

DAU

09/051 G

Documento de adecuación al uso

Denominación comercial

**Sistema Aquapanel®
WM111C**

(Sistema W384)

Tipo genérico y uso

Sistema de cerramiento de fachada con subestructura de entramado metálico autoportante, placa exterior de cemento y revestimiento exterior para obra nueva y rehabilitación.

Titular del DAU

KNAUF GmbH ESPAÑA

Av. de Burgos 114, sexta planta
ES-28050 Madrid
Tel. 91 383 05 40 – 93 377 36 24
www.knauf.es

Planta de producción

Varias plantas de producción (véase el capítulo 3).

Edición vigente y fecha

G 18.11.2024

Validez (condicionada a seguimiento anual [*])

Desde: 18.11.2024
Hasta: 17.11.2029

Fecha de concesión inicial del DAU

28.01.2009

[*] La validez del DAU 09/051 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 50 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	Apartados en los que se han producido cambios respecto a la edición anterior																										
A	28.01.2009	Creación del documento.																										
B	09.04.2010	Incorporación de la fábrica de Escúzar (Granada), incorporación de una nueva evidencia de ensayo de impactos por el interior y otras modificaciones que han producido cambios en los siguientes capítulos: 1. Descripción del sistema y usos previstos. 2. Componentes del sistema. 3. Fabricación. 6. Criterios de proyecto y ejecución del sistema. 9. Ensayos y cálculos para la adecuación al uso.																										
C	04.05.2012	Corrección de error en la tabla 2.11. Modificación de la figura 6.13. Actualización de la portada y los capítulos 10, 12, 13, 14 y 15.																										
D	28.01.2014	Renovación del DAU incluyendo nuevas evidencias consideradas en el Documento de Idoneidad Técnica Europeo 13/0312, modificación de la designación del sistema, actualización de referencias normativas y reglamentarias y modificación de los números de los siguientes capítulos: <table border="1" data-bbox="459 862 1198 1220"> <thead> <tr> <th>Número anterior</th> <th>Número actual</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Capítulo 3</td> <td>Apartado 3.1</td> </tr> <tr> <td>Capítulo 4</td> <td>Capítulo 3</td> </tr> <tr> <td>Capítulo 5</td> <td>Apartado 3.3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Apartado 6.1</td> </tr> <tr> <td>Capítulo 6</td> <td>Capítulo 4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Apartado 6.2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Capítulo 5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Apartado 6.3</td> </tr> <tr> <td>---</td> <td>Capítulo 6</td> </tr> <tr> <td>Capítulo 7</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Capítulo 8</td> <td>Capítulo 7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Capítulo 8</td> </tr> </tbody> </table>	Número anterior	Número actual	Capítulo 3	Apartado 3.1	Capítulo 4	Capítulo 3	Capítulo 5	Apartado 3.3		Apartado 6.1	Capítulo 6	Capítulo 4		Apartado 6.2		Capítulo 5		Apartado 6.3	---	Capítulo 6	Capítulo 7	---	Capítulo 8	Capítulo 7		Capítulo 8
Número anterior	Número actual																											
Capítulo 3	Apartado 3.1																											
Capítulo 4	Capítulo 3																											
Capítulo 5	Apartado 3.3																											
	Apartado 6.1																											
Capítulo 6	Capítulo 4																											
	Apartado 6.2																											
	Capítulo 5																											
	Apartado 6.3																											
---	Capítulo 6																											
Capítulo 7	---																											
Capítulo 8	Capítulo 7																											
	Capítulo 8																											
E	10.10.2016	Incorporación nuevo ensayo de resistencia al fuego (apartado 9.2.2) y otras modificaciones relacionadas.																										
F	28.01.2019	Revisión técnica de acuerdo con las ediciones vigentes de los documentos de referencia. Tabla 2.2. Actualización valores declarados de expansión por humedad y retracción por humedad. Extensión de la fecha de validez del DAU hasta 27.01.2024.																										
G	18.11.2024	Incorporación de una nueva evidencia de ensayo de resistencia al fuego. Ampliación del uso del sistema incorporando el uso de cerramiento completo cuando incluye el revestimiento exterior continuo y el uso como hoja interior soporte de sistemas de fachada ventilada o SATE. Revisión general del documento para su actualización.																										

