

DAU

22/130 A

Documento de adecuación al uso

Denominación comercial

4wall SIP System

Tipo genérico y uso

Sistema de paredes portantes con paneles sándwich prefabricados con espuma de poliuretano en su interior y tableros de óxido de magnesio en las caras exteriores.

Titular del DAU

PROJECT ETOPIA GROUP LIMITED

3rd Floor, 21-24 Millbank Tower
21-24 Millbank, SW1P 4QP
Londres (Reino Unido)
Tel. 0044 020 3781 8444
www.projectetopia.com

Planta de producción

Istidama Ltd
Unit 2 Olympic Park
Poole Hall RD
Ellesmere Port, Cheshire, CH66 1ST
(Reino Unido)

Edición vigente y fecha

A 18.07.2022

Validez (condicionada a seguimiento anual [*])

Desde: 18.07.2022
Hasta: 17.07.2027

[*] La validez del DAU 22/130 está sujeta a las condiciones del *Reglamento del DAU*. La edición vigente de este DAU es la que figura en el registro que mantiene el ITeC (accesible en itec.es y a través del siguiente código QR).



Este documento consta de 32 páginas.
Queda prohibida su reproducción parcial.

El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU ([BOE 94, 19 abril 2002](#)) para productos de construcción (edificación e ingeniería civil) inscrito en el Registro General del CTE (Resolución de 3 septiembre 2010 – Ministerio de Vivienda).

ITeC

Control de ediciones

Edición	Fecha	Naturaleza de los cambios respecto a la edición anterior del DAU y apartados afectados
A	18.07.2022	Creación del documento.

Índice

1.	Descripción del sistema y usos previstos	5
1.1.	Definición del sistema constructivo	5
1.2.	Usos previstos	6
1.3.	Limitaciones de uso	6
2.	Componentes del sistema	6
2.1.	Paneles 4wall de Istidama	6
2.1.1.	Tableros de óxido de magnesio	8
2.1.2.	Núcleo de espuma de poliuretano	8
2.1.3.	Perfil perimetral de acero galvanizado	8
2.1.4.	Conducto de aluminio para cables eléctricos	8
2.2.	Perfil de testero y de arranque de acero galvanizado	9
2.3.	Tiras de óxido de magnesio	9
2.4.	Adhesivo de juntas InsuBond (A1399)	9
2.5.	Sellador de juntas y aberturas lineales Nullifire FS703	9
3.	Fabricación y control de producción	10
3.1.	Fabricación	10
3.1.1.	Materias primas	10
3.1.2.	Proceso de fabricación	10
3.1.3.	Presentación del producto	10
3.2.	Control de producción	11
3.2.1.	Emisión de las órdenes de fabricación	11
3.2.2.	Control de las materias primas	11
3.2.3.	Control del proceso de fabricación	11
3.2.4.	Control del producto final acabado	11
4.	Almacenamiento, transporte y recepción en obra	11
4.1.	Almacenamiento	11
4.2.	Transporte	11
4.3.	Control de recepción en obra	11
4.3.1.	Protección	11
4.3.2.	Apariencia	11
4.3.3.	Identificación y etiquetado	11
4.3.4.	Cantidad	11
5.	Criterios de proyecto	12
5.1.	Criterios de diseño	12
5.1.1.	Dimensiones y modulación	12
5.2.	Criterios estructurales	12
5.2.1.	Modelización estructural	12
5.2.2.	Prestaciones estructurales	12
5.3.	Seguridad en caso de incendio	13
5.3.1.	Reacción al fuego	13
5.3.2.	Resistencia al fuego	13
5.4.	Higiene, salud y medio ambiente	14
5.4.1.	Permeabilidad al vapor de agua de los paneles	14
5.4.2.	Impermeabilidad al agua	14
5.5.	Seguridad de utilización	14
5.5.1.	Capacidad de soportar cargas puntuales	14
5.6.	Protección frente al ruido	14
5.6.1.	Aislamiento acústico a ruido aéreo	14
5.7.	Ahorro de energía y aislamiento térmico	15
5.7.1.	Resistencia y transmitancia térmica	15
5.7.2.	Permeabilidad al aire	15
5.8.	Aspectos de durabilidad y servicio	15
5.8.1.	Riesgo de corrosión de las partes metálicas	15
5.8.2.	Durabilidad del panel	16
6.	Criterios de ejecución, de mantenimiento y conservación	16

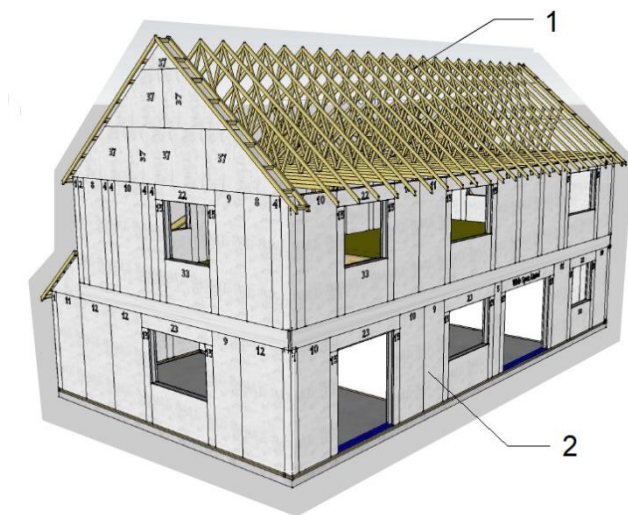
6.1.	Criterios de ejecución	16
6.1.1.	Operarios y medios necesarios	16
6.1.2.	Verificaciones previas a la ejecución	16
6.1.3.	Condiciones de instalación	16
6.1.4.	Proceso de encolado	16
6.2.	Instalación de los paneles	17
6.2.1.	Conexión a la cimentación	17
6.2.2.	Ensamblado de los paneles	18
6.2.3.	Tratamiento de las aberturas	19
6.2.4.	Revestimientos	19
6.2.5.	Conexiones a forjado y cubierta	19
6.2.6.	Paso de instalaciones	20
6.3.	Criterios de mantenimiento y reparación	21
6.4.	Medidas para la protección del medio ambiente	21
6.4.1.	Tratamiento de residuos	21
6.4.2.	Condiciones exigibles a las empresas aplicadoras / colocadoras	21
7.	Referencias de obra y visitas de obra	21
7.1.	Referencias de utilización	21
7.2.	Visitas de obra	21
8.	Evaluación de ensayos y cálculos	22
8.1.	Ensayos de caracterización	22
8.2.	Resistencia mecánica y estabilidad	22
8.2.1.	Resistencia y módulo de compresión axial y excéntrico	22
8.2.2.	Resistencia a compresión de paneles con aberturas	23
8.2.3.	Resistencia a flexión del sistema	23
8.2.4.	Resistencia a compresión combinada con resistencia a flexión del sistema	24
8.2.5.	Resistencia al descuadre del sistema	24
8.2.6.	Resistencia de la junta vertical entre paneles	24
8.2.7.	Resistencia a tracción perpendicular a la cara de los paneles (entre tablero de MgO y PUR)	25
8.3.	Seguridad en caso de incendio	25
8.3.1.	Reacción al fuego	25
8.3.2.	Resistencia al fuego	25
8.4.	Higiene, salud y medio ambiente	25
8.4.1.	Permeabilidad al vapor de agua de los paneles	25
8.4.2.	Impermeabilidad al agua	26
8.5.	Seguridad de utilización	26
8.5.1.	Capacidad de soportar cargas puntuales	26
8.6.	Protección frente al ruido	26
8.6.1.	Aislamiento acústico a ruido aéreo	26
8.7.	Ahorro de energía y aislamiento térmico	27
8.7.1.	Resistencia y transmitancia térmica	27
8.7.2.	Permeabilidad al aire	27
8.8.	Aspectos de durabilidad y servicio	27
8.8.1.	Riesgo de corrosión de las partes metálicas	27
8.8.2.	Durabilidad del panel	27
9.	Comisión de Expertos	28
10.	Documentos de referencia	28
11.	Evaluación de la adecuación al uso	30
12.	Seguimiento del DAU	31
13.	Condiciones de uso del DAU	31
14.	Lista de modificaciones de la presente edición	32

1. Descripción del sistema y usos previstos

1.1. Definición del sistema constructivo

4wall SIP es un sistema modular de construcción de paredes portantes -fachadas y paredes interiores- formado por paneles sándwich prefabricados con alma de espuma de poliuretano, tableros de óxido de magnesio y perfiles metálicos en todo su perímetro. El sistema 4wall SIP se completa en obra con tiras de óxido de magnesio en las juntas verticales entre paneles y perfiles de arranque y de testero de acero galvanizado de 1 mm de espesor.

La figura 1.1 muestra un ejemplo de edificio construido con el sistema 4wall SIP.



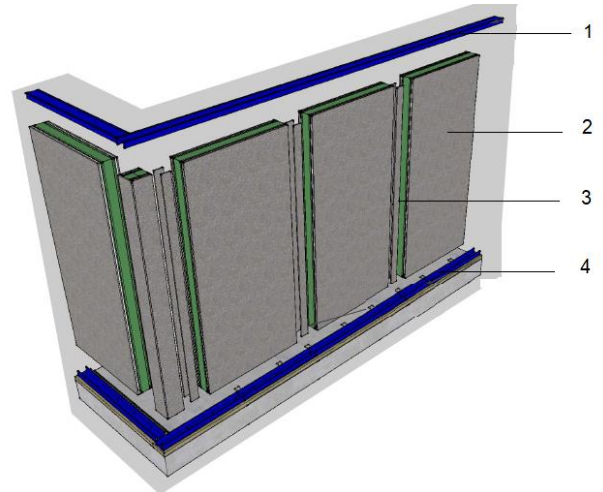
Legenda:

1. Cerchas de cubierta (no incluidas en el DAU)
2. Paredes del edificio construidas con el sistema 4wall SIP

Nota: El cerramiento de cubierta y los recubrimientos o acabados de fachada no se muestran.

Figura 1.1: Ejemplo de edificio construido con el sistema 4wall SIP.

Los paneles están formados por una estructura perimetral de perfiles de acero galvanizado de 1 mm de espesor, sendos tableros de óxido de magnesio Euroform Versaliner de 12 mm de espesor y espuma de poliuretano inyectada durante la fabricación de los paneles.



Legenda:

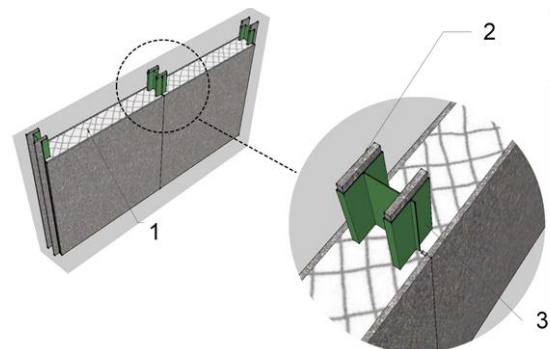
1. Perfil de testero en acero galvanizado
2. Panel del sistema 4wall SIP
3. Tira de panel de óxido de magnesio
4. Perfil de arranque en acero galvanizado

Figura 1.2: Esquema de la disposición de los componentes del sistema 4wall SIP.

El espesor de los paneles es de 185 mm, su anchura varía entre 185 mm y 2.912 mm, y su altura varía entre 300 mm y 2.400 mm. Existen 38 tamaños distintos de panel en función de su altura y anchura. Sus dimensiones se indican en la tabla 2.1.

La unión entre paneles y entre paneles y perfiles de arranque y testero se lleva a cabo en obra mediante la aplicación de adhesivo Insubond A1399 de Apollo Roofing Solutions Ltd (véase el apartado 2.4). En la unión entre paneles y perfiles de arranque se emplean tornillos de acero inoxidable de 65 mm de longitud y 5,5 mm de diámetro, complementariamente al adhesivo, para evitar el movimiento del panel durante el curado del adhesivo.

La conexión lateral entre paneles se lleva a cabo mediante las tiras de tablero de óxido de magnesio de 12 mm x 95 mm (2 tiras por junta), que se incorporan en obra entre los dos perfiles verticales del lateral de los paneles (véase la figura 1.3).



Legenda:

1. Espuma de poliuretano
2. Tiras de óxido de magnesio de dimensiones 12 mm x 95 mm.
3. Perfiles de acero galvanizado en el perímetro del panel.

Figura 1.3: Esquema de la conexión lateral entre paneles.

El panel dispone de un conducto de aluminio de 3 mm de espesor para facilitar el paso de cables eléctricos, que se incorpora al panel durante su fabricación. Los conductos de agua deben fijarse al exterior de los paneles del sistema 4wall SIP.

Las juntas entre paneles se tratan con pasta para juntas de acuerdo con la norma EN 13963. Opcionalmente, se puede disponer un sellante resistente al fuego Nullifire FS703 (véase el apartado 2.5) en las juntas entre paneles.

Las dimensiones de las aberturas para puertas y ventanas se crean a partir de la combinación de los distintos paneles. Es posible obtener aberturas desde 450 mm a 1.800 mm de anchura y de 1.000 mm a 2.200 mm de altura. Las puertas, ventanas, etc., no forman parte del sistema evaluado.

Se debe aplicar un recubrimiento o acabado final al sistema 4wall SIP para soportar las condiciones de exposición exterior. Este recubrimiento o acabado final no forma parte del sistema 4wall SIP.

Los paneles, las tiras de óxido de magnesio y los perfiles de acero galvanizado de arranque y testero llegan a la obra preparados para ser instalados, de acuerdo con la modulación establecida en el proyecto. No es necesario realizar modificaciones o ajustes en obra. Las acciones que se deben realizar en obra se limitan a la fijación de los perfiles de arranque a la losa de cimentación y al encolado y unión entre los componentes del sistema 4wall SIP (perímetro de los paneles, tiras para juntas verticales y perfiles de arranque y testero).

1.2. Usos previstos

El sistema 4wall SIP está destinado a la construcción de paredes portantes (fachadas y paredes interiores) en edificios residenciales, no residenciales, industriales y comerciales.

