



GUÍA TÉCNICA

DOCUMENTO OFICIAL

Consideraciones y especificaciones técnicas a tener en cuenta respecto al sistema de construcción Sismo



ÍNDICE DE CONTENIDOS:

1. DEFINICIÓN Y ALCANCE	4
2. MODO DE FUNCIONAMIENTO	5
3. LAS CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	5
3.1. Varilla de acero	5
3.2. Grapas	6
3.3. Tiras de aislamiento y paneles	6
3.4. Vertido de hormigón	10
3.5. Tipos de módulos	11
3.6. Denominación de los módulos	11
4. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES	13
4.1. Malla de acero	13
4.1.1. Resistencia y funcionalidad de la malla de acero	14
4.2. Tiras aislantes, uniones y paneles	14
4.3. La producción de los módulos SISMO [®]	16
4.4. Accesorios	18
5. MODULACIÓN	19
5.1. Técnicas de modulación	20
5.1.1. Aberturas	20
5.1.2. Nivel de forjados	20
5.1.3. Uniones	20
5.1.4. Esquinas y uniones en T	20
6. MANIPULACIÓN DE LA MALLA SISMO [®]	21
6.1. Elaboración de curvas con la malla SISMO [®]	21
6.2. Doblar la malla SISMO [®]	21
6.3. Cortar la malla SISMO [®]	21
7. HIGIENE, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	21
8. COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO	22

9. RESISTENCIA AL FUEGO	23
10. REACCIÓN AL FUEGO	24
11. AISLAMIENTO TÉRMICO	24
12. INERCIA TÉRMICA	25
13. AISLAMIENTO ACÚSTICO	25
14. IMPLEMENTACIÓN	26
14.1. Manipulación, transporte y almacenamiento	26
14.2. Montaje de paneles SISMO [®]	26
14.3. Instalación de refuerzos	27
14.4. Vertido del hormigón	29
14.5. La fijación de los paneles extra	31
14.6. Acabado	32
14.6.1. Revestimiento	32
14.6.2. Otros tipos de acabados	36
14.7. Colocación de instalaciones	36
14.8. La fijación de objetos	36
14.9. Otros datos	37
15. DISEÑO ESTRUCTURAL	37
15.1. Estrategia	37
15.2. Principios básicos del diseño de hormigón en masa	37
ANEXO 1 – GRÁFICOS	39
ANEXO 2 – RESULTADOS EXPERIMENTALES	64
ANEXO 3 - LISTADO DE LOS DOCUMENTOS DE REFERENCIA	65

DOCUMENTO TÉCNICO

1. Definición y alcance

SISMO es un kit de encofrado de aislamiento permanente para edificios completos (paredes, incluyendo muros de sótano, forjados, cubiertas y sus conexiones), que han de rellenarse en la obra con el hormigón (armado o no).

El módulo SISMO se compone de una malla tridimensional hecha de varillass de acero galvanizado, cerrada en ambos lados, dentro y fuera, con tiras de material aislante insertadas en los módulos. Alternativamente, se pueden añadir y fijar paneles aislantes a un lado del módulo.

(Véanse las figuras 1 a 19).

La elección de un determinado tipo de módulo dependerá de las propiedades requeridas de la pared acabada o del suelo, ya que hay módulos estructurales, térmicos, higrotérmicos, de rendimiento acústico, de resistencia al fuego y de reacción al fuego.

El kit de encofrado se fabrica en la estación de producción SISMO[®] de acuerdo a los requisitos específicos y se ensamblan en la obra. Si son necesarios refuerzos de acero corrugado para resistir las cargas a la que serán sometidos el muro o el forjado SISMO[®], se insertarán en la malla tridimensional. A continuación, el hormigón se vierte en el espacio libre entre las tiras aislantes.

La estabilidad del muro SISMO[®] está totalmente asegurada por el hormigón. Las mallas de alambre de acero y las tiras de relleno, sólo proporcionan estabilidad durante la fase provisional de vertido y la fase de mantenimiento del hormigón fresco. Además la red actúa como una armadura y como un anclaje para el revestimiento.

2. Modo de funcionamiento

Los proyectos pueden ser diseñados o bien directamente en el programa informático SISMO[®] llamado SISCAD[™], o, los planos arquitectónicos pueden convertirse en planos de producción de obra, utilizando SISCAD[™]. El plan de diseño SISMO[®] será revisado y aprobado por el cliente antes de la producción.

Después de la fabricación, los módulos y accesorios SISMO[®] se transportan y descargan en la obra, vigilando la tensión en los módulos durante su manipulación. La aceptación de la mercancía se realiza por el cliente o su representante a la entrega, en el lugar convenido, mediante la comprobación de la calidad y cantidad de acuerdo con el pedido.

La asistencia y formación técnica se llevan a cabo por los técnicos que dominen el proceso SISMO[®], quienes entrenarán al cliente o a su subcontratista en todos los aspectos relacionados con el ensamblaje de los módulos SISMO[®].

3. Las características del material

3.1. Varilla de acero

Varilla de acero galvanizado en caliente.

Diámetro de las varillas y de las grapas: $2,2 \pm 0,03$ mm

Resistencia a la tracción del alambre: 680 a 830 N / mm \varnothing , según la norma EN 10002-1.

Identificación del alambre de acero:

- Tipo de 1.0304 o C9D según EN 10016-1.
Composición química: C9D: C \leq 0,10 % ; Mn \leq 0,3 % ; Si \leq 0,6 % , P : 0.035 % máx., S: 0.035 % máx.; Cr: 0,25 % máx. ; Ni: 0,25 % máx.; Mo: 0,08 % máx.; Cu: 0,3 % máx.

- Acero inoxidable: 1.4310 o X10CrNi18 - 8 acero galvanizado según la norma EN 10088-1.

Galvanización de acuerdo con la norma EN 10244 parte 1 y 2: clase D y la cubierta de la prestación de las varillas es de al menos 5 mm.

La resistencia al cizallamiento de la soldadura: rotura > 1400 N (ISO 10287).

Cuando se ha endurecido el hormigón, la durabilidad del alambre de acero es necesaria sólo en las aplicaciones en las que la adhesión del acabado depende de ella (además de la adhesión entre el hormigón y el aislamiento, y entre el aislamiento y el revestimiento).

Tolerancias en las dimensiones de los módulos: $\pm 0,2$ cm en el ancho, $\pm 0,5$ cm en la altura y $\pm 0,1$ cm en el espesor de los módulos.

3.2. Grapas

Las grapas se utilizan para mantener los paneles juntos durante la fase de instalación, vertido y curado del hormigón (véase figura 1).

3.3. Tiras de aislamiento y paneles

- El poliestireno expandido (EPS): EN 13163 "Productos aislantes térmicos para edificios - hecho en fábrica de productos de poliestireno expandido. Especificación".
- Placa de fibrocemento (FCB): EN 12467 "Láminas planas de fibrocemento. Especificación de producto y métodos de ensayo."
- La lana mineral (MW): EN 13162 "Productos aislantes térmicos para edificios. Fábrica de productos de lana mineral. Especificación."
- Panel duro basado madera (HDF): EN 13986: "Tableros derivados de la madera para su uso en la construcción. Características, evaluación de

conformidad y marcado"; EN 622-1: "Tableros de fibra, Especificaciones. Parte 1 Requisitos generales"; EN 622-2: "Tableros de fibra. Especificaciones. Parte 2: Requisitos para tableros duros."

- Cartón (CB) : ASTM D 828 "Método de prueba estándar para las propiedades de tracción de papel y cartón que utilizan aparatos de velocidad constante de elongación", ASTM D 829 "Métodos de ensayo normalizados para la tracción en húmedo resistencia a la rotura de papel y productos de papel"; EN ISO 534: "Papel y cartón. Determinación del espesor, densidad y volumen específico"; ISO 535: "Papel y cartón. Determinación de la capacidad de absorción de agua. Método de Cobb"; EN ISO 12625-4:"Papel de seda y productos de papel tisú. Determinación de la resistencia a la tracción, estiramiento a la rotura y la absorción de energía de tensión"; EN ISO 12625-5: "Papel de seda y productos de papel tisú. Determinación de la resistencia a la tracción en húmedo".

Los requisitos mínimos están contenidos en las tablas 1 y 2.

Tabla 1 - Características de las tiras aislantes

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)	PLACA DE FIBROCEMENTO (FCB)	LANA MINERAL (MW)	TABLERO DE MADERA PRENSADA (HDF) tipo HB.E	VIDRIO CELULAR (CG)	RESOL (RS)	TABLERO DE CARTÓN (CB)
DIMENSIONES – Largo x ancho x grosor (cm)	120,0 x 14,8 x 3,8 o 7,8 o 11,8 o 15,8 o 19,8 Tolerancia (EN 822, EN 823): l, w y t: -0,1 a + 0 cm	120,0 x 14,8 x 0,3	120,0 x 14,8 x 3,8 o 7,8 Tolerancia (EN 822, EN 823): l, w y t: -0,1 a + 0 cm	120,0 cm x 14,8 cm x 0,32 cm Tolerancia (EN 324-1): l, w y t: -0,1 a + 0 cm	120,0 x 14,8 x 4 hasta 18 Tol. (EN 822, EN 823): l, w y t: -0,1 a + 0 cm	120,0 x 14,8 x 3,8 hasta 23,8 Tol. (EN 822, EN 823): l, w y t: -0,1 a + 0 cm	120,0 x 14,8 x 0,52 Tolerancia: l, w y t: -0,1 a + 0 cm
PERPENDICULARIDAD	≤ 3 mm / 500 mm (EN 824)		≤ 3 mm / 500 mm (EN 824)	≤ 3 mm / 500 mm (EN 324-2)			≤ 3 mm / 500 mm
DENSIDAD APARENTE (kg/m³)	Muros ≥ 20 to ≤ 30 / Suelos ≥ 15 (EN 1602)	1300 (EN 12467)	≥ 100 (EN 1602)	≥ 800 (EN 323)	≥ 100 a 115 (EN 1602)	35 (EN 1602)	≥ 200
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - (10% deformación) (N/mm²)	Muros ≥ 0,1 / Suelos ≥ 0,06 (EN 826)	Sin determinación de rendimiento (NPD)	0,02 (grosor < 50 mm) 0,04 (grosor ≥ 50 mm) (EN 826)	NPD	≥ 0,4 a 0,6 (EN 826)	0,12 (EN 826)	NPD
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (N/mm²)	Muros ≥ 0,15 / Suelos ≥ 0,1 (EN 12089)	13 (EN 12467)	≥ 0,15 (EN 12089)	≥ 40 (EN 310)	Hasta 0,45 (EN 12089)		≥ 0,10
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (10% deformación) - enlace interno	≥ 0,080 (EN 1607)		≥ 0,080 (EN 1607)	≥ 0,700 (EN 319)	≥ 0,1 (EN 1607)		≥ 0,4 (ASTM D 829)
REACCIÓN AL FUEGO (Euroclase)	E (EN 13501-1)	A2-s2, d0 (EN 13501-1)	A1 (EN 13501-1)	NPD	A1 (EN 13501-1)	B-s1, d0 (EN 13501-1)	NPD
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/mK) (λ)	Muros ≤ 0,033 / Suelos ≤ 0,038	0,16	≤ 0,045 (EN 12667)	≤ 0,14 (EN 12524)	≤ 0,041 (EN ISO 10456)	≤ 0,022 (EN 13166)	≤ 0,14
ÍNDICE DE RESISTENCIA A LA DIFUSIÓN DEL VAPOR DE AGUA μ	De 30 a 70	≤ 80 (EN 12572)	≈ 1,3 (EN 12524 o EN 12086)	10 (EN 12524 o EN 12086)	∞	20 a 50	NPD
ABSORCIÓN DE AGUA	≤ 1,5% (EN 12087)		≤ 1,5% (EN 12087)	300 g/m ² (EN 382-2)	0		≈ 1500 g/m ²
ESTABILIDAD DIMENSIONAL	≤ 0,5 % (EN 1604)		≤ 0,5 % (EN 1604)	0,25 l. and 0,1 t (EN 318)	Estable	DS (70, 90) (EN 1604)	NPD
CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO	No relevante	NPD		≤ 12% (EN 317)			NPD

La longitud de las tiras varía de 20,5 cm hasta 120 cm en múltiplos de 10 cm, de modo que puedan ser cogidas en ambos extremos por mallas 2d. La distancia entre dos mallas 2d exteriores de un módulo estándar varía de 119,5 cm a 119,7 cm.

Tabla 2 - Características de añadido de paneles aislantes extra y nervios de intereje.

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)	VIDRIO CELULAR (CG)
DIMENSIONES – Largo x ancho x grosor (cm)	Paneles 120 x 50 x 6 hasta 20 / Intereje 120 x 45 x 10 hasta 35 (EN 822, EN 823)	Paneles 120 x 60 x 4 hasta 18 (EN 822, EN 823)
PERPENDICULARIDAD	≤ 3 mm / 500 mm (EN 824)	≤ 3 mm / 500 mm (EN 824)
DENSIDAD APARENTE (kg/m³)	Paneles ≥ 20 a ≤ 30 / Interejes ≥ 15 (EN 1602)	Paneles ≥ 100 hasta 115 (EN 1602)
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - (10% deformación) (N/mm²)	Paneles ≥ 0,1 a 0,15 / Interejes ≥ 0,06 (EN 826)	≥ 0,4 a 0,6 (EN 826)
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE VARILLAS DE ACERO	–	–
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (N/mm²)	Paneles ≥ 0,15 a 0,2 / Interejes ≥ 0,1 (EN 12089)	Hasta 0.45 (EN 12089)
RESISTENCIA A LA TENSIÓN (10% deformación) – Uniones internas	≥ 0,08 (EN 1607)	≥ 0,1 (EN 1607)
REACCIÓN AL FUEGO (Euroclase)	E (EN 13501-1)	AI (EN 13501-1)
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/mK) (λ)	Paneles ≤ 0,035 / Interejes ≤ 0,038	≤ 0,041 (EN ISO 10456)
ÍNDICE DE RESISTENCIA A LA DIFUSIÓN DEL VAPOR DE AGUA μ	30 a 70	∞
ABSORCIÓN DE AGUA	≤ 1,5% (EN 12087)	0
ESTABILIDAD DIMENSIONAL	≤ 0,5% (EN 1604)	Estable

3. 4. Vertido del hormigón

La clase de consistencia del hormigón para una muro SISMO® debe ser al menos S4 según la norma EN 206-1; para forjados y cubiertas SISMO® debe tener por lo menos una clase de consistencia S3.

El hormigón más adecuado para una muro SISMO® es un hormigón fluido de clase SF1 de acuerdo con la norma EN 206-9. Para este tipo de hormigón no son necesarias medidas adicionales para asegurar una compactación adecuada (no es necesario vibrado).

La clase de resistencia a la compresión debe ser al menos C20/25 para la clase de exposición XC1; el espesor del concreto debe ser de al menos 10 cm.

El espesor del hormigón determina el tamaño de los áridos, la cantidad de refuerzo y el posible uso de una bomba. El tamaño mínimo de las secciones de relleno de acuerdo a las propiedades relevantes de hormigón, se establecerá de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3 - Granulometría y clase de consistencia en función de la sección de llenado

DIMENSIÓN MÍNIMA DE LA SECCIÓN DE LLENADO	CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN SEGÚN EN 206-1
<12 cm	Tamaño máximo del agregado 8 mm, clase de flujo ≥ F5
12 cm ≤ tamaño de la sección < 14 cm	Tamaño máximo del árido 16 mm, consistencia ≥ F4 (≥ F3 para losas nervadas)
≥ 14 cm	Tamaño máximo del árido 22 mm (32 mm para forjados), consistencia ≥ F4 (≥ F2 para losas nervadas)

3. 5. Tipos de módulos

Dependiendo del material de encofrado interno y externo los muros SISMO[®] pueden dividirse en 7 tipos (figuras 5 a 11):

- Tiras de aislamiento por dentro y por fuera con diferentes espesores.
- Tablero interior y tiras de aislamiento exteriores.
- Dentro y fuera con tablero.
- Tiras de aislamiento por dentro y por fuera y añadido de bloque aislante exterior.
- Tablero interior y tiras aislantes exteriores fuera añadido de paneles aislantes extra.
- 2 muros SISMO[®] desconectados y aislados para un rendimiento acústico optimizado, este tipo se suele utilizar como pared de separación entre apartamentos y casas.
- Módulo con tiras aislantes como material del núcleo.
- Los forjados y cubiertas SISMO[®] pueden dividirse en 3 tipos: losa continua, unidireccional o reticular aligerada.

3.6. Denominación de los módulos

Formato a utilizar para:

- Muros: SX1_X2X3_X4X3_X5_X6_X7+X8X9
- Forjados: FX10

X1 = grosor de la malla de acero en cm = 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 o 50, véase figura 3.

X2 = grosor del aislamiento interior en cm = 4 ó sin indicación en caso del uso de tableros sin aislamiento.

X3 = tipo de material de encofrado = FC, EPS, CG, MW, CG, RS, HDF, CB.

X4 = grosor del aislamiento exterior en cm = 4 hasta 35 ó sin indicación en caso del uso de tableros sin aislamiento.

X5 = HP (High Performance) cuando se utilice acero inoxidable para las varillas cruzados en 2 dimensiones.

X6 = SS para retícula exterior de acero inoxidable, FSS para retícula de acero inoxidable.

X7 = SW (varilla individual, figura 56).

X8 = grosor del panel de aislamiento extra exterior (figura 7) en cm.

X9 = material utilizado para el panel de aislamiento extra = EPS, CG.

X10 = grosor del forjado medido desde 1 cm de la varilla sobresaliente hasta el intereje (dimensión X en figura 16) en cm = de 15 hasta 40.

Ejemplo = S35_4EPS_14EPS_HP_SW = SISMO[®] panel hecho de malla de acero tridimensional de 35 cm de grosor. El panel tiene un aislamiento interior de 4 cm de poliestireno expandido y un aislamiento exterior de 14 cm como material de encofrado.

Las varillas cruzadas en dos dimensiones están hechos de acero inoxidable.

En el interior, la malla de acero sobresale 1 cm (fig. 55); en el exterior, sobresale el diámetro de la varilla de acero (fig. 56).

4. Descripción de los componentes

4.1. Malla de acero

La malla de acero, marco del muro SISMO[®], está disponible en paneles de diferentes dimensiones:

- Altura: múltiplo de 15 cm, con un máximo de 12 m
- Largo: un múltiplo de 10 cm, con un máximo de 1,2 m
- Espesor: 50 cm como máximo.

Tabla 4 - Dimensiones del módulo

DIMENSIONES DEL MÓDULO		MÁXIMO (cm)
ANCHO	Múltiplo de 10 cm	120
ALTO	Múltiplo de 15 cm	1200
GROSOR	Depende del tipo de muro, forjado	50

4.1.1. Resistencia y funcionalidad de la malla de acero

Cuando el hormigón fragua, la resistencia de las varillas de acero inoxidable es necesaria sólo en aquellas aplicaciones en las que la adhesión del revestimiento depende de ella (en relación a la adhesión entre el hormigón y el aislamiento, y entre el aislamiento y el revestimiento), parágrafo 2.1 DITE 01/0001.