Índice

1.	Descripción del sistema y usos previstos	5
1.1.	Definición del sistema constructivo	5
1.2.	Usos a los que está destinado	5
1.3.	Resumen de prestaciones del producto	6
2.	Componentes del sistema	8
2.1.	Introducción	8
2.2.	Componentes del revestimiento exterior (Uso 1)	8
2.2.1.	Mortero Superficial Aquapanel®	8
2.2.2.	Malla de Refuerzo Aquapanel®	8
2.2.3.	Componentes para el acabado pétreo	8
2.2.4.	Componentes para el acabado liso	8
2.3.	Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor y sus componentes auxiliares	8
2.4.	Lámina auxiliar para impermeabilización	8
2.5.	Subestructura	9
2.6.	Placas de yeso laminado interiores y sus componentes auxiliares	9
2.7.	Panel de aislamiento térmico	9
3.	Fabricación, control de producción y almacenamiento	16
3.1.	Fabricación	16
3.1.1.	Materias primas	16
3.1.2.	Proceso de fabricación	16
3.1.3.	Presentación del producto	16
3.2.	Control de la producción	16
3.3.	Control de ejecución en obra	16
3.4.	Almacenamiento, transporte y recepción en obra	17
3.4.1.	Almacenamiento	17
3.4.2.	Transporte	18
3.4.3.	Control de recepción en obra	18
4.	Criterios de proyecto	18
4.1.	Criterios de diseño	18
4.1.1.	Variantes del sistema	18
4.1.2.	Diseño del sistema	19
4.1.3.	Acabado e imprimación del revestimiento exterior (Uso 1)	19
4.1.4.	Sistema de revestimiento exterior de fachada (Uso 2)	19
4.2.	Seguridad estructural	21
4.3.	Seguridad en caso de incendio	21
4.3.1.	Reacción al fuego	21
4.3.2.	Resistencia al fuego	22
4.4.	Salubridad	22
4.4.1.	Grado de impermeabilidad al agua de lluvia	22
4.4.2.	Limitación de condensación	23
4.4.3.	Estanqueidad al aire	23
4.5.	Seguridad de utilización	23
4.5.1.	Impacto por el exterior	24
4.5.2.	Impacto por el interior	24
4.5.3.	Resistencia a fuerza exterior puntual horizontal	24
4.5.4.	Equipotencialidad	24
4.6.	Protección frente al ruido	24
4.7.	Ahorro de energía y aislamiento térmico	25
4.7.1.	Aislamiento térmico	25
4.7.2.	Inercia térmica	25
4.8.	Durabilidad	25
4.8.1.	Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor	25
4.8.2.	Corrosión de los componentes metálicos del sistema	25
4.9.	Cuadro resumen de prestaciones	26
5.	Detalles constructivos	27

6.	Criterios de ejecución	29
6.1.	Montadores y equipos para el montaje	29
6.2.	Manipulación en obra. Condiciones de seguridad	29
6.3.	Montaje del sistema Aquapanel® WM111C	29
6.4.	Puntos singulares	30
7.	Otros criterios	32
7.1.	Criterios de mantenimiento o conservación	32
7.2.	Medidas para la protección del medio ambiente	33
7.2.1.	Tratamiento de residuos	33
7.2.2.	Vertidos	33
7.3.	Condiciones exigibles a los instaladores del sistema	33
8.	Referencias de utilización y visitas de obras	34
8.1.	Referencias de utilización	34
8.2.	Visitas de obra	34
9.	Ensayos y cálculos para la adecuación al uso	35
9.1.	Reacción al fuego	35
9.2.	Resistencia al fuego	35
9.3.	Ensayo de estanqueidad al agua de lluvia	35
9.4.	Ensayos de absorción de agua de los componentes de las capas exteriores	35
9.5.	Ensayos de permeabilidad al vapor de agua de los componentes de las capas exteriores	35
9.6.	Cálculos de comprobación de condensaciones	36
9.7.	Ensayos de resistencia frente a cargas exteriores	36
9.8.	Ensayos de resistencia frente a impactos	36
9.8.1.	Impactos por el interior	36
9.8.2.	Impacto por el exterior	36
9.9.	Ensayo de resistencia a flexión de la placa exterior	37
9.10.	Ensayo de resistencia a corte de la placa exterior	37
9.11.	Ensayo de resistencia al arrancamiento del tornillo sobre el perfil	37
9.12.	Protección frente al ruido	37
9.13.	Conductividad y resistencia térmica de los componentes de la capa exterior	37
9.14.	Ensayo de resistencia térmica del sistema	37
9.15.	Cálculos para la obtención de los valores térmicos del sistema	37
9.16.	Aspectos de durabilidad, servicio e identificación	37
9.16.1.	Comportamiento a ciclos de envejecimiento acelerado de los componentes de las capas exteriores	37
9.16.2.	Comportamiento higrotérmico de los sistemas	38
9.16.3.	Corrosión de los componentes metálicos	38
9.16.4.	Identificación de los componentes principales	38
10.	Comisión de Expertos	47
11.	Documentos de referencia	47
12.	Evaluación de la adecuación al uso	48
13.	Seguimiento del DAU	49
14.	Condiciones de uso del DAU	49
15.	Lista de modificaciones de la presente edición	50