1.3. Limitaciones de uso

No hay limitaciones del sistema 4wall SIP de Istdama para los usos considerados en este DAU. Sólo deben tenerse en cuenta las limitaciones de resistencia definidas en el apartado 5.2. Sin embargo, el diseño general se refiere a edificios de 3 plantas (sin incluir sótanos).

No hay limitaciones relacionadas con la cimentación, siempre y cuando las conexiones definidas en la sección 7.3.1 se implementen completamente en la cimentación o en la losa de suelo.

2. Componentes del sistema

2.1. Paneles 4wall de Istdama

Los paneles 4wall de Istdama están formados por dos tableros de óxido de magnesio Versaliner Euroform de 12 mm de espesor, un núcleo de espuma de poliuretano de 161 mm de espesor y una conexión perimetral de acero galvanizado en los cuatro lados.

La adhesión entre el núcleo de espuma de poliuretano, los tableros de óxido de magnesio y la conexión perimetral de acero galvanizado que conforman el panel se produce durante el proceso de espumado y sin utilizar adhesivo.

Las dimensiones de los paneles 4wall de Istdama se indican en las tablas 2.1.a, 2.1.b y 2.1.c, y su descripción se indica en las figuras 2.1.a, 2.1.b y 2.1.c.

Número de panel	Altura [mm]	Anchura [mm]
1	2.400	185
2	2.400	215
3	2.400	225
4	2.400	235
5	2.400	347
6	2.400	450
7	2.400	562
8	2.400	675
9	2.400	787
10	2.400	900
11	2.400	1.012
12	2.400	1.125
13	2.400	265
14	2.400	281
15	2.100	215
16	2.100	327
17	2.100	440

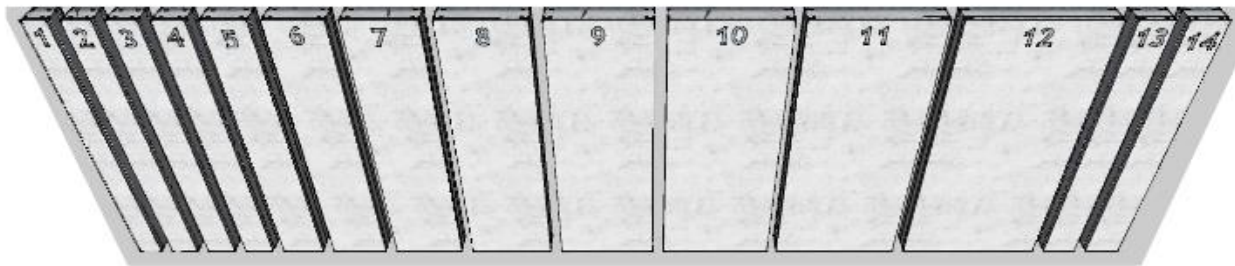
Tabla 2.1.a: Dimensiones de los paneles de pared estándar.

Número de panel	Altura [mm]	Anchura [mm]
18	300	880
19	300	1.105
20	300	1.330
21	300	1.555
22	300	1.780
23	300	2.240
24	300	1.452
25	1.200	450

Tabla 2.1.b: Dimensiones de los dinteles estándar.

Número de panel	Altura [mm]	Anchura [mm]
26	1.050	450
27	1.200	675
28	1.050	675
29	1.200	900
30	1.050	900
31	1.200	1.125
32	1.050	1.125
33	1.200	1.350
34	1.050	1.350
35	1.200	1.800
36	1.050	1.800
Dintel de luz ancha	300	2.912

Tabla 2.1.c: Dimensiones de los antepechos de ventana estándar.



Nota: Los paneles 15 a 17 no se muestran en la figura porque la única diferencia con los paneles mostrados radica en su menor altura (2.100 mm en lugar de 2.400 mm).

Figura 2.1.a: Paneles de pared estándar del sistema 4wall SIP de Istidama.



Figura 2.1.b: Dinteles estándar del sistema 4wall SIP de Istidama.

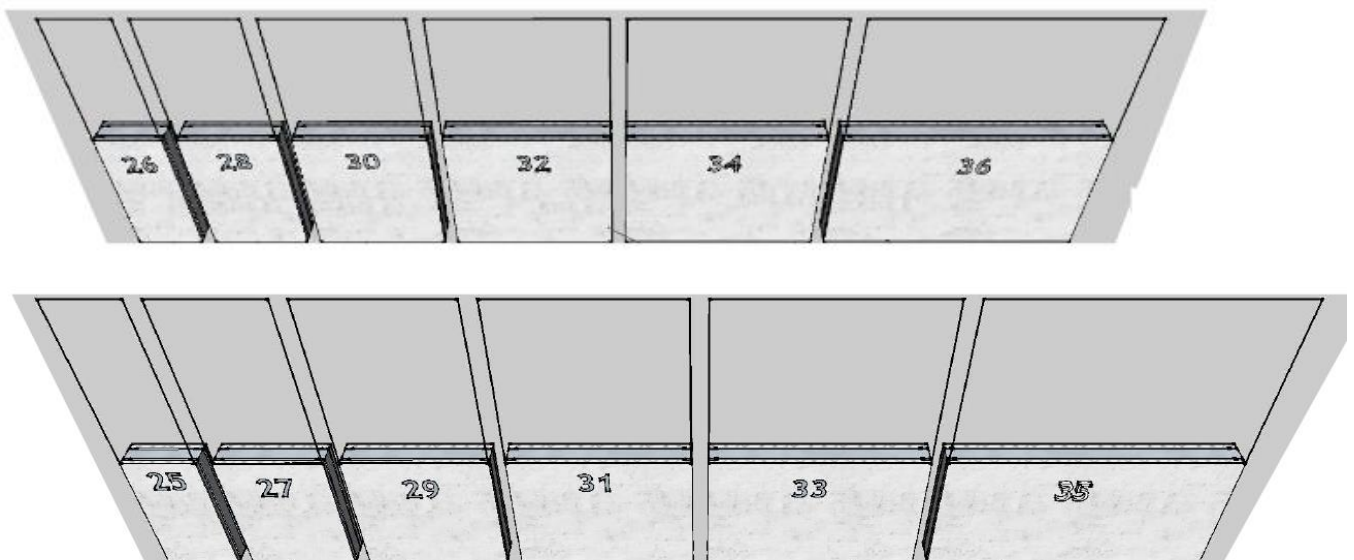


Figura 2.1.c: Paneles estándar de ventana del sistema 4wall SIP de Istidama.

2.1.1. Tableros de óxido de magnesio

Los tableros de óxido de magnesio Euroform Versaliner se benefician del BDA Agrément BAW 18-085/01/A de 28-06-2018.

Las características de los tableros de óxido de magnesio se indican en la tabla siguiente.

Característica	Método de verificación	Valor
Composición química	--	MgO
Color	--	Blanquecino
Espesor [mm]	--	12 ± 1
Densidad [kg/m ³]	EN 322	900 ± 90
Módulo de elasticidad [MPa]	EN 310	3.596 (*)
Resistencia a flexión [MPa]	EN 310	4,97 (*)
Resistencia a tracción [MPa]	EN 319	1,64 (*)
Conductividad térmica [W/m·K]	--	0,27
Resistencia a compresión [MPa]	--	7,07
Contenido en humedad [% en masa]	EN 323	12 ± 5
Reacción al fuego	EN 13501-1	Clase A1
Hinchazón [%]	EN 317	0,6
Estabilidad dimensional frente a variaciones de HR del aire [%]	--	< 0,1
Absorción acústica (α _w)	--	0,10
Permeabilidad al vapor de agua [g·m/MN·s]	--	0,0124
Resistividad al vapor [MN·s/g·m]	--	80
Resistencia al vapor [MN·s/g]	--	1,0

(*) Características determinadas para tableros de óxido de magnesio de 9 mm de espesor.

Tabla 2.2: Características de los tableros de óxido de magnesio.

2.1.2. Núcleo de espuma de poliuretano

La espuma de poliuretano está compuesta de Elastopor® H 1236/3 y BASF ISO PMDI 92140, con pentano como agente espumante.

Las características de la espuma de poliuretano se indican en la tabla 2.3.

Característica	Método de verificación	Valor
Composición química	--	Poliuretano
Espesor [mm]	--	161
Densidad [kg/m ³]	--	42,0 – 44,0
Resistencia a compresión al 10% [kPa]	EN 826	200
Conductividad térmica [W/(m·K)] (1)	EN 13165	0,029
Resistencia térmica [(m ² ·K)/W] (2)	EN 13165	5,55

Notas:
 (1) Valor declarado de conductividad térmica tras envejecimiento.
 (2) Valor declarado de resistencia térmica para un espesor de espuma de poliuretano de 161 mm y empleando el valor declarado de conductividad térmica tras envejecimiento.

Tabla 2.3: Características de la espuma de poliuretano BASF.

2.1.3. Perfil perimetral de acero galvanizado

Los perfiles perimetrales tienen un espesor de 1,1 mm ± 0,1 mm y son de acero galvanizado DX51D+Z275 (1.0917), HX220YD+Z275 (1.0923) o HX220BD+Z275 (1.0919) según la norma EN 10346.

Tipo de acero	Características mecánicas según EN 10346		
	Límite elástico (R _{pe,2}) [MPa]	Resistencia a la tracción (R _m) [MPa]	Alargamiento mínimo (A ₈₀) [%]
DX51D+Z275 (1.0917)	-- (1)	270 a 500	22
HX220YD+Z275 (1.0923)	220 a 280	340 a 420	32
HX220BD+Z275 (1.0919)	220 a 280	340 a 400	32

Características mecánicas mínimas a la recepción en la planta de fabricación			
DX51D+Z275 (1.0917)			
HX220YD+Z275 (1.0923)	245	350	32
HX220BD+Z275 (1.0919)			

Nota:

(1) La norma EN 10346 no establece un valor mínimo para el límite elástico del acero DX51D.

Tabla 2.4: Características mecánicas del acero de los perfiles perimetrales.

2.1.4. Conducto de aluminio para cables eléctricos

El conducto de aluminio para cables eléctricos tiene un espesor aproximado de 3 mm y unas dimensiones de la sección transversal variables en función del proyecto. Este conducto se dispone verticalmente en el núcleo del panel, en contacto con el tablero interior.

2.2. Perfil de testero y de arranque de acero galvanizado

Los perfiles de testero y de arranque tienen un espesor de 1,1 mm ± 0,1 mm y son de acero galvanizado DX51D+Z275 (1.0917), HX220YD+Z275 (1.0923) o HX220BD+Z275 (1.0919) según la norma EN 10346. Las propiedades mecánicas se indican en el apartado 2.1.3.

2.3. Tiras de óxido de magnesio

Las tiras de óxido de magnesio miden 12 mm de espesor, 95 mm de ancho y 2.400 mm de longitud, y se utilizan verticalmente en las juntas entre paneles. Se requieren dos tiras de óxido de magnesio por junta, que se encolan mediante adhesivo a las juntas de los paneles.

Las características de las tiras de óxido de magnesio son las mismas que las de los tableros de óxido de magnesio de los paneles.

2.4. Adhesivo de juntas InsuBond (A1399)

InsuBond (A1399) de Apollo Roofing Solutions Ltd es un adhesivo de poliuretano sin disolventes de curado por humedad, suministrado en un kit y en un recipiente presurizado.

Las características del adhesivo InsuBond (A1399) se indican en la tabla 2.5.

Característica	Valor
Color	Verde
Resistencia a la temperatura [°C]	- 30 a + 150
Tiempo de curado a 20 °C [min]	15
Temperatura de aplicación [°C]	5 a 30
Tiempo abierto a 20 °C [min]	1 a 5
Temperatura de almacenamiento [°C]	5 a 30
Ratio de cobertura por recipiente [m ²]	250
Resistencia a la succión del viento [Pa]	- 5.500

Tabla 2.5: Características del adhesivo InsuBond (A1399).

2.5. Sellador de juntas y aberturas lineales Nullifire FS703

Nullifire FS703 de Tremco CPG UK Limited es un sellante frente al fuego de juntas lineales en divisorias de paredes y suelos.

Nullifire FS703 dispone de marcado CE de acuerdo con el ETA 20/1215 emitido según el EAD 350141-00-1106 *Sellantes de juntas y aberturas lineales*.

Las prestaciones declaradas de Nullifire FS703 se indican en la tabla 2.6.

Características esenciales	Prestación	Especificación técnica
Reacción al fuego	Clase E	EN 13501-1
Resistencia al fuego	Hasta EI 240	EN 13501-2 EN 1366-4
Substancias peligrosas	No contiene sustancias peligrosas	--
Permeabilidad al aire	Diferencial de presión de ensayo de 600 Pa	EN 1026
Servicio y durabilidad	Uso previsto en condiciones de exposición al desgaste de acuerdo con EOTA TR 024, cláusula 3.3.1	EAD 340141-00-1106

Tabla 2.6: Características de Nullifire FS703.

3. Fabricación y control de producción

3.1. Fabricación

El proceso de fabricación de los paneles se realiza en la planta de Istdama Ltd en Cheshire, según las especificaciones y el Plan de Control acordados con el titular del DAU.

3.1.1. Materias primas

Los tableros de óxido de magnesio y las tiras de tablero de óxido de magnesio están fabricadas por Euroform.

Los componentes de la espuma de poliuretano (Elastopor H 1236/3 y BASF ISO PMDI 92140) están fabricados por BASF Polyurethanes U.K. LTD.

Los perfiles perimetrales de acero galvanizado del panel, los perfiles de testero y de arranque de acero galvanizado y los conductos para cables eléctricos de aluminio están fabricados por Istdama Ltd en su planta de Liverpool.

El adhesivo para juntas InsuBond (A1399) está fabricado por Apollo Roofing Solutions Ltd.

3.1.2. Proceso de fabricación

El proceso de fabricación de los paneles del sistema 4wall SIP consta de las siguientes operaciones principales:

- Formación de los perfiles perimetrales, perfiles de testero y perfiles de arranque a partir de las bobinas de acero mediante el corte y laminación de bandas de acero.
- Corte de tableros de MgO de acuerdo con los requisitos de producción.
- Formación del panel mediante el ensamblado de los perfiles perimetrales de acero y los tableros de MgO. Incluye el calentamiento interior para facilitar la formación de la espuma de poliuretano.
- Espumado: mezcla del polioliol y el isocianato e inyección en el interior del panel.
- Curado y desmontaje de los moldes. Impresión del código de lote, fecha y hora de fabricación.
- Embalaje de los paneles.