La malla de acero tiene 3 funciones básicas:

- 1) Resiste la presión hidráulica del hormigón fresco durante el vertido y primeras horas del secado
- 2) Mantiene los refuerzos en su sitio durante el vertido del hormigón
- 3) Asegura adhesión (y refuerzo) del acabado, al utilizar enfoscados minerales.

24 horas después del vertido del hormigón las funcionalidades 1 y 2 pierden su importancia. La funcionalidad 3 carece de relevancia si se utilizan polímeros modificados como revestimiento o bases que permiten la adhesión de morteros minerales.

4.2. Tiras aislantes, uniones y paneles

(Véanse figuras 1 a 19).

Las tiras tienen 3 funciones:

- Mantener el hormigón fresco durante la fase provisional de vertido.
- Aislamiento térmico en fase final.
- Soporte de acabado interior y exterior.

Las dimensiones de las tiras se han fijado según la Tabla 1 y pueden estar previstas de macho y hembra: 10 mm x 15 mm (alto x ancho) para tiras de 3,8

cm, 15 mm x 20 mm de EPS tiras de 7,8 cm y 11,8 cm o más grande para EPS grueso de 11,8 cm.

Los paneles aislantes extra tienen 2 funciones:

- Aislamiento térmico en fase final.
- Soporte de acabado exterior.

Las dimensiones de los paneles son largo: 120 cm; ancho: 45 cm. Están disponibles en diversos espesores (hasta 50 cm), liso o con ranurado (10 cm por 7,5 cm) en donde la ranura tiene una profundidad de 1,5 cm y una anchura de 1 cm. El ranurado asegura un buen agarre en la estructura metálica de los módulos.

Los nervios interejos tienen 2 funciones:

- Creación de nervios con el fin de crear forjados de viguetas unidireccionales o reticulares con bovedillas aligerantes de EPS.
- Aislamiento térmico en fase final.

Las dimensiones de las nervios son: longitud 120 cm; ancho 45 cm, pero se pueden cortar en longitud a un múltiplo de 10 cm y el ancho a un múltiplo de 15 cm. Están disponibles en diversos espesores: 10 cm, 15 cm, 20 cm y 25 cm. Tienen una estructura de enrejado (10 cm por 7.5 cm), la ranura tiene una profundidad de 3 cm y una anchura de 1 cm. Su forma asegura un buen agarre en la estructura metálica de los módulos para suelo.

Diagrama esquemático de un forjado unidireccional de SISMO[®]:

- La distancia de centro a centro entre los nervios es un múltiplo de 15 cm.
- El ancho de los nervios es de 15 cm o un múltiplo del mismo.

Diagrama esquemático de un forjado reticular de bovedilla SISMO[®]:

- La distancia de centro a centro entre los nervios es un múltiplo de 15 cm.
- El ancho de los nervios es de 15 cm o un múltiplo del mismo.
- La distancia de centro a centro entre los nervios es un múltiplo de 10 cm.
- El ancho de los nervios es de 10 cm o un múltiplo del mismo.

Véanse las figuras 1 a 19.

4.3. La producción de módulos SISMO[®]

La producción de módulos SISMO[®] se realiza en la Estación de Producción[®] SISMO o SPS[™].

Las principales etapas de la producción incluyen:

- El desenrollado de los carretes de varillas de acero.
- El corte y estirado del alambre de acero.
- El ensamblaje y la soldadura de las mallas bidimensionales.
- El ensamblaje y la soldadura de las mallas tridimensionales.
- El corte de las tiras de aislamiento, los casetones y los paneles.
- La inserción de las tiras de aislamiento en la malla tridimensional, en los intervalos laterales destinados a este fin.

La fijación de los paneles extra y la ranuración de nervios (bloques EPS) en las paredes y pisos SISMO[®] respectivamente, se realiza en obra. Los paneles aislantes extra se instalan de acuerdo con las especificaciones del punto 12.5, después del endurecimiento del hormigón.

La producción se realiza de acuerdo con un plan de control de producción en fábrica interna, que responde a las exigencias del Documento de Idoneidad Técnica Europeo 01 / 0001(DITE 01 /0001).

Hay un control interno permanente de la producción. Todas las partes, requisitos y disposiciones adoptados por el fabricante se documentarán de manera sistemática en forma de políticas y procedimientos escritos. El FPC se garantiza que el producto cumple con la DITE.

El fabricante sólo utiliza varillas de acero galvanizado, EPS, MW, HDF, CB y FCB.

La comprobación de los materiales de entrada, incluye el control de los documentos presentados por los proveedores (su comparación con los valores nominales).

Los controles de conformidad se realizan sobre los materiales que ingresan, y en etapas regulares a lo largo de la secuencia de producción, para asegurarse la conformidad y adecuación de los componentes.

Las tiras pueden ser integradas sólo después del control de las dimensiones de los módulos y la conformidad de los puntos de soldadura. Esta inspección incluye una inspección visual continua, y un muestreo para la medición de las dimensiones y la resistencia de la soldadura, de acuerdo con el plan de ensayo prescrito.

Los resultados de la FPC se registran y evalúan. El expediente incluye, al menos, la siguiente información:

- Denominación
- Tipo de control o ensayo
- Fecha de fabricación y fecha de la prueba
- Los resultados de control y pruebas y, en su caso, la comparación con los requisitos
- Firma de la persona responsable del control de producción en fábrica

4.4. Accesorios

Los accesorios necesarios para la construcción de muros de Sismo en obra, son los siguientes:

Accesorios SISMO[®] específicos:

- Pata de Andamio: apoyar los paneles SISMO[®] durante la instalación y el vertido del hormigón (distancia máxima de 2 m entre 2 patas), (figura 20).
- Perfiles huecos: apoyar los paneles SISMO[®] durante la instalación y el vertido del hormigón, (figura 23).
- Perfiles en U: para conectar los perfiles huecos con la varilla de acero horizontal para soportar los paneles SISMO[®] durante el vertido del hormigón, (figura 20 a 24).
- Grapadora: para conectar los paneles SISMO[®] (7 grapas por metro lineal, en cada lado de la pared trasera y frontal) (figura 27).
- Grapas: para conectar los paneles SISMO[®] (7 grapas por metro lineal, a cada lado de la pared, la anterior y la posterior).
- Alicates: es necesario cortar la varilla de acero en las aberturas (puertas, techo, etc.) después del endurecimiento del hormigón (Figura 29). Alambre de atado, para fijar las barras de refuerzo de la estructura de metal, (Figura 28).

Además, se necesitarán los siguientes:

- Tablero 3cm/12cm, para la alineación adecuada de las paredes, (figura 25).
- Puntales para Forjados SISMO[®].
- Tableros para encofrar (por ejemplo, OSB, MDF) como apoyo para los forjados SISMO[®] con el fin de difundir las cargas concentradas de los puntales verticales. El número de puntales verticales se puede reducir mediante el uso de carga de la difusión de vigas, (Figura 30-31).

- Escalera con una altura correspondiente de al menos la altura del módulo.
- Regla de 2 metros de longitud.
- Polvo Marcador de replanteo para la alineación de las paredes.
- Paleta: para alisar el hormigón en la parte superior de la pared.
- Carretilla.
- Tornillos de 12 mm para la fijación de las patas al hormigón.
- Pernos de anclaje para patas de andamios.

5. Modulación

(Véase figura 34)

En esta imagen se muestra una sección en elevación de los muros exteriores e interiores, utilizando las dimensiones modulares de la malla como una unidad (15 cm de alto por 10 cm de ancho).

Las aberturas se definen en unidades modulares. Las esquinas de las aberturas rectangulares corresponden a las esquinas de la malla. Las aberturas inclinadas y en arco no representan problema alguno; las curvas, los extremos, y los puntos de partida pueden definirse libremente. La parte superior y los lados de las aberturas se cierran con paneles de relleno.

El nivel más alto del forjado sin terminar debe corresponder con los 15 cm de altura del módulo, de forma que los muros continúen formándose con módulos de 15 cm.

En la obra, los paneles Sismo se ponen directamente uno junto al otro. Puede usarse siempre una modulación de 10 cm. Podría ocurrir que el módulo de 10 cm no encaje, y en tal caso, habría que colocar una pieza de menor tamaño en ese lugar.

El arquitecto es quien determina las mallas a utilizar en las esquinas y uniones en T. Las mallas deben ensamblarse asegurándose de que el largo sea siempre múltiplo de 10 cm, y que la altura sea múltiplo de 15 cm.

5.1. Técnicas de Modulación

5.1.1. Aberturas

Las aberturas se definen en unidades modulares. Las esquinas de las aberturas rectangulares corresponden con las esquinas de la malla (véase la imagen 35).

Es posible realizar cualquier tipo de hueco, con arco o con punta, pudiendo determinarse su forma tal y como se desee.

5.1.2. Nivel de forjados

El nivel superior de la losa sin terminación debe corresponder al módulo de 15 cm en vertical, por lo que el muro puede continuarse en módulos de 15 cm. El espesor de la losa estructural es variable, ver figura 36.

5.1.3. Uniones

Las mallas exteriores de los muros deberían de permitir un paso continuo al conectar con un muro interior, es decir, donde las mallas se encuentran, la cara de la malla que no continua debería conectar con un módulo de 10 cm. Ver figura 37.

5.1.4. Esquinas y Uniones en T

Las esquinas y uniones en T se forman encontrando mallas unas contra otras, de manera que una malla pasa a la otra. Ver figura 38.

6. Manipulación de la malla SISMO[®]

Debido a que las mallas están hechas de acero, pueden ser moldeadas de cualquier forma con facilidad y rapidez. Este tipo de modificaciones deben realizarse durante el proceso de producción; ello, por supuesto, tiene una influencia en el corte de la malla, pero asimismo, reduce el coste de mano de obra durante la ejecución.

6.1. Elaboración de curvas con la malla SISMO[®]

El radio externo mínimo que la malla puede asumir depende del ancho de la malla, ver figura 39.

Los siguientes intervalos sirven de guía:

- 5 -20 cm : $R > 100$ cm;
- 20 -30 cm : $R > 130$ cm;
- 30 -50 cm : $R > 150$ cm.

6.2. Doblar la malla SISMO[®]

La malla puede doblarse de forma continua, de 0° a 90°. Ver figura 40.

6.3. Cortar la malla SISMO[®]

Cuando sea necesario, la malla puede cortarse, insertando la dobladora en las varillas de acero. Ver figura 41.

7. Higiene, salud y medio ambiente

El kit no contiene materiales cuyo uso está restringido de acuerdo a la Directiva sobre Sustancias Peligrosas. Los materiales del kit son resistentes al crecimiento de hongos y otros microorganismos en las condiciones normales de temperatura y humedad.

Tal como se describe en el párrafo 6, el diseñador deberá considerar las necesidades relevantes para la ventilación, la calefacción y el aislamiento, para evitar así la condensación, lo que puede conducir a un crecimiento inaceptable de microorganismos (de efectos a largo plazo). La infestación por parásitos no es objeto de consideración, ya que no hay vacíos dentro del sistema.

8. Comportamiento higrotérmico

El riesgo para la superficie y la condensación intersticial se puede minimizar mediante la realización de uno o más de las siguientes recomendaciones:

- Obtener bajas presiones de vapor por la ventilación y/o reducción de la humedad de entrada al edificio.
- Obtención de altas temperaturas de superficie, proporcionando más aislamiento y/o el aumento de la entrada de calor.
- Usar menos resistencia térmica cerca de la parte más caliente de la construcción.
- Usar una resistencia de vapor más alta cerca de la parte más caliente de la construcción.

Es por eso que los módulos SISMO[®] tienen más aislamiento externo que interno. Podría dejar de seguirse este principio si el cálculo de la superficie y la condensación intersticial según la norma ISO 13788 demuestra que no hay riesgo. En la imagen 43 puede verse un ejemplo de Cálculo de un muro Sismo S35_4EPS_14EPS_HP_SW en un clima como el de Bruselas con Diagramas de Enero y Julio en los que se muestra que no hay condensación intersticial.

La ocupación de los edificios, por su actividad inherente, produce humedad. Esta debe ser extraída por un sistema de ventilación, para evitar una humedad relativa alta, que puede dar lugar a problemas de condensación y la formación de moho.

Desde el punto de vista de control de la condensación, el sistema de ventilación ideal deberá proporcionar:

- Ventilación de apoyo regulable, y la extracción mecánica de vapor de agua de las zonas productoras de humedad, como cocinas y baños
- Ventilación continua, ya sea mediante el uso de ventilación pasiva o de un sistema de ventilación mecánica.

Las tasas de ventilación mínimas dependen de la región y se pueden encontrar en las normas locales.

9. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego se puede derivar a partir del espesor del hormigón, como se describe en la norma EN 1992-1-2 y el Anexo C de la Directriz Europea de Idoneidad Técnica n ° 9, y se evalúa de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 5 - Resistencia al fuego sea de paredes SISMO®

ESPESOR MÍNIMO DE HORMIGÓN (mm)	EJEMPLO MURO SISMO®	RESISTENCIA AL FUEGO DEL MURO DE CARGA	RESISTENCIA DE MUROS SIN CARGA
100	S20_4NP_4NP	REI 30	EI 90
110	S20_FC_8NP	REI 60	EI 90
120	S30_4NP_12NP	REI 90	EI 120
150	S25_4NP_4NP+8NP	REI 120	EI 180
180	S20_FC_FC	REI 180	EI 240
230	S25_FC_FC	REI 240	EI 240

10. Reacción al fuego

Dependiendo de la aplicación, la reacción a la clase de incendio de un panel de SISMO® se puede ajustar cambiando, ya sea el material de relleno, o el uso de una pantalla protectora.

11. Aislamiento térmico

En la Tabla 6 pueden encontrarse ejemplos de resistencia térmica para algunas configuraciones de muros SISMO®. La resistencia térmica de estos muros se ha calculado según la norma EN ISO 6946.

Tabla 6 - Resistencia térmica para muros Sismo®*

MURO SISMO®	R (m ² K/W)
S25_4NP_4NP+8NP	4.73
S35_4NP_12NP	4.2
S40_4NP_20NP	6.12
S25_4NP_4NP+12NP	6.01
S25_4NP_4NP+16NP	7.28
S25_4NP_4NP+20NP	8.56

*Aislamiento térmico incluido para el revestimiento interior $\lambda = 0,18$ W/mK (yeso aislante, Tabla 3 ISO 10456); para el revestimiento exterior $\lambda = 1$ W/mK (cemento, arena, Tabla 3 ISO 10456); para el hormigón $\lambda = 1,35$ W/mK (peso medio, el cuadro 3 ISO 10456). λ aislamiento térmico necesario para EPS = 0,031 W /mK y acero = 50 W /mK.

12. Inercia térmica

Los valores para la capacidad térmica del hormigón, poliestireno expandido y fibrocemento se dan en la norma EN ISO 12524.

En la tabla 7 el efecto inercia de algunos muros SISMO® se calcula de acuerdo a la norma EN ISO 13786.

Tabla 7 - Inercia térmica para algunos muros SISMO®.

MURO SISMO®	Tiempo de pérdida
S25_4NP_4NP+12NP	9h 27min
S25_FC_4NP+16NP	43min
S30_4NP_4NP+12NP	10h 39min

13. Aislamiento acústico

Los muros SISMO® pueden utilizarse para cumplir con la normativa sobre aislamiento acústico. A modo de ejemplo, algunos valores del índice de reducción de sonido se pueden encontrar en la tabla 8.

Tabla 8 - Índice de reducción de sonido para algunos muros SISMO®

MURO SISMO®	R _w (C ; CTR) (dB)
S25_4NP_4NP+8NP	52 (-2, -5)
S25_FC_4NP	51 (-1, -4)
S10_4RW_S10	62 (-1, -3)

*El módulo S10_4RW_S10 se compone de dos módulos SISMO® separados por una capa de lana mineral. Este tipo de muro suele utilizarse como muro de separación, (ver diagrama esquemático en el anexo).

14. Implementación

14.1. Manipulación, transporte y almacenamiento de los paneles SISMO[®]

Los paneles entregados en obra pueden tener puntas cortantes, su manipulación puede hacerse con guantes y gafas de protección.

La carga y descarga de los módulos SISMO[®] puede realizarse manualmente (almacenándolos horizontal o verticalmente), o con el elevador (para su almacenaje horizontal).

Los módulos SISMO[®] pueden transportarse y almacenarse de lado, de pie o en posición horizontal.

Cuando se almacenan y transportan en posición horizontal se debe vigilar la tensión especialmente, ya que en una pila horizontal, los paneles SISMO[®] del fondo tienen un mayor riesgo de deformarse.

14.2. Montaje de paneles SISMO[®]

Los paneles SISMO[®] se colocan en el forjado o en los suelos, y se mantienen unidos por grapas (figura 1) colocadas longitudinalmente cada 15 cm en ambos lados del muro.

En una fase inicial, los muros están soportados en uno de sus lados, por puntales (figure 20) especialmente desarrollados para este propósito, proporcionándoles apoyo lateral durante la fase inicial hasta el endurecimiento del hormigón. La distancia máxima entre soportes laterales no debe exceder los dos metros. Es posible transformar las patas de los andamios para permitir el acceso en la parte superior del panel para controlar el vertido del hormigón, en cuyo caso, hay que respetar las regulaciones y la normativa local.

El extremo libre de los paneles (en el caso de aberturas, ventanas, techo o puertas) se cierra de la misma manera, como se cierra en el resto de los lados, de forma que se garantice el vertido de hormigón fresco.

La verticalidad de la pared se comprueba antes y durante el vertido del hormigón.

El módulo SISMO[®] de forjado puede apoyarse temporalmente, hasta el endurecimiento del hormigón, en los paneles de encofrado, vigas y puntales, como se muestra en la figura 30-31. Un plan de instalación muestra el modelo usado para cada segmento. Cuando los apoyos se calculan sólo para soportar el peso del hormigón fresco, puede hacerse uso de una plataforma de circulación y vertido de hormigón. En el plan de instalación que se muestra a continuación, se hace mención explícita de ello.

14.3. Instalación de refuerzo

El plan de refuerzos se puede encontrar en el anexo.

Para la colocación eficiente de los refuerzos, algunos aspectos tienen que ser considerados:

- Las dimensiones moduladas de la malla SISMO[®], son pasos de 10 cm en horizontal y pasos de 15 cm verticalmente. (Ver Figuras 4 y 73 a 76) A medida que el refuerzo se mantiene en su lugar por la malla SISMO[®], las separaciones de los refuerzos deben ser múltiplos de estas dimensiones. La fijación de las barras a través de la malla, asegura un posicionamiento correcto del refuerzo después de verter el hormigón.
- Estribos, barras rectas, en forma de L y barras en forma de U (figuras de 61 a 64) pueden ser fácilmente introducidos durante el montaje de los módulos. La malla SISMO[®] no se puede combinar con mallas de refuerzo soldadas.