1. Descripción del sistema y usos previstos

1.1. Definición del sistema constructivo

El sistema Aquapanel® WM111C¹ es una solución constructiva de entramado autoportante entre forjados.

Está formado por una subestructura de acero galvanizado con su respectiva capa de aislante térmico en su cavidad.

Sobre la subestructura, por la cara exterior, se fija la placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor, se aplica el tratamiento de juntas y posteriormente, el acabado final pudiendo considerarse alguno de los siguientes tipos en función del uso (véase el apartado 1.2):

un revestimiento exterior continuo aplicado in-situ (asociado al Uso 1),

- una hoja exterior de fachada, normalmente ventilada (asociado al Uso 2);
- un sistema de aislamiento térmico por el exterior – SATE (asociado al Uso 2).

Sobre el interior de la subestructura se fijan dos placas Knauf de yeso laminado y se aplica su tratamiento de juntas (véanse la figura 1.1).

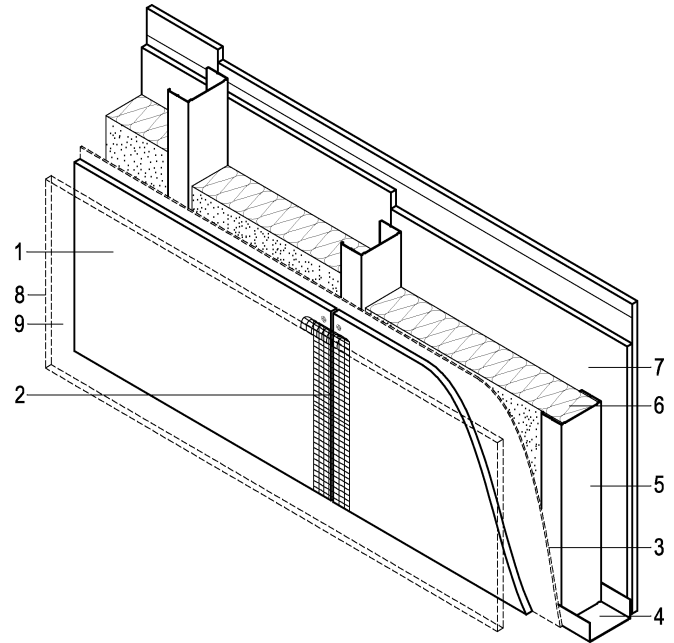
El sistema Aquapanel® WM111C dispone de marcado CE conforme a la evaluación técnica europea (ETA 13/0312).

Para más información sobre los componentes del sistema véase el capítulo 2.

La evaluación de los siguientes elementos queda fuera del alcance del presente DAU:

- Los anclajes de fijación entre los raíles de la subestructura y la estructura soporte.
- Mortero de adherencia, acabados e imprimaciones de la capa de revestimiento exterior continua (Uso 1).
- Sistema de hoja exterior de fachada (Uso 2).
- Sistema SATE (Uso 2).

En todos los casos las especificaciones que deben cumplir estos componentes quedan indicadas en el capítulo 4 con el objetivo de que puedan ser elegidos convenientemente en cada proyecto.



Leyenda:

1. Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor.
2. Tratamiento para juntas de exterior.
3. Lámina impermeabilizante (opcional).
4. Canal de la subestructura metálica.
5. Montante de la subestructura metálica.
6. Aislante.
7. Placas Standard A (o Impregnada H1 o Diamant DFH11R o Cortafuego DF) y Standard Aluminio A+BV.
8. Hoja exterior de fachada ventilada o no ventilada (Uso 2), o revestimiento exterior continuo (Uso 1).
9. Cámara de aire ventilada (e ≥ 20 mm).

Figura 1.1: Sistema Aquapanel® WM111C.

1.2. Usos a los que está destinado

El sistema Aquapanel® WM111C se usa como:

- Uso 1: cerramiento completo o integral de fachada no ventilada con revestimiento exterior continuo;
- Uso 2: hoja interior de fachada.