3.1.3. Presentación del producto

3.1.3.1. Embalaje de los paneles

El embalaje de los paneles consiste en un palé de madera, una lámina de polietileno colocada en la parte superior y en los lados del palé. El embalaje completo se fleja antes de envolverse con una nueva lámina de polietileno que finalmente se encoge mediante calor.

3.1.3.2. Etiquetado

Las etiquetas de cada embalaje incluyen el número de lote, el peso del paquete, la fecha de fabricación, el contenido (cantidad y tipo de panel), la orden de fabricación y los detalles del envío.

3.1.3.3. Peso de los paneles

El peso unitario de cada panel se indica en la tabla siguiente.

Número de panel	Altura [mm]	Anchura [mm]	Peso [kg]
1	2.400	185	26,9
2	2.400	215	30,0
3	2.400	225	30,8
4	2.400	235	31,6
5	2.400	347	39,9
6	2.400	450	49,0
7	2.400	562	58,2
8	2.400	675	67,3
9	2.400	787	76,4
10	2.400	900	85,5
11	2.400	1.012	94,6
12	2.400	1.125	103,8
13	2.400	265	34,1
14	2.400	281	35,4
15	2.100	215	26,4
16	2.100	327	34,4
17	2.100	440	41,6
18	300	880	14,7
19	300	1.105	17,9
20	300	1.330	21,4
21	300	1.555	24,7
22	300	1.780	28,1
23	300	2.230	34,7
24	300	1.452	23,1
25	1.200	450	20,2
26	1.050	450	23,2
27	1.200	675	27,4
28	1.050	675	31,4
29	1.200	900	35,4
30	1.050	900	40,5
31	1.200	1.125	42,7
32	1.050	1.125	48,8
33	1.200	1.350	50,5
34	1.050	1.350	57,7
35	1.200	1.800	65,7
36	1.050	1.800	75,0
Dintel de luz ancha	300	2.912	31,8

Tabla 3.1: Peso de los paneles.

3.2. Control de producción

El control de producción implementado por Istidama Ltd cubre las fases de emisión de las órdenes de fabricación, recepción de materias primas, fabricación y envío de los paneles terminados.

3.2.1. Emisión de las órdenes de fabricación

Las órdenes de fabricación de los paneles se emiten una vez se han revisado los planos de diseño aportados por el cliente. Las órdenes de fabricación son revisadas por el jefe del departamento técnico previamente a su entrada en la línea de producción y a la compra de materias primas.

3.2.2. Control de las materias primas

Cuando se reciben los componentes de los paneles se verifica que estos cumplen con las especificaciones descritas en el apartado 2 del DAU.

3.2.3. Control del proceso de fabricación

Para cada uno de los siguientes subprocesos de fabricación se establecen los siguientes aspectos bajo control:

- Formación de los perfiles perimetrales, perfiles de testero y perfiles de arranque: dimensiones finales de los perfiles.
- Corte de tableros de MgO: dimensiones finales de los tableros.
- Espumado: parámetros de tiempo y volumen de inyección, y densidad de la espuma.
- Curado y desmontaje de los moldes: ausencia de desperfectos.
- Embalaje de los paneles: ajuste a la orden de fabricación.

3.2.4. Control del producto final acabado

Se controlan las siguientes características del producto final, con las frecuencias establecidas en el Plan de Control.

- Resistencia a tracción entre el tablero de MgO y la espuma de poliuretano.
- Resistencia a compresión y módulo de elasticidad a compresión de la espuma de poliuretano.
- Dimensiones de los paneles.
- Conductividad térmica de la espuma de poliuretano.

4. Almacenamiento, transporte y recepción en obra

4.1. Almacenamiento

Los paneles y los distintos tipos de perfiles se almacenan en posición horizontal, embalados y flejados en palés.

Se coloca una etiqueta en el palé, de modo que su contenido se encuentra correctamente identificado.

4.2. Transporte

Antes de cada suministro, se revisan todos los palés para comprobar que estén debidamente etiquetados y se inspecciona su aspecto exterior para verificar que no estén abollados o hinchados.

Las condiciones de envío de los productos hasta su entrega al cliente se establecen según:

- Las condiciones legales del producto y transporte.
- Las condiciones técnicas del transporte.

El transporte del producto se realiza mediante camiones que cumplen con los estándares de carga y seguridad exigidos por Project Etopia Group Limited.

Una vez que el camión de reparto llega al lugar, es necesario aparcarlo de forma segura para poder descargarlo sin riesgo mediante el método que ha sido preestablecido. Si el transporte de reparto no puede acceder de forma segura al lugar, es responsabilidad del cliente asegurarse de que el transporte pueda estacionarse de forma segura.

Todos los componentes del sistema no son peligrosos según la normativa de transporte. No se requieren precauciones especiales.

4.3. Control de recepción en obra

4.3.1. Protección

Verificar que los materiales estén debidamente embalados, paletizados y retractilados con una cobertura superior.

4.3.2. Apariencia

Sin abolladuras importantes, hinchazones o imperfecciones de los envases.

4.3.3. Identificación y etiquetado

Los envases están debidamente etiquetados con el nombre del producto, sus componentes, el número de lote y la fecha de fabricación.

4.3.4. Cantidad

El número de componentes recibidos se corresponde con el albarán de entrega.

5. Criterios de proyecto

5.1. Criterios de diseño

5.1.1. Dimensiones y modulación

Los criterios dimensionales y de modulación que se deben tener en cuenta en el diseño del edificio se indican a continuación.

- El diseño y la disposición de paneles, aberturas, etc., debe ajustarse a las dimensiones de los tipos de panel disponibles con objeto de evitar el corte o ajuste de los paneles.
- Los paneles se conectan en ángulos que forman exclusivamente 90° o 180° entre ellos.
- La altura de los paneles define la altura entre plantas.
- El número de plantas del edificio está limitado por la capacidad estructural de las paredes, y debe ser verificado caso por caso en el proyecto del edificio a partir de los cálculos estructurales realizados en base a las acciones actuantes y a la resistencia y disposición final de las paredes.

El número máximo de plantas en edificios de uso residencial es del orden de tres plantas (sin incluir sótanos).

- La relación de paneles disponibles del sistema 4wall SIP (véase el apartado 2.1) permite completar las paredes del edificio sin la necesidad de elementos adicionales (pilares, etc.).
- Las paredes 4wall SIP presentan unas dilataciones y contracciones debidas a la temperatura y humedad que son negligibles debido a la naturaleza de los componentes del panel (tableros de óxido de magnesio y de la espuma de poliuretano). Ello no excluye que deban considerarse las dilataciones y contracciones de los elementos fijados a la pared (fachadas ventiladas, revestimientos adicionales, etc.) de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del revestimiento.
- No es necesario el empleo de elementos adicionales como podrían ser estructuras de apoyo o placas de reparto de la carga.

5.2. Criterios estructurales

Los cálculos justificativos de la resistencia de las paredes 4wall SIP de acuerdo con la modulación empleada, debe ser objeto de un proyecto constructivo

que incluirá una memoria técnica y que será elaborado bajo la responsabilidad de un técnico competente.

5.2.1. Modelización estructural

Las juntas horizontales entre pared y cimentación, y entre pared y forjado pueden modelizarse a efectos de cálculo como articulaciones (ofrecen resistencia frente a acciones verticales y horizontales, pero no frente a momentos flectores).

La estabilidad del edificio frente a las acciones horizontales (viento y sismo) se consigue gracias a la resistencia al descuadre y levantamiento que proporcionan las paredes (véase la tabla 5.4), siempre que los forjados actúen como un diafragma rígido¹ en su plano transmitiendo las acciones a las paredes, junto con el correcto anclaje de las paredes a la cimentación.

5.2.2. Prestaciones estructurales

Las prestaciones estructurales de las paredes 4wall SIP en función del tipo de sollicitación aplicada se indican en las tablas siguientes, diferenciando -cuando procede- entre las paredes con y sin huecos.

Los valores aplican a toda la gama de anchuras de paneles y altura máxima considerada (2.400 mm) (véase el apartado 2.1).

Sollicitación	Resistencia de cálculo	Módulo de elasticidad a compresión [N/mm ²]
Compresión axial. Carga uniformemente distribuida (3)	60,0 kN/m	1.051
	Carga uniformemente distribuida (3)	989
Compresión excéntrica (1)	Carga puntual sobre la junta entre paneles (2)	181
	Carga puntual sobre la junta del panel intermedio (2)	521

Notas:

- (1) La carga apoya sobre la sección de espuma de poliuretano y sobre uno de los dos tableros de MgO que forman el panel, dejando exento de carga el otro.
- (2) Carga aplicada mediante una viga de 200 mm de anchura.
- (3) Resistencia definida por el fabricante y confirmada por los ensayos que proporciona un margen de seguridad suficiente en ambas situaciones de carga.

Tabla 5.1: Resistencia de cálculo a compresión de paneles sin huecos.

La resistencia a compresión de los paneles con huecos se expresa mediante la resistencia a flexión frente a carga uniforme y a cortante frente a carga puntual de los dinteles, dado que estos son los elementos limitantes de los paneles con huecos.

¹ Se considera que un forjado actúa como un diafragma rígido cuando tiene suficiente rigidez y resistencia en su plano para recoger y transmitir las fuerzas de inercia a los sistemas estructurales verticales, asegurando que actúen conjuntamente. Un diafragma puede considerarse rígido si cuando se modela con su flexibilidad real en su plano, sus desplazamientos horizontales no superan en ningún punto a los resultantes de las hipótesis de diafragma rígido

en más del 10% de los correspondientes desplazamientos horizontales absolutos para la situación sísmica de cálculo.

UNE-EN 1998-1 (2018) *Proyecto de estructuras sismorresistentes. Parte 1: Reglas generales, acciones sísmicas y reglas para edificación.*

Solicitación	Resistencia de cálculo
Flexión	Carga uniformemente distribuida
	5,0 kN/m
Cortante	Carga puntual
	5,0 kN
	5,0 kN/m

Tabla 5.2: Resistencia de cálculo a flexión y cortante de los dinteles.

La resistencia de cálculo a flexión de la pared frente a acciones horizontales se indica en la tabla siguiente.

Solicitación	Resistencia de cálculo [kN/m ²]
Flexión	5,0

Tabla 5.3: Resistencia de cálculo a flexión de la pared.

La resistencia de cálculo a compresión combinada con la resistencia a flexión del sistema 4wall SIP se determina según la fórmula siguiente:

$$\frac{F_{vd}}{R_{vd}} + \frac{F_{hd}}{R_{hd}} \leq 1,0$$

Donde:

F_{vd} : Fuerza vertical de cálculo aplicada

R_{vd} : Resistencia a compresión de cálculo (tablas 5.1 y 5.2)

F_{hd} : Fuerza horizontal de cálculo

R_{hd} : Resistencia a flexión de cálculo (tabla 5.3)

La resistencia característica y la rigidez al descuadre de la pared 4wall SIP con paneles sin huecos frente a cargas horizontales, sin y con carga vertical aplicada, se muestra en la tabla siguiente.

Solicitación	Resistencia característica [kN]	Rigidez al descuadre [N/mm]
Descuadre sin carga vertical	17,33	2.258
Descuadre con carga vertical (8,33 kN/m)	30,62	2.465

Tabla 5.4: Resultados del ensayo de resistencia al descuadre.

De la evaluación realizada sobre la resistencia de la junta vertical entre paneles (véase el apartado 8.2.6) se puede afirmar que las prestaciones y el comportamiento de la junta vertical entre paneles es adecuado para los usos previstos del sistema.

5.3. Seguridad en caso de incendio

5.3.1. Reacción al fuego

La reacción al fuego de los tableros de óxido de magnesio es A1.

La reacción al fuego de los paneles del sistema 4wall SIP que incluyen la espuma de poliuretano, la estructura perimetral de perfiles de acero y los tableros de óxido de magnesio en ambas caras no se ha evaluado.

La exigencia reglamentaria en el DB-SI 1 Propagación interior se expresa mediante el valor límite de reacción al fuego para los revestimientos de los elementos constructivos. El interior de viviendas está excluido de las zonas ocupables². Las paredes del sistema 4wall SIP no se utilizan en el resto de las situaciones para las cuales se disponen exigencias (pasillos y escaleras protegidos, aparcamientos y recintos de riesgo especial, y espacios ocultos no estancos o estancos que contengan instalaciones susceptibles de iniciar o de propagar un incendio).

La exigencia reglamentaria recogida en el DB-SI 2 Propagación exterior para la reacción al fuego de los sistemas constructivos de fachada que ocupen más del 10% de su superficie deberá ser satisfecha conjuntamente con el revestimiento de fachada que se incorpore a la pared 4wall SIP.

5.3.2. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego de las paredes construidas con el sistema 4wall SIP se indica a continuación mediante la clasificación obtenida según la norma EN 13501-2 a partir de un ensayo según las normas EN 1365-1 y EN 1363-1, junto con el campo de aplicación directa de los resultados de ensayo de acuerdo con el apartado 13 de la norma EN 1365-1.

Descripción de la probeta	Resistencia al fuego (según EN 13501-2)
Tramo de pared formado por tres paneles, uno central con las dimensiones máximas del sistema y dos laterales que completan la abertura de la cámara de ensayos. Dimensiones totales (altura x anchura x espesor) [mm]: 2.400 x 2.949 x 185. Tratamiento de juntas entre paneles con pasta de juntas según EN 13963. Carga aplicada: 40 kN (13,56 kN/m).	REI 60

Tabla 5.5: Resistencia al fuego de las paredes 4wall SIP.

Campo de aplicación directa de los resultados de ensayo:

- Disminución de la altura.
- Disminución de las medidas lineales de los paneles o dimensiones de placas, pero no de espesor.
- Disminución de la carga aplicada.
- Aumento de la anchura.

² Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas.

En uso hospitalario se aplicarán las mismas condiciones que en pasillos y escaleras protegidos.

5.4. Higiene, salud y medio ambiente

5.4.1. Permeabilidad al vapor de agua de los paneles

La permeabilidad al vapor de agua del sistema 4wall SIP se determina a partir de la permeabilidad al vapor de agua de sus componentes.

La permeabilidad al vapor de agua de los componentes de los paneles, expresada mediante el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, se muestra en la tabla siguiente.

Componente	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (μ)
Tablero de óxido de magnesio de 12 mm de espesor	16,1
Espuma de poliuretano	60
Perfiles de acero	∞

Tabla 5.6: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de los componentes del sistema 4wall SIP.

La comprobación de la limitación de condensaciones superficiales se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie interior f_{RSi} y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{RSi,min}$ para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero en la localidad de estudio.

El valor de f_{RSi} debe ser superior al valor de $f_{RSi,min}$. El valor de $f_{RSi,min}$ se puede obtener a partir de la tabla 1 del DA DB-HE / 2 en función de la clase de higrometría de cada espacio y la zona climática de invierno donde se encuentre el edificio, o mediante la fórmula incluida en el apartado 4.1.3 del DA DB-HE / 2.

El valor de f_{RSi} para los puentes térmicos generados por la presencia de perfiles metálicos en el perímetro de los paneles del sistema 4wall SIP se obtiene de los cálculos realizados según la norma EN ISO 10211, y se muestra en la tabla siguiente.

Componente	Factor de temperatura de la superficie interior (f_{RSi})
Puente térmico en el perímetro de los paneles del sistema 4wall SIP	0,946

Tabla 5.7: Factor de temperatura de la superficie interior f_{RSi} .

5.4.2. Impermeabilidad al agua

Las paredes 4wall SIP sin revestimiento exterior aplicado muestran un comportamiento favorable frente al agua de lluvia tal y como se desprende de los resultados de ensayos según EN 12865 bajo una

presión máxima de 1.200 Pa antes y después de envejecimiento acelerado según ETAG 017³.

5.5. Seguridad de utilización

5.5.1. Capacidad de soportar cargas puntuales

La resistencia característica a la extracción de las fijaciones BS-S 4,8 mm sobre tableros de óxido de magnesio de 12 mm de espesor se indica en la tabla siguiente.

Configuración	Número y dimensión de las fijaciones	Resistencia característica a la extracción [kN]
Tablero del sistema 4wall SIP	1 x BS-S 4,8 mm	1,39

Tabla 5.8: Resistencia a la extracción de fijaciones.

5.6. Protección frente al ruido

5.6.1. Aislamiento acústico a ruido aéreo

El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, entre un recinto protegido⁴ y el exterior en fachadas construidas con el sistema 4wall SIP se debe determinar empleando el método de cálculo del apartado 3.1.3.4 del DB HR, a partir del índice global de reducción acústica aparente ponderado A (R'_A), de la mejora de aislamiento o diferencia de niveles por la forma de la fachada (ΔL_{fs}), del volumen del recinto receptor (V), del área total de la fachada vista desde el interior del recinto (S) y del tiempo de reverberación de referencia (T_0).

El valor calculado de $D_{2m,nT,Atr}$ para la fachada deber ser igual o superior a los valores límites indicados en la tabla 2.1 del DB HR en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día, L_d , de la zona donde se ubique el edificio. Además, se debe considerar la influencia del porcentaje de huecos según se indica en la tabla 3.4 del DB HR.

El cálculo del R'_A se debe realizar de acuerdo con la fórmula indicada en el apartado 3.1.3.4 del DB HR, empleando los valores del índice global de reducción acústica del elemento constructivo mixto, ponderado A, ($R_{m,A}$), cuyo cálculo se detalla en el anejo G del DB HR.

En el cálculo de $R_{m,A}$ se emplea el aislamiento acústico a ruido aéreo de la fachada identificado en los ensayos e indicado en la tabla siguiente.

³ La ETAG 017 *Veture kits*, ha sido reemplazada por el EAD 040914-00-0404 *Veture kits- prefabricated units for external wall insulation and their fixing devices*, de noviembre de 2018.

⁴ Recinto protegido según DB HR: recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas.

Se consideran recintos protegidos los siguientes: habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales; aulas, salas de conferencias, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente; quirófanos habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario u hospitalario; oficinas, despachos, salas de reunión en edificios de uso administrativo.

Configuración de la fachada	R _w (C; C _r) [dB]
Pared 4wall SIP (exposición a sala emisora)	32 (-3; -5)
Pared con paneles 4wall SIP +	
Capa de 50 mm con montantes de madera a 600 mm y 50 mm de lana mineral Rockwool RWA45 de densidad 45 kg/m ³ +	50 (-6; -14)
Tablero de óxido de magnesio de 12 mm de espesor (exposición a sala receptora)	

Tabla 5.9: Aislamiento acústico a ruido aéreo.

5.7. Ahorro de energía y aislamiento térmico

5.7.1. Resistencia y transmitancia térmica

La transmitancia térmica de la sección central de la pared 4wall SIP sin incluir los perfiles metálicos perimetrales se indica en la tabla siguiente.

	Transmitancia térmica (U) [W/(m ² ·K)]	
	Sin considerar las resistencias térmicas superficiales	Considerando las resistencias térmicas superficiales
Sección de la pared 4wall SIP sin incluir los perfiles metálicos perimetrales	0,18	0,17

Tabla 5.10: Transmitancia térmica de la sección central de la pared 4wall SIP.

La transmitancia térmica de las secciones de la pared 4wall SIP con perfiles perimetrales y la transmitancia térmica lineal no han sido evaluadas en el presente DAU.

La transmitancia térmica de la sección central de las fachadas 4wall SIP sin incluir los perfiles metálicos perimetrales satisface las exigencias de transmitancia térmica límite para muros en contacto con el aire exterior pertenecientes a la envolvente térmica, recogidos en el DB HE para la zona climática más desfavorable (zona E): $U_{lim} (zona E) = 0,37 W/(m^2 \cdot K) < U = 0,17 W/(m^2 \cdot K)$.

La satisfacción de las exigencias para el valor límite del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) incluidas en el DB HE deberá justificarse a partir de los parámetros de cada uno de los elementos que conforman la envolvente térmica del edificio, teniendo en cuenta la contribución del revestimiento exterior, no contemplado en el DAU y de los perfiles metálicos perimetrales.

5.7.2. Permeabilidad al aire

Esta característica no ha sido evaluada.

5.8. Aspectos de durabilidad y servicio

5.8.1. Riesgo de corrosión de las partes metálicas

Los perfiles de acero galvanizado conformado en frío que conforman el perímetro del panel y los perfiles de testero y arranque son de acero galvanizado DX51D+Z275 (1.0917), HX220YD+Z275 (1.0923) o HX220BD+Z275 (1.0919) según la norma EN 10346.

El revestimiento Z275 aporta una masa total mínima de recubrimiento de zinc entre ambas superficies de 275 g/m² (ensayo de tres puntos) y de 235 g/m² (ensayo en un punto), equivalente a un espesor teórico de 20 µm.

Las categorías de corrosividad atmosférica, la pérdida de masa por unidad de superficie o la pérdida de espesor para cada categoría de corrosividad y la clasificación de los ambientes de exposición vinculados a la categoría de corrosividad se muestran en la tabla 1 de la norma EN ISO 12944-2, y que se reproduce a continuación.

Categoría de corrosividad atmosférica	Zinc	
	Pérdida por unidad de superficie (después del primer año de exposición) [g/m ²]	Pérdida de espesor (después del primer año de exposición) [µm]
C1 (muy baja)	≤ 0,7	≤ 0,1
C2 (baja)	> 0,7 y hasta 5	> 0,1 y hasta 0,7
C3 (media)	> 5 y hasta 15	> 0,7 y hasta 2,1
C4 (alta)	> 15 y hasta 30	> 2,1 y hasta 4,2
C5 (muy alta)	> 30 y hasta 60	> 4,2 y hasta 8,4

Tabla 5.11: Pérdida de masa o espesor en función de la categoría de corrosividad atmosférica.

Categoría de corrosividad atmosférica	Ejemplos de ambientes habituales (sólo informativo)	
	Exterior	Interior
C1 (muy baja)	--	Edificios acondicionados con atmósferas limpias, por ejemplo, oficinas, tiendas, escuelas, hoteles.
C2 (baja)	Atmósferas con un nivel bajo de contaminación: básicamente áreas rurales.	Edificios sin acondicionamiento donde se puede dar condensación, por ejemplo, depósitos, polideportivos.
C3 (media)	Atmósferas urbanas e industriales, contaminación moderada de dióxido de azufre: áreas costeras con baja salinidad.	Áreas de producción con humedad elevada y con cierta contaminación, por ejemplo, plantas de procesamiento alimentario, tintorerías destiladoras, empresas lácteas.

Categoría de corrosividad atmosférica	Ejemplos de ambientes habituales (sólo informativo)	
	Exterior	Interior
C4 (alta)	Áreas industriales y áreas costeras con salinidad moderada.	Plantas químicas, piscinas, embarcaderos y astilleros
C5 (muy alta)	Áreas industriales con elevada humedad y atmósfera agresiva y áreas costeras con elevada salinidad.	Edificios o áreas con condensación casi permanente y con elevada contaminación.

Tabla 5.12: Ejemplos de ambientes habituales para categorías de corrosividad.

El revestimiento de zinc garantiza una protección suficiente de la estructura metálica para el uso previsto si la pérdida total de zinc para la categoría de corrosividad atmosférica en que se instala el edificio es menor que el revestimiento de zinc proporcionado por los perfiles.

5.8.2. Durabilidad del panel

La durabilidad de los paneles del sistema 4wall SIP frente a la exposición a la temperatura y humedad del ambiente exterior, y que se expresan mediante la reducción de la resistencia a la tracción entre la capa de PUR y los tableros de óxido de magnesio, se considera adecuada al emplear un agente espumante incluido en la norma EN 13165 en la fabricación del aislamiento de PUR, según se indica en la norma EN 14509.

El comportamiento de la unión adhesiva entre los paneles de óxido de magnesio y los perfiles de acero se considera adecuada a partir del resultado de los ensayos de impermeabilidad al agua antes y después de ciclos de envejecimiento.

El tablero de óxido de magnesio proporciona una durabilidad adecuada siempre que esté protegido por un revestimiento adicional.

6. Criterios de ejecución, de mantenimiento y conservación

6.1. Criterios de ejecución

6.1.1. Operarios y medios necesarios

Se deben seguir las instrucciones indicadas en el manual del fabricante.

El equipo de operarios encargado del montaje debe estar debidamente formado para la ejecución del sistema, y sujeto a la supervisión y aprobación por parte del ingeniero estructural de Project Etopia o del técnico autorizado en el que delegue.

Project Etopia mantendrá un registro con la relación de operarios que han superado la formación.

6.1.2. Verificaciones previas a la ejecución

Previamente al inicio de la instalación de los paneles se debe comprobar que la superficie de apoyo del sistema 4wall SIP (losa de hormigón o muro estructural) no presente irregularidades o imperfecciones.

Las desviaciones máximas admisibles de la superficie de apoyo son las siguientes:

- Dimensiones en planta (longitud, anchura y diagonales): ± 10 mm
- Nivel: ± 5 mm.

El empleo de un durmiente de madera interpuesto entre la superficie de apoyo y el perfil de arranque permite aumentar la tolerancia de nivel de la losa hasta ± 10 mm.

Para corregir las desviaciones de nivel se puede utilizar material de relleno no compresible (por ejemplo: mortero de baja retracción).

Estas desviaciones aplican a la superficie de apoyo sobre la cimentación y a la cara superior de las losas entre plantas.

6.1.3. Condiciones de instalación

Es necesaria la instalación de andamios o plataformas perimetrales exteriores -previamente al inicio del montaje de los paneles.

Estos andamios o plataformas deben permitir el acceso de los operarios para el montaje de los paneles. Las especificaciones de los andamios o plataformas serán facilitadas por Project Etopia a la dirección facultativa de la obra.

6.1.4. Proceso de encolado

El monolitismo y, en consecuencia, las prestaciones del sistema requieren del correcto encolado en obra entre los paneles, y entre los paneles y los perfiles de arranque y de testero mediante el adhesivo InsuBond

A1399. El proceso de encolado debe seguir el siguiente procedimiento:

- Las superficies a unir deben estar secas y limpias de grasa, suciedad u otros contaminantes previamente a la aplicación del adhesivo.
- Preparar el contenedor de adhesivo de acuerdo con las instalaciones del fabricante de adhesivo.
- Ajustar el ancho de cordón de adhesivo a un mínimo de 30 mm mediante la válvula del contenedor (figura 6.1).



Figura 6.1: Conexión de la manguera trenzada a la válvula del contenedor.

- Aplicar el cordón de adhesivo en las superficies a unir asegurando un espesor mínimo del cordón de 30 mm, e inmediatamente después unir las superficies y aplicar presión para asegurar el contacto completo con el adhesivo. A 20°C el tiempo abierto es de entre 1 a 5 minutos, y el tiempo de curado de 15 minutos.
- Una vez finalizada la aplicación del adhesivo se debe asegurar que la válvula del contenedor permanece abierta para evitar el taponamiento de la manguera. Se debe cerrar la pistola de aplicación y limpiar con un cepillo de nylon su extremo mediante disolvente Apollo 9 hasta asegurarse que la abertura está limpia.
- El contenedor y la pistola de aplicación pueden utilizarse durante un mes tras su apertura. Se recomienda revisar las instrucciones del suministrador del adhesivo para detalles específicos y aspectos complementarios.

6.2. Instalación de los paneles

6.2.1. Conexión a la cimentación

Se debe fijar el perfil de arranque de acero galvanizado a la superficie de apoyo directamente o mediante interposición de un durmiente -simple o doble- de madera tratada frente a los agentes bióticos y abióticos para la clase de uso 4⁵, según la norma EN 335.