- Dependiendo del tipo de módulo SISMO ® utilizado, los estribos y las barras de refuerzo en forma de U, deben respetar los diámetros máximos indicados en la tabla de abajo para garantizar el recubrimiento de hormigón de refuerzo.

Tabla 9 - Barras de refuerzo de diámetros máximos (EPSX = X cm aislantes tiras, FC = tablero)

	FC X FC	FC X 4EPS	4EPS X 4EPS	FC X 8EPS	4EPS X 8EPS
S6®	-	-	-	-	-
S10®	5	-	-	-	-
S15®	10	5	-	-	-
S20®	15	10	6	6	-
S25®	20	15	11	11	7
S30®	25	20	16	16	12
S35®	30	25	21	21	17
S40®	35	30	26	26	22
S45®	40	35	31	31	27

La colocación de las barras verticales se realiza en la parte superior de los paneles y va avanzando junto con el montaje de los paneles SISMO®.

Las barras horizontales para el logro de las uniones horizontales de los muros, dinteles o requeridas por el cálculo, se insertan lateralmente y van avanzando junto con el montaje de los muros SISMO®.

Para eliminar las tiras aislantes usadas como encofrado en el borde de los paneles, a veces se requiere insertar las barras de refuerzo horizontal y, a continuación, deslizarlas de nuevo a su posición original.

La cronología de la colocación de las barras de refuerzo se detalla en los diagramas esquemáticos en el anexo:

- Esquina de conexión: Figura 85 a 87
 - 1) Barras de refuerzo horizontales en forma de U
 - 2) Barras de refuerzo horizontales en forma de U en el segundo muro
 - 3) Barras de refuerzo verticales comunes.

- Conexión en T: Figura de 79 a 84
 - 1) Barras de refuerzo horizontales de la pared
 - 2) Barras de refuerzo horizontales en forma de U en la pared a unirse
 - 3) Instalación de la pared en la intersección en T
 - 4) Refuerzo común barra vertical

- Vigas (Figura de 88 a 91)
 - 1) Estribos verticales
 - 2) Barras de refuerzo horizontales.

14.4. Vertido del hormigón

El relleno de hormigón se realiza con una bomba, o un volquete. Es fundamental respetar los siguientes requisitos:

- El relleno de hormigón debe limitarse a una velocidad máxima de 100 cm por hora, en capas de hasta 50 cm para un hormigón de consistencia SFI. Nunca se llenará una altura mayor o igual a 6 metros por día.

- Si el llenado se realiza con una bomba, es aconsejable tomar medidas para reducir la presión dinámica del hormigón. Un manguito especial de goma flexible ha de ser asegurado con anillos de retención a la tubería del dispositivo de la bomba, con el fin de limitar la presión del hormigón mediante la compresión de la manguera. Como una alternativa, puede ponerse un codo en el manguito de goma flexible, con el fin de cortar la presión dinámica.

La sección de llenado determinará la plasticidad del hormigón fresco y el tamaño máximo de los agregados. Los valores se indican en el apartado 3.4.

Para asegurar las características geométricas y mecánicas del muro, los siguientes controles se llevan a cabo durante el llenado de hormigón:

- Control y posible corrección de la verticalidad del muro antes del endurecimiento del hormigón.
- Comprobación visual de la penetración de la mezcla de cemento en las uniones, entre las tiras, para asegurarse de que todos los espacios están completamente llenos.

Los núcleos pueden ser dispuestos a través del aislamiento en posiciones críticas, como debajo de las ventanas y en las esquinas, para establecer la integridad del hormigón. Sin embargo, esta comprobación no es necesaria ya que las pruebas realizadas para obtener el Documento de Idoneidad Técnica Europeo han mostrado, si se respetan las prescripciones relativas a la clase de consistencia y el tamaño máximo de agregados, que la densidad de la estructura de varillas de acero permite un llenado satisfactorio y completo de los agujeros.

Las cubiertas con inclinaciones menores y mayores de 30° se construyen con mallas, respectivamente, abiertas y cerradas.

Las tiras aislantes pueden limpiarse con un chorro de agua o cepillado, después de verter el hormigón, para eliminar las fugas de mezcla.

14.5. La fijación de los Paneles Extra

La superficie del muro debe estar en buen estado y libre de polvo, libre de cualquier producto no adherente. Los paneles de poliestireno expandido se fijan a su apoyo usando un adhesivo.

Los paneles extra están disponibles con una estructura ranurada, que asegura un buen agarre en la malla de 1 cm que cruza el panel de SISMO[®], véase la figura 13. En este caso no es necesario el uso de perfiles de base, el montaje se realiza sólo mediante la unión sobre el sustrato por medio de un adhesivo. El adhesivo se aplica en trazos en el panel extra.

Los paneles extra sin estructura ranurada, se utilizan para los módulos SISMO[®] sin agarre externo de 1 cm. Para este tipo de módulo SISMO[®] un perfil de base se fija al menos 15 cm por encima del punto más alto del suelo. Y se deja un espacio de 2 a 3 mm entre cada perfil, para permitir su expansión térmica. La primera fila de paneles se monta a partir del perfil de base. Se aplica un adhesivo utilizando el llamado "método de bead-point", es decir, alrededor de los bordes, en una tira, y en el centro del panel, en varios trozos del tamaño de la palma de la mano.

Ajuste el volumen de adhesivo aplicado y la altura de la base, de acuerdo con las tolerancias de sustrato, de tal manera que se alcanza un área de adhesivo de contacto de al menos 40% a 60% (en función de las prescripciones del fabricante).

La horizontalidad debe comprobarse continuamente por medio de una regla de 2 m. Instale siempre los paneles aislantes con uniones verticales de compensación, y las colillas de los paneles perfectamente unidas. Varíe las uniones verticales de acuerdo a los cortes del panel. No se permiten las uniones cruzadas.

14.6. Acabado

14.6.1. Revestimiento

Con la amplia gama de opciones de revestimiento disponibles, es fundamental tener en cuenta que hay diferencias regionales significativas debido a la disponibilidad de los materiales y las condiciones climáticas locales. Las recomendaciones del fabricante del material siempre deben seguirse, así como las buenas prácticas del comercio respecto a la instalación y el sellado. El revestimiento debe adherirse al fondo específico previsto, ser resistente a un nivel aceptable de impacto, a la congelación (en su caso), de preferencia ser impermeable, pero permeable a la humedad, y ser capaz de resistir a los choques térmicos. Póngase en contacto con los proveedores locales para discutir cuál es el producto en su gama más adecuado para el acabado de los módulos SISMO[®].

A continuación, algunos aspectos generales a tener en cuenta:

- Los revestimientos a base de cal y/o cemento, son adecuados, pero generalmente los revestimientos a base de cal tienen mayor fiabilidad que los sistemas a base de cemento con plastificante.
- Los sistemas de revestimiento de polímero modificado con una malla de refuerzo de fibra, tienen buena resistencia al choque térmico y al impacto del daño, ya que los polímeros tienen capacidad de flexión. Utilice revestimiento de polímeros pre procesados en lotes, para garantizar el rendimiento; la mezcla en obra es susceptible de generar proporciones incorrectas.
- Los sistemas de revestimiento aislantes no tienen el mismo rendimiento que el revestimiento tradicional. Sin embargo, la evidencia de la durabilidad de estos sistemas está aumentando a medida que avanza el tiempo. En Europa los revestimientos aislantes han funcionado bien durante 40 años.

- El revestimiento aislante aplicado directamente sobre un sistema de aislamiento como los muros SISMO[®], puede ser sometido a fluctuaciones extremas de temperatura, conocidas como "choque térmico", por lo tanto, es esencial que tengan una alta resistencia mecánica, así como elasticidad, para evitar el riesgo de micro grietas o agrietamiento de superficies.
- Para la prueba de ciclos higrotérmicos, la congelación, prueba de descongelación y prueba de capilaridad, véase la Guía para la Idoneidad Técnica Europea, ETAG 004 ETICS "Sistemas compuestos de aislamiento térmico exterior con revestimiento". "Compatibilidad con acabados internos y externos".
- El sistema se compone de módulos de 120 cm. Todos los sistemas externos de revestimiento se utilizarán de acuerdo con las disposiciones para conectar la red de nervios entre los módulos. La segunda capa de la capa de base se reforzó con una malla de fibra para mejorar su resistencia mecánica.
 - 20 mm: cuando la malla sobresale al aislante por 1 cm. Véase figura 54.
 - 10 mm: para todos los demás casos, por ejemplo, en tiras duras de fibra de cemento y cemento, en poliestireno expandido para módulos que no sobresalen 1 cm de la malla. Figura 55.
 - 5 mm: en los paneles de poliestireno expandido extra. Figura 56.
- La malla debe estar cubierta al menos en 5 mm.
- El revestimiento debe tener un pH \geq 11. Materiales agresivos pueden causar la corrosión de la malla SISMO[®].

- El diseñador elige la resistencia a la corrosión, de acuerdo con los requisitos de exposición de los productos de acero no estructural, utilizado en los revestimientos de mortero, internos y externos.
- La malla SISMO[®] optimiza la adherencia y la resistencia al impacto, a través de la malla que sobresale al aislamiento por 1 cm y actúa como ancla y refuerzo para el revestimiento.
- La malla SISMO[®] que sobresale 1 cm puede eliminarse, cuando se utiliza un polímero modificado de peso ligero, ya que hace que tenga suficiente adherencia al aislamiento. Los revestimientos a base de minerales, requieren de la malla SISMO[®] para mayor adhesión.
- Muchos de los defectos iniciales son el resultado de una mala instalación. La aplicación del revestimiento es una operación especializada. El uso de contratistas aprobados y especialmente capacitados, en particular para los sistemas de revestimiento aislante, reduce el riesgo de los costes de reparaciones tempranas.
- No deben quedar piezas sueltas en el sustrato, cualquier parte del módulo SISMO[®] que sobresale o no está fija, debe ser eliminada.
- El sustrato debe estar limpio. Si es necesario hay que limpiar con una escoba para eliminar todas las impurezas. La pared SISMO[®] se puede enjuagar con agua para obtener una superficie libre de polvo.
- Los muros SISMO[®] deben curarse de forma adecuada y ser estabilizados antes de aplicar el revestimiento, deben estar libres de cualquier movimiento causado por contracción, sedimentación, etc.
- El refuerzo de malla de fibra debe aumentarse en zonas de concentración de tensiones, como en las aberturas de ventanas y puertas.

- Las molduras de las esquinas deben colocarse en las esquinas exteriores y en los bordes del revestimiento. El espesor de la capa de acabado siempre debe tenerse en consideración.
- En los lugares donde hay puntos de asentamiento diferentes, siempre es recomendable colocar uniones movibles. Las uniones movibles son esenciales para evitar fisuras. Deben colocarse en puntos estratégicos de acuerdo a las previsiones de movimiento entre el sustrato y el revestimiento.
- A pesar de que puede utilizarse una sola capa, se requieren dos capas generalmente: una capa inferior y una capa de acabado. En condiciones de exposición severa, se recomiendan tres capas, la primera, relativamente impermeable al agua y las otras, más porosas.
- Permita un tiempo de secado adecuado entre capas sucesivas. Proteja la superficie del sol, la lluvia y el viento. La contracción y la deshidratación pueden tardar varios días. Los acabados texturizados son menos propensos a mostrar grietas que los acabados lisos.
- Las mezclas permeables son más duraderas que las impermeables.
- Si se le ha dado la debida atención a los detalles externos en el diseño de la estructura y los materiales y los métodos de aplicación del revestimiento se ajustan a las recomendaciones, los acabados no deberán exigir ningún tipo de mantenimiento durante un largo período de tiempo. Sin embargo, dependiendo de los niveles de contaminación en el aire y la suciedad, la limpieza regular podría ser necesaria.
- El mantenimiento típico conlleva una inspección anual, una limpieza cada cinco años, después de años 20, y una asignación para reparaciones menores cada 10 años.

14.6.2. Otros tipos de acabados

El módulo SISMO[®] ofrece la libertad de elegir prácticamente cualquier tipo de acabado, Imágenes de 57 a 60. Siempre y cuando se sigan las recomendaciones del fabricante del material de revestimiento, y se observe una buena práctica comercial con respecto a la instalación y el sellado, puede adoptarse la más amplia variedad de técnicas de acabado. Por ejemplo: revestimientos de piedras naturales, tejas, paneles de revestimiento, mampostería, muros cortina, revoque, yeso, azulejos, paneles de madera y así sucesivamente.

14.7. Colocación de instalaciones

El uso de ciertos materiales de relleno hace que sea posible la instalación de las tuberías y cables de forma rápida y sencilla; ver figura 32. El poliestireno auto extingible, por ejemplo, hace posible fundir una ruta de acceso para todas las tuberías.

Cuando se utilizan paneles duros y delgados para el encofrado, las tuberías pueden ser dispuestas en la superficie o insertadas antes de que se vierta el hormigón.

Alternativamente, las tiras de poliestireno pueden insertarse, permitiendo que las tuberías y cableado puedan instalarse en una etapa posterior. Esto implica que la reducción local en el grosor del hormigón deba comprobarse para asegurar que no afecta a la resistencia global.

14.8. La fijación de objetos

Es posible fijar objetos de hasta 35 kg por dispositivo (conector expansible) en las tiras de aislamiento y en el revestimiento. Para otros casos, los dispositivos de fijación deben insertarse en el hormigón.

Según el tipo de fijación, debe buscarse el asesoramiento en el distribuidor local.

14.9. Otros Datos

En archivo adjunto se muestran los siguientes diagramas esquemáticos: conexión de ventanas, conexiones del suelo, persianas y acabados. Figura 44 a 53.

15. Diseño estructural

15.1. Estrategia

La estrategia es aprovechar el hormigón al máximo y utilizar soluciones estándar para el refuerzo tradicional, donde sea necesario.

El refuerzo, instalado de acuerdo con las especificaciones establecidas en el apartado 12.3, depende de la aplicación y se determina por cálculos estructurales realizados de acuerdo con la normativa local.

15.2. Principios básicos del diseño de hormigón en masa

Se obtiene un resultado óptimo cuando los muros SISMO[®] están diseñados como elementos de construcción arriostrados, cuyas cargas horizontales son apoyadas por otros elementos de refuerzo, que pertenecen a la misma construcción, por ejemplo, muros de flexión.

Los muros sometidos a flexión, o a carga axial y flexión, y el resto, sometido exclusivamente al viento paralelo de carga o perpendicular al plano de la pared, pueden diseñarse sin refuerzo de acero, siempre que se cumpla la siguiente condición: $m_d + m_t \leq m_u$.

m_d = el valor de diseño para el estado límite de colapso, del momento de flexión máxima por unidad de longitud, debido a las cargas que puedan actuar sobre la estructura.

M_U = el último momento de flexión por unidad de longitud que ocurre con el valor de cálculo de la carga axial aplicada en el centro de gravedad de la sección transversal.

m_t , I = el valor de diseño para el estado límite de colapso , del momento refuerzo accidental.

Refuerzo de pared a suelo

Cuando m_t , i es demasiado alto para cumplir con la condición anterior y no se puede demostrar que una posición de equilibrio es posible para el estado límite de servicio, no es necesario un refuerzo, si así lo permite la normativa local. Este equilibrio existe si la capacidad de giro del muro cerca de la unión muro-forjado es suficiente para seguir el giro del forjado. Si este equilibrio no existe se necesitará de un refuerzo de muro a forjado.

Refuerzo de muro a muro

En los muros de casas y edificios en los que no hay cargas especiales que considerar, habrá un refuerzo horizontal continuo en cada piso. Si no se especifica de otro modo por la normativa local, el refuerzo puede omitirse cuando la diferencia entre el nivel del piso superior y el terreno no sea superior a 6,5 m.

Refuerzo perimetral en paredes

Se colocará un refuerzo vertical en los bordes de los muros de las casas y edificios en los que no hay cargas especiales que considerar. El refuerzo se proporcionará alrededor de todas las puertas y ventanas de las aberturas.

Si no se especifica lo contrario para los estándares locales, el refuerzo de borde en los muros se puede omitir cuando la diferencia entre el piso superior y el terreno no sea superior a 12,5 m.

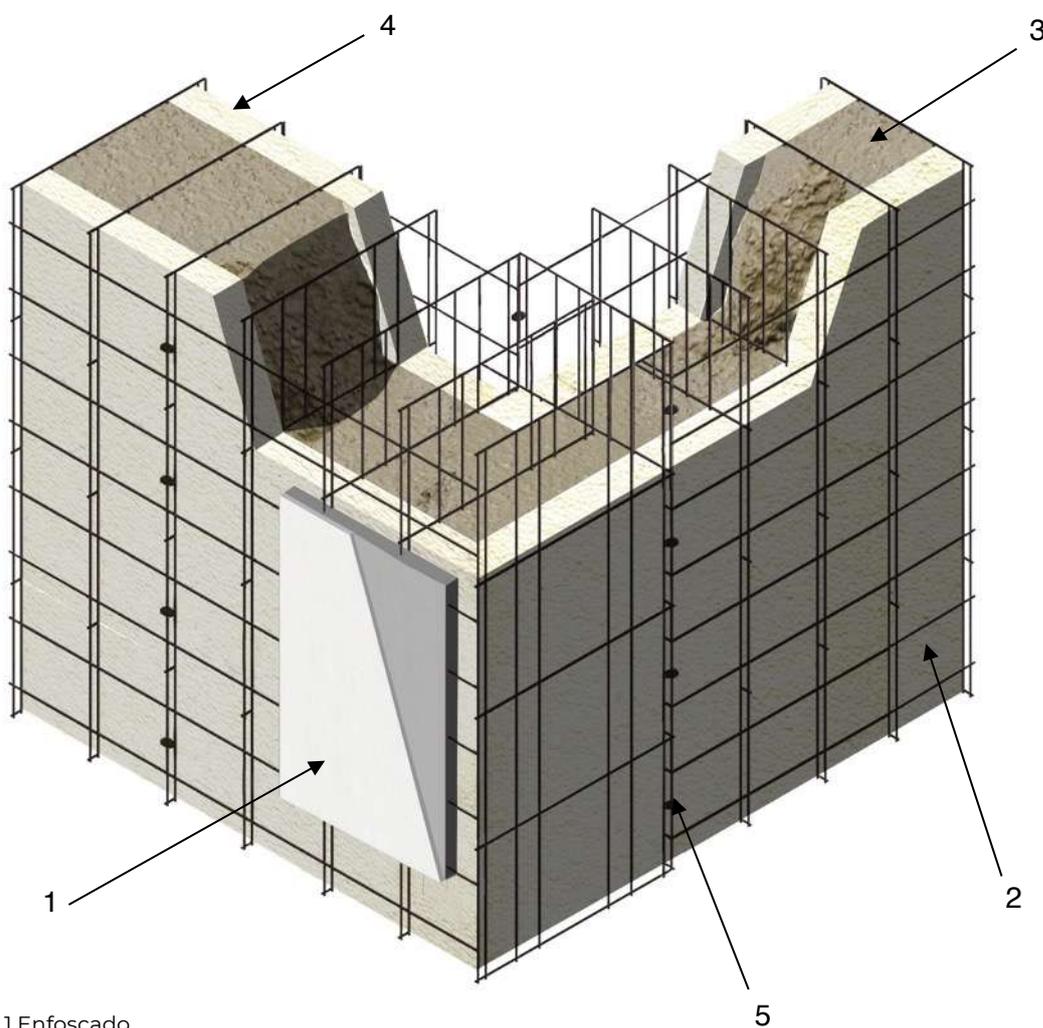
Refuerzo en vigas

Se necesita refuerzo en vigas cuando el valor de cálculo del esfuerzo de apoyo debido a la carga concentrada es superior al valor de cálculo de la resistencia del hormigón.