El sistema Aquapanel® WM111C no contribuye a la resistencia de la estructura del edificio, sino que se sustenta sobre ella.

Las estructuras habituales sobre las cuales se fija el sistema Aquapanel® WM111C son de hormigón y metálicas. En todos los casos, estas estructuras soporte deben tener la resistencia y estabilidad adecuada para soportar los esfuerzos transmitidos por el sistema Aquapanel® WM111C.

Los anclajes de la subestructura del sistema Aquapanel® WM111C al soporte, deben elegirse en función de la naturaleza y el estado del soporte y de los

¹ W = pared; M = subestructura metálica; 1er núm. = familia del sistema ensamblado (1 = pared simple sin subestructura horizontal interior; 2 = pared simple con subestructura horizontal interior; 3 = pared doble sin placa intermedia; 4 = pared doble con placa intermedia); 2º núm. = pared portante o no portante (1 = no

portante); 3er núm. = pared ventilada o no ventilada (1 = no ventilada; 2 = ventilada); C = cemento como material de la placa exterior; G = yeso como material de la placa exterior.

esfuerzos a los que vayan a ser sometidos (véase la tabla 4.3).

Los acabados e imprimaciones de la capa del revestimiento exterior continuo (Uso 1) o el sistema de revestimiento exterior (hoja exterior de fachada ventilada o sistema de aislamiento térmico por el exterior) (Uso 2), necesarios para completar el sistema, deberán elegirse en función de las necesidades del proyecto teniendo en cuenta las especificaciones de Knauf GmbH España (véanse los apartados 4.1.3 y 4.1.4).

En el presente documento se ha considerado que la subestructura de la hoja exterior de la fachada ventilada de un cerramiento que contenga como hoja interior el sistema Aquapanel® WM111C, se puede fijar a la subestructura metálica del sistema Aquapanel® WM111C o a los frentes de forjados.

Asimismo, se recomienda evitar el uso del sistema Aquapanel® WM111C junto a hojas exteriores de fachada ventilada preexistentes.

La estanqueidad al agua de lluvia debe quedar garantizada por la hoja exterior de fachada ventilada o SATE a los que se puede adosar el sistema Aquapanel® WM111C o por el revestimiento exterior continuo aplicado in-situ. En su defecto debe incorporarse la lámina impermeabilizante (véase el apartado 2.4).

Para más información sobre las características prestacionales del sistema, así como sobre los criterios de proyecto y ejecución, véanse los capítulos 4 y 6.

1.3. Resumen de prestaciones del producto

En la tabla 1.1 se resumen, de forma sintética, las prestaciones que ofrece el sistema Aquapanel® WM111C para su uso como hoja interior de fachada, así como los apartados del DAU vinculados a éstas.

Para la correcta interpretación de la información del presente apartado y correcto uso del producto objeto del DAU, es necesario consultar la totalidad del texto del DAU y, particularmente, los capítulos 4 a 7 que especifican los criterios de proyecto, ejecución y mantenimiento que se han de respetar para asegurar las prestaciones del producto.

Exigencia	Característica		Prestación	
			Uso 1 – Cerramiento completo de fachada	Uso 2 – Hoja interior de fachada
SE	Resistencia mecánica y estabilidad		Debe justificarse mediante cálculo que el diseño del sistema de fachada usado en proyecto resiste las acciones que le son de aplicación. Véase el apartado 4.2. En el capítulo 9 se aportan los datos resistentes de los componentes y uniones del sistema Aquapanel® WM111C.	
SI	Reacción al fuego	Exterior	Clase B-s1,d0 en las condiciones indicadas en la tabla 9.1	Véase el apartado 4.3.1
		Interior	Clase A2-s1,d0 de la placa Knauf de yeso laminado	
	Resistencia al fuego		EI 60 (o \leftrightarrow i) con placas Knauf interiores de yeso laminado. Véase el apartado 4.3.2.	
HS	Grado de impermeabilidad al agua de lluvia		GI 5 Véase el apartado 4.4.1.	Nivel de prestación C1 Véase el apartado 4.4.1.
	Limitación de condensaciones	Superficiales	Riesgo de condensaciones superficiales según las zonas climáticas indicadas en la tabla 9.16.	Se deberán realizar comprobaciones específicas según el SATE o aislamiento de fachada ventilada a utilizar.
		Intersticiales	Véanse los apartados 4.4.2 y 9.6.	Se deberán realizar comprobaciones específicas según el SATE o aislamiento de fachada ventilada a utilizar.
	Estanqueidad al aire		Estanco al aire. Véase el apartado 4.4.3.	
SUA	Resistencia frente a impactos	Exterior	Categoría II Véase el apartado 4.5.1	La categoría no aplica al sistema Aquapanel® WM111C sino a la hoja exterior de fachada ventilada o SATE que complementa al sistema para formar el cerramiento de fachada.
		Interior	Categoría I como mínimo. Véase el apartado 4.5.2.	