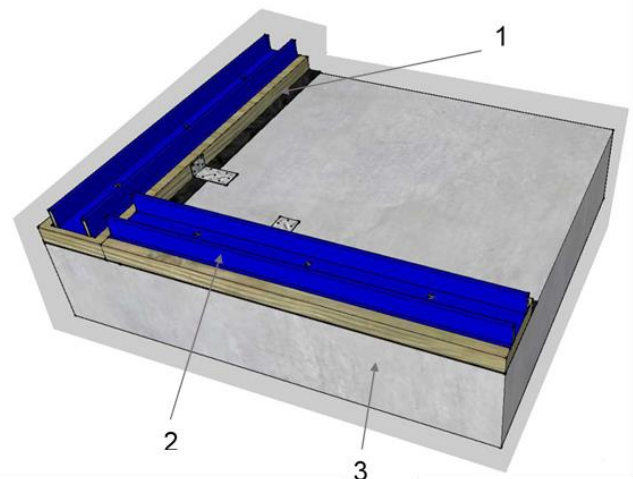
Este durmiente, de 38 mm o 48 mm de espesor no forma parte de los componentes del sistema y debe ser suministrado por el constructor de la obra. El durmiente debe estar nivelado de acuerdo con las tolerancias indicadas en el apartado 6.1.2.

Se debe disponer una barrera frente a la humedad entre la superficie de apoyo sobre la cimentación y el durmiente, dicha superficie de apoyo y entre el perfil de arranque cuando no se disponen durmientes intermedios.

El perfil de arranque se fijará al soporte (durmiente o superficie de apoyo) mediante las fijaciones definidas por el ingeniero estructural, en función de la resistencia del soporte. La especificación de las fijaciones incluye el tipo, la profundidad, las dimensiones y la distribución.

El empleo de durmientes entre los perfiles y la superficie de apoyo requiere el uso de clips metálicos en forma de ángulo entre el durmiente y la losa. Estos clips tienen un espesor de 1 mm y sus dimensiones y disposición se definen en función de los requisitos del proyecto.

La colocación de los perfiles de arranque se inicia en las esquinas, con la disposición mostrada en la figura 6.2.



Leyenda:

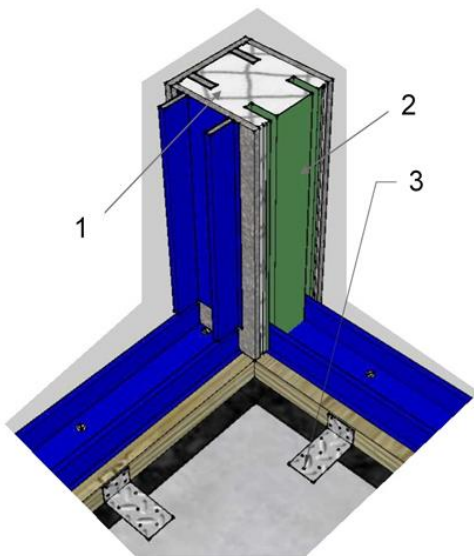
1. Durmiente de madera tratada
2. Perfil de arranque de acero galvanizado
3. Superficie de apoyo.

Figura 6.2: Esquema de conexión de los perfiles de arranque en las esquinas.

En las esquinas se coloca el panel núm. 1 (véase la tabla 2.1), que dispone de un perfil en un lado para la posterior colocación de las ranuras. En el otro lado se fija un perfil vertical de acero galvanizado para permitir el encaje posterior del panel (véase la figura 6.3).

⁵ Situación en la que la madera está en contacto directo con el suelo y/o el agua dulce. Se puede producir ataque por hongos cromógenos y por hongos xilófagos. Es posible el ataque por

insectos xilófagos incluyendo las termitas, aunque la frecuencia y la importancia del riesgo dependen de la localización de la obra.



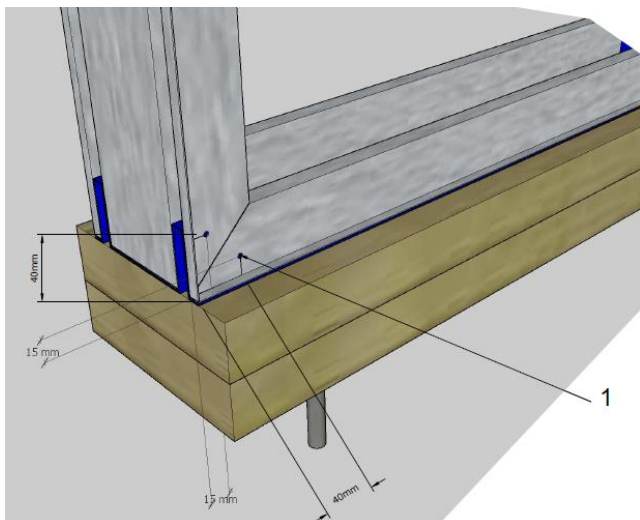
Leyenda:

1. Panel de esquina (panel núm. 1)
2. Perfil de acero galvanizado hembra
3. Clip metálico angular

Figura 6.3: Esquema de conexión de esquina.

6.2.2. Ensamblado de los paneles

Los paneles se unen al perfil de arranque a través del perfil de acero galvanizado incorporado en el perímetro del panel. Esta unión machihembrada se realiza mediante el encolado de ambas superficies con adhesivo Insubond A1399 y tornillos de acero inoxidable de 65 mm de longitud y 5,5 mm de diámetro que cosen la unión. Los tornillos se disponen horizontalmente a 150 mm entre ellos, mientras que el primer tornillo se sitúa a 40 mm del borde del panel (véase la figura 6.4).



Leyenda:

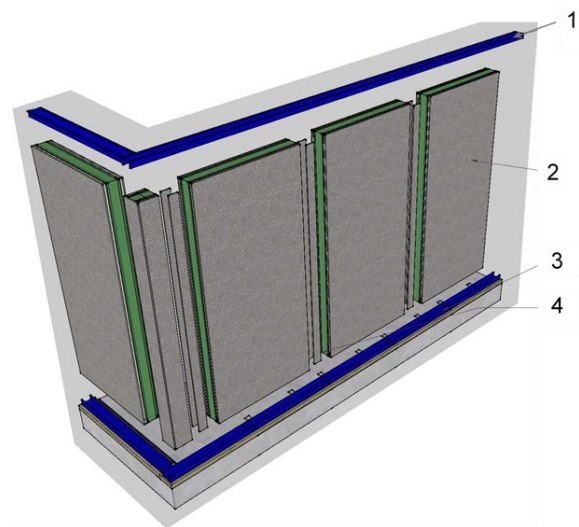
1. Tornillos de acero inoxidable de 65 mm de longitud y \varnothing 5,5 mm.

Figura 6.4: Disposición de tornillos de unión con el perfil de arranque en la esquina del panel.

La conexión lateral entre paneles se realiza mediante un machihembrado formado por la interposición de tiras de panel de óxido de magnesio que conectan los perfiles perimetrales de acero galvanizado de los paneles. La unión se encola con el adhesivo Insubond A1399.

Los paneles se unen entre ellos en su zona superior mediante un perfil de testero en acero galvanizado de 2.500 mm de longitud nominal, que proporciona continuidad y que se encola con el adhesivo Insubond A1399 al perfil de acero galvanizado que se encuentra en el interior del panel.

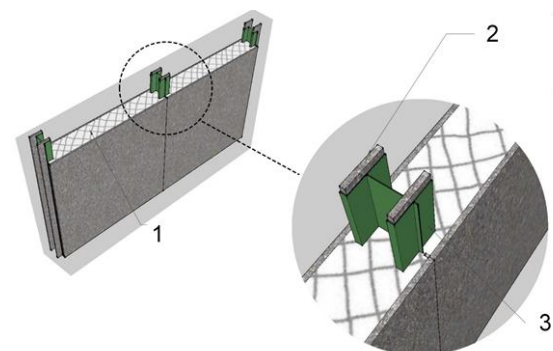
La disposición de perfiles y paneles, así como de las tiras en las uniones laterales entre paneles se puede observar en las figuras 6.5 y 6.6.



Leyenda:

1. Perfil de testero en acero galvanizado
2. Panel del sistema 4wall SIP
3. Perfil de arranque en acero galvanizado
4. Tira de panel de óxido de magnesio

Figura 6.5: Esquema de la disposición de perfiles, paneles y tiras.



Leyenda:

1. Espuma de poliuretano
2. Tiras de óxido de magnesio de dimensiones 12 mm x 95 mm.
3. Perfiles de acero galvanizado en el perímetro del panel.

Figura 6.6: Esquema de la conexión lateral entre paneles.

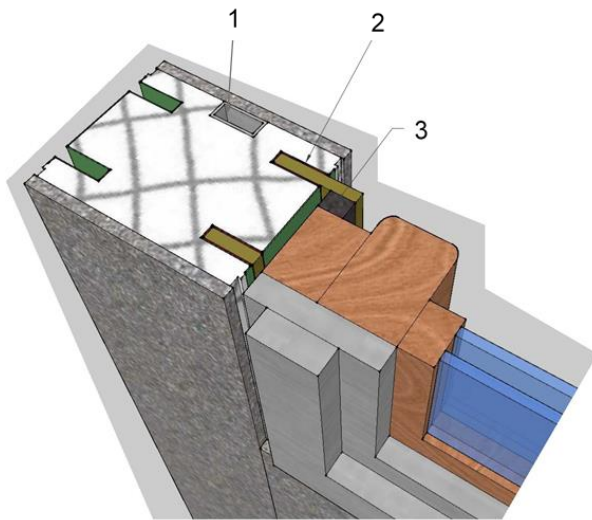
6.2.3. Tratamiento de las aberturas

Con el sistema de paneles 4wall SIP se pueden generar cualquier combinación de dimensiones de puertas y ventanas, gracias a la modulación de paneles.

Cuando se forma una abertura de puerta o ventana se genera un perímetro de ranuras debido a las ranuras de los perfiles de acero galvanizado incorporados en los paneles. Estas ranuras se rellenan con tiras de tablero contrachapado que se unen mediante adhesivo, habilitando la colocación del marco de puerta o ventana. Entre el marco de ventana o puerta y el panel se dispone una banda de espuma comprimida (véase la figura 6.7).

Las puertas y ventanas se fijan al perfil perimetral mediante fijaciones metálicas.

La ventana se puede disponer enrasada con la cara interior o con la cara exterior de la pared.



Leyenda:

1. Conducto de aluminio para cableado eléctrico
2. Tira de tablero contrachapado
3. Banda de espuma comprimida

Figura 6.7: Esquema del marco de ventana.

6.2.4. Revestimientos

Las paredes construidas con el sistema 4wall SIP permiten la aplicación de los siguientes tipos de revestimientos:

- Lamas de madera dispuestas sobre rastreles fijados sobre los paneles.
- Hoja exterior autoportante de obra de fábrica, bloque o piedra, fijada a los paneles con llaves flexibles de acero inoxidable.

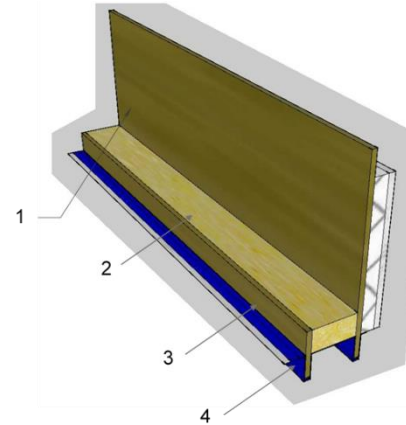
6.2.5. Conexiones a forjado y cubierta

Las conexiones de la pared a forjado y cubierta pueden realizarse mediante los dos métodos siguientes, en función de la colocación o no del aislamiento en el frente de forjado:

1. Con aislamiento en el frente de forjado (véase la figura 6.9): se introducen dos tableros de contrachapado de 9 mm de espesor en las ranuras de los perfiles de acero de testero, y se clavan y se encolan a los testeros de madera de 38 mm o 45 mm de canto. Posteriormente se encola y clava una plancha de 25 mm de espuma rígida de poliuretano de la misma densidad que la empleada en el interior del panel, a la cara en contacto con el ambiente exterior del tablero de contrachapado.

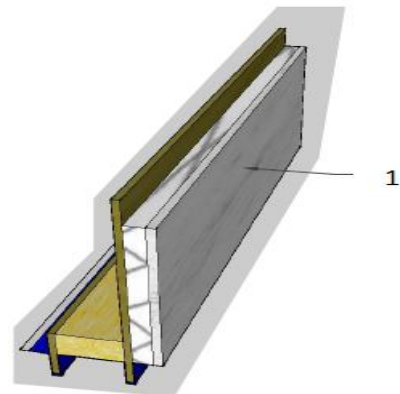
Sobre la plancha de espuma de poliuretano se fija un tablero de óxido de magnesio de 12 mm de espesor.

La altura del tablero de contrachapado que actúa de frente de forjado (véase la figura 6.8) debe ajustarse al canto del forjado que acomete.



Leyenda:

1. Tablero contrachapado de 9 mm de espesor
2. Testero de madera de 38 mm o 45 mm de espesor
3. Tablero contrachapado de 9 mm de espesor
4. Perfil de acero galvanizado de testero



Leyenda:

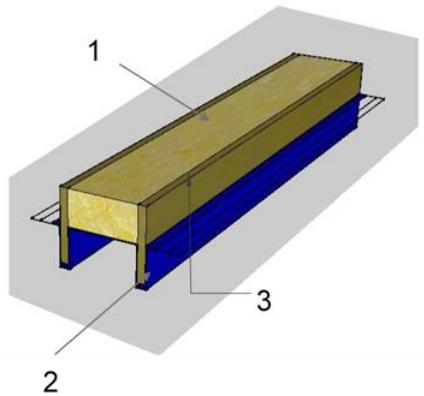
1. Tablero de óxido de magnesio de 12 mm de espesor.

Figura 6.8: Conexión con aislamiento de frente de forjado.

2. Sin aislamiento de frente de forjado (véase la figura 6.19): sobre el perfil de acero de testero se dispone un testero de madera de 38 mm o 45 mm de canto, ambos elementos se unen mediante tableros de contrachapado de 9 mm de espesor que se introducen en las ranuras del perfil de acero.

Los tableros de contrachapado se encolan al perfil de acero y se encolan y clavan al testero de madera.

Esta solución aplica para cubiertas en las que se prevé que las cerchas sobresalgan de la pared (véase la figura 6.10).



Leyenda:

1. Testero de madera de 38 mm o 45 mm de espesor.
2. Perfil de acero galvanizado de testero.
3. Tablero contrachapado de 9 mm de espesor

Figura 6.9: Conexión sin aislamiento de frente de forjado.

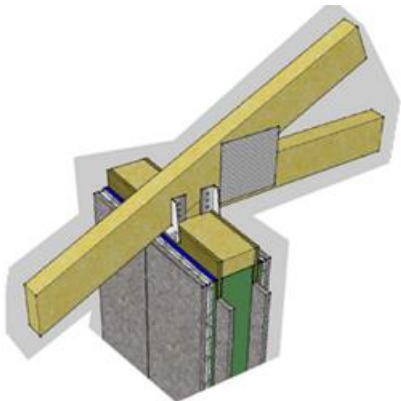
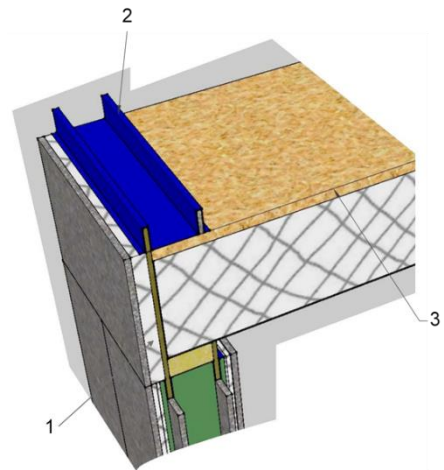


Figura 6.10: Conexión de cercha de madera a pared.

Tras la colocación de los testeros de la pared, se procede a la construcción del forjado, ya sea mediante vigas de madera, vigas de hormigón armado o losas de hormigón.

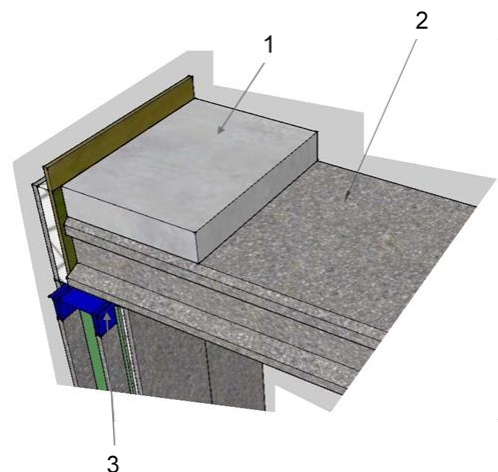
Los paneles que forman las paredes de la planta superior se instalan del mismo modo que los paneles de la primera planta, es decir, sobre un perfil de arranque, con la diferencia de que el perfil de arranque se fija al forjado en lugar de fijarse a la cimentación (véase las figuras 6.11 y 6.12).



Leyenda:

1. Panel 4wall SIP
2. Perfil de arranque de la pared de la planta superior
3. Tablero de cerramiento de forjado.

Figura 6.11: Perfil de arranque de pared de planta superior.



Leyenda:

1. Capa de compresión
2. Losa alveolar de hormigón
3. Perfil de testero.

Figura 6.12: Encuentro de pared con losa alveolar de forjado.

6.2.6. Paso de instalaciones

Cada panel del sistema 4wall SIP dispone de un conducto de aluminio para el paso de instalaciones integrado en el panel. Este conducto se incorpora en el panel durante su fabricación.

El conducto se dispone verticalmente y centrado en anchura, tras el tablero de óxido de magnesio. El conducto está abierto en su extremo superior e inferior.

Cuando sea necesario instalar varios enchufes eléctricos de lado, se pueden utilizar dos paneles 4wall SIP de ancho reducido uno al lado de otro para facilitar el paso del cableado ya que cada uno tiene un conducto eléctrico.

No se instalarán conductos de suministro de agua en el interior de los paneles.

6.3. Criterios de mantenimiento y reparación

Se realizarán inspecciones visuales periódicas de la integridad de la junta vertical encolada entre paneles, donde se comprobará la posible existencia de grietas y fisuras u otras deformaciones. Estas inspecciones se realizarán con la periodicidad prevista para fachadas (5 años) en la tabla 6.1 del DB-HS 1. Los revestimientos, las ventanas y las puertas deben seguir el mantenimiento prescrito por el suministrador.

6.4. Medidas para la protección del medio ambiente

6.4.1. Tratamiento de residuos

En virtud de la Decisión 2014/955/UE, que modifica la Decisión 200/523/CE, sobre la lista de residuos, y de conformidad con la Directiva 2008/98/CE, y de sus modificaciones, donde se establece la Lista Europea de Residuos (LER), es obligatorio que los productos tengan asignado un código LER que permita a los usuarios conocer el tipo de gestión de residuos que le corresponde.

Los códigos LER declarados para los componentes del sistema 4wall SIP son:

- Tableros de óxido de magnesio: 06 03 16
- Aislamiento de PUR: 17 06 04
- Residuos de adhesivos: 08 04 10
- Perfiles metálicos: 17 04 05
- Tableros derivados de la madera: 03 01 05
- Envases de papel y cartón: 15 01 01
- Envases de plástico: 15 01 02

Los residuos generados durante la puesta en obra deberán ser gestionados según la legislación vigente por un gestor autorizado a tal efecto (véase el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición).

6.4.2. Condiciones exigibles a las empresas aplicadoras / colocadoras

Los instaladores del sistema 4wall SIP deben disponer de una formación específica proporcionada por Project Etopia.

7. Referencias de obra y visitas de obra

7.1. Referencias de utilización

El sistema 4wall SIP se lleva ejecutando desde el año 2019.

Se han aportado como referencias de utilización la siguiente relación de obras:

Tipo de obra	Localización	Fecha de finalización (año)
Escuela primaria	Eastern Road, Colchester, Essex (Reino Unido)	2019
Edificio unifamiliar	Bucknalls Lane, Watford, (Reino Unido)	2019
31 viviendas unifamiliares	The Avenue, Priors Hall Park, Corby, (Reino Unido)	2020

Tabla 7.1: Referencias de obra.

7.2. Visitas de obra

Se han revisado las instrucciones de instalación del sistema 4wall SIP y los vídeos grabados por Project Etopia durante el proceso de construcción de edificios. Se ha verificado que las instrucciones de instalación cubren los principales aspectos involucrados.

Los aspectos relevantes destacados en el transcurso de la revisión se han incorporado a los criterios de proyecto de ejecución del presente documento.

8. Evaluación de ensayos y cálculos

Se ha evaluado la adecuación al uso del sistema 4wall SIP de Istdama en relación con el cumplimiento del *Procedimiento Particular de evaluación del DAU 22/130*.

Este procedimiento ha sido elaborado por el ITeC considerando la reglamentación española de construcción aplicable en cada caso:

- en edificación se consideran las exigencias básicas que establece el CTE para cada uno de los requisitos básicos,
- en otros ámbitos de la construcción se considera la reglamentación específica de aplicación,

así como otros requisitos adicionales relacionados con la durabilidad y las condiciones de servicio del sistema.

Los ensayos que forman parte de esta evaluación han sido realizados en los laboratorios de Exova Warrington, Lucideon Limited y en la Universidad de Salford, todos ellos ubicados en el Reino Unido.

Todos los informes de ensayo y de cálculos, así como el informe de toma de muestras, quedan recogidos en el Dossier Técnico del DAU 22/130.

8.1. Ensayos de caracterización

Se muestran a continuación los ensayos y sus resultados llevados a cabo para la caracterización del comportamiento mecánico de los paneles del sistema 4wall SIP de Istdama:

- Densidad
- Resistencia a tracción entre tableros de MgO y espuma de poliuretano
- Resistencia a compresión al 10% de deformación de la espuma de poliuretano

8.2. Resistencia mecánica y estabilidad

8.2.1. Resistencia y módulo de compresión axial y excéntrico

8.2.1.1. Resistencia a compresión axial y módulo de compresión

La resistencia y el módulo a compresión frente a cargas axiales del sistema 4wall SIP de Istdama se ha evaluado a partir de los ensayos realizados en base a la norma EN 1052-1, donde se somete un tramo de pared a una carga vertical uniformemente distribuida en toda su longitud.

Se ha ensayado la configuración más desfavorable del sistema y que ha permitido extender los resultados obtenidos al resto de configuraciones. La probeta está formada por un panel de anchura máxima (1.125 mm) flanqueada en ambos lados por un panel de anchura

intermedia (562 mm), simulando un tramo de pared. La altura de los paneles es la máxima entre las posibles (2.400 mm) (informe de ensayo 164372 (QT-42277/SL)/Ref. 4).

La carga última alcanzada, el desplazamiento último y el módulo de elasticidad a compresión obtenidos en el ensayo se indican en la tabla siguiente:

Disposición de carga	Carga última [kN/m]	Desplazamiento último [mm] (1)	Módulo de elasticidad a compresión [N/mm ²] (2)
Carga vertical uniformemente distribuida	366,92	2,21	1.051

Notas:

- (1) Valor medio del desplazamiento vertical en rotura.
- (2) Módulo secante a partir de la media de las deformaciones a un tercio de la carga última.

Tabla 8.1: Resultados del ensayo de resistencia a compresión axial.

La carga última alcanzada en el ensayo (366,92 kN/m) es del orden de 6 veces la resistencia de cálculo máxima prevista (60,0 kN/m).

La resistencia de cálculo a compresión axial por metro lineal de pared 4wall SIP se limita a 60,0 kN/m.

El resultado obtenido en el ensayo de resistencia a compresión frente a carga excéntrica uniformemente distribuida (apartado 8.1.1.2) confirma el resultado obtenido en el ensayo de resistencia a compresión frente a carga axial.

Por lo tanto, se puede asignar una resistencia de cálculo a compresión axial por metro lineal de pared de 60,0 kN/m a todas las posibles configuraciones de pared del sistema porque la configuración ensayada es la más desfavorable de todas ellas.

Asimismo, se puede asignar un módulo de elasticidad a compresión de 1,05 kN/mm².

8.2.1.2. Resistencia a compresión excéntrica y módulo de compresión

La resistencia y el módulo a compresión frente a cargas excéntricas del sistema 4wall SIP se ha evaluado a partir de los ensayos realizados según la norma EN 1052-1 sobre un tramo de pared con las siguientes disposiciones de carga:

- Carga vertical excéntrica uniformemente distribuida en toda la longitud de la pared.
- Carga puntual sobre la junta vertical entre paneles.
- Carga puntual sobre la parte central del panel intermedio.

Las tres disposiciones de carga se han ensayado sobre probetas con la misma configuración, que corresponde a la configuración con peores prestaciones del sistema. La probeta está formada por un panel de anchura máxima (1.125 mm) flanqueada en ambos lados por un

panel de anchura intermedia (562 mm), simulando un tramo de pared. La altura de los paneles es la máxima entre las posibles (2.400 mm).

El apoyo de la carga sobre la pared en todas las disposiciones de carga ha reproducido las condiciones finales de uso, en las que la carga apoya sobre la sección de espuma de poliuretano y sobre el tablero interno de MgO, dejando exento de carga el tablero externo de MgO.

La carga puntual se ha aplicado sobre la pared mediante una viga de 200 mm de anchura.

Se ha ensayado una probeta para cada disposición de carga. La carga última, la deformación y el módulo de elasticidad a compresión se indican en la tabla siguiente:

Disposición de carga	Carga última	Desplazamiento último [mm] (1)	Módulo de elasticidad a compresión [N/mm ²] (2)
Carga vertical excéntrica uniformemente distribuida	267,43 kN/m	1,30	989
Carga puntual sobre la junta entre paneles	107,94 kN	1,99	181
Carga puntual sobre la parte central del panel intermedio	149,07 kN	0,61	521

Notas:

- (1) Valor medio del desplazamiento vertical en rotura.
- (2) Módulo secante a partir de la media de las deformaciones a un tercio de la carga última.

Tabla 8.2: Resultados de los ensayos de resistencia a compresión excéntrica.

Los resultados alcanzados se indican en el informe de ensayo 164372 (QT-42277/SL)/Ref. 4.

La carga última en el ensayo de carga vertical excéntrica uniformemente distribuida (267,43 kN/m) es del orden de 4,5 veces superior a la resistencia de cálculo máxima prevista (60 kN/m), mientras que la carga última en los ensayos de carga puntual sobre la junta y sobre la parte central del panel intermedio es de 107,94 kN y 149,07 kN, respectivamente, muy superiores a las resistencias de cálculo máximas previstas (30 kN en ambas disposiciones).

Las resistencias de cálculo se han limitado a 60 kN/m y 30 kN, para las disposiciones de carga excéntricas y cargas puntuales.

Se pueden asignar unas resistencias de cálculo de 60,0 kN/m y 30,0 kN para la compresión excéntrica y para cargas puntuales, respectivamente, a todas las posibles configuraciones de pared, ya que la configuración ensayada es la más desfavorable de entre las posibles.

8.2.2. Resistencia a compresión de paneles con aberturas

La resistencia a compresión de paneles con aberturas se ha evaluado a partir de la resistencia a flexión y resistencia a cortante de dinteles. Se han realizado ensayos según la norma EN 846-9 sobre los dinteles con la configuración más desfavorable entre los posibles (informe de ensayo 164372 (QT-42277/SL)/Ref. 1).

8.2.2.1. Resistencia a flexión de dinteles

Las probetas ensayadas corresponden al panel de mayores dimensiones empleado como dintel: 2.240 mm de longitud, 300 mm de altura y 185 mm de espesor.

Los resultados de ensayo de resistencia a flexión de dinteles frente a cargas uniformemente distribuidas, así como el valor característico obtenido se indican en la siguiente tabla:

Probeta	Carga última [kN]	Valor medio [kN]	Desviación [kN]	Valor característico (1)	
				[kN]	[kN/m]
1	41,43				
2	41,38	42,27	1,50	37,82	16,88
3	44,01				

Nota:

- (1) 5% fractil para un nivel de confianza del 75 % con una distribución log-normal.

Tabla 8.3: Resultados de los ensayos de resistencia a flexión sobre dinteles frente a carga uniformemente distribuida.

Los resultados de ensayo de resistencia a flexión de dinteles frente a cargas puntuales se indica en la tabla siguiente:

Probeta	Carga última [kN]
1	34,70
2	36,20

Tabla 8.4: Resultados de los ensayos de resistencia a flexión de dinteles frente a cargas puntuales.

La resistencia de cálculo a flexión de los dinteles, frente a carga uniformemente distribuida y carga puntual se han limitado a 5,0 kN/m y 5,0 kN, respectivamente.

8.2.2.2. Resistencia a cortante de dinteles

La probeta ensayada corresponde al panel de mayores dimensiones empleado como dintel: 2.240 mm de longitud, 300 mm de altura y 185 mm de espesor.

La carga última alcanzada en el ensayo ha sido de 36,25 kN.

La resistencia de cálculo a cortante de los dinteles se ha limitado a 5,0 kN/m.

8.2.3. Resistencia a flexión del sistema

La resistencia a flexión del sistema 4wall SIP de Istidama se ha evaluado a partir de un ensayo de flexión

sobre un tramo de pared ejecutada con los paneles propios del sistema.

Se ha realizado un ensayo de flexión mediante bolsas de aire sobre toda la superficie de una probeta formada por dos paneles de 1.125 mm de longitud, 2.400 mm de altura y 185 mm de espesor cada uno. Los dos paneles, colocados de forma consecutiva, acaban resultando en una probeta de 2.250 mm de longitud. La probeta se completa con los perfiles inferior y superior, y las tiras de MgO de 12 mm de espesor entre paneles, configurando una pared en condiciones finales de uso (informe de ensayo 164372 (QT-42277/SL)/Ref. 2/Supp1).

El resultado del ensayo de resistencia a flexión se indica en la tabla siguiente:

Carga última [kN/m ²] (1)	Desplazamiento último en la junta entre paneles [mm] (valores medios)		
	Zona inferior	Zona central	Zona superior
27,40	54,96	40,66	25,44

Nota:

(1) El ensayo se ha detenido por rotura de la bolsa de aire. La pared continuaba soportando la carga.

Tabla 8.5: Resultados del ensayo de resistencia a flexión.

La carga última alcanzada es muy superior al valor de esfuerzo del viento habitual sobre un edificio de 3 plantas, que es inferior a 1,5 kN/m².

Por este motivo, se puede afirmar que el sistema 4wall SIP de Istdama puede soportar acciones de viento usuales para edificios de una altura moderada (del orden de 3 plantas) ante exposiciones no extremas.

La resistencia de cálculo a flexión de las paredes 4wall SIP se ha limitado a 5,0 kN/m², del orden de 5,5 veces el valor alcanzado en el ensayo.

8.2.4. Resistencia a compresión combinada con resistencia a flexión del sistema

La resistencia a compresión combinada con la resistencia a flexión del sistema 4wall SIP de Istdama se determina mediante la fórmula indicada en el apartado 5.2.2, a partir de la resistencia a compresión excéntrica (véase el apartado 8.2.1.2) y de la resistencia a flexión (véase el apartado 8.2.3).

8.2.5. Resistencia al descuadre del sistema

La resistencia al descuadre del sistema 4wall SIP de Istdama se ha evaluado mediante ensayos según la norma EN 594.

Se han realizado ensayos sobre seis probetas. Tres de ellas se han ensayado sin carga vertical y las otras tres con una fuerza vertical de 5,0 kN cada 600 mm.

Las probetas están formadas por dos paneles de 1.125 mm de longitud, 2.400 mm de altura y 185 mm de espesor. La probeta se completa con los perfiles inferior y superior, y las tiras de MgO de 12 mm de espesor entre paneles, configurando una pared de 2.250 mm de longitud en condiciones finales de uso.

En los ensayos se utilizaron tableros de óxido de magnesio de 9 mm de espesor, en vez de los tableros de 12 mm que forman los paneles 4wall. Las prestaciones empleando tableros de 12 mm de espesor serían iguales o superiores a las obtenidas con tableros de 9 mm de espesor (informe de ensayo 142526 (QT-31594/1/SL)/Ref 1/CR1).

Los valores de carga última y rigidez al descuadre para cada probeta obtenidos de los ensayos se indican en la tabla siguiente.

Probeta	Carga última [kN]	Rigidez al descuadre [N/mm]
Sin carga vertical		
1	26,84	3.334
2	22,07	1.766
3	23,10	1.674
Valor medio	24,00	2.258
Con carga vertical (8,33 kN/m)		
1	34,30	2.192
2	33,13	2.217
3	32,54	2.985
Valor medio	33,32	2.465

Tabla 8.6: Resultados del ensayo de resistencia al descuadre.

8.2.6. Resistencia de la junta vertical entre paneles

El comportamiento de la junta entre paneles se ha evaluado a partir de los resultados de los ensayos de resistencia a flexión y de resistencia al descuadre del sistema.

Se ha analizado la junta vertical entre paneles en relación con las siguientes características:

- Resistencia a cortante perpendicular a la cara de los paneles: esta característica es únicamente relevante si el panel se utiliza en voladizos o si apoya en suelos irregulares. Ninguna de estas situaciones se prevé que sucedan en las condiciones finales de uso. Sin embargo, los valores elevados de resistencia al descuadre apuntan a un buen comportamiento de la junta vertical entre paneles para esta característica.
- Resistencia a cortante paralela a la cara de los paneles: el elevado resultado del ensayo de resistencia a flexión del sistema es indicativo de la elevada prestación de la resistencia a cortante paralela a la cara de los paneles, aunque ese ensayo no evalúe concretamente esa característica.
- Resistencia a tracción de la junta entre paneles: la prestación de esta característica se prevé elevada a

la vista del comportamiento observado en el ensayo de resistencia al descuadre. En dicho ensayo se ejerce una compresión combinada con un cortante paralelo sobre la junta vertical.

Como conclusión se puede afirmar que las prestaciones y el comportamiento de la junta vertical entre paneles es adecuado para los usos previstos del sistema.

8.2.7. Resistencia a tracción perpendicular a la cara de los paneles (entre tablero de MgO y PUR)

La resistencia a tracción perpendicular a la cara de los paneles (entre tablero de MgO y PUR) se ha evaluado a partir de ensayos según la norma EN 1607.

Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

Probeta	Carga última [MPa]	Resistencia característica a tracción [MPa] (f_{ct}) (1)	Valor límite inferior ($f_{ct,lim}$) [MPa] (2)	$f_{ct} > f_{ct,lim}$
1	0,247			
2	0,200			
3	0,190	0,144	0,018	Sí
4	0,170			
5	0,208			

Notas:

- (1) 5% fractil para un nivel de confianza del 75 % con una distribución log-normal.
- (2) Valor límite inferior de la resistencia a tracción perpendicular a las caras según el apartado 5.2.1.6 de la norma UNE-EN 14509.

Tabla 8.7: Resultados del ensayo de resistencia a tracción perpendicular a la cara de los paneles.

8.3. Seguridad en caso de incendio

8.3.1. Reacción al fuego

La reacción al fuego de los paneles del sistema 4wall SIP no ha sido evaluada.

La reacción al fuego de los tableros de óxido de magnesio es A1 según EN 13501-1, de acuerdo con el informe de ensayo núm. 243953 y el informe de clasificación núm. 243977.

8.3.2. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego del sistema 4wall SIP se ha evaluado mediante ensayo según las normas EN 1365-1 y EN 1363-1, sobre una probeta formada por un panel central de dimensiones 2.400 mm x 1.125 mm x 185 mm (altura x anchura x grosor), y dos paneles de dimensiones 2.400 mm x 912 mm x 185 mm (altura x anchura x grosor) uno a cada lado del panel central.

La probeta incorpora pasta de juntas según EN 13963 entre los tableros de óxido de magnesio expuestos al fuego. Este caso ensayado es más desfavorable que si

se emplea el sellante para juntas Nullifire FS703 especificado en el apartado 2.5.

Se ha aplicado una carga de 40 kN a la probeta durante el ensayo, que para una longitud total de 2.949 mm equivale a 13,56 kN/m.

Los resultados se indican en el informe de ensayo núm. 380052 de Exova Warringtonfire.

Criterios de comportamiento	Prestación [min] (1)	
Capacidad portante	77	
Llamas sostenidas	77	
Integridad	Penetración de la galga de medida	77
	Ignición del tampón de algodón	77
Aislamiento	66	

Nota:

- (1) El ensayo se detuvo a los 77 minutos.

Tabla 8.8: Resultados del ensayo de resistencia al fuego.

En consecuencia, la resistencia al fuego del sistema 4wall SIP es REI 60 para una carga de 13,56 kN/m.

8.4. Higiene, salud y medio ambiente

8.4.1. Permeabilidad al vapor de agua de los paneles

La permeabilidad al vapor de agua de sistema 4wall SIP se determina a partir de la permeabilidad al vapor de agua de sus componentes.

La permeabilidad al vapor de agua de los componentes de los paneles, expresada mediante el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, se ha identificado a partir de los valores indicados en las fichas técnicas o valores tabulados.

La unión entre el tablero y la espuma de poliuretano se realiza mediante un proceso de autoadhesión, sin la presencia de colas.

Componente	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (μ)	Referencia
Tablero de óxido de magnesio de 12 mm de espesor	16,1	Ficha técnica
Espuma de poliuretano	60	EN ISO 10456
Perfiles de acero	∞	EN ISO 10456

Tabla 8.9: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de los componentes del sistema 4wall SIP.

El factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} de los puentes térmicos que se generan por la presencia de perfiles metálicos en el perímetro de los paneles del sistema 4wall SIP se ha obtenido a partir de la

simulación mediante cálculos de acuerdo con la norma EN ISO 10211, con el resultado mostrado en la tabla siguiente.

Componente	Factor de temperatura de la superficie interior (f_{Rsi})
Puente térmico en el perímetro de los paneles del sistema 4wall SIP	0,946

Tabla 8.10: Factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} .

8.4.2. Impermeabilidad al agua

La impermeabilidad al agua del sistema 4wall SIP se ha evaluado mediante ensayos según la norma EN 12865.

Se han realizado ensayos de impermeabilidad al agua sobre una probeta antes y después de ciclos de envejecimiento acelerado según la ETAG 017.

La probeta consiste en la unión de tres paneles. Un panel central de 2.400 mm x 1.125 mm x 185 mm (altura x anchura x grosor), complementado por un panel de 2.400 mm x 900 mm x 185 mm (altura x anchura x grosor) situado a cada lado.

Los ensayos se han realizado según la secuencia siguiente:

1. Ensayo de determinación de la resistencia al agua de lluvia de muros exteriores bajo impulsos de presión de aire (según EN 12865).
2. Envejecimiento acelerado (según ETAG 017).
3. Ensayo de determinación de la resistencia al agua de lluvia de muros exteriores bajo impulsos de presión de aire (según EN 12865).

El envejecimiento acelerado calor – lluvia y calor – frío según la ETAG 017 consiste en los siguientes ciclos higrotérmicos.

- Ciclos calor – lluvia:

Se somete la probeta a una serie de 80 ciclos, donde cada ciclo incluye las siguientes fases:

 - Calentar hasta 70 °C (durante una hora) y mantener a (70 + 5) °C y entre 10 % HR y 30 % HR durante dos horas (3 horas en total).
 - Rociar agua a una temperatura de (15 ± 5) °C con un flujo de (1,5 ± 0,5) ℓ/(m²·min) durante una hora.
 - Dejar secar durante 2 horas a una temperatura de (20 ± 5) °C.
- Ciclos calor – frío:

Tras al menos 48 horas de acondicionamiento a (20 ± 10) °C y una humedad relativa mínima del 50%, se expone la probeta a 5 ciclos calor – frío de 24 horas que comprende las siguientes fases:

 - Calentar a (50 ± 5) °C (alcanzada tras una hora) y mantener a esa temperatura y a una humedad relativa máxima del 30 % durante 7 horas (8 horas en total).

- Enfriar a (- 20 ± 5) °C (alcanzada tras dos horas) y mantener durante 14 horas (16 horas en total).

La probeta se inspecciona cada 4 ciclos calor – lluvia y diariamente en los ciclos calor – frío para detectar posibles cambios en las características visuales de la probeta. Una vez completados los ciclos higrotérmicos la probeta se deja secar durante 7 días.

Los resultados de los ensayos se muestran en la tabla siguiente:

Característica	Resultado
Resistencia al agua de lluvia de muros exteriores bajo impulsos de presión de aire (según EN 12865) antes de ciclos higrotérmicos	Presión máxima de 1.200 Pa. Sin penetración de agua. Sin daños visibles.
	Sin fisuras o delaminaciones del tablero.
Ciclos higrotérmicos	Sin desprendimiento del tablero. Sin deformación irreversible. Sin penetración de agua.
Resistencia al agua de lluvia de muros exteriores bajo impulsos de presión de aire (según EN 12865) tras ciclos higrotérmicos	Presión máxima de 1.200 Pa. Sin penetración de agua. Sin daños visibles.

Tabla 8.11: Resultados de los ensayos de impermeabilidad al agua.

Los resultados se incluyen en el informe de ensayo núm. 164372 (QT-42277/2/SL)/Ref.6 de Lucideon.

8.5. Seguridad de utilización

8.5.1. Capacidad de soportar cargas puntuales

La resistencia a la extracción de las fijaciones BS-S 4,8 mm sobre tableros de óxido de magnesio de 12 mm de espesor se ha evaluado mediante ensayos.

La resistencia característica a la extracción (5% fractil con un nivel de confianza del 75%) se ha obtenido a partir de 12 resultados de ensayo, asumiendo una distribución normal.

Valor medio [N]	Desviación estándar [N]	Resistencia característica [N]
1.637	122	1.389

Tabla 8.12: Resistencia a la extracción de fijaciones BS-S 4,8 mm.

8.6. Protección frente al ruido

8.6.1. Aislamiento acústico a ruido aéreo

Se han realizado dos ensayos para determinar el aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas de acuerdo con la norma EN ISO 10140-2 frente al ruido procedente del exterior. Las configuraciones ensayadas y los resultados obtenidos según la norma ISO 717-1 se indican en la tabla siguiente.

Configuración de la fachada	R _w (C; C _{tr}) [dB]
Pared 4wall SIP	32 (-3; -5)
(exposición a sala emisora)	
Pared 4wall SIP	
+	
Capa de 50 mm con montantes de madera a 600 mm y 50 mm de lana mineral de densidad 45 kg/m ³	50 (-6; -14)
+	
Tablero de óxido de magnesio de 12 mm de espesor	
(exposición a sala receptora)	

Tabla 8.13: Aislamiento acústico a ruido aéreo.

Los resultados se incluyen en el informe de ensayo núm. 2881-2524 a 2525 del *Acoustic Testing Laboratory* de la Universidad de Salford.

8.7. Ahorro de energía y aislamiento térmico

8.7.1. Resistencia y transmitancia térmica

La resistencia térmica del sistema 4wall SIP se ha evaluado según la norma EN ISO 6946 a partir de los valores de conductividad térmica de los componentes de los paneles según se indica en la tabla 8.14.

Componente	Conductividad térmica declarada (λ) [W/m·K]
Tablero de óxido de magnesio	0,27
Espuma de poliuretano tras envejecimiento	0,029
Perfil de acero	50

Tabla 8.14: Conductividad térmica declarada de los componentes de los paneles.

Los valores declarados de conductividad térmica de la espuma de poliuretano (λ_D) se han obtenido a partir de los valores calculados ($\lambda_{90/90}$) determinados de acuerdo con las indicaciones del anexo A y del anexo C de la norma UNE-EN 13165, teniendo en cuenta el incremento de envejecimiento fijo ($\Delta\lambda_f$) de acuerdo con el capítulo C.5.

El incremento para calcular el valor de conductividad térmica tras el envejecimiento para espumas de poliuretano que utilizan pentano como agente espumante, y que siendo no estancas a la difusión tienen un espesor nominal superior a 120 mm, es de 0,0038 W/(m·K).

La transmitancia térmica de la sección central de la pared 4wall SIP sin incluir los perfiles metálicos perimetrales se ha calculado según la norma EN ISO 6946 y se indica en la tabla siguiente.

	Transmitancia térmica (U) [W/(m ² ·K)]	
	Sin considerar las resistencias térmicas superficiales	Considerando las resistencias térmicas superficiales
Sección de la pared 4wall SIP sin incluir los perfiles metálicos perimetrales	0,18	0,17

Tabla 8.15: Transmitancia térmica de la sección central de la pared 4wall SIP.

La transmitancia térmica de las secciones de la pared 4wall SIP con perfiles perimetrales y la transmitancia térmica lineal no han sido evaluadas en el presente DAU.

La transmitancia térmica del conjunto de la pared debe completarse con el revestimiento exterior.

8.7.2. Permeabilidad al aire

Esta característica no ha sido evaluada.

8.8. Aspectos de durabilidad y servicio

8.8.1. Riesgo de corrosión de las partes metálicas

El riesgo de corrosión de las partes metálicas se ha evaluado a partir de los datos de recubrimiento de protección de los perfiles metálicos que forman parte del sistema, y de la pérdida de masa por unidad de superficie o pérdida de espesor de dicho recubrimiento en función de la categoría de corrosividad que le aplique (véase el apartado 5.8.1).

8.8.2. Durabilidad del panel

La influencia del envejecimiento en los paneles se determina a partir de la reducción de la resistencia a la tracción con el tiempo entre la capa de aislamiento de PUR y los tableros de óxido de magnesio.

Según la norma EN 14509, los paneles de PUR fabricados usando los agentes espumantes cubiertos por la norma EN 13165 y sus combinaciones se debe considerar que satisfacen los requisitos de durabilidad sin necesidad de realizar ensayos. El agente espumante utilizado en la fabricación de los paneles del sistema 4wall SIP se incluye entre los incluidos en la norma EN 13165, de modo que la característica se considera adecuada.

El comportamiento de la unión adhesiva entre los paneles de óxido de magnesio y los perfiles de acero se considera adecuada a partir del resultado de los ensayos de impermeabilidad al agua antes y después de ciclos de envejecimiento.

El tablero de óxido de magnesio proporciona una durabilidad adecuada siempre que esté protegido por un revestimiento adicional.

9. Comisión de Expertos

Este DAU ha sido sometido a la consideración de una Comisión de Expertos, tal y como se indica en el *Reglamento del DAU* y en la Instrucción de trabajo para la elaboración del DAU.

La Comisión de Expertos ha estado constituida por representantes de distintos organismos e instituciones, que han sido seleccionados en función de sus conocimientos, independencia e imparcialidad para emitir una opinión técnica respecto al ámbito cubierto por este DAU.

La relación general de los expertos que han constituido las comisiones de expertos de los DAU puede ser consultada en la página web del ITeC, itec.es.

Los comentarios y observaciones realizados por los miembros de esta Comisión han sido incorporados al texto del presente DAU.

10. Documentos de referencia

- EN 13963: 2014 Jointing materials for gypsum boards - Definitions, requirements and test methods.
- BDA Agrément® BAW 18-085/01/A Versaliner® de 28-06-2018.
- EN 322: 1993 Wood-based panels - Determination of moisture content.
- EN 310: 1993 Wood-based panels - Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength.
- EN 319: 1993 Particleboards and fibreboards - Determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board.
- EN 319: 1993 Wood-based panels - Determination of density.
- EN 13501-1: 2018 Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.
- EN 319: 1993 Wood-based panels - Determination of density.
- EN 317: 1993 Particleboards and fibreboards - Determination of swelling in thickness after immersion in water.
- EN 826: 2013 Thermal insulating products for building applications - Determination of compression behaviour.
- EN 13165: 2012+A2:2016 Thermal insulation products for buildings - Factory made rigid polyurethane foam (PU) products – Specification.
- EN 10346: 2015 Continuously hot-dip coated steel flat products for cold forming - Technical delivery conditions.
- ETA 20/1215 Nullifire FS703 Intusil.
- EAD 350141-00-1106 Linear joint and gap seals.
- EN 13501-2: 2016 Fire classification of construction products and building elements - Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services.
- EOTA TR 024 Technical description and assessment of reactive products effective in case of fire.
- DB-SI 1: Documento Básico Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación. Sección SI 1 Propagación interior.

- DB-SI 2: Documento Básico Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación. Sección SI 2 Propagación exterior.
- EN 1365-1: 2012/AC:2013 Fire resistance tests for loadbearing elements - Part 1: Walls
- EN 1363-1: 2020 Fire resistance tests - Part 1: General Requirements.
- DA DB-HE / 2 Documento de apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación. Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos.
- EN ISO 10211: 2007 Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures - Detailed calculations.
- EN 12865: 2001 Hygrothermal performance of building components and building elements - Determination of the resistance of external wall systems to driving rain under pulsating air pressure.
- ETAG 017 Vecture Kits.
- DB HR Documento Básico del Código Técnico de la Edificación. Protección frente al ruido.
- DB HE Documento Básico del Código Técnico de la Edificación. Ahorro de energía.
- EN ISO 12944-2: 2017 Paints and varnishes - Corrosion protection of steel structures by protective paint systems - Part 2: Classification of environments.
- EN 14509: 2013 Self-supporting double skin metal faced insulating panels - Factory made products – Specifications.
- EN 335: 2013 Durability of wood and wood-based products - Use classes: definitions, application to solid wood and wood-based products.
- DB-HS 1: Documento Básico Salubridad del Código Técnico de la Edificación. Sección HS 1 Protección frente a la humedad.
- 2014/955/UE Decisión de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- RD 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- EN 1052-1: 1998 Methods of test for masonry – Part 1: Determination of compressive strength.
- EN 846-9: 2016 Methods of test for ancillary components for masonry - Part 9: Determination of flexural resistance and shear resistance of lintels.
- EN 594: 2011 Timber structures - Test methods - Racking strength and stiffness of timber frame wall panels
- EN 1607: 2013 Thermal insulating products for building applications - Determination of tensile strength perpendicular to faces.
- EN ISO 10456: 2007/AC:2009 Building materials and products - Hygrothermal properties -Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values.
- EN ISO 10140-2: 2021 Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 2: Measurement of airborne sound insulation.
- ISO 717-1: 2020 Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation.
- EN ISO 6946: 2017 Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation methods.

11. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 22/130 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU 22/130*, elaborado por el ITeC:

- resultados de los ensayos y cálculos,
- información obtenida en las visitas de obra,
- control de producción en fábrica,
- instrucciones del montaje y ejecución del sistema,
- criterios de proyecto y ejecución del sistema,

y teniendo en cuenta la metodología prescrita por el *Reglamento del DAU*, la autorización y registro del ITeC para la concesión del DAU* y lo indicado en el apartado 5.2 del artículo 5 del *Código Técnico de la Edificación*, relativo a la evaluación de productos y sistemas

constructivos innovadores, se considera que el ITeC tiene evidencias para declarar que el sistema constructivo 4wall SIP system fabricado en la planta de producción de Cheshire (Reino Unido), y construido de acuerdo con las instrucciones que constan en este DAU, es adecuado para la construcción de paredes portantes en edificios residenciales, no residenciales, industriales y comerciales puesto que da respuesta a los requisitos reglamentarios relevantes en materia de resistencia mecánica y estabilidad, protección contra incendios, aislamiento acústico y térmico, salud e higiene, así como los requisitos de durabilidad y servicio.

En consecuencia, y una vez sometido este documento a la consideración de la Comisión de Expertos y recogidos los comentarios realizados por la Comisión, el ITeC otorga el DAU al producto fabricado por Project Etopia Group Limited.

La validez del DAU queda sujeta a las acciones y condiciones de seguimiento que se especifican en el capítulo 12 y a las condiciones de uso del capítulo 13.

(*) El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU (BOE 94, 19 abril 2002) para productos de construcción (edificación e ingeniería civil) y está inscrito en el Registro General del CTE: <https://www.codigotecnico.org/RegistroCTE/OrganismosAutorizados.html>.

DAU 22/130
Documento
de adecuación al uso



El Director Técnico del ITeC



12. Seguimiento del DAU

El presente DAU queda sujeto a las acciones de seguimiento que periódicamente lleva a cabo el ITeC, de acuerdo con lo establecido en el *Reglamento del DAU*. El objeto de este seguimiento es comprobar que las características del producto y del sistema constructivo, así como las condiciones de puesta en obra y de fabricación, siguen siendo válidas para los usos a los que el sistema está destinado.

En caso de que existan cambios relevantes que afecten a la validez del DAU, éstos darán lugar a una nueva edición del DAU que anulará a la anterior (esta nueva edición tomará el mismo código del DAU que anula y una nueva letra de edición).

Cuando las modificaciones sean menores y no afecten a la validez del DAU, éstas se recogerán en una lista de modificaciones, que se incorporará como capítulo 14 del DAU; además, dichas modificaciones se incorporarán al texto del DAU.

El usuario del DAU debe consultar siempre la versión informática del DAU disponible en formato pdf en la página web del ITeC itec.es, para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia. Este documento es también accesible a través del código QR que consta en el sello del DAU.

13. Condiciones de uso del DAU

La concesión del DAU no supone que el ITeC sea responsable de:

- La posible presencia o ausencia de patentes, propiedad intelectual o derechos similares existentes en el producto objeto del DAU o en otros productos, ni de derechos que afecten a terceras partes o al cumplimiento de obligaciones hacia estas terceras partes.
- El derecho del titular del DAU para fabricar, distribuir, instalar o mantener el producto objeto de DAU.
- Las obras reales o partidas individuales en que se instale, se use y se mantenga el producto; tampoco es responsable de su naturaleza, diseño o ejecución.

Asimismo, el DAU nunca podrá interpretarse como una garantía, compromiso o responsabilidad del ITeC respecto a la viabilidad comercial, patentabilidad, registrabilidad o novedad de los resultados derivados de la elaboración del DAU. Es, pues, responsabilidad del titular del DAU la comprobación de la viabilidad, patentabilidad y registrabilidad del producto.

La evaluación del DAU no supone la conformidad del producto con los requisitos previstos por la normativa de seguridad y salud o de prevención de riesgos laborales, en relación con la fabricación, distribución, instalación, uso y mantenimiento del producto. Por lo tanto, el ITeC no se responsabiliza de las pérdidas o daños personales que puedan producirse debido a un incumplimiento de requisitos propios del citado marco normativo.

14. Lista de modificaciones de la presente edición

La versión informática del DAU recoge, si las hubiera, las actualizaciones, modificaciones y correcciones de la edición A del DAU 22/130, indicando para cada una de ellas su fecha de incorporación a la misma, de acuerdo con el formato de la tabla siguiente. Los cambios recogidos en la tabla se incorporan también al texto del DAU, que se encuentra disponible en la página web del Instituto, itec.es.

El usuario del DAU debe consultar siempre esta versión informática del DAU para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia.

Revisión 1 – 15.09.2022

Número	Página y capítulo	Donde decía...	Dice...
1	Página 21. 6.4.1 Tratamiento de residuos	<ul style="list-style-type: none"> • Tableros de óxido de magnesio: • Aislamiento de PUR: • Residuos de adhesivos: • Perfiles metálicos: • Tableros derivados de la madera: • Envases de papel y cartón: 15 01 01 • Envases de plástico: 15 01 02 	<ul style="list-style-type: none"> • Tableros de óxido de magnesio: 06 03 16 • Aislamiento de PUR: 17 06 04 • Residuos de adhesivos: 08 04 10 • Perfiles metálicos: 17 04 05 • Tableros derivados de la madera: 03 01 05 • Envases de papel y cartón: 15 01 01 • Envases de plástico: 15 01 02



**Institut de
Tecnologia de la Construcció
de Catalunya**

Wellington 19
ES08018 Barcelona
T +34 933 09 34 04
qualprod@itec.cat
itec.es



ACREDITADO POR ENAC