ANEXOS 1 - Gráficos

Muro SISMO[®]

Figura 1



1 Enfoscado

2 Tira de aislamiento externo

3 Hormigón

4 Tira de aislamiento interno

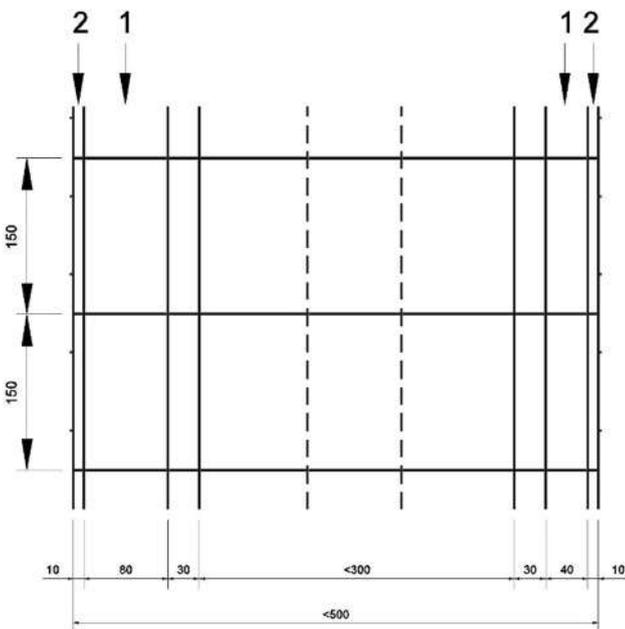
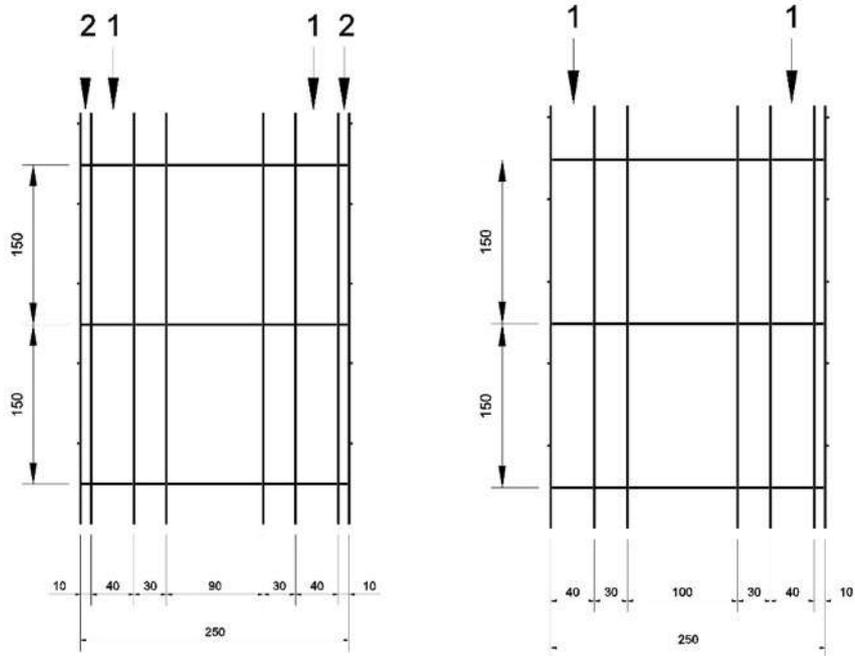
5 Grapas

Composición de malla SISMO®

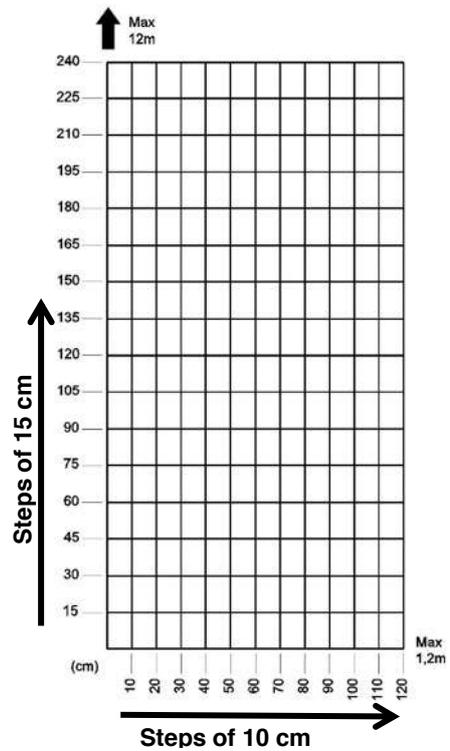
Figura 2 - Sección transversal vertical de SISMO® enrejado de alambre de acero. Con varilla exterior de 1 cm a cada lado y sin varilla de 1 cm exterior a un lado.

1 = posición de las tiras de aislamiento.

2 = posición de la varilla exterior.



Sección Figura 3 - Cross, disponibles hasta 50 cm



Módulo de la Figura 4 - dimensiones modulares SISMO®

Tipos de módulos SISMO®

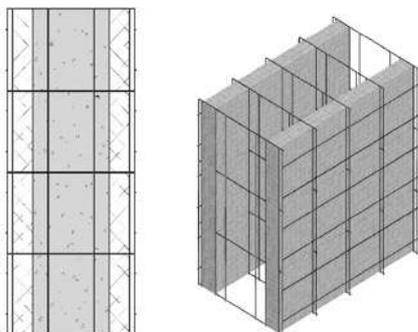


Figura 5 Tiras de aislamiento simétricas. Lado interior y exterior.

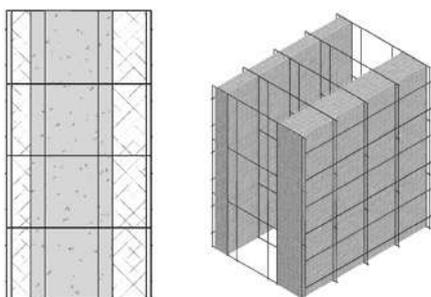


Figura 6 Tiras de aislamiento asimétricas. Lado interior y exterior.

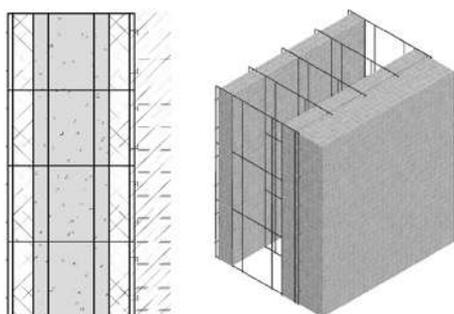


Figura 7 Lado interior y lado exterior del panel de aislamiento extra.

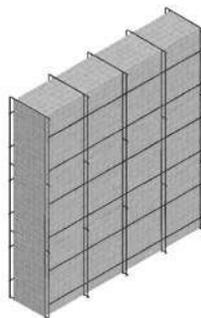


Figura 11 Módulo con aislamiento como núcleo

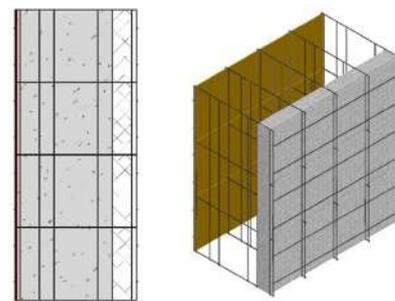


Figura 8 Tablero interior y tiras de aislamiento externas.

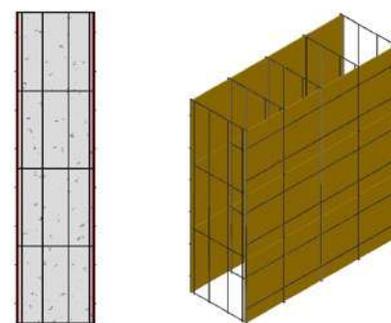


Figura 9 Tira de tablero interior y exterior.

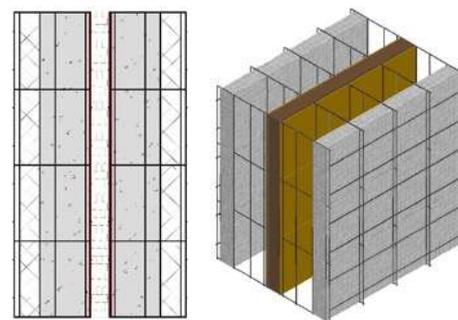


Figura 10 Muro Sismo con tiras de aislamiento separadas y aisladas con lana mineral para rendimiento acústico.

Tiras aislantes para relleno

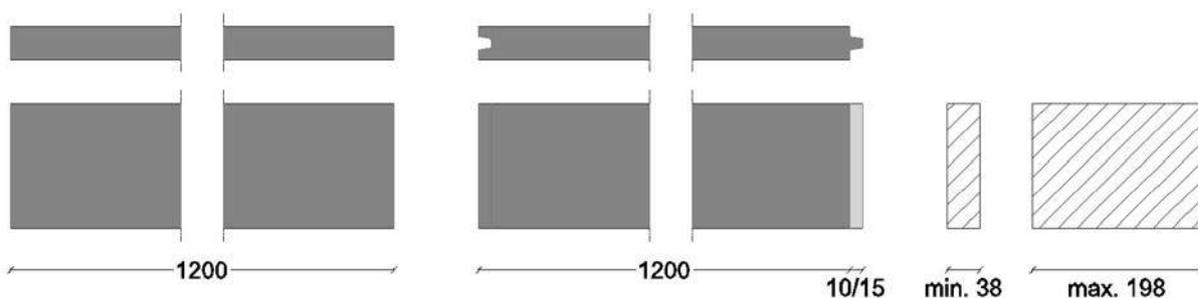


Figura 12 Tiras de aislamiento, ya sea con o sin ranura, y con macho y hembra.

Paneles de Aislamiento Extra SISMO[®]

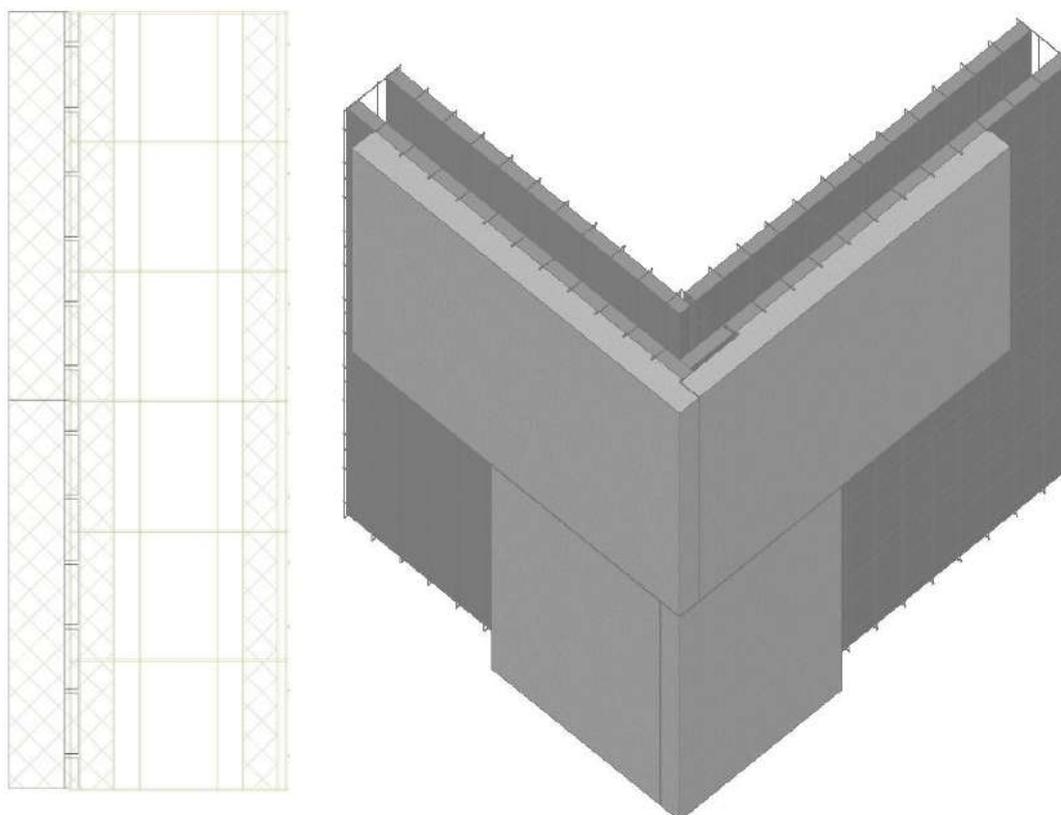


Figura 13

Forjado SISMO[®]

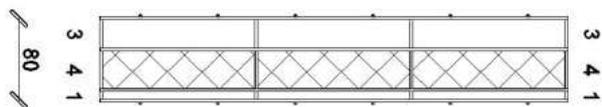


Figura 14 Módulo SISMO[®] para una losa

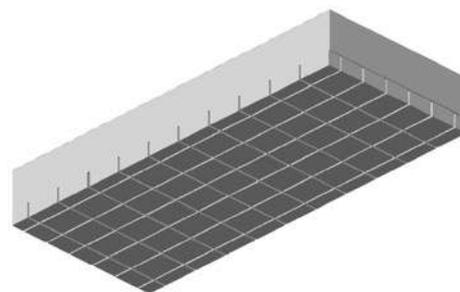


Figura 15 Bloque de EPS para el módulo de forjado SISMO[®]

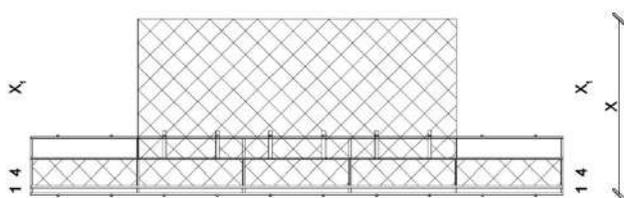


Figura 16 Módulo de forjado SISMO[®] con bloque EPS

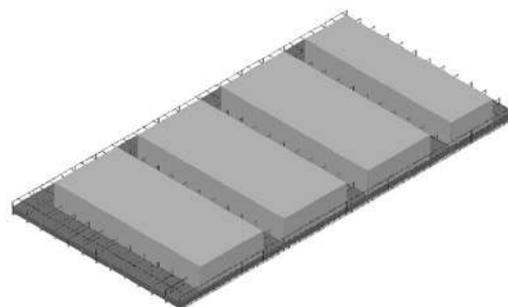


Figura 17 Módulo unidireccional para forjado SISMO[®]

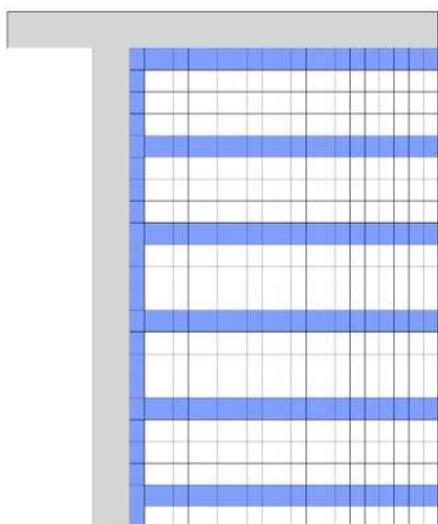


Figura 18 Módulo unidireccional para forjado SISMO[®]

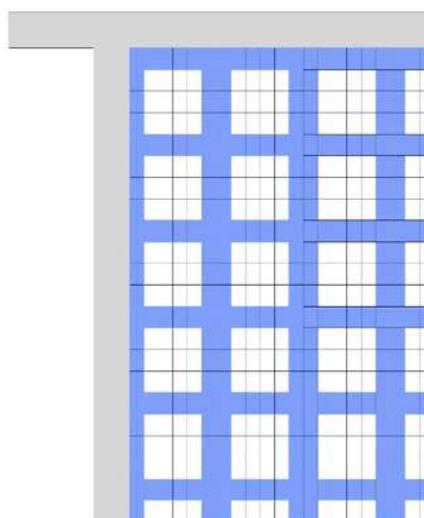


Figura 19 Módulo reticular aligerado para forjado SISMO[®]