Exigencia	Característica	Prestación	
		Uso 1 – Cerramiento completo de fachada	Uso 2 – Hoja interior de fachada
	Resistencia a flexión de la placa exterior	Adecuado. Véase el apartado 9.9.	
	Resistencia a corte de la placa exterior	Adecuado. Véase el apartado 9.10.	
	Resistencia al arrancamiento del tornillo sobre el perfil	Adecuado. Véase el apartado 9.11.	
HR	Aislamiento a ruido aéreo procedente del exterior	Véase el apartado 4.6.	
HE	Aislamiento térmico	Cumple con los valores máximos indicados en la tabla 3.1.1a-HE1 de la sección HE1 del DB HE del CTE para las zonas climáticas indicadas en las tablas 9.16.	

Tabla 1.1: Resumen de prestaciones del sistema Aquapanel® WM111C.

2. Componentes del sistema

2.1. Introducción

Los componentes del sistema Aquapanel® WM111C se indican en la tabla 2.1 y se describen a continuación.

2.2. Componentes del revestimiento exterior (Uso 1)

El revestimiento exterior continuo de los sistemas Aquapanel® WM111C está formado por varias capas:

- Mortero Superficial Aquapanel® Outdoor o SM700Pro como capa base de revestimiento (véase el apartado 2.2.1).
- Malla de refuerzo Aquapanel® para el refuerzo del revestimiento (véase el apartado 2.2.2).
- Imprimaciones
- Capa de acabado pétreo (véase el apartado 2.2.3) o acabado liso (véase el apartado 2.2.4).

El espesor final de la capa de revestimiento continuo puede variar entre 5 mm y 8 mm si es con acabado liso y entre 6 mm y 9 mm si es con acabado pétreo.

2.2.1. Mortero Superficial Aquapanel®

El Mortero Superficial Aquapanel® Outdoor es un mortero diseñado hecho en fábrica (morteros industriales diseñados²), de cemento portland, cal, áridos y resinas sintéticas, de color blanco y utilizado como capa base para el asentamiento de la malla de refuerzo del revestimiento con las capas de acabado pétreo o acabado liso.

El Mortero Superficial Aquapanel® dispone del marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 998-1. Mortero para revoco y enlucido GP.

Las características de este componente son las indicadas en la tabla 2.2.

2.2.2. Malla de Refuerzo Aquapanel®

La Malla de Refuerzo Aquapanel® es una malla para el refuerzo del revestimiento compuesta de hilos de cuadrícula ancha, elaborada con fibra textil de filamentos de vidrio.

Las características de este componente son las indicadas en la tabla 2.3.

2.2.3. Componentes para el acabado pétreo

Los componentes para realizar el acabado pétreo de los sistemas Aquapanel® WM111C son:

- Imprimación Fondo Pétreo GRC. La base del ligante son copolímeros acrílicos modificados y solubles en agua.

- Mortero acrílico Acabado Pétreo GRC. La base del ligante son copolímeros acrílicos modificados y solubles en agua. Varios colores.

Las características de estos componentes son las indicadas en la tabla 2.4.

2.2.4. Componentes para el acabado liso

Los componentes para realizar el acabado liso de los sistemas Aquapanel® WM111C son:

- Imprimación GRC. La base del ligante son copolímeros acrílicos modificados y solubles en agua.
- Pintura lisa flexible GRC. Pintura acrílica con ligante basado en una resina acrílica de siloxano modificadas y soluble en agua. Varios colores.

Las características de estos componentes son las indicadas en la tabla 2.5.

2.3. Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor y sus componentes auxiliares

La placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor es una placa de alma de cemento portland con aditivos y áridos ligeros que dispone del marcado CE conforme a la evaluación técnica europea (ETA 07/0173) (véase la tabla 2.6), reforzado en sus caras por sendas mallas de fibra de vidrio resistentes a los álcalis, que va embebida 1 mm dentro del mortero que conforma el alma de la placa.

Los componentes auxiliares para realizar el tratamiento de juntas de sobre la placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor son (véase la tabla 2.7):

- Mortero de juntas Aquapanel® Outdoor.
- Cinta de juntas Aquapanel® Tape 10 cm.
- Cinta de juntas Aquapanel® Exterior Reinforcing Tape 20 cm.

El tratamiento de juntas deberá realizarse siempre con el mortero y una de las dos cintas indicadas. La unión de la placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor a la subestructura de acero se realiza mediante los tornillos Aquapanel® Maxi Screw, definidos en la tabla 2.8.

2.4. Lámina auxiliar para impermeabilización

El sistema puede incluir opcionalmente láminas para impermeabilización frente al agua, pero permeables al vapor de agua (véase el apartado 4.1).

La lámina del sistema se denomina Barrera de agua Aquapanel® y dispone del marcado CE conforme a la norma armonizada EN 13859-2.

Las características de estos componentes se indican en la tabla 2.9.

² Terminología empleada en la norma UNE-EN 998-1.

2.5. Subestructura

La subestructura del sistema Aquapanel® WM111C está formada por perfiles metálicos de acero galvanizado (montantes y canales).

Las características del material se indican en la tabla 2.10.

Las características de los perfiles se indican en las figuras 2.1 y 2.2 y en la tabla 2.11.

La fijación entre perfiles puede realizarse a partir de alguno de los siguientes elementos de fijación:

1. Tornillo metal-metal LB punta broca de dimensiones 3,5x9 mm o 3,5x16 mm.
2. Tornillo metal-metal LN punta normal de dimensiones 3,5x9 mm o 3,5x16 mm.
3. Remache ciego de aluminio AIA/AIA de dimensiones $d_1 = 3,2$ mm; $d_2 = 6,7$ mm y $L = 10,0$ mm.

Los tornillos disponen del marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 14566.

Los remaches son conformes a la norma UNE-EN ISO 15981.

2.6. Placas de yeso laminado interiores y sus componentes auxiliares

Las placas definidas para ejecutar la capa interior del sistema Aquapanel® WM111C son (véase la tabla 2.12):

- placas de interior e intermedia Knauf Standard A, placas estándar de yeso laminado con marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 520,
- placas de interior Knauf Standard Aluminio A+BV, placas estándar de yeso laminado con lámina de aluminio, con marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 14190.
- placas de interior e intermedia Knauf Impregnada H1, placas de yeso laminado con marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 520,
- placas de interior e intermedia Knauf Diamant DFH11R o Cortafuego DF, placas de yeso laminado con marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 520.

El empleo de otras tipologías de placas de yeso laminado es posible siempre que se compruebe que se mantienen las prestaciones del sistema indicadas en este documento.

Los componentes auxiliares para realizar el tratamiento de juntas de las placas de interior son:

1. Pastas con cinta.
 - Pasta Knauf Unik 1H, Unik Filler 30' y 1H, Unik Versátil 30' y Unik Hydro 1H. Pastas de fraguado rápido.
 - Pasta Knauf Unik 2H y 4H y Fugenfüller Leicht. Pastas de fraguado lento.
 - Pasta Knauf Unik Fill & Finish, Knauf Unik Fill & Finish Light, Knauf F2F Filler 2 Finish, Knauf Jointfiller 24H, Knauf Unik 24H. Pastas de secado.
 - Cinta de papel Knauf paper joint tape.
2. Pastas sin cinta.
 - Pasta Knauf Uniflott. Pasta de fraguado normal.
 - Pasta Knauf Uniflott Impregnado. Pasta de fraguado normal.

Todos los componentes indicados disponen del marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 13963 (véase la tabla 2.13).

Los elementos de fijación de las placas de yeso laminado Knauf de interior son:

1. Fijación a los montantes:
 - Tornillo TB 3,5x25, 3,5x35, 3,5x45 o 3,5x55. Tornillo de punta broca para la fijación de perfiles de hasta 2,25 mm de espesor.
2. Fijación a los canales:
 - Tornillo TN 3,5x25, 3,5x35, 3,5x45 o 3,5x55. Tornillo de punta de aguja (normal) para la fijación de perfiles de hasta 0,7 mm de espesor.
3. Fijación placa-placa interior (fijación entre las dos placas de yeso laminado):
 - Tornillo placa-placa PL-PL 5,5x38 de gran diámetro.

Las fijaciones mecánicas para su uso en placas de yeso laminado disponen del marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 14566.

2.7. Panel de aislamiento térmico

El panel de aislamiento térmico que debe ser utilizado en el sistema Aquapanel® WM111C es un panel semirrígido³ de lana mineral que reúnan las características indicadas en la tabla 2.14.

Los productos aislantes térmicos de lana mineral deben disponer del marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 13162.

³ El panel de aislamiento térmico debe tener la rigidez suficiente de modo que mantenga su posición en el interior de la subestructura durante su vida útil.

Posición de las capas en el sistema	Descripción de la capa	Componente (*)
1ª capa	(Uso 1)	Revestimiento exterior continuo Apdo. 2.2
	(Uso 2)	Sistema de revestimiento exterior Apdo. 4.1.4
2ª capa	Placa de la cara exterior Apdo. 2.3	Acabado pétreo o acabado liso
		Mortero base y malla de refuerzo del revestimiento
		Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor (1)
3ª capa	Lámina impermeable (**) Apdo. 2.4	Elementos de fijación de la placa
		Tratamiento de juntas de exterior (2)
4ª capa	Subestructura y aislamiento Apdo. 2.5 y 2.7	Barrera de agua Aquapanel® (3)
		Elemento de fijación de la lámina
		Canal (4)
5ª capa	Placa intermedia Apdo. 2.6	Montante (5)
		Panel de aislamiento (6)
		Knauf Standard A o Knauf Impregnada H1 o Knauf Diamant DFH1IR o Cortafuego DF o Knauf Standard Aluminio A+BV (7)
6ª capa	Placa de la cara interior Apdo. 2.6	Tratamiento de juntas de interior
		Elementos de fijación de la placa
		Knauf Standard A o Knauf Impregnada H1 o Knauf Diamant DFH1IR o Cortafuego DF
		Tratamiento de juntas de interior
		Elementos de fijación de la placa

(*) Entre paréntesis se indica la referencia del componente en la figura 1.1.

(**) Componente opcional (véase el apartado 4.1).

Tabla 2.1: Relación de componentes del sistema Aquapanel® WM111C.

Estado del mortero	Característica	Valor declarado	Referencia
En polvo	Tamaño de partícula (mm)	< 1,2	UNE-EN 1015-1
	Densidad (kg/m ³)	1300 ± 150	Método propio
En pasta (fresco)	Densidad (kg/m ³)	1650 ± 150	UNE-EN 1015-6
	Densidad (kg/m ³)	1450 ± 150	UNE-EN 1015-10
Endurecido	Resistencia a compresión (MPa)	6,5 ± 1 CS III (3,5 a 7,5)	UNE-EN 1015-11
	Absorción de agua por capilaridad kg/(m ² ·min ^{0,5})	≤ 0,2 (W2)	UNE-EN 1015-18
	Adherencia (MPa)	≥ 0,4	UNE-EN 1015-12
	Reacción al fuego	A1	RD 842/2013
	Coefficiente a la difusión del vapor de agua	15 < μ < 35	UNE-EN 1015-19
	Conductividad térmica (λ _{10,dry}) (W/m·K)	0,54	UNE-EN 1745
	Calor específico (J/(kg·K))	1000	UNE-EN ISO 10456

Tabla 2.2: Características del Mortero Superficial Aquapanel®.

Característica	Valor declarado	Referencia
Ancho (m)	1,00	---
Espesor (m)	0,8	---
Ancho de cuadrícula (mm)	5 x 5	---
Resistencia al desgarre (N/50 mm)	2500	UNE-EN 13496
Masa superficial (g/m ²)	160 ± 10	---

Tabla 2.3: Características de la Malla Superficial Aquapanel®.

Producto	Característica	Valor declarado	Referencia	
Mortero Acabado Pétreo GRC	Densidad en fresco (kg/m ³)	1650 ± 50	UNE-EN 1015-6	
	Densidad endurecido (kg/m ³)	1700 ± 50	UNE-EN 1015-10	
	Granulometría (%)	< 2 mm	99,5	UNE-EN 1015-1
		< 1 mm	76	
		< 0,5 mm	68	
	Resistencia a flexión (MPa)	CS II	UNE-EN ISO 178	
	Absorción de agua	(%)	< 8	Método propio
		(g/cm ³)	< 2,5	
	Impermeabilidad al agua (kg/m ² ·h ^{0,5})	W ₃ ≤ 0,1	UNE-EN 1062	
	Permeabilidad al vapor de agua (m)	Sd = 0,17 (Clase II)	UNE-EN 1062	
	Extracto seco (%)	76,5	C.1.1.2 anexo C ETAG 004	
Adherencia (MPa)	> 0,5	UNE-EN 1015-12		
Reacción al fuego	B-s2,d0	Apdo. 9.2.1		
Imprimación Fondo Pétreo GRC	Densidad (kg/m ³)	1500 ± 50	UNE-EN ISO 2811-1 a UNE-EN ISO 2811-4	

Tabla 2.4: Características de los componentes del acabado pétreo.

Producto	Característica	Valor declarado	Referencia
Pintura lisa flexible GRC	Densidad (kg/m ³)	1400 ± 50	UNE-EN ISO 2811-1 a UNE-EN ISO 2811-4
	Granulometría (%) > 40 μm	0,46	UNE-EN 1015-1
	Puenteados de fisuras (mm)	≤ 0,3	Método propio
	Impermeabilidad al agua (kg/m ² ·h ^{0,5})	W ₃ ≤ 0,1	UNE-EN 1062
	Permeabilidad al vapor de agua (m)	Sd = 0,4 (Clase II)	UNE-EN 1062
	Extracto seco (%)	65,7	Método propio
	Reacción al fuego	B-s1,d0	Apdo. 9.2.1
Imprimación GRC	Densidad (kg/m ³)	1050 ± 50	UNE-EN ISO 2811-1 a UNE-EN ISO 2811-4

Tabla 2.5: Características de los componentes del acabado liso.

Característica	Valor declarado	Referencia	
Espesor (mm)	12,5 ± 0,5	UNE-EN 12467	
Longitud (mm)	2400 ± 2		
Anchura (mm)	1200 ± 2		
Densidad (kg/m ³)	1260 ± 50		
Densidad en seco (kg/m ³)	1150 ± 50		
Masa superficial (kg/m ²)	15,8 ± 0,5		
Resistencia a la flexión (MPa)	Clase 2 (MOR > 7,0)		
	≥ 4,0	Apdo. 9.9	
Resistencia a tracción perpendicular a las caras (MPa)	> 0,65	UNE-EN 319	
Resistencia al cortante/punzonamiento (N)	Esquina (distancia al borde ≥ 21 mm)	≥ 250	Apdo. 9.10
	Borde (distancia al borde ≥ 15 mm)	≥ 270	
Resistencia de la fijación al atravesamiento (pull-through) (N)	≥ 390	ETA 07/0173	
Conductividad térmica (*), λ _{23/80} (W/m·K)	< 0,35	UNE-EN 12664	
		UNE-EN ISO 10456	
Coeficiente de difusión al vapor de agua, μ	66	UNE-EN ISO 12572	

Característica	Valor declarado	Referencia
Calor específico (J/(kg·K))	1000	UNE-EN ISO 10456
Dilatación térmica lineal (K ⁻¹)	7·10 ⁻⁶	UNE-EN 14617-11
Absorción de agua por capilaridad (g/m ² ·s)	< 3,0	UNE-EN ISO 15148 UNE-EN 772-11
Absorción de agua por inmersión (g/cm ³)	< 0,32	UNE-EN 12087
Expansión por humedad de 65% a 85% de HR	Longitud (mm/m)	0,2
	Espesor (%)	0,02
Retracción por humedad de 65% a 30% de HR	Longitud (mm/m)	- 0,4
	Espesor (%)	- 0,04
Reacción al fuego	A1	UNE-EN 13501-1

(*) Valor de diseño obtenido para condiciones de 23 °C y 80% de humedad relativa.

Tabla 2.6: Características de la placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor.

Producto	Característica	Valor declarado	Referencia
Mortero de juntas Aquapanel® Outdoor	Densidad aparente polvo (kg/m ³)	1200 ± 50	Método propio
	Densidad en fresco (kg/m ³)	1650 ± 50	UNE-EN 1015-6
	Densidad endurecido (kg/m ³)	1200 ± 50	UNE-EN 1015-10
	Resistencia a compresión (MPa)	6,5 ± 1	UNE-EN 1015-11
	Absorción de agua por capilaridad (kg/(m ² ·min ^{0,5}))	< 0,2	UNE-EN 1015-18
	Adherencia (MPa)	> 0,5	UNE-EN 1015-12
	Reacción al fuego	A1	RD 842/2013
Cinta de juntas Aquapanel® Tape 10 c.m	Color	Azul	---
	Ancho (mm)	100 y 200	---
Cinta de juntas Aquