.

b) Áridos

Los áridos pueden ser naturales o de machaqueo y deberán cumplir las prescripciones marcadas en la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE) y estar en posesión del mercado CE.

c) Agua

El agua cumplirá las prescripciones fijadas en la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE).

d) Aditivos y colorantes

Deben cumplir las prescripciones marcadas por la "Instrucción del Hormigón Estructural" (EHE) y estar en posesión del mercado CE.

4.1.2 Hormigón in situ

En la dosificación del hormigón para hormigonado *in situ* se tendrá en cuenta del espesor del muro y su altura, para garantizar el vertido del hormigón.

a) Cemento

Los cementos deben cumplir con las especificaciones fijadas en la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE) y estar en posesión del mercado CE.

b) Áridos

Los áridos pueden ser naturales o de machaqueo y deberán cumplir las prescripciones marcadas en la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE) y estar en posesión del mercado CE.

c) Agua

El agua cumplirá las prescripciones fijadas en la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE).

d) Aditivos

Deben cumplir las prescripciones marcadas por la "Instrucción del Hormigón Estructural" (EHE) y estar en posesión del mercado CE.

4.2 Aceros

4.2.1 Acero de los muros prefabricados

a) Armadura de las láminas

El armado de las láminas se realizará con barras longitudinales y transversales en cada una de las dos láminas, con la cuantía obtenida por cálculo.

Estas barras serán de calidad B 500 S y los diámetros serán fijados por cálculo para cada uno de los elementos.

Deben cumplir con las prescripciones fijadas en la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE) y estar en posesión de un sello o marca de calidad oficialmente reconocido.

La conexión entre láminas de un mismo muro se hará mediante armaduras en celosías aunque puede complementarse con cualquier otro tipo de estribos que por cálculo requiera.

b) Armaduras en celosía

Las armaduras en celosía son elementos normalizados que estarán fijados según proyecto. Se utilizan en calidad B 500 SD y deberán estar en posesión de un sello o marca de calidad.

c) Elementos de izado

Son elementos que permiten manipular los muros desde el momento de su desencofrado hasta su colocación en obra. Son ganchos formados por

redondos corrugados con una capacidad de carga proporcional al peso del muro.

d) Anclajes

Aunque no son elementos habituales en los muros, en el caso que sean necesarios, se emplean placas de acero S 275 JR (A-42 b) con patillas B 500 S, debiendo quedar justificados por cálculo.

4.2.2 Armaduras en núcleo *in situ*

a) Armaduras de espera, refuerzos y estribos

Elementos fijados por cálculo según proyecto, de calidad B 500 S o B 500 SD, debiendo cumplir los requisitos fijados en la "Instrucción del Hormigón Estructural" (EHE) y estar en posesión de un sello o marca de calidad.

Las armaduras en espera dispuestas en la junta horizontal entre muro y muro o entre muro y cimentación, tienen por misión transmitir los esfuerzos que se originan. Como ese esfuerzo se realiza a través de la superficie de contacto de los dos hormigones, éstas deben tener la capacidad suficiente para transmitir las sollicitaciones a que esté sometido el muro.

5. ELEMENTOS DE UNIÓN Y SELLADO

5.1 Elementos de sellado

Las juntas de los muros se recibirán con morteros sin retracción para obtener una superficie lisa. Se emplearán morteros clase R1 de acuerdo a UNE-EN 1504-3:2006⁽³⁾ para esta aplicación. En el caso de existir juntas de dilatación entre muros, se sellarán las juntas de idéntica manera a como se ejecutaría un muro *in situ*. Se utilizarán sellantes clase F25HM según UNE-EN ISO 11600:2005⁽⁴⁾, teniendo en cuenta las prestaciones del sellante en función de los movimientos previsibles de la junta y del medio en que se encuentre.

5.2 Elementos de retacado

Se podrán emplear morteros de retacado para el acabado estético de las juntas.

6. FABRICACIÓN

6.1 Ubicación

Los muros del Sistema de muros de doble cara MURO DOBLE PROERAL, se fabrican en la fábrica que PROERAL, S.L. posee en el Polígono Sarrate, 31830 Lakuntza (Navarra).

⁽³⁾ Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 3: Reparación estructural y no estructural.

⁽⁴⁾ Edificación. Productos para juntas. Clasificación y requisitos para sellantes.

6.2 Documentos para fabricación: Órdenes de fabricación

La orden de fabricación es el documento específico que define cada panel y que permite la fabricación del mismo. Está compuesto por un plano de taller que define cada panel y refleja todas sus características (código, dimensiones, armaduras, anclajes, cajeados, etc.) junto con un parte de inspección que resume las verificaciones que se realizan para cada actividad del proceso de fabricación (dimensionales, acabados, conformidad final...).

6.3 Proceso de fabricación

El proceso de fabricación de un muro, se realiza en dos etapas (una por cada lámina hasta que se juntan ambas) y consta de los siguientes pasos:

Lámina A:

- Limpieza y asignación de bandeja.
- Replanteo huecos y/o utillaje sobre la bandeja.
- Aplicación del desencofrante.
- Colocación de los separadores correspondientes.
- Armado, incluyendo la celosía, los refuerzos y los ganchos.
- Hormigonado y vibrado.
- Curado.

Lámina B:

- Limpieza y asignación de bandeja.
- Replanteo huecos y/o utillaje sobre la bandeja.
- Aplicación del desencofrante.
- Colocación de los separadores correspondientes.
- Armado y colocación de accesorios.
- Hormigonado y vibrado.
- Posicionado en la estación de volteo para recibir la Lámina A.

En este momento la Lámina A que ya está curada, se desplaza hasta la estación de volteo para proceder a ser volteada sobre la Lámina B donde el hormigón es fresco. A partir de aquí en los procesos restantes las láminas A y B están juntas conformando el muro. Dichos procesos son los siguientes:

Láminas A y B:

- Vibrado (Se vuelve a vibrar el conjunto para garantizar el recubrimiento de las armaduras de conexión entre láminas).
- Comprobación y ajuste geométrico.
- Curado.
- Desmoldeo e izado.

7. CONTROL DE CALIDAD

7.1 Fabricación de las láminas

7.1.1 Materias primas

En general, para la inspección de materiales se tendrá en cuenta lo establecido en la norma UNE-EN 13369:2013⁽⁵⁾.

Para la fabricación de las láminas de hormigón prefabricadas existe un control de calidad en la recepción de los materiales que se suministran:

- Los áridos cumplirán las prescripciones fijadas en la “Instrucción de Hormigón Estructural” (EHE) y estarán en posesión del marcado CE
- Los cementos seguirán la “Instrucción para la Recepción de Cementos” (RC-08) y estarán en posesión del marcado CE.
- Los aceros cumplirán la norma UNE-36065:2011⁽⁶⁾ y estarán certificados por sello de calidad AENOR.

Existe un plan de autocontrol reflejado en el Manual de calidad de la fábrica y un control externo por laboratorio acreditado, que comprende los siguientes controles o ensayos:

- Áridos: Verificación de granulometría y equivalente de arena así como los ensayos complementarios marcados por la EHE.
- Aceros: características mecánicas y ponderales.

7.1.2 Hormigones

Los hormigones, tanto los realizados en obra como los suministrados a obra desde una central de hormigón preparado, se controlarán según los criterios de la “Instrucción del Hormigón Estructural” (EHE) para el control estadístico, debiendo ser realizados los ensayos por un laboratorio externo acreditado. Dichos ensayos se realizarán con la frecuencia de muestreo, plan de ensayos y criterios de conformidad que marcan tanto la norma UNE-EN 206-1:2008⁽⁷⁾ como la “Instrucción del Hormigón Estructural” (EHE).

7.1.3 Elementos de manipulación y anclaje

Los controles que se realizan a la recepción de estos artículos son:

- Aspecto general y acabados.
- Dimensiones.
- Soldaduras.

Estos controles se hacen de acuerdo con el “Código Técnico de la Edificación” (CTE).

⁽⁵⁾ Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón.

⁽⁶⁾ Barras corrugadas de acero soldable con características especiales de ductilidad para armaduras de hormigón armado.

⁽⁷⁾ Hormigón. Parte 1: Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad.

7.1.4 Fabricación

En general, para la inspección del proceso de producción y de producto terminado se tendrá en cuenta lo establecido en las normas EN 14992:2007+A1:2012⁽⁸⁾ y UNE-EN 13369:2013⁽⁵⁾.

En concreto, durante la ejecución de los muros se realizan los siguientes controles:

- Control de las dimensiones de los encofrados.
- Control de las armaduras y anclajes, según viene reflejado en la orden de fabricación, previamente al hormigonado.
- Control del espesor del hormigonado.
- Control en el patio de las dimensiones e inspección visual previo al envío a obra.
- Control de terminaciones superficiales.
- Control de fisuras y desperfectos locales.
- Control de reparaciones efectuadas.

Los eventuales desconchones o defectos superficiales originados durante el transporte o la manipulación del muro se repararán con morteros clase R2 de acuerdo a UNE-EN 1504-3:2006⁽⁹⁾. Si la zona afectada tiene función estructural y el defecto no es significativo podrá utilizarse un mortero clase R4 de acuerdo a UNE-EN 1504-3:2006⁽⁹⁾.

7.2 Control en obra

PROERAI, S.L. aportará un Plan de Control de Obra, en cumplimiento de la “Instrucción del Hormigón Estructural” (EHE), que deberá ser aprobado por la dirección facultativa.

Este Plan de Control incluirá un control de recepción de materiales.

7.3 Materiales para relleno de juntas

Los fabricantes de estos materiales deben aportar los certificados referidos a la elasticidad, retracción, adherencia, durabilidad y compatibilidad con los elementos de soporte conforme a la norma UNE-EN ISO 11600:2005⁽¹⁰⁾.

8. ALMACENAMIENTO

El acopio de los muros en fábrica se realizará en horizontal, en pilas de acopio. La base de apoyo se preparará con soporte adecuado convenientemente dispuesto.

El sistema de acopio deberá garantizar que los paneles no sufran deformaciones.

⁽⁸⁾ Productos prefabricados de hormigón. Elementos para muros.

⁽⁹⁾ Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 3: Reparación estructural y no estructural.

⁽¹⁰⁾ Edificación. Productos para juntas. Clasificación y requisitos para sellantes.

Se formarán pilas de acopio a base de disponer unos muros sobre otros. El número de alturas, hasta 4 como máximo, vendrá limitado por las dimensiones, el espesor de las piezas acopiadas y la armadura en celosía. Se respetará la verticalidad de las pilas y la estabilidad del conjunto.

9. TRANSPORTE DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

El transporte de los muros se hará en la misma posición que se acopiaron.

Se trasladará toda la pila de acopio al camión sobre el que se habrá preparado la base de apoyo con un soporte adecuado convenientemente dispuesto.

La manipulación para carga y descarga, se realizará mediante los ganchos de acero corrugado de que dispone el muro en su parte superior, calculados y dimensionados para tal fin.

10. RECEPCIÓN EN OBRA

El acopio en obra se realizará en horizontal, en pilas de acopio conformadas de igual manera que en fábrica, sirviendo para la obra todas las recomendaciones apuntadas en el apartado 8.

Se comprobará fundamentalmente que los paneles no han sufrido deformaciones debidas a un incorrecto acopio o transporte.

11. PUESTA EN OBRA

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por PROERAI, S.L.U. o por empresas cualificadas y especializadas en el montaje, reconocidas por PROERAI, S.L.U. bajo su control y asistencia técnica según las siguientes indicaciones y lo recogido en la Instrucción de Montaje para muro doble prefabricado.

11.1 Trabajos previos

Previamente al montaje de los muros se habrá realizado la cimentación de la que nacerán dichos muros. De dicha estructura sobresaldrán las armaduras en espera con un diámetro, longitud y separación indicado en el proyecto técnico.

Para el inicio del montaje se procederá al replanteo de la planta de muros sobre la cimentación, estableciendo un reparto de juntas que permita absorber los posibles errores de ejecución de la obra *in situ*.

Se reflejará sobre el plano toda la información anterior, quedando de esta forma establecido el criterio de montaje, medidas de juntas, etc.

Este criterio de montaje, con las tolerancias admitidas, se arrastrará hacia arriba, en la ejecución vertical de la obra en el caso que exista más de una planta en la que disponer muros.

11.2 Manipulación

La colocación de los paneles se realizará mediante grúa torre o autogrúa, dependiendo de las dimensiones de los muros.

Se guardará un radio de, al menos, 5 m en las manipulaciones aéreas con grúa. La longitud de las eslingas o cadenas deberá ser como mínimo de 4 m para no forzar los ganchos de elevación de los muros. Las eslingas para la elevación y transporte de los muros no deben en ningún caso formar un ángulo superior a los 60°.

Hasta que el muro quede completamente apuntalado, no se soltarán las eslingas o cadenas de sujeción de los ganchos de elevación y transporte.

11.3 Montaje de los muros

Enganchado el muro correctamente, se llevará a su zona de montaje, señalizada por el muro inferior que siempre será visible, o en su caso, por las marcas de replanteo si es un muro de arranque.

Se establece el siguiente orden de operaciones:

1. Posicionamiento en planta. Previamente se habrán colocado unos calzos de 2 a 3 cm que permitirán posteriormente comprobar que el hormigonado se realiza correctamente.
2. Establecer la cota superior del panel y nivelar su borde inferior mediante calzos.
3. Realizar el plomo transversal o de láminas.
4. Comprobar el plomo de cantos.
5. Colocar puntales de tal forma que se garantice la estabilidad y seguridad de la obra durante el montaje y hormigonado.

Previo al hormigonado, se procede al encofrado de las juntas verticales y horizontales.

Las juntas horizontales en el arranque de la cimentación tienen un espesor nominal de 3 cm. El encofrado se realiza mediante un elemento plano (tabla, regla, etc.) que debe quedar debidamente sujeto para evitar su desplazamiento durante el proceso de hormigonado.

En el caso de que el muro trabaje como elemento estructural, las juntas horizontales entre muros tienen un espesor nominal de 2 cm. El encofrado de la junta se realiza, bien como en el caso anterior, por medio de un elemento plano, o bien por medio de un obturador que deje la junta vista. Las juntas verticales pueden ser a tope, en cuyo caso no es necesario ningún tipo de encofrado, o

bien pueden tener un espesor nominal de 2 cm, en cuyo caso se dispone un obturador previo al hormigonado.

Posteriormente se procede al relleno del núcleo del muro con hormigón; este proceso de hormigonado se realiza por tongadas de 0,90 a 1,20 m de altura respetando las indicaciones de los planos y se posicionan las esperas de unión al forjado y/o a otra planta de muros en el caso que existan.

Como continuación al montaje de los muros se procederá al montaje de los elementos horizontales de cada planta (vigas, forjados, etc.) en los casos que éstos existan.

El error de plomo de cara (transversal) de un panel no debe ser superior a 6 mm (sobre la generatriz media).

El error de posición (descentramiento) entre las caras colindantes de dos paneles superpuestos debe ser inferior a 15 mm. En el caso que se supere esta dimensión se verificará si la sección de hormigón *in situ* real es suficiente por cálculo según los criterios de la "Instrucción del Hormigón Estructural" (EHE).

Se considera como error de ejecución de carácter excepcional, cualquiera de los errores de plomo y posición que no esté dentro de las tolerancias anteriores. También se considera error grave de ejecución el rellenar el trasdós sin tener atado el muro en cabeza (en el caso de muros de sótano, no calculados en ménsula). Si tales defectos se presentan durante la ejecución, deberán repetirse los cálculos para la justificación del funcionamiento de los muros interesados.

Los errores excepcionales de juntas horizontales, si no existiesen condicionantes de tipo estético que no se pudiesen resolver, necesitan un tratamiento mucho más cuidadoso de relleno e inspección directa del mismo por técnicos de PROERAL, S.L.

En el aspecto estético, tanto juntas horizontales como verticales, admiten tratamientos de corte o recrecido con mortero de resinas epoxi; con muestras previas aceptadas por la Dirección Facultativa.

12. MEMORIA DE CÁLCULO

Se ha de comprobar que el hormigón y la armadura en celosía transmiten los esfuerzos de una lámina a otra, garantizando el trabajo conjunto de ambas.

Para el cálculo de las uniones se tendrá en cuenta lo dispuesto en el Anexo A de la norma UNE-EN 14992:2008+A1:2012⁽¹¹⁾ para la consideración de la sección portante.

⁽¹¹⁾ Productos prefabricados de hormigón. Elementos para muros.

Dichas uniones podrán trabajar como empotradas o articuladas en función de la sección y de la armadura de la parte hormigonada *in situ*.

12.1 Muro para contención de tierras

En este caso, el cálculo del muro se realiza de la misma manera que se calcula un muro de hormigón armado ejecutado *in situ*: se obtienen todos los esfuerzos provenientes del empuje de las tierras en función del tipo de terreno, profundidad, nivel freático, sobrecargas, etc. y de las cargas del edificio, a partir de los cuales se dimensiona según la "Instrucción del Hormigón Estructural" (EHE).

12.2 Estructura vertical

En este caso, los edificios construidos con este Sistema se conciben como estructuras formadas por grandes elementos verticales que se constituyen al agruparse los muros prefabricados. La unión entre elementos prefabricados depende de la sección y armadura, pudiendo llegar a ser articulada (en este caso la rigidez transversal de cada elemento vertical es despreciable).

En el caso de uniones articuladas, para dar estabilidad a los edificios es necesario que se dispongan muros en las dos direcciones de forma que, además de recibir las cargas de los forjados, proporcionen la estabilidad transversal del edificio en dos direcciones, junto con los posibles arriostramientos existentes en cada planta y estudiando, en cada caso, la transmisión de las cargas horizontales a través del forjado o posibles arriostramientos.

Para la obtención de los esfuerzos de diseño de los muros se tendrán en cuenta todas las posibles excentricidades de cálculo de la transmisión de esfuerzos, efectos térmicos, imperfecciones, etc, dadas en las "Directrices comunes de la UEAtc para la apreciación técnica de procedimientos de construcción a base de paneles pesados prefabricados". También se deberán tener en cuenta las fases de izado de la mesa de fabricación, transporte y montaje.

Los muros, una vez obtenidos los esfuerzos, se dimensionarán según la "Instrucción del Hormigón Estructural" (EHE).

13. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

El fabricante aporta como referencias, todas ellas como muro de sótano o muro de contención de tierras:

- Estacionamiento subterráneo en avenida de Carlos III norte y avenida Roncesvalles, Pamplona (Navarra). 6.112 m² (2005).
- Centro comercial, edificio apartamentos y garajes en la parcela B.4 Polígono de Mugazuri, Burlada (Navarra). 1.000 m² (2005).

- 110 viviendas en la segunda fase de Ecociudad de Sarriguren - Valle de Egüés (Navarra). 3.000 m² (2006).
- 199 viviendas y garajes en Salburua, Vitoria (Álava). 2.300 m² (2007).
- ARKAITZA – Parking de la Alhondiga en Tolosa (Guipúzcoa). 3.084,33 m² (2008).
- BALZOLA – Edificio Modular I+D+I en Amorebieta (Vizcaya). 644,07 m² (2009).
- ACR – 110 Viviendas Parcela G1.2B en Polígono Ripagaina, Pamplona (Navarra). 1.778,21 m² (2010).
- ARIAN – Parking Calle Olite en Pamplona (Navarra). 6.127,60 m² (2010 - 2011).
- ADANIA – 81 VPO Sector 13 Larrein en Salburua, Vitoria, (Álava). 775,48 m² (2011).
- LURGOIEN – Centro Tecnológico en Ordizia (Guipúzcoa). 2.024,01 m² (2011).
- OYHAMBURU – College Marracq en Bayonne (Francia). 226,23 m² (2012).
- ADANIA – 190 Viviendas Parcela L-44 en Soto de Lezkairu, Pamplona (Navarra). 640,55 m² (2012).
- UTE LEPAZAR – Parking Ayuntamiento de Vitoria (Álava). 3.998,45 m² (2013).
- UTE LABRIT – Reconstrucción Muralla del Baluarte en Pamplona (Navarra). 340,89 m² (2013).
- MAINHAGUIET – Résidence Carré Provence en Cogolin (Francia). 387,69 m² (2014).

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

14. ENSAYOS

Los ensayos se han realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) cuyos resultados se reflejan en los informes nº 18.992-1 y 3.

14.1 Ensayo a flexión unidireccional

a) Objeto del ensayo

El objetivo es verificar el comportamiento mecánico del muro sometido a una serie de cargas horizontales (producidas por viento o sismo) que producen esfuerzos de flexotracción en los muros verticales, y si éste corresponde a lo definido en el modelo teórico de cálculo.

b) Disposición del ensayo

Se ensayó un muro de 4,0 m de largo y 0,60 m de ancho, con un espesor de 30 cm; formado por dos laminas prefabricadas de hormigón armado de 5 cm de espesor.

c) Resultados obtenidos

La rotura del muro se produjo con una carga de 214 kN. La carga prevista por cálculo era de 147 kN.

La carga de rotura superó la carga prevista por cálculo para rotura a flexión y rotura a cortante, de donde se deduce el correcto comportamiento del muro frente a ambas sollicitaciones.

Del estudio del ensayo se deduce que las dos láminas trabajan conjuntamente.

14.2 Ensayo a compresión excéntrica

a) Objeto del ensayo

El objetivo es estudiar el comportamiento mecánico de un muro sometido a las cargas verticales de los elementos superiores del edificio, considerando una posible excentricidad según norma.

b) Disposición del ensayo

Se ensayó un muro de 2,5 m de alto y 1,2 m de ancho, formado por dos paneles de 2,5 m de alto y 0,60 m de ancho cada uno, con un espesor total de 25 cm. Cada panel estaba formado por dos láminas prefabricadas de hormigón armado de 5 cm de espesor.

Se hormigonaron los dos paneles adyacentes a la vez, siendo continuo el núcleo de hormigón.

La carga se aplicó en la junta entre los paneles, directamente sobre el núcleo de hormigón, sin que existiera zuncho de reparto en cabeza. La carga se aplicó con una excentricidad de 3 cm.

c) Resultados obtenidos

Se llegó a los 2.750 kN, produciéndose la rotura por carga localizada en cabeza, debida a la ausencia de zuncho de reparto.

14.3 Ensayo a carga horizontal

a) Objeto del ensayo

El objetivo es estudiar el comportamiento del muro y de su unión con la cimentación, frente a una sollicitación horizontal, perpendicular a su plano.

b) Disposición del ensayo

Se colocó un muro de 2,5 m de alto y 1,2 m de ancho, con un espesor de 30 cm, anclado a una zapata de 0,80 x 1,20 m x 0,50 m de canto, que a su vez se ancló a la losa de la nave de ensayos para evitar el movimiento de la zapata durante el ensayo. El muro estaba formado por dos láminas prefabricadas de hormigón armado de 6 cm de espesor.

c) *Resultados obtenidos*

El ensayo concluyó al llegar a 55 kN, siendo la carga teórica de rotura de 30 kN.

Al llegar a 34 kN se producen las primeras fisuras y al llegar al 50 kN se habían producido ya gran cantidad de fisuras, si bien el muro se mantuvo en todo momento sujeto a la cimentación.

14.5 Ensayo de estanquidad de junta al agua

a) *Objeto del ensayo*

Verificar la estanquidad de las juntas verticales y horizontales entre muros.

b) *Disposición del ensayo*

Se dispusieron 4 paneles prefabricados de 30 cm de espesor total (láminas prefabricadas de 5 cm de espesor y núcleo de 20 cm), 0,50 m de altura y 0,50 m de anchura cada uno. La junta vertical entre láminas prefabricadas era de 1,5 cm y la junta horizontal de 2,0 cm.

Antes de proceder al hormigonado del muro, las juntas se cubrieron con un elemento lineal de encofrado que se retiró una vez fraguado el hormigón del núcleo.

Las juntas entre láminas prefabricadas no se sellaron, siendo el hormigón del núcleo el que debía garantizar la estanquidad de la junta.

c) *Método de ensayo*

El ensayo ha consistido en la proyección horizontal con una manguera de agua.

No se observó la penetración del agua por las juntas.

15. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

15.1 Cumplimiento de la normativa nacional

15.1.1 *SE - Seguridad estructural*

El Sistema de muros de doble cara MURO DOBLE PROERAL constituye la estructura o parte de la estructura del edificio.

La presente evaluación técnica, con los ensayos realizados, ha permitido comprobar que el comportamiento estructural del Sistema es acorde con las hipótesis de cálculo del fabricante, según se describen en el punto 12. El cálculo, según la "Instrucción del Hormigón estructural" (EHE), determinará la armadura necesaria.

La armadura en celosía y la rugosidad del hormigón garantizan el trabajo conjunto del hormigón *in situ* y las dos hojas prefabricadas.

El proyecto del edificio deberá contar con su correspondiente anejo de cálculo de estructuras, donde se especifiquen los criterios de cálculo

adoptados, que deberán ser conformes a lo establecido en el presente documento y justificar el cumplimiento de los requisitos básicos de resistencia y estabilidad (SE 1) y de aptitud al servicio (SE 2) del CTE.

La estructura se ha de dimensionar, además de por Estado Límite Último, por el estado Límite de Servicio, dentro de la zona de comportamiento elástico. Se prestará especial atención a una verificación de las deformaciones previstas en la estructura, que deberán ser tales que no comprometan la integridad de los elementos constructivos previstos (en particular cerramientos, particiones y acabados).

En los muros de contención de tierras, en la unión con la cimentación se considerará únicamente la sección de hormigón armado realizada *in situ*.

La unión entre los distintos elementos depende de la sección y armadura de la parte hormigonada *in situ*, pudiendo ser empotrada o articulada (en este último caso la rigidez transversal de los elementos verticales es despreciable).

Si las uniones se consideran articuladas, para dar estabilidad al edificio es necesario que se dispongan alineaciones de paneles en las dos direcciones para resistir los empujes de viento o sismo si los hubiere, o bien recurrir a otros sistemas de estabilización.

Las juntas verticales entre caras adyacentes pueden reforzarse o no por medio de una armadura colocada *in situ*. Si se disponen dichos cercos de unión, se podrá considerar el trabajo conjunto de los dos muros en la dirección transversal. En cualquier caso, dicho trabajo conjunto, así como la cuantía y dimensiones de la armadura deberá quedar justificado por cálculo.

15.1.2 *SI - Seguridad en caso de incendio*

Se debe justificar el cumplimiento del requisito básico de resistencia al fuego de la estructura (SI 6) en función del tipo de construcción prevista, debiendo establecerse los recubrimientos de armadura que garanticen la estabilidad y resistencia al fuego exigida.

Para justificar el cumplimiento de dicho requisito básico, se podrán emplear los métodos descritos en el Anejo C del CTE-DB-SI sobre Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado.

15.1.3 *SUA - Seguridad de utilización y accesibilidad*

Se debe prestar especial atención al acabado del muro, cuando éste se deje visto, en el tratamiento de la superficie y evitando la presencia de bordes y aristas cortantes, de tal forma que no se comprometa la integridad física de las personas en condiciones normales de utilización.

15.1.4 HS - Salubridad

El ensayo de estanquidad al agua ha permitido verificar el correcto comportamiento de las juntas ante esta sollicitación, siendo el comportamiento del sistema similar al de un muro de hormigón *in situ* de espesor igual al espesor del núcleo.

A efectos de garantizar la impermeabilidad del muro, en especial ante la presencia de nivel freático, se tendrán en cuenta las mismas consideraciones que para un muro de hormigón *in situ*.

En cualquier caso, deberá prestarse especial atención, en el diseño de las fachadas, a la incorporación de las ventanas y de los elementos de iluminación, así como la correcta solución de los puntos singulares, fijaciones exteriores, etc.

La comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales debe realizarse según lo establecido en el Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE 2 del Código Técnico de la Edificación (DA DB-HE / 2, CTE), en su epígrafe 4.

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

15.1.5 HR - Protección frente al ruido

La solución completa de los elementos constructivos (cerramiento exterior y particiones interiores) debe ser conforme con las exigencias del CTE-DB-HR, relativo a protección frente al ruido.

15.1.6 HE - Ahorro de energía

La solución completa de cerramiento debe satisfacer las exigencias del Código Técnico de la Edificación CTE-DB-HE, relativo a Ahorro Energético, en cuanto a comportamiento higrotérmico; debiendo quedar justificado el cumplimiento del requisito básico de limitación de la demanda energética (HE 1) para la zona climática correspondiente en función de cada tipo de cerramiento.

15.2 Limitaciones de la evaluación

La presente evaluación técnica se ha realizado únicamente para el sistema estructural, debiendo justificarse el cumplimiento de las restantes exigencias básicas.

15.3 Gestión de residuos

Se seguirán las especificaciones del Real Decreto 105/2008 por el que se regula la Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y

Demolición, así como las reglamentaciones autonómicas y locales que sean de aplicación.

15.4 Condiciones de seguimiento

El marcado CE para los muros requiere un sistema de verificación de la conformidad 2+.

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

16. CONCLUSIONES

Considerando que se ha verificado que en el proceso de fabricación del Sistema de muros de doble cara PROERAL se realiza un control de calidad que comprende un sistema de autocontrol por el cual el fabricante comprueba la idoneidad de las materias primas, proceso de fabricación y control de producto, así como ensayos de los materiales por otros laboratorios.

Considerando que el proceso de fabricación y puesta en obra está suficientemente contrastado por la práctica, los resultados obtenidos en los ensayos y las visitas a obras realizadas.

Se estima favorablemente, con las observaciones de la Comisión de Expertos de este DITplus, la idoneidad de empleo del Sistema propuesto por el fabricante.

EL PONENTE:

Iván Tejero Palos
I. T. Obras Públicas

Antonio Blázquez Morales
Dr. Arquitecto
Jefe de la Unidad de Evaluación
Técnica de Productos Innovadores

17. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS⁽¹²⁾

Las principales Observaciones de la Comisión de Expertos⁽¹³⁾, fueron las siguientes:

- Para asegurar la viabilidad del Sistema será preciso aportar, en cada caso que se vaya a aplicar, una memoria técnica de cálculo estructural que incluya los análisis de estados límite últimos y de servicio. En dicha memoria deberá quedar adecuadamente justificada la correcta respuesta estructural de los distintos elementos y las uniones entre ellos. También se fijarán los coeficientes de seguridad exigibles según la normativa en vigor, las tolerancias aplicables y las soluciones a adoptar en caso de que hubiera juntas de dilatación.

Además, en aquellos casos que el Sistema MURO DOBLE PROERA¹ constituya la estructura vertical del edificio y el muro esté trabajando como articulado, se deberá prever la correcta unión de los forjados a los muros en las dos alineaciones o direcciones, para garantizar la transmisión de los empujes horizontales que se produjeran en el edificio.

- En el caso de que el edificio pueda estar sometido a esfuerzos sísmicos horizontales apreciables, ténganse en cuenta los incrementos de dicho empuje, por la consideración de la excentricidad adicional de la acción sísmica, poniendo atención a la baja ductilidad de estos tipos de edificios apantallados.

⁽¹²⁾ La Comisión de Expertos de acuerdo con el Reglamento de concesión del DIT (O.M. de 23/12/1988), tiene como función, asesorar sobre el plan de ensayos y el procedimiento a seguir para la evaluación técnica propuestos por el IETcc. Los comentarios y observaciones realizadas por los miembros de la Comisión, no suponen en sí mismos aval técnico o recomendación de uso preferente del sistema evaluado. La responsabilidad de la Comisión de Expertos no alcanza los siguientes aspectos:

- a) Propiedad intelectual o derechos de patente del producto o sistema.
- b) Derechos de comercialización del producto o sistema.

Obras ejecutadas o en ejecución en las cuales el producto o sistema se haya instalado, utilizado o mantenido, ni tampoco sobre su diseño, métodos de construcción ni capacitación de operarios intervinientes.

⁽¹³⁾ La Comisión de Expertos estuvo integrada por representantes de los siguientes Organismos y Entidades:

- Consejo Superior de Colegios de arquitectos de España (CSCAE).
- CRAWFORD España.
- DRAGADOS.
- Escuela Técnica Superior de Edificación (ETSEM – UPM).
- Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid. (EUATM).
- FCC Construcción.
- Ferrovial Agroman.
- INTEINCO.
- INTEMAC.
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército.
- Ministerio de la Vivienda.
- QUALIBÉRICA.
- SOCOTEC IBERIA.
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

- El cálculo de las armaduras de las láminas (recogidas en el apartado 4.2.1 del Informe Técnico) queda condicionado por la armadura colocada en fábrica; no pudiendo suplementarse por la incorporación de armaduras en obra, excepto las que sean necesarias por cálculo para dar continuidad a las uniones entre muros, con la cimentación, con los forjados y otros elementos estructurales.
- Se recomienda que los redondos de los elementos de izado (apartado 4.2.1, punto c) sean de acero dulce para evitar la rotura frágil de los mismos.
- Las tolerancias recogidas en este documento son de carácter estructural, por lo que pueden no ser admisibles desde el punto de vista estético. En cualquier caso, el autor del proyecto podrá definir tolerancias más restrictivas.
- Los recubrimientos mínimos de las armaduras se estudiarán y justificarán en cada caso, y, esencialmente, en situaciones ambientales agresivas o cuando sea necesaria una resistencia al fuego determinada, en función del acabado previsto en cada caso.
- Los detalles de unión muro-forjado, recogidos en las figuras, son orientativos siendo por ello, por lo que el fabricante facilitará, para cada forjado y para cada ocasión, el detalle específico correspondiente indicando los esfuerzos que se deben considerar y la geometría de la unión, por lo que deberá comprobarse en obra la adecuación de la ejecución de la misma a los detalles citados.
- Es preciso comprobar a la entrada en la obra la identificación de los distintos muros, y almacenarlos de tal manera que en la puesta en obra no se produzcan errores.
- Se insiste sobre la necesidad de verificar, en la recepción de las láminas prefabricadas, el estado dimensional de las mismas, y que éstas no hayan sufrido deformaciones debidas a un incorrecto acopio o transporte.
- La puesta en obra deberá planificarse de forma que quede garantizada la estabilidad durante el montaje y hormigonado.
- Para garantizar la viabilidad del Sistema es primordial que, en la puesta en obra de los muros, se controle y verifique la correcta planicidad y verticalidad de los mismos, comprobando que las láminas prefabricadas asienten perfectamente en toda su superficie sobre el mortero de unión o el hormigón *in situ*, y que se garantice la unión del forjado a los muros en todo su perímetro de acuerdo con los detalles constructivos específicos.
- Se recomienda que una copia del presente Documento de Idoneidad Técnica se incorpore al Libro del Edificio.

FIGURA 1 MURO PREFABRICADO

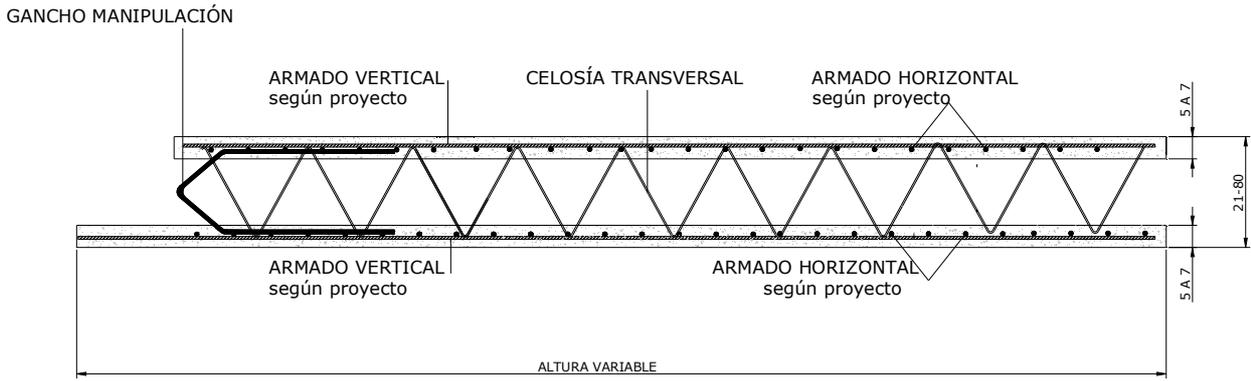


FIGURA 2 MURO PREFABRICADO – PUESTA EN OBRA

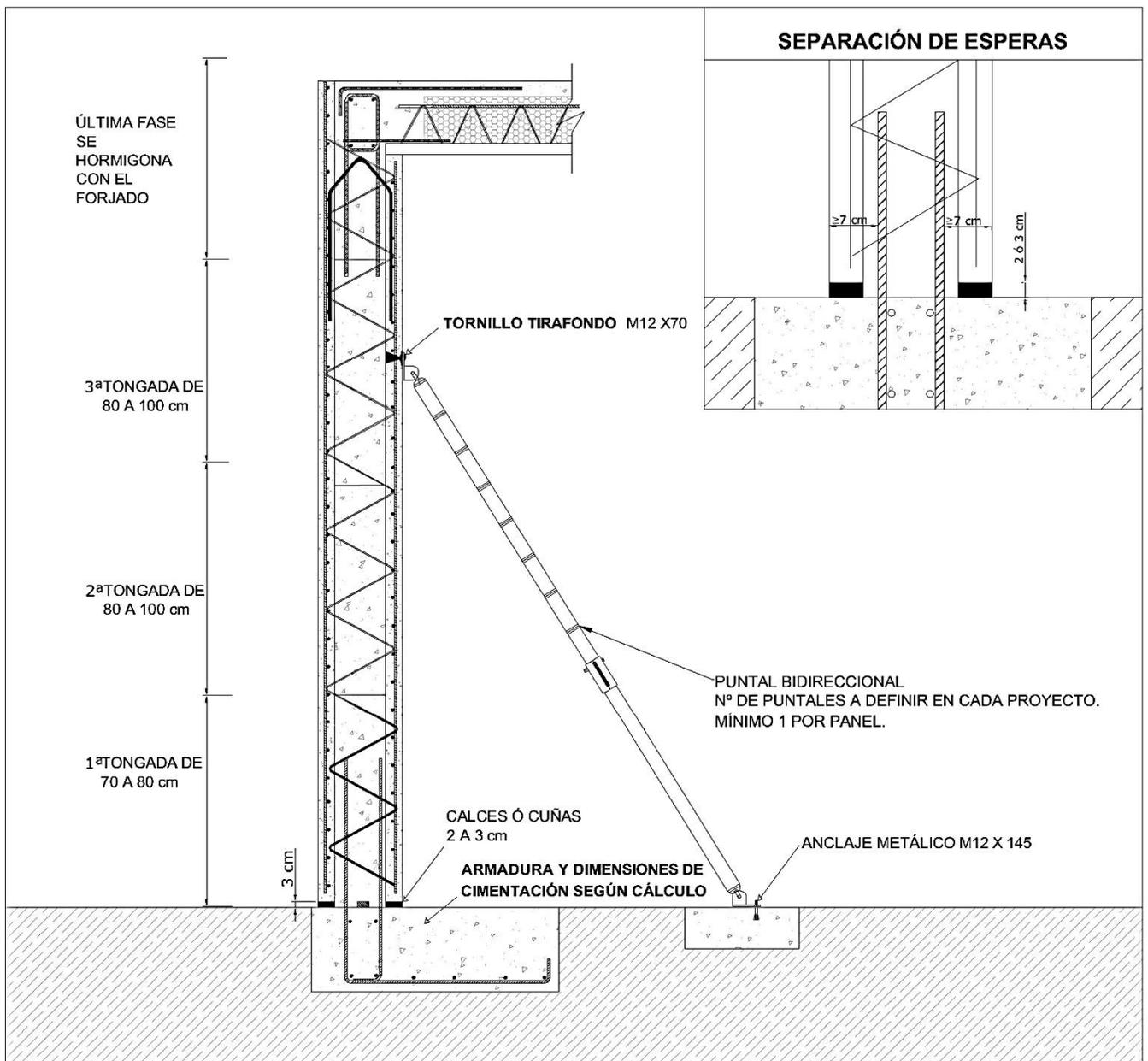


FIGURA 3 DETALLE DE JUNTA VERTICAL ENTRE DOS MUROS (cotas en cm)

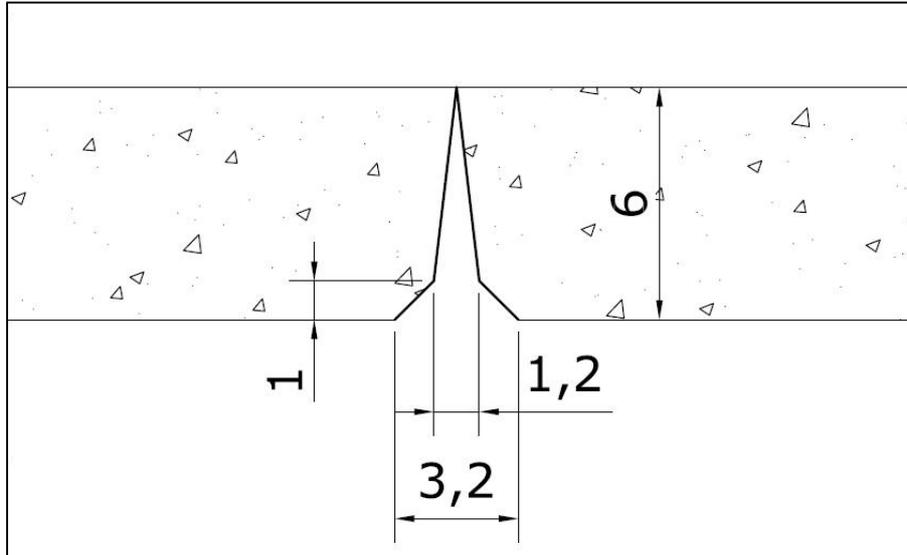


FIGURA 4 DETALLE DE UNIÓN CON ZAPATA EXTREMA

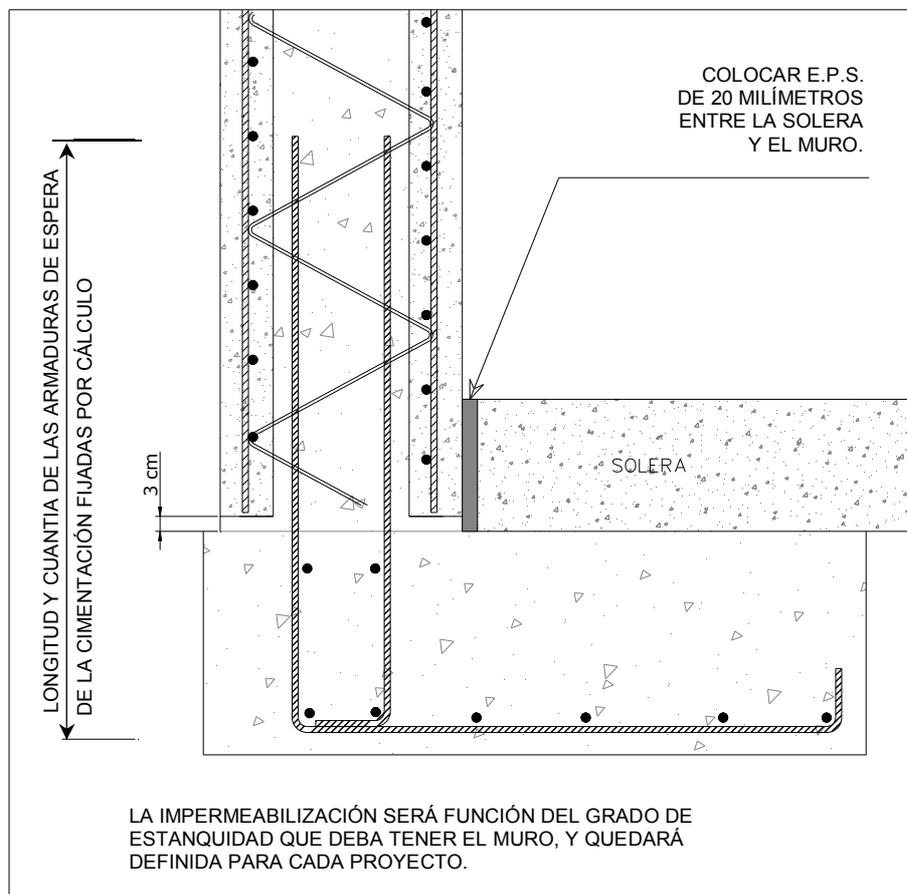


FIGURA 5 DETALLE DE UNIÓN CON ZAPATA CENTRADA

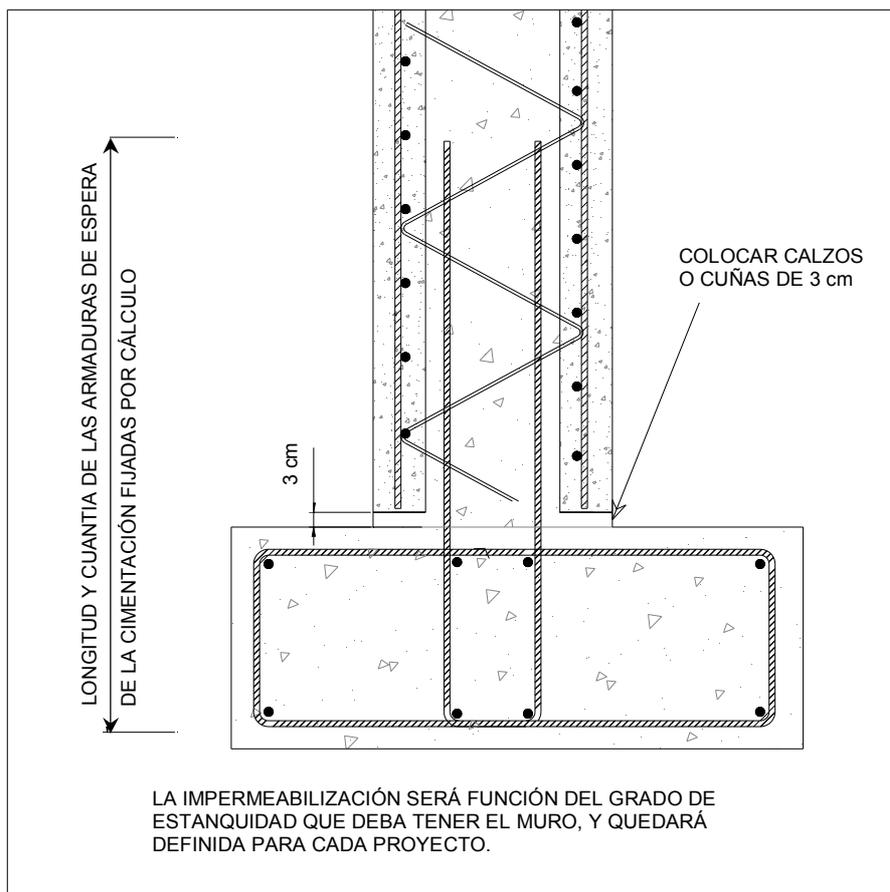


FIGURA 6 DETALLE DE UNIÓN CON FORJADO – APOYO DIRECTO

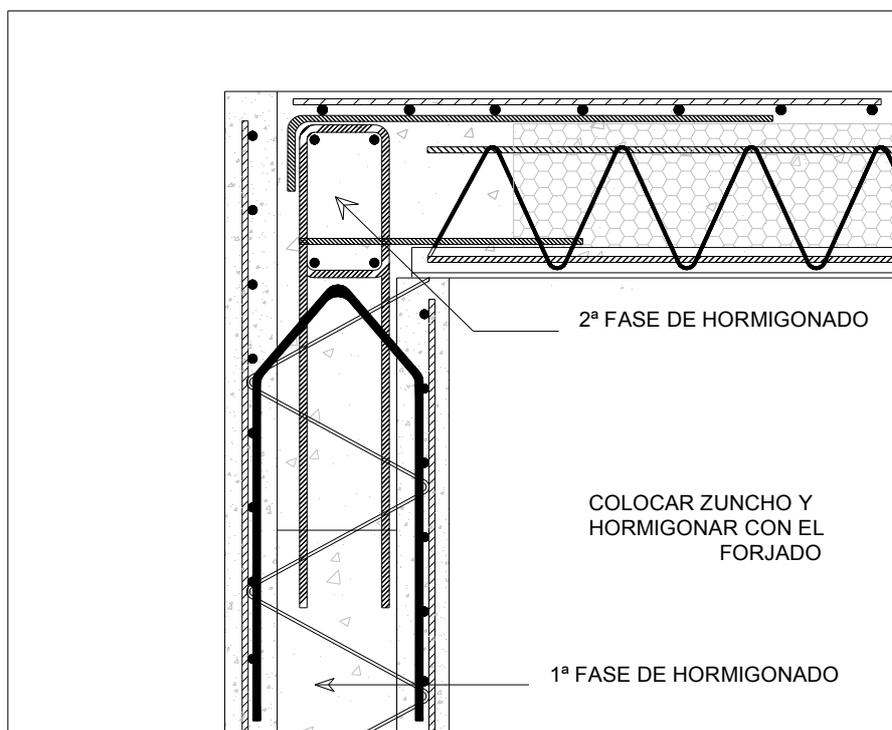


FIGURA 7 DETALLE DE UNIÓN CON FORJADO – APOYO INDIRECTO

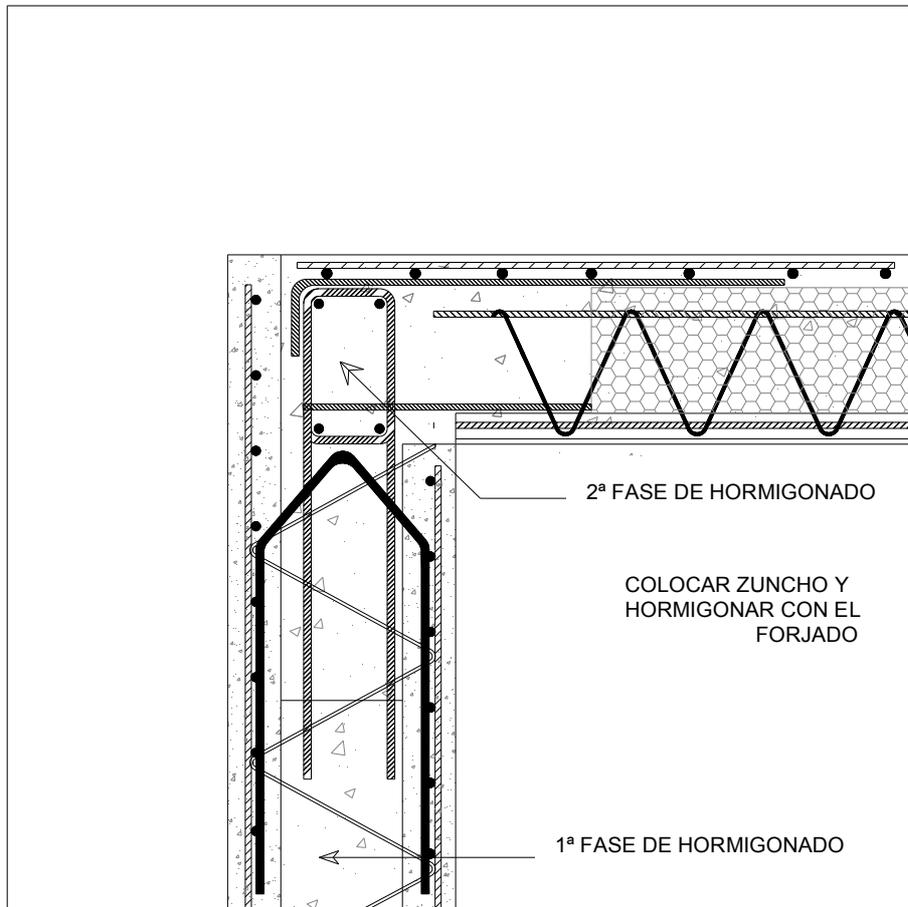


FIGURA 8 DETALLE DE UNIÓN CON MURO SUPERIOR – APOYO DIRECTO

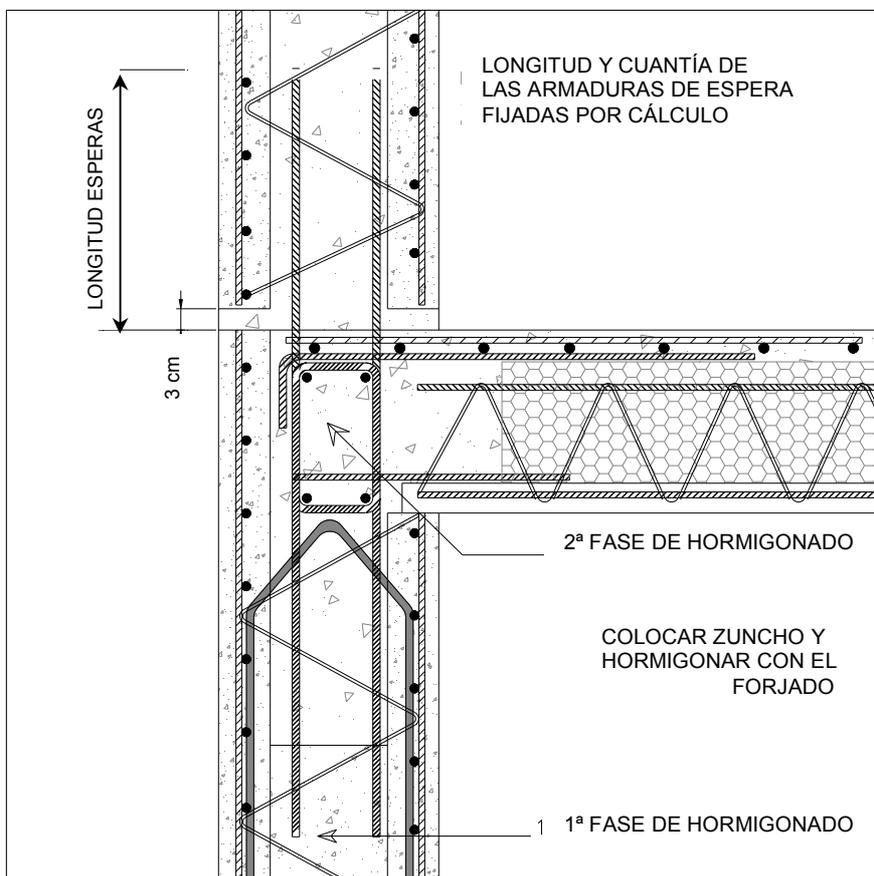


FIGURA 9 DETALLE DE UNIÓN CON MURO SUPERIOR – APOYO INDIRECTO

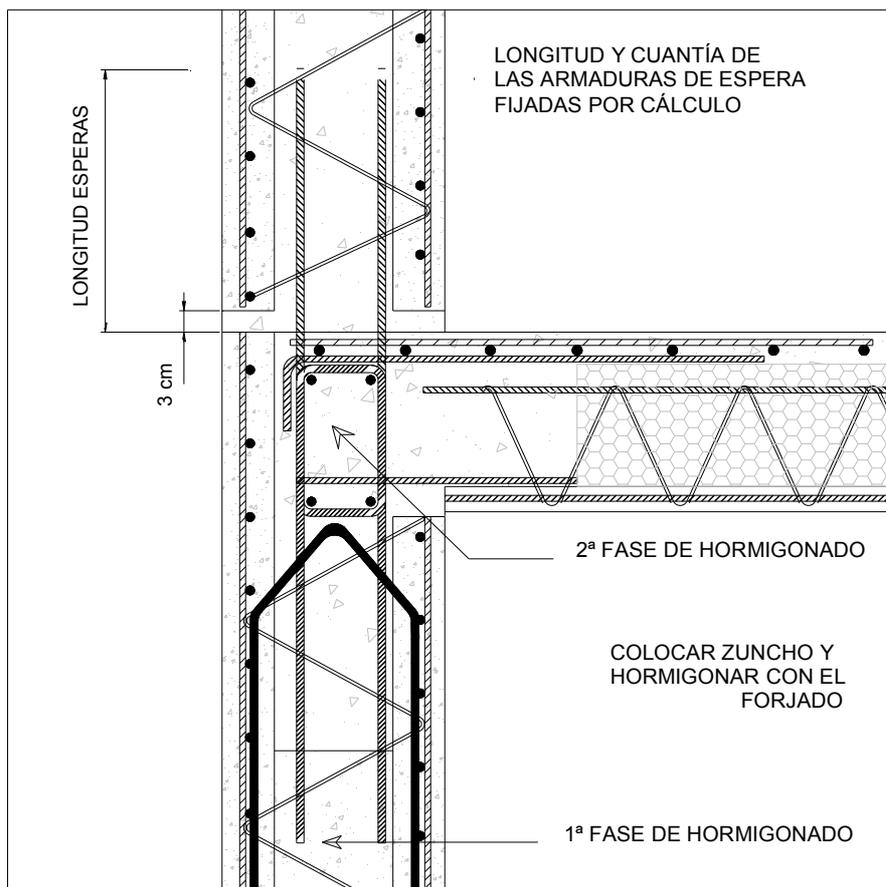


FIGURA 10 DETALLE DE EJECUCIÓN DE ESQUINA EN "L" (planta)

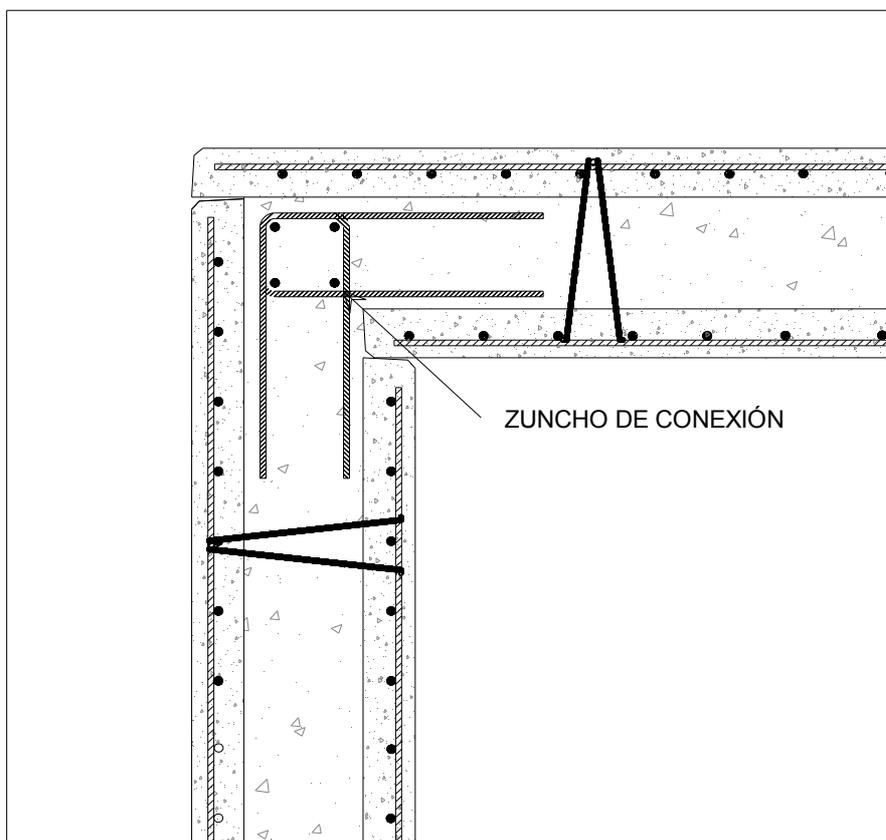


FIGURA 11 DETALLE DE UNIÓN EN "T" (planta)

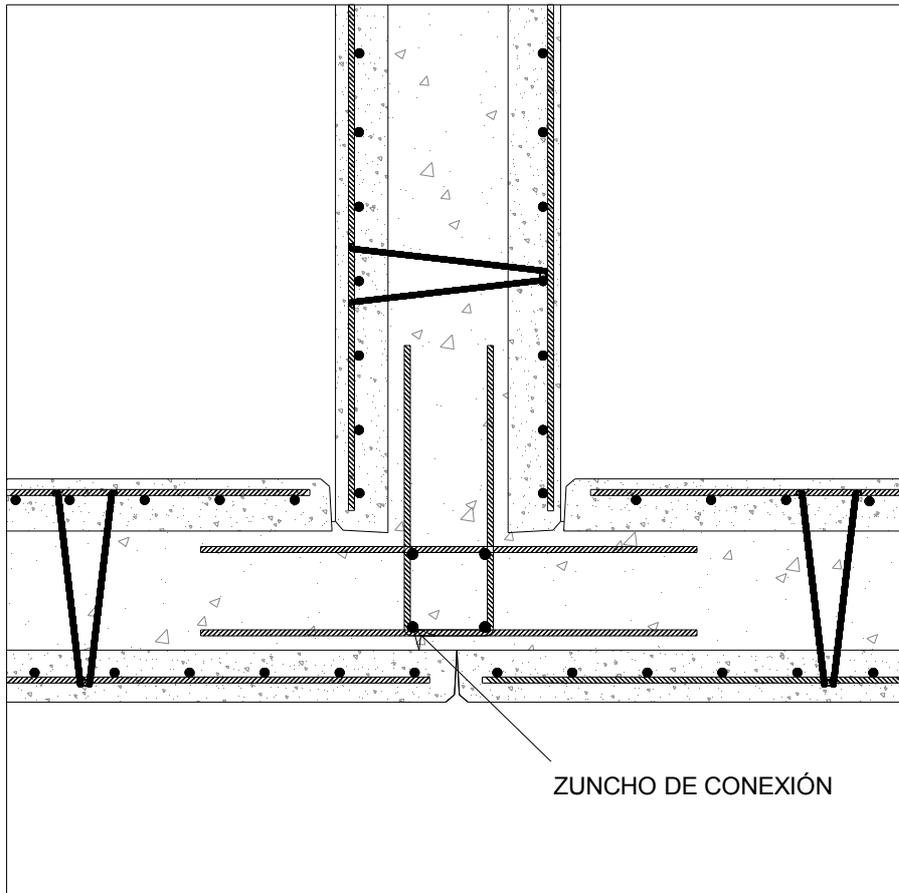


FIGURA 12 REFUERZO DE HUECOS

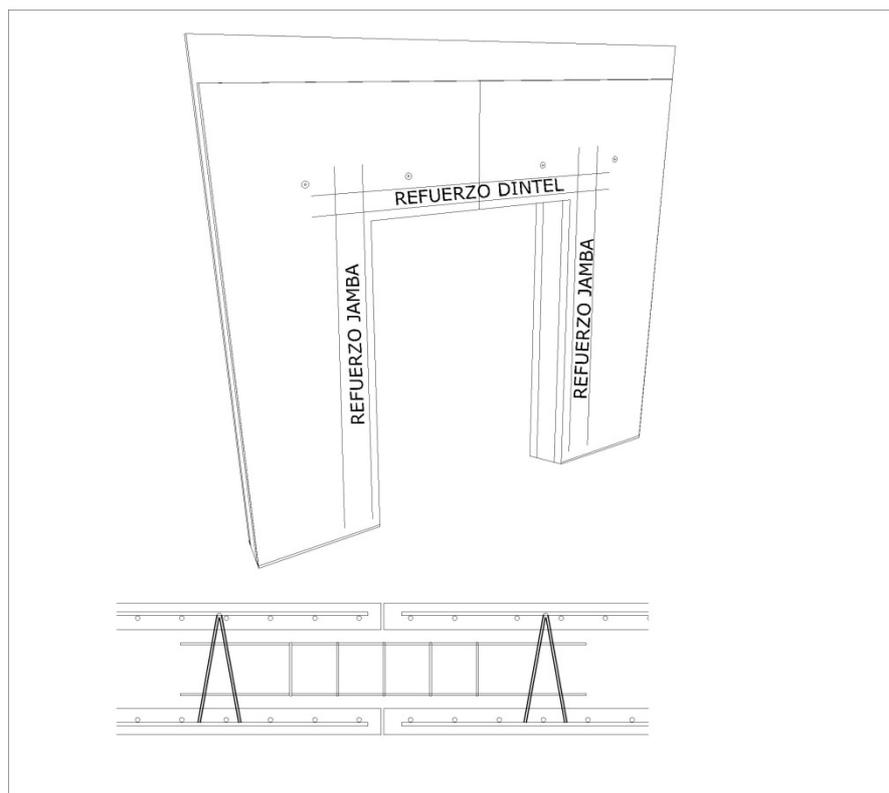


FIGURA 13 IZADO