Accesorios

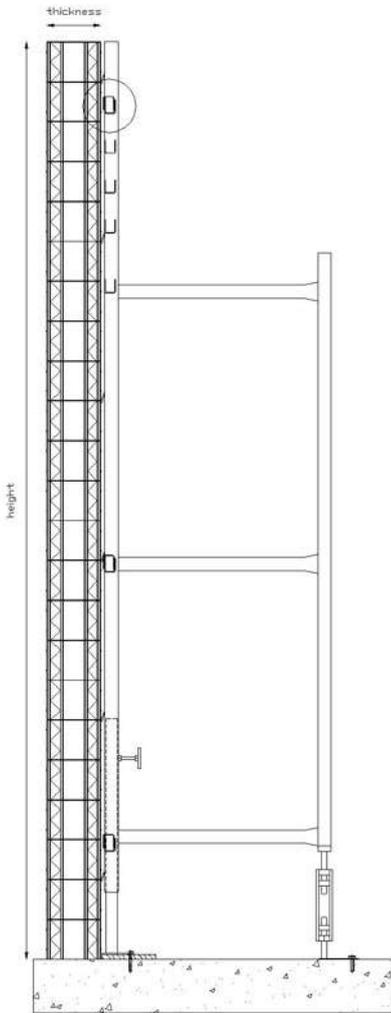


Figura 20 Pata de andamio SISMO®

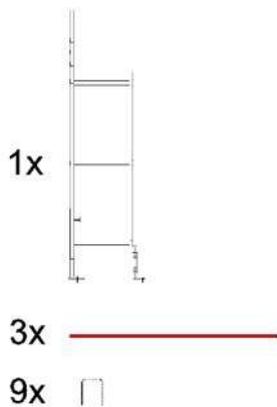


Figura 21

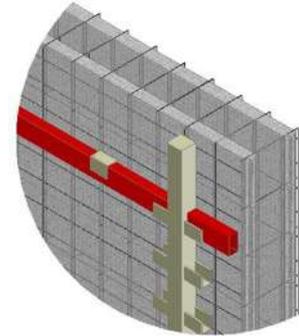


Figura 22

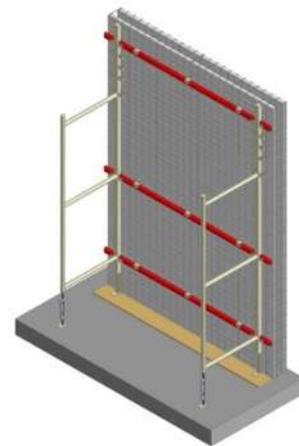


Figura 23

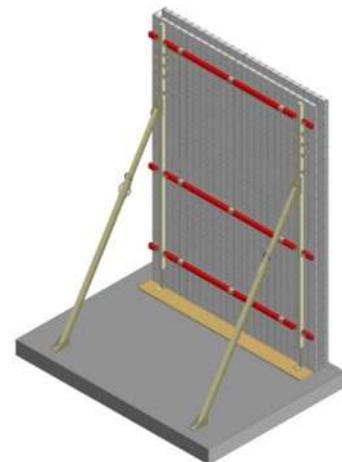


Figura 24

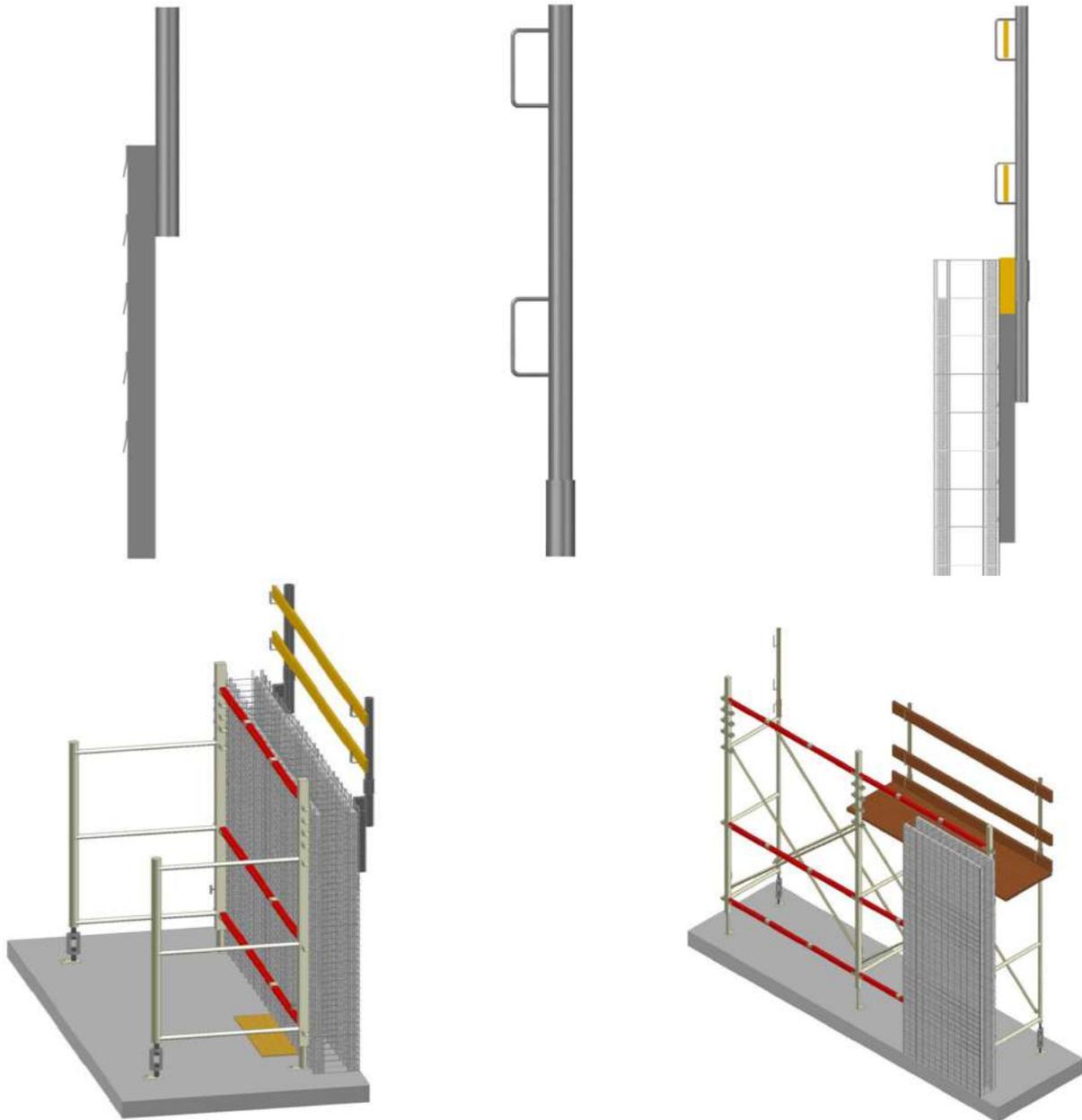


Figura 25 Puntal y sujeción para puntal para crear barandilla, con tablero para alinear la parte superior externa del panel.

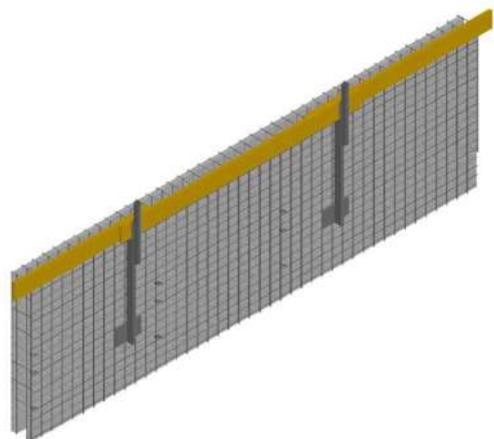


Figura 26 Ejemplo de estribos para columna de sujeción utilizada para el alineamiento del panel.

Herramientas



Figura 27 Grapadora y grapas Omega



Figura 28 Alambre de atado. Separadores



Figura 29 Alicates



Figura 30 Puntales y tableros para encofrar

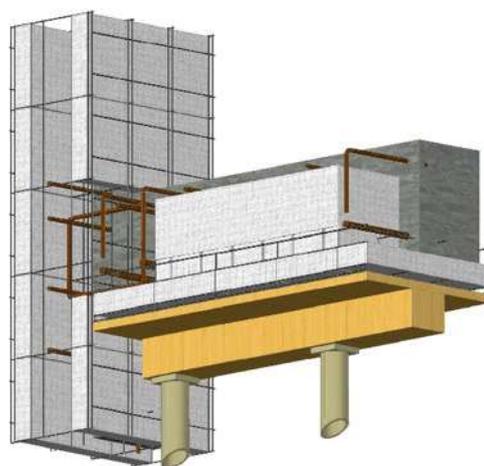


Figura 31

Colocación de instalaciones



Figura 32 Instalaciones incrustadas en el hormigón y/o en las tiras de aislamiento antes y después del vertido del hormigón (cortadas o derretidas)

Fijación de objetos

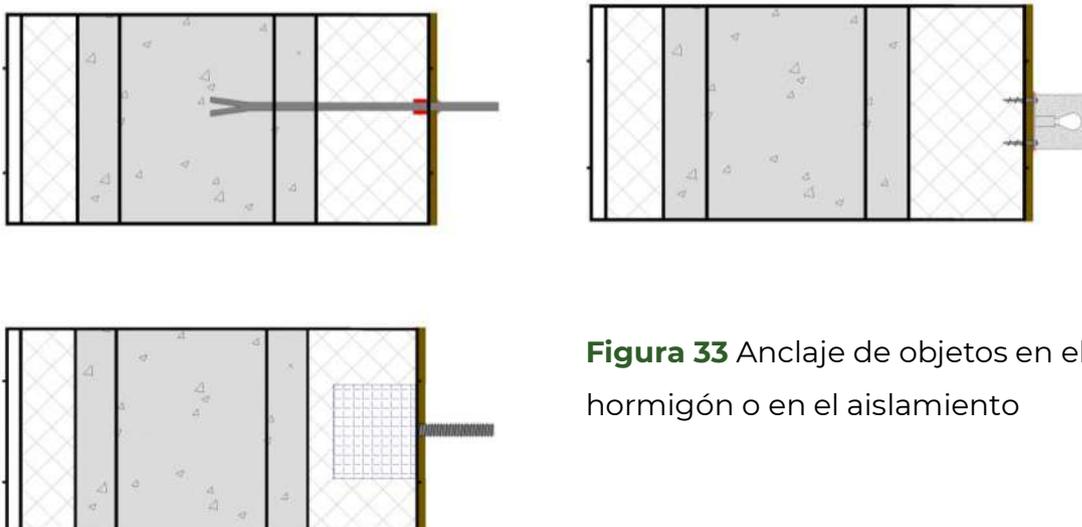


Figura 33 Anclaje de objetos en el hormigón o en el aislamiento

Modulación

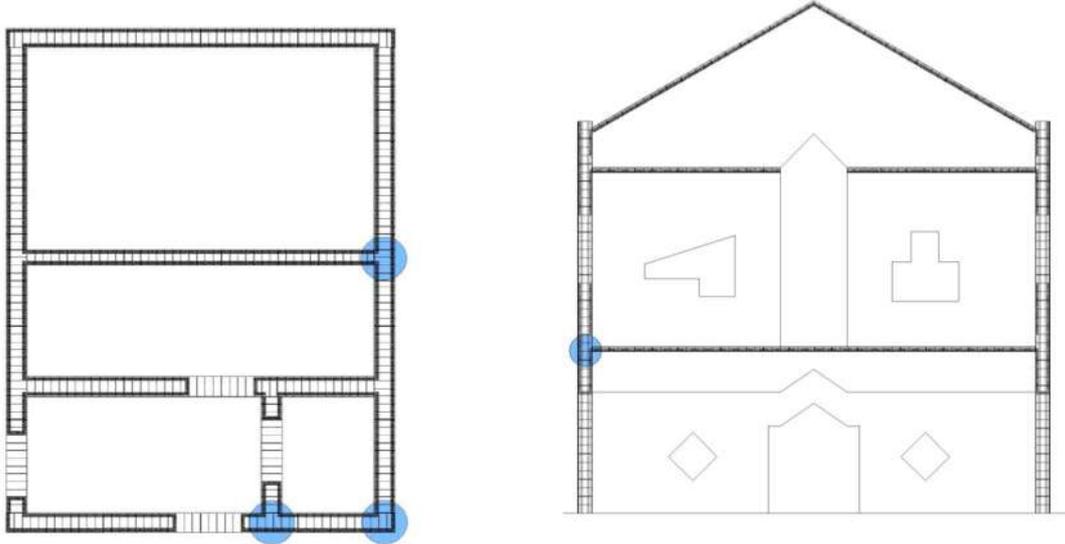


Figura 34 Modulación

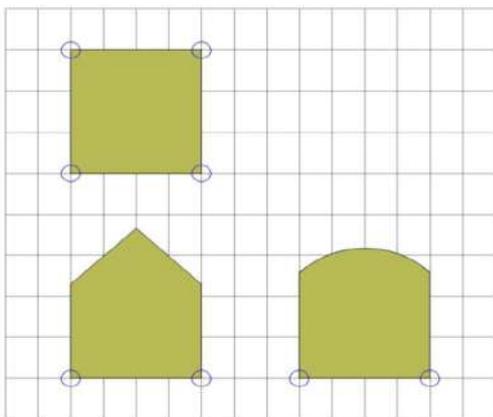


Figura 35 Esquinas de aperturas rectangulares

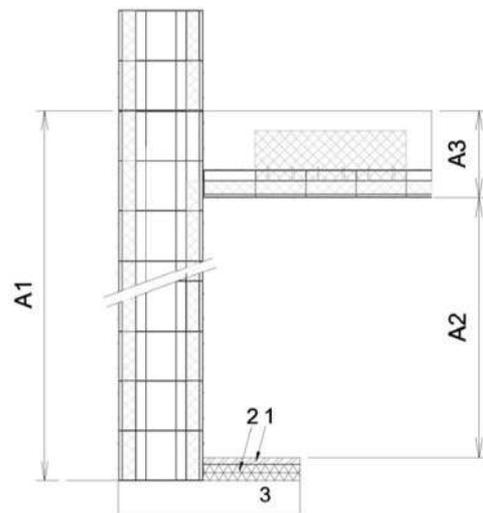


Figura 36 Nivel de forjado no terminado

Modulación y manipulación de la malla SISMO[®]

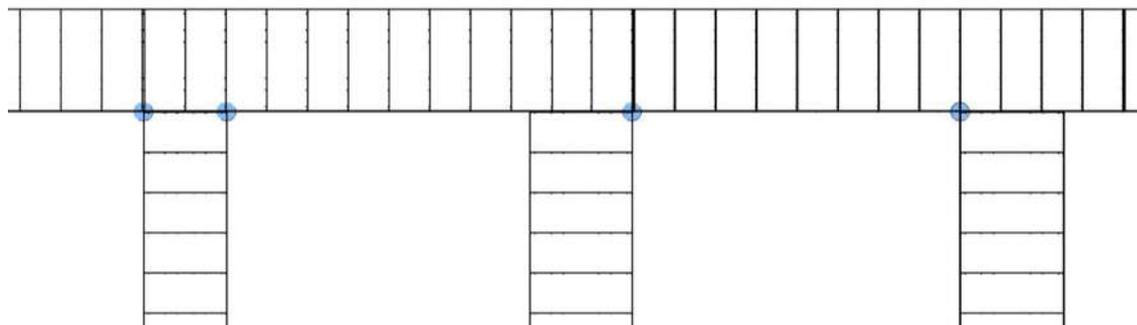


Figura 37 Uniones: una cara de la malla debe conectar con una pared continua.

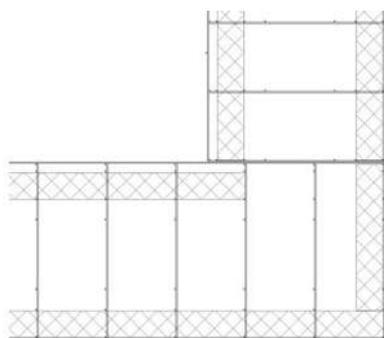


Figura 38 Uniones: una malla continúa al lado de la otra.

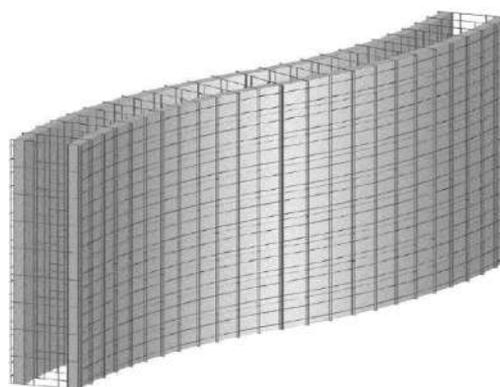


Figura 39 Cómo encorvar la malla SISMO[®]

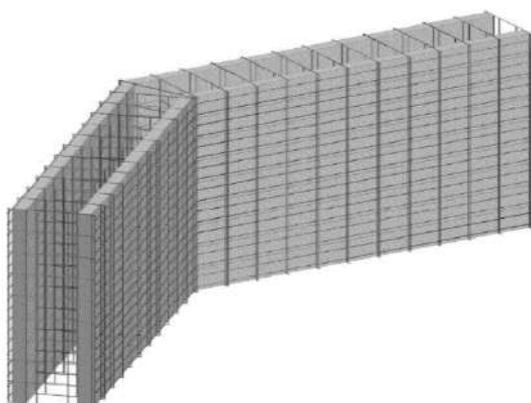


Figura 40 Cómo doblar la malla SISMO[®]

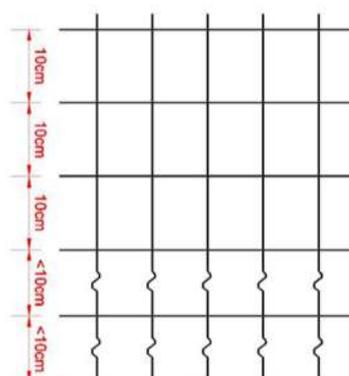


Figura 41 Cómo cortar la malla SISMO[®]

Inercia térmica

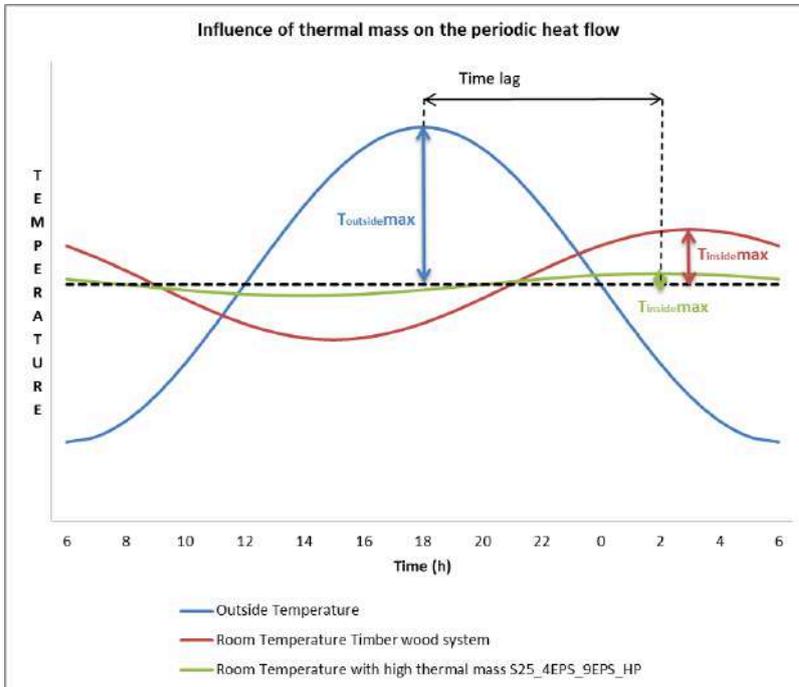


Figura 42

Comportamiento Higrotérmico

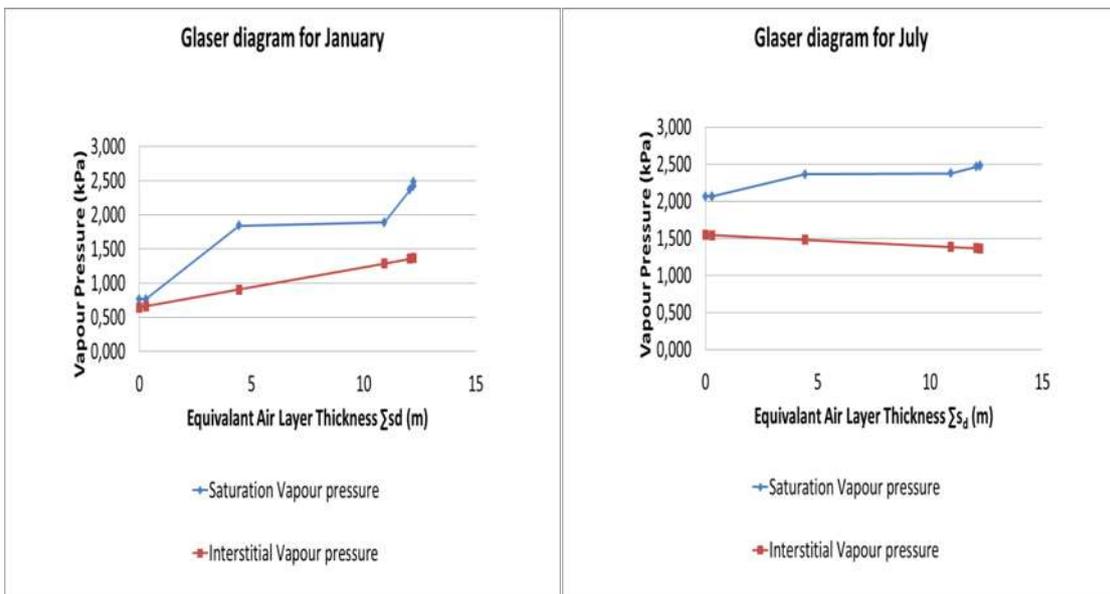
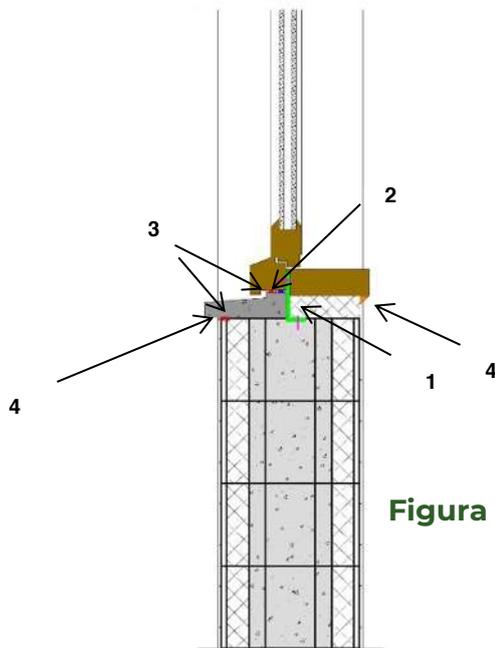


Figura 43 Diagrama de clima en Bruselas y la utilización del muro SISMO[®] S35_4EPS_14EPS_HP_SW

Conexiones para ventanas



- 1 Unión en L para ajustar el perfil de la ventana
- 2 Cuña
- 3 Sellador Estanco
- 4 Masilla

Figura 44 Sección vertical

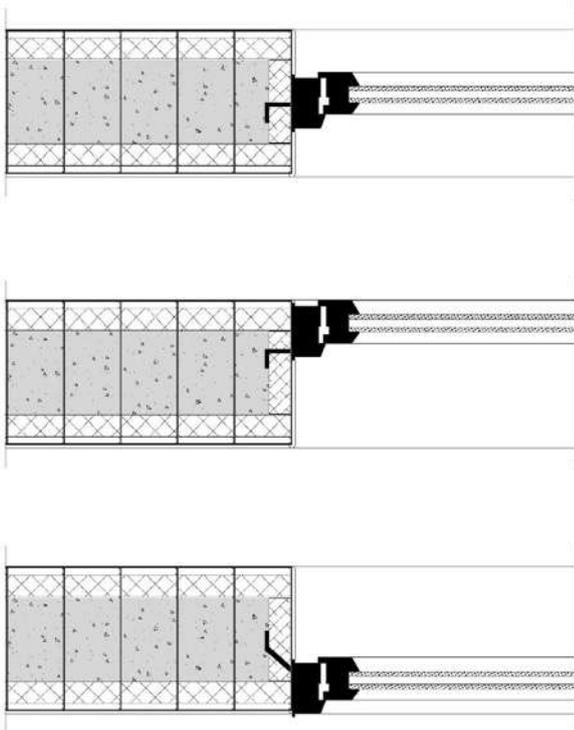


Figura 45 Sección horizontal. Posición de la ventana: centrada, anterior y posterior

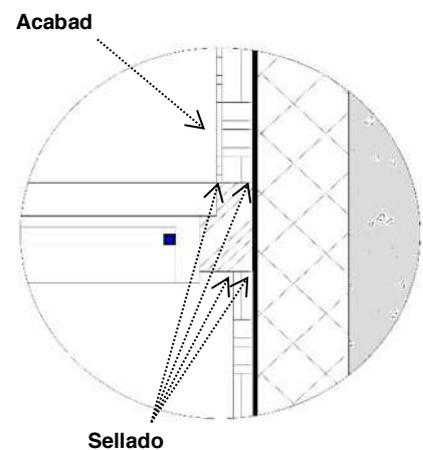
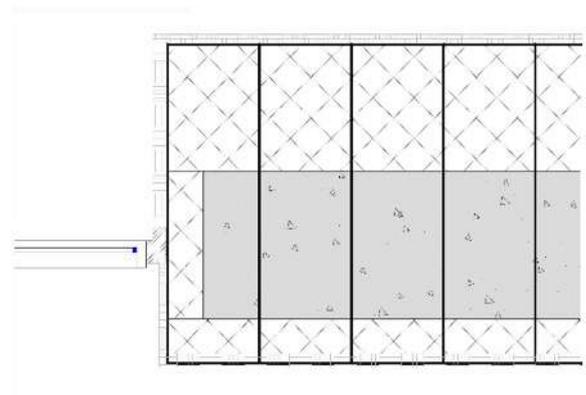
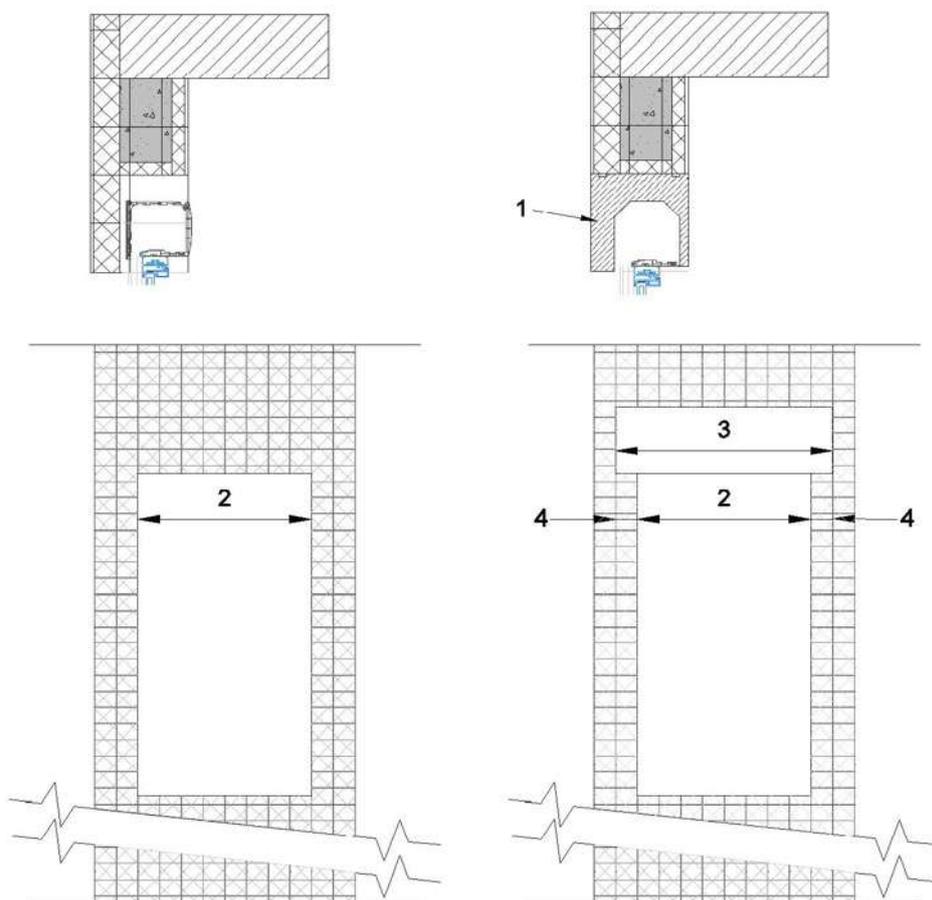


Figura 46

Alojamiento de persiana



1 Aislamiento del alojamiento de la persiana

2 Ancho de la ventana

3 Fachada abierta

4 Múltiplo de 100

Figura 47 Fachada cerrada o abierta con aislamiento integrado para el alojamiento de la persiana

Conexiones de forjados

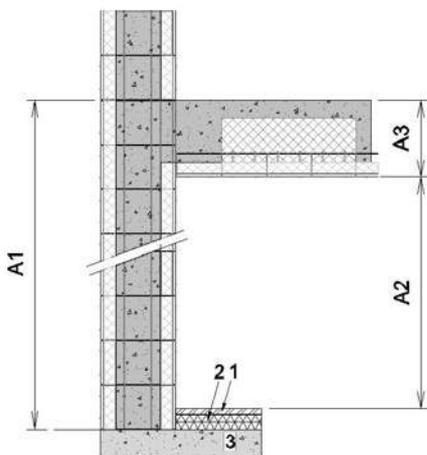


Figura 48 Con módulo de forjado SISMO®

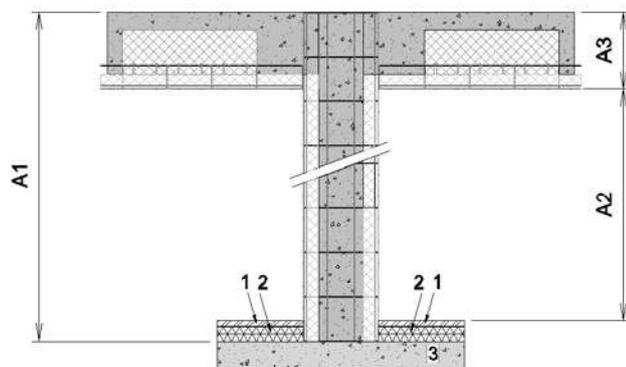


Figura 49 Con módulo de forjado SISMO®

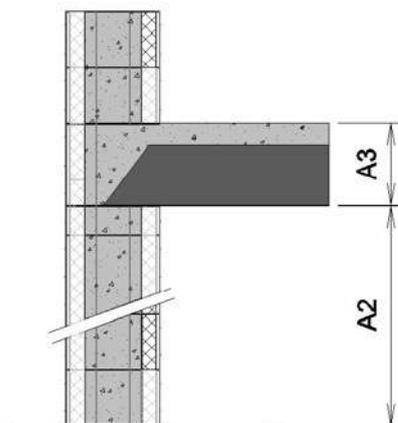


Figura 50 Con elemento auto portante y capa comprimida

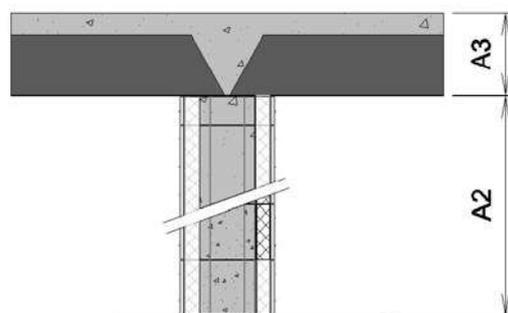


Figura 51 Con elemento auto portante y capa comprimida

- | |
|------------------------|
| 1 Acabado |
| 2 Trama |
| 3 Losa |
| A1 Altura del módulo |
| A2 Altura del dintel |
| A3 Forjado estructural |

Acabado subterráneo

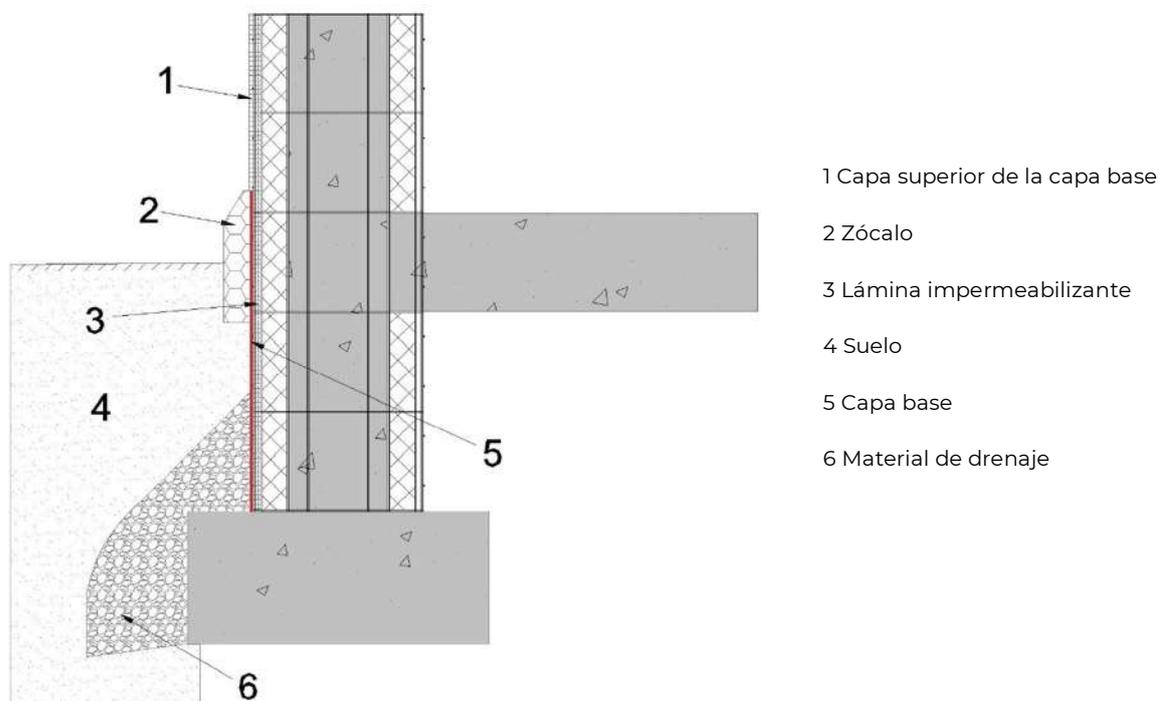


Figura 52 Terminación de la cimentación SISMO®

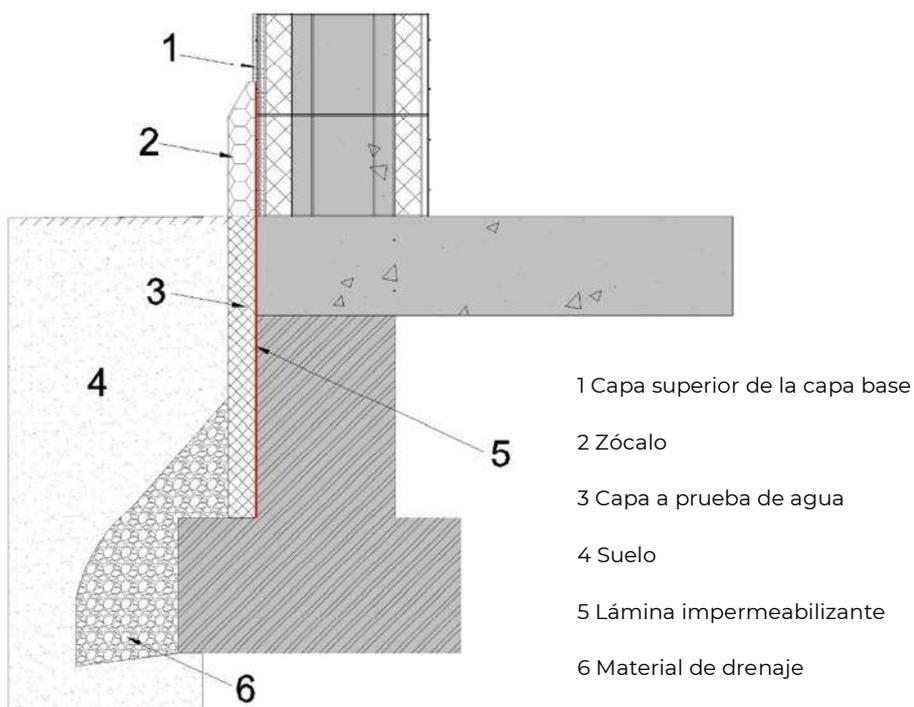


Figura 53 Terminación de la cimentación existente

Sustratos para revestimientos, tres alternativas

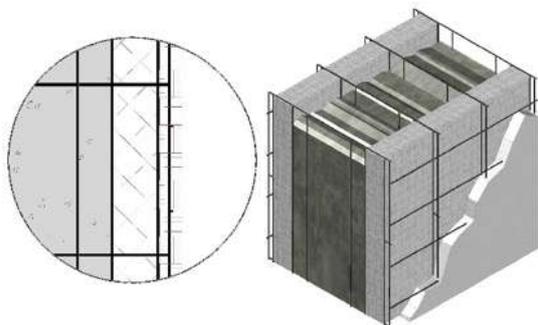


Figura 54 Con malla sobresaliente (varilla doble), ±20 mm de revestimiento

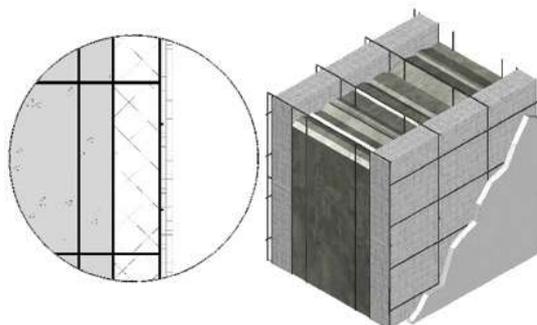


Figura 55 Sin malla sobresaliente (varilla simple), ±10 mm de revestimiento

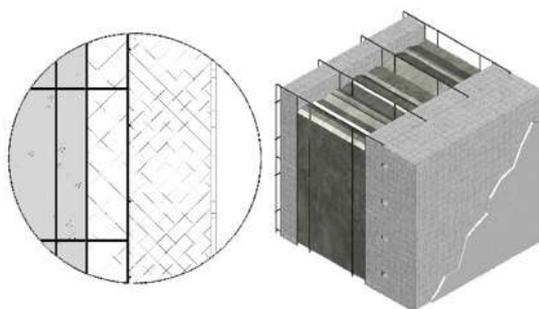


Figura 56 En un panel extra, ±5 mm de revestimiento

Algunos ejemplos de acabados

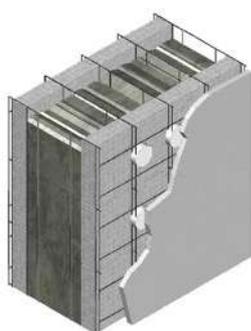


Figura 57
Método Pegote

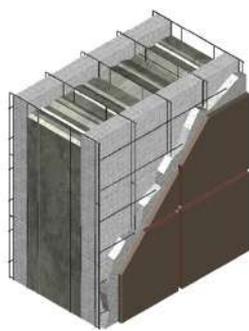


Figura 58
Mosaicos en una base de cemento

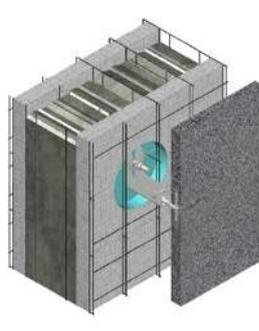


Figura 59 Anclas mecánicas para piedra natural o revestimiento

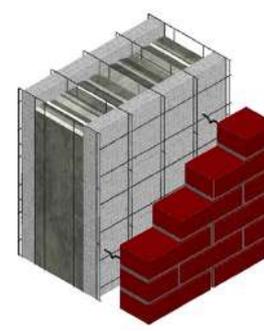


Figura 60 Fachada de bloques con uniones al muro

Refuerzos SISMO[®]



Figura 61 Estribo



Figura 62
Barra recta



Figura 63
Barra en L



Figura 64
Barra en U

Conexión muro-suelo:

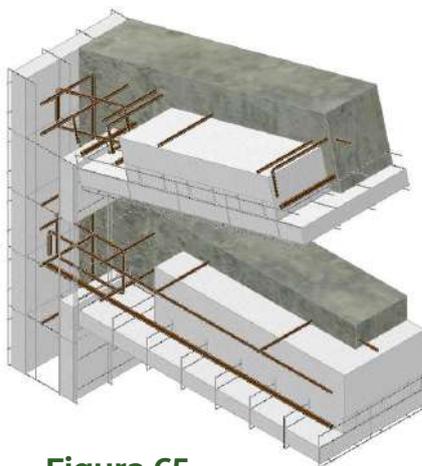


Figura 65

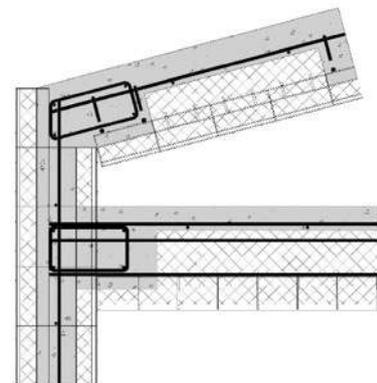


Figura 66

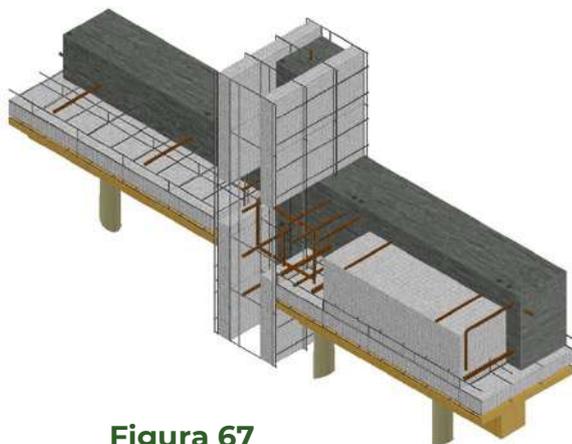


Figura 67

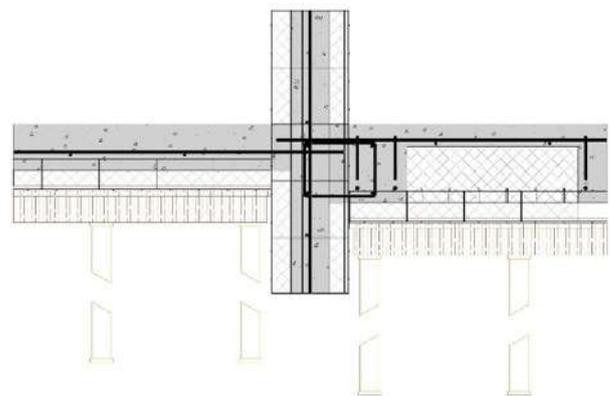


Figura 68

Barras de arranque:

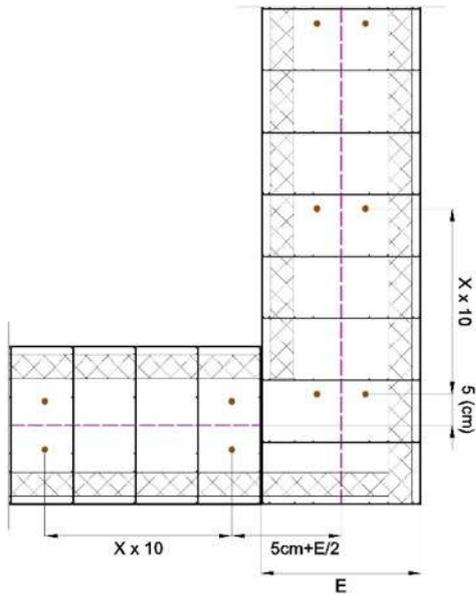


Figura 69

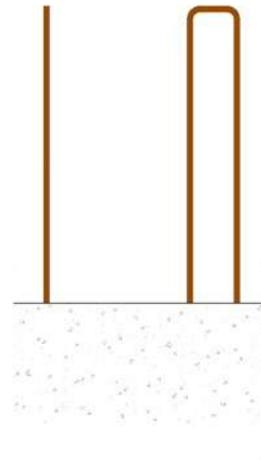


Figura 70

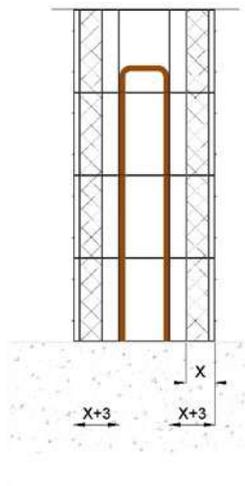


Figura 71

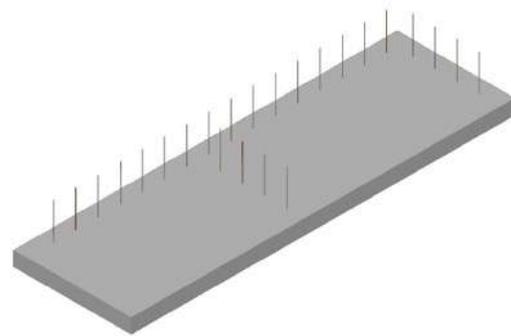


Figura 72

Conexión de las barras de refuerzo:

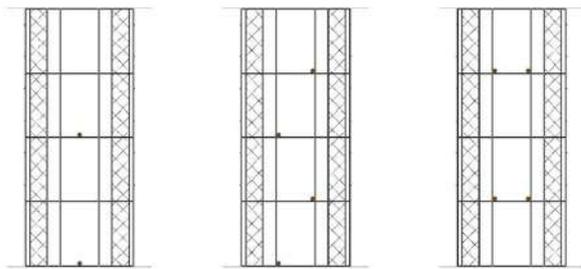


Figura 73 Barras de refuerzo horizontales

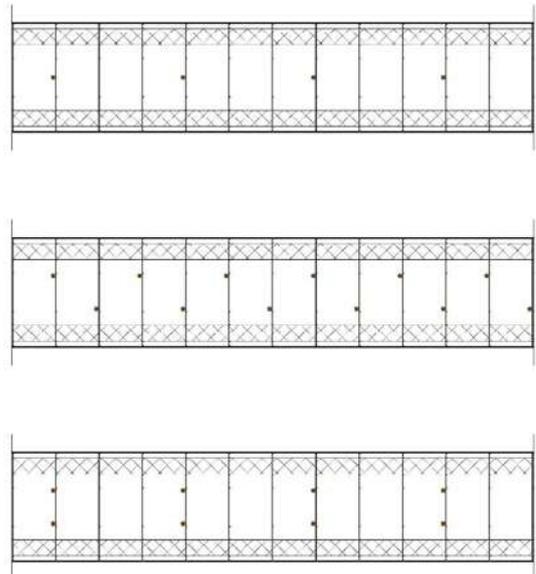


Figura 74 Barras de refuerzo verticales

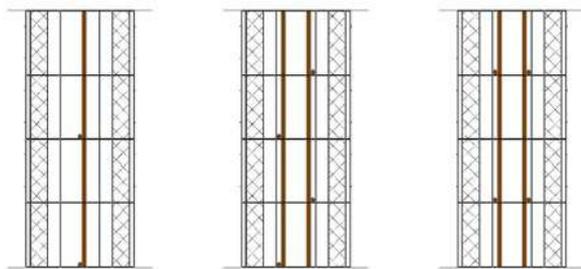


Figura 75

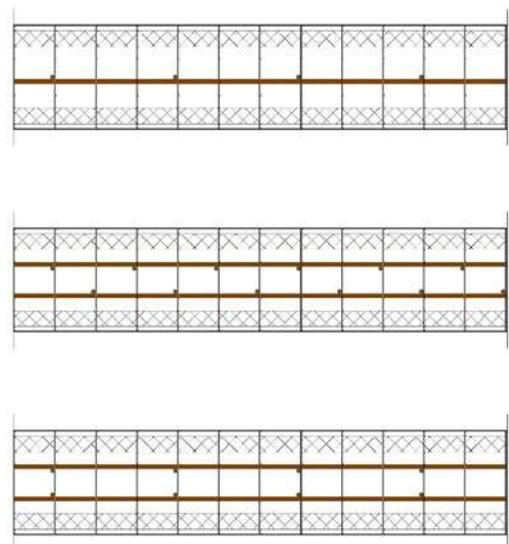


Figura 76

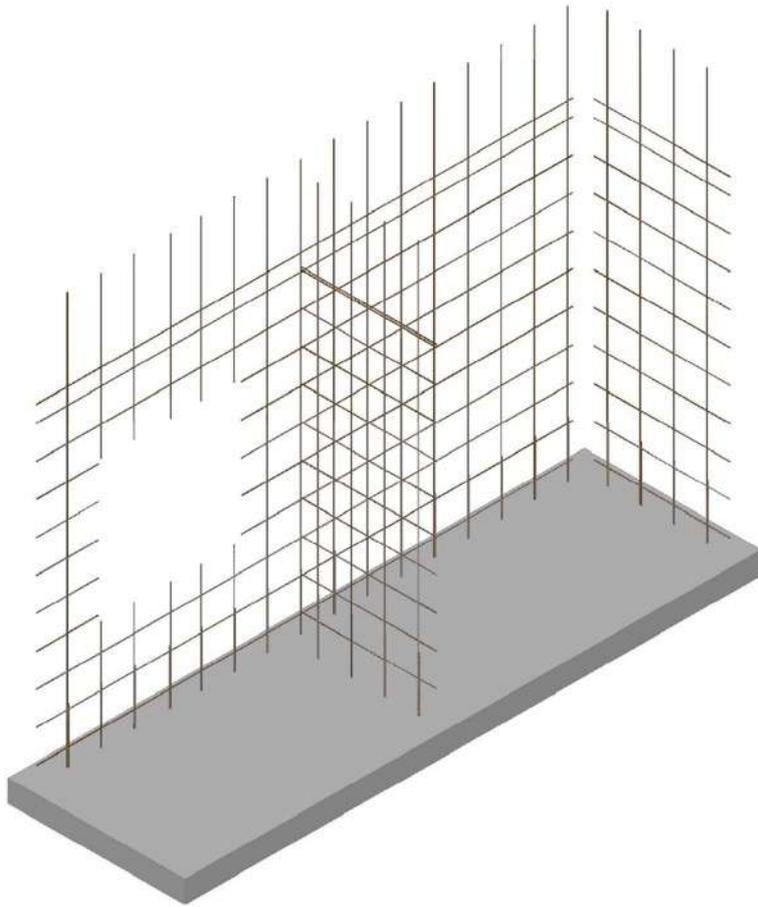


Figura 77

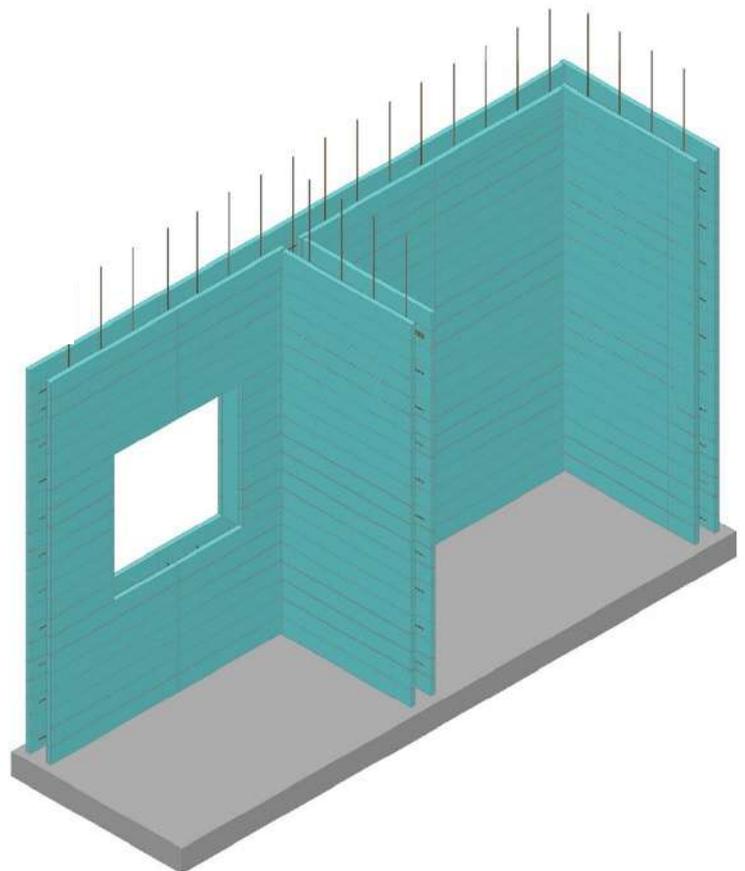


Figura 78

Conexión de pared – Conexión en T:

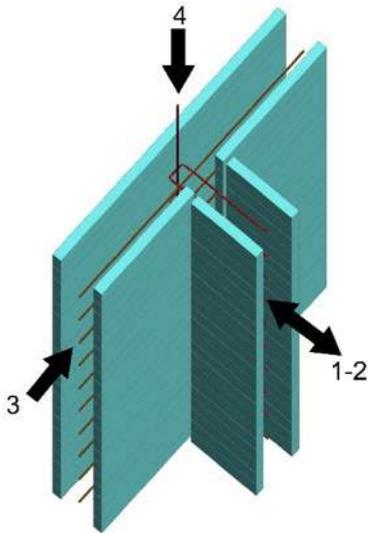


Figura 79

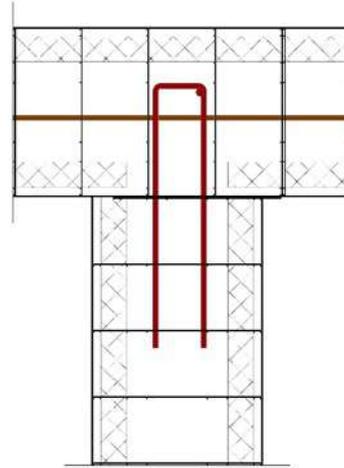


Figura 80

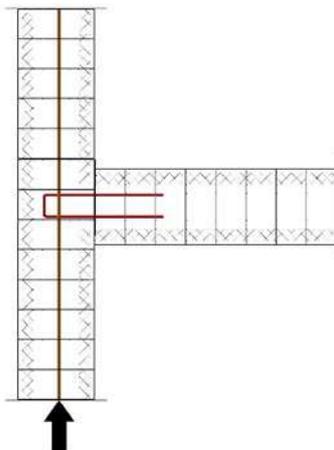


Figura 81 Paso 1

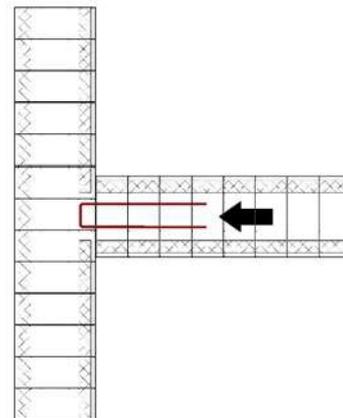


Figura 82 Paso 2

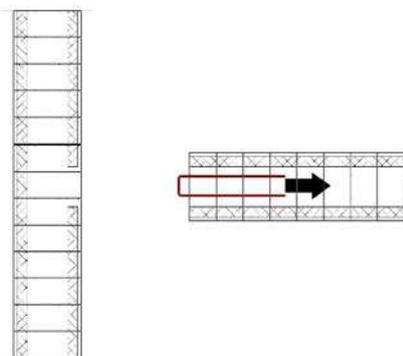


Figura 83 Paso 3

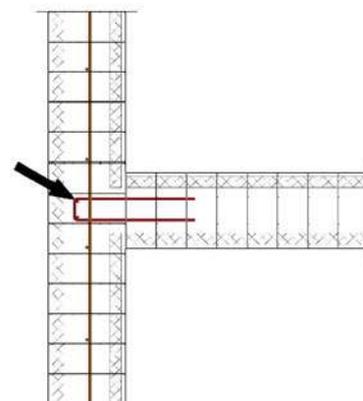


Figura 84 Paso 4

Conexión de pared – Conexión de esquina:

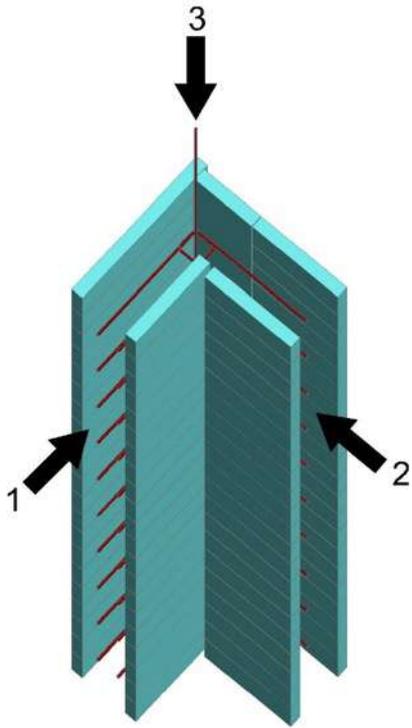


Figura 85

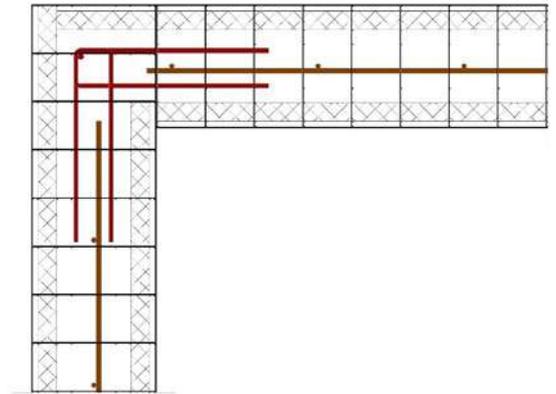
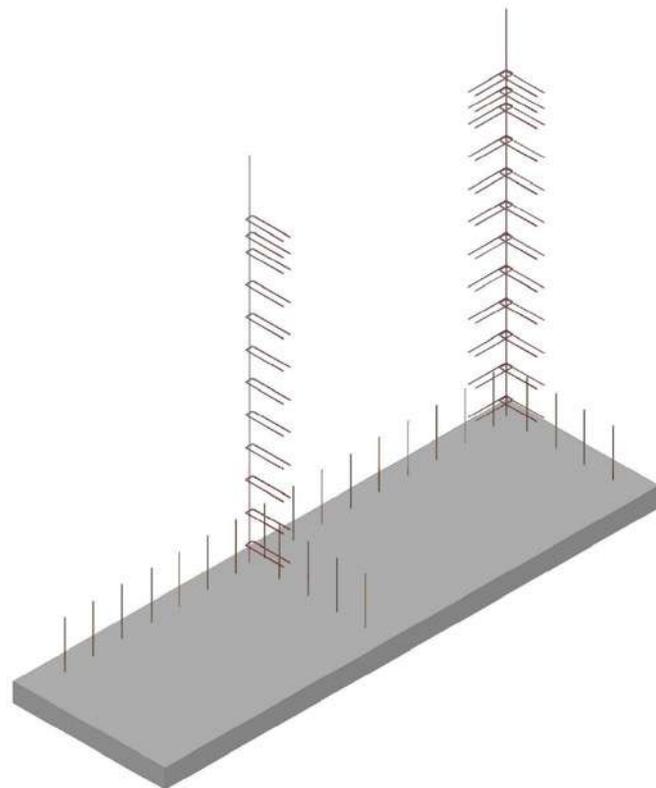


Figura 86

Figura 87



Dintel/Viga:

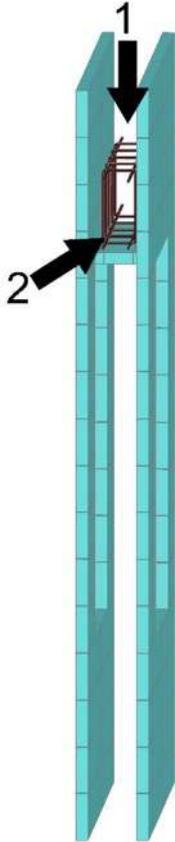


Figura 88

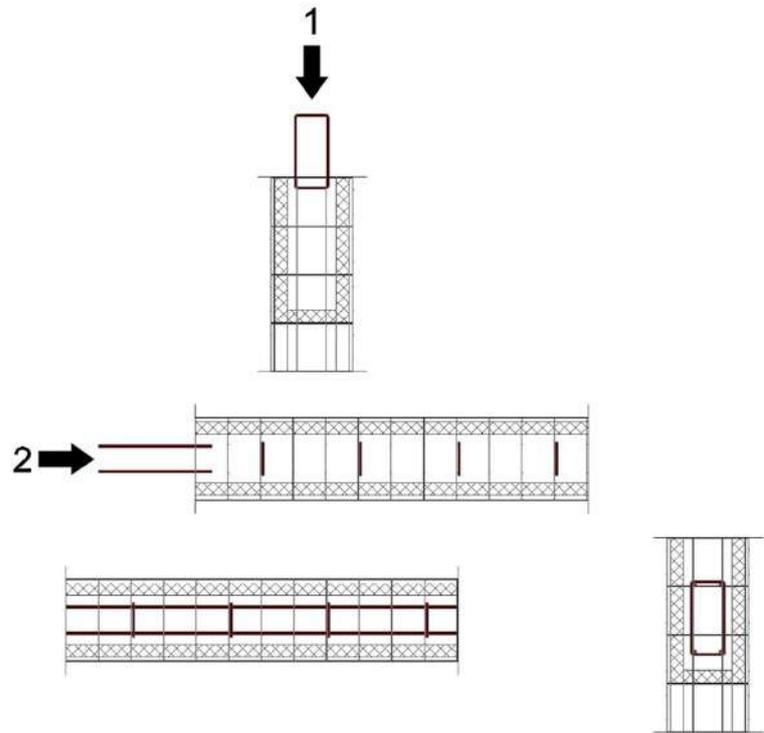


Figura 89

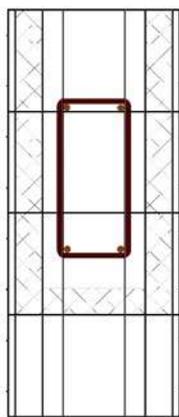


Figura 90

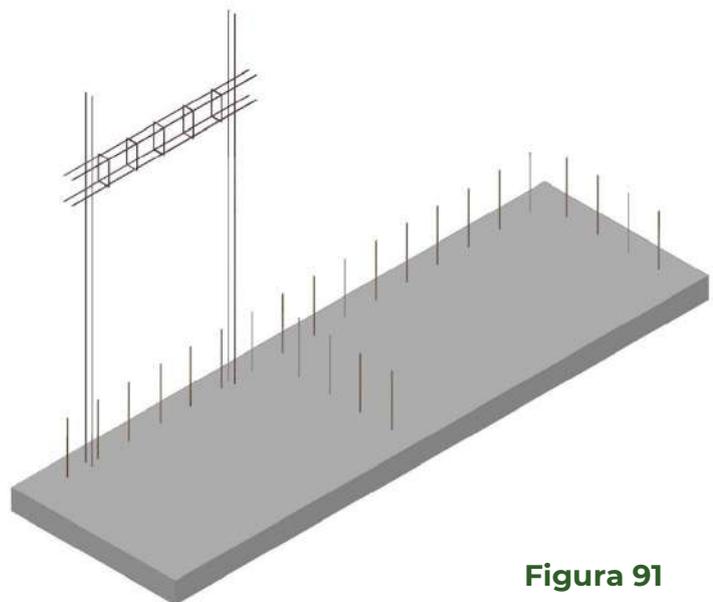


Figura 91



Forjado:

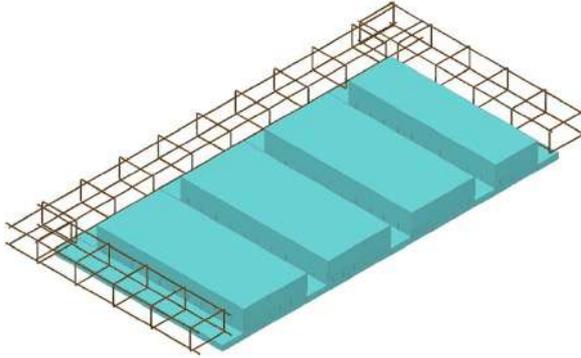


Figura 92 Zuncho perimetral

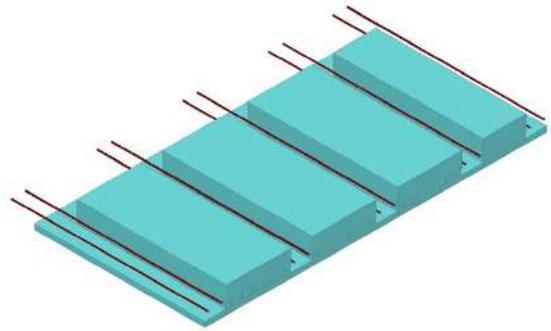


Figura 93 Armadura base

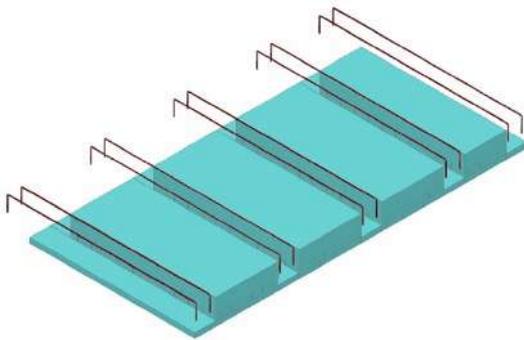


Figura 94 Refuerzos superiores

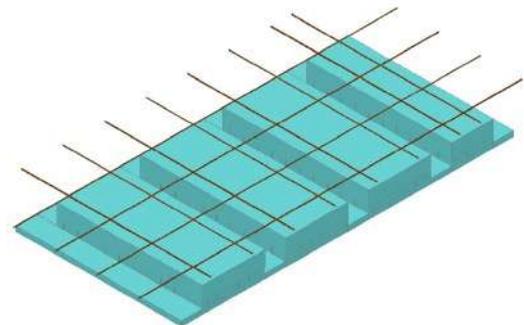


Figura 95 Mallazo capa de compresión

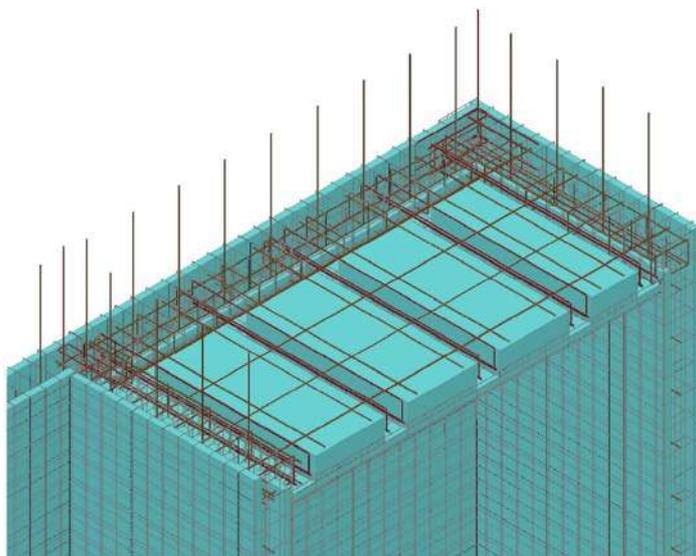


Figura 96 Refuerzos de forjado

ANEXO 2 - Resultados experimentales

- Medición del índice de reducción acústica de los muros SISMO[®] de acuerdo con las normas EN ISO 10140-2: 2010 y EN ISO 717-1:1996 realizado por el laboratorio acreditado Blasco bvba - LARGE certificada con la norma EN ISO / IEC 17025. Las pruebas realizadas a cabo en Bélgica en 2013.
- Ensayo de niebla salina realizado por el Centro de Tecnología de Bekaert según la norma ISO 9227, DIN 50021 SS y ASTM B117 en 2008.
- Pruebas de compresión en núcleos de hormigón tomadas de un muro SISMO[®] relleno de hormigón, en las condiciones más severas que se especifican en el DITE 01 /000. Ensayo realizado por el laboratorio de Magnel de la Universidad de Gante, Bélgica en 2006 (www.labomagnel.ugent.be).
- Muros lisos de hormigón con Tecnología de Construcción SISMO[®]: hormigón normal en edificios de gran altura. Estudio teórico y experimental presentado por el Departamento de la Universidad de Lovaina Ingeniería Civil, Bélgica en 1994.
- Determinación del momento de flexión y resistencia a la capacidad de las conexiones de muro a suelo con refuerzo estándar SISMO[®], con una carga vertical y horizontal. Ensayo realizado por el Departamento de la Universidad de Lovaina Ingeniería Civil, Bélgica en 1993 y 1994.
- Comportamiento de deformación de muros y columnas SISMO[®], conexión de muro a muro SISMO[®] en zonas de terremotos: resistencia al daño. Las pruebas llevadas a cabo por el Departamento de la Universidad de Lovaina Ingeniería Civil, Bélgica en 1992 y 1993.
- Determinación de la fuerza de adherencia de soldaduras en dos tipos de mallas de acero.

Pruebas llevadas a cabo por el Centro de Investigación del Instituto Belga de soldadura de la Universidad de Gante, Bélgica en 1991.

- Adhesión del yeso en paneles SISMO[®]. Ensayo realizado por el laboratorio de materiales de construcción de la Universidad de Lieja, Bélgica, en 1991.

- Pruebas orientativas relativas a la resistencia al fuego de muros de carga y los forjados SISMO[®]. Las pruebas realizadas por el laboratorio para el uso de los combustibles y la transferencia de calor de la Universidad de Gante, Bélgica, en 1985 y 1988.

- Prueba de compresión longitudinal sobre el panel SISMO[®]. Pruebas llevadas a cabo por la Universidad de Lovaina, Bélgica, en 1985.

ANEXO - 3 Listado de los documentos de referencia

ETAG 004 Sistemas para aislamiento térmico externo con revestimiento.

ETAG 009 Kits de encofrado / Sistemas permanentes de soporte de carga de bloques huecos / Paneles de materiales aislantes o, a veces de hormigón.

EN ISO 140-3 Acústica - Medición del aislamiento acústico en los edificios y de sus elementos. Parte 3: Mediciones de laboratorio de aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de construcción.

EN 206-1 Hormigón. Parte 1: Especificación, rendimiento, producción y compatibilidad.

EN 206-9 Hormigón. Parte 9: Hormigón. Normas adicionales para hormigón autocompactante (SCC).

EN 310 Tableros de madera. Determinación del módulo de elasticidad en flexión y de la resistencia a la flexión.

EN 317 y de partículas Tableros de fibras - Determinación de la hinchazón en espesor después de la inmersión en agua.

EN 318 Tableros de fibras. Determinación de los cambios dimensionales asociados con los cambios en la humedad relativa.

EN 319 y de partículas Tableros de fibras - Determinación de la resistencia a la tracción perpendicular al plano de la junta.

EN 323 Tableros de madera. Determinación de la densidad.

Tableros de madera EN 324-1. Determinación de las dimensiones de la unión.
Parte 1: Determinación del espesor, anchura y longitud.

Tableros de madera EN 324-2. Determinación de las dimensiones de la unión.
Parte 2: Determinación de la perpendicularidad y rectitud de borde.

EN 382-2 Tableros de fibras. Determinación de la absorción de la superficie.
Parte 2: Métodos de ensayo sobre tableros duros.

EN ISO 534: Papel y cartón. Determinación del espesor, la densidad y el volumen específico.

ISO 535: Papel y cartón. Determinación de la capacidad de absorción de agua.
Método de Cobb.

EN 622-1 Tableros de fibra, especificaciones. Parte 1 Requisitos generales.

EN 622-2 Tableros de fibra, especificaciones. Parte 2 Requisitos para tableros

duros.

EN 822 Productos aislantes térmicos para aplicación en edificios.
Determinación de la longitud y ancho.

EN 823 Productos aislantes térmicos para aplicación en edificios.
Determinación del espesor.

EN 824 Productos aislantes térmicos para aplicación en edificios.
Determinación de perpendicularidad.

EN 826 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en edificios.
Determinación del comportamiento de la compresión.

ASTM D 828 Método de prueba estándar para las propiedades de tracción de papel y cartón que utilizan aparatos de velocidad constante de elongación.

ASTM D 829 Métodos de prueba estándar para la tracción en húmedo y resistencia a la rotura de papel y productos de papel.

EN ISO 1463 Recubrimientos de óxido metálico. Medición del espesor del recubrimiento. Método microscópico.

EN 1602 Productos aislantes térmicos para aplicación en edificios.
Determinación de la densidad aparente.

EN 1604 Productos aislantes térmicos para aplicación en edificios. Ensayo de estabilidad dimensional del aislamiento.

EN 1607 Productos aislantes térmicos para aplicación en edificios.
Determinación de la resistencia a la tracción perpendicular a las caras.

EN 1991 Bases de proyecto y acciones en estructuras.

Diseño EN 1992-1-1 de estructuras de hormigón. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para la edificación.

Diseño EN 1992-1-2 de estructuras de hormigón. Parte 1-2: Reglas generales. Diseño estructural contra incendios.

Disposiciones EN 1998-1 diseño para resistencia sísmica de las estructuras.

EN ISO 6946 Elementos de construcción y elementos de la edificación. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo.

EN ISO 8990 Prueba de componentes de construcción por medio de la caja caliente. Método General.

EN 10002-1 Resistencia a la tracción de la varilla de acero.

EN 10016-1 Varilla de acero no aleado para dibujar y / o laminación en frío - Parte 1: Requisitos generales.

EN 10088-1 Aceros inoxidables. Lista de los aceros inoxidables.

EN 10244-1 Alambre de acero y productos de alambre. Recubrimientos metálicos no ferrosos en el alambre de acero. Parte 1: Principios generales.

EN 10244-2 Alambre de acero y productos de alambre. Recubrimientos metálicos no ferrosos en el alambre de acero. Parte 2: Revestimientos de cinc o de aleación de zinc en el alambre de acero.

ISO 10287 La resistencia al cizallamiento de la soldadura.

EN ISO 10456 Aislamiento térmico. Materiales de construcción y productos. Determinación de los valores declarados y de diseño.

EN 12086 Productos aislantes térmicos para aplicación en edificios. Determinación de las propiedades de transmisión de vapor de agua.

EN 12087 Productos aislantes térmicos para aplicación en edificios. Determinación de la absorción de agua a largo plazo por inmersión.

EN 12089 Productos aislantes térmicos para aplicación en edificios. Determinación del comportamiento de flexión.

EN 12.467 Láminas planas de fibrocemento. Especificación de producto y métodos de ensayo.

EN 12524 Materiales de construcción y productos. Propiedades higrotérmicas. Valores de diseño indicados en la tabla.

EN ISO 12572 Comportamiento higrotérmico de los materiales y productos de construcción. Determinación de las propiedades de transmisión de vapor de agua.

EN ISO 12625-4: Papel de seda y productos de papel tisú. Determinación de la resistencia a la tracción, estiramiento a la rotura y la absorción de energía de tensión.

EN ISO 12625-5: Papel de seda y productos de papel tisú. Determinación de la resistencia a la tracción en húmedo.

EN 12667 Comportamiento térmico de los materiales y productos de construcción.

Determinación de la resistencia térmica por medio de la placa caliente guardada y métodos metro de flujo de calor. Productos de la resistencia térmica de alta y media.

EN 13162 Productos aislantes térmicos para edificios. Producción en fábrica de lana mineral (MW) – Especificación.

EN 13163 productos Aislamiento térmico para edificios. Fabricación de productos de poliestireno expandido. Especificación.

Clasificación EN 13501-1 fuego de productos de construcción y elementos de construcción. Parte 1: Clasificación a partir de datos de ensayos de reacción al fuego.

EN ISO 13786 Prestaciones térmicas de los componentes de construcción. Características térmicas dinámicas. Métodos de cálculo.

EN ISO 13788 Comportamiento higrotérmico de componentes de edificios y de elementos de construcción. Estimación de la temperatura superficial interior para eliminar la humedad superficial crítica y el cálculo de la condensación intersticial.

EN 13986 Tableros derivados de la madera para su uso en la construcción. Características, evaluación de conformidad y marcado.

La Directiva sobre Sustancias Peligrosas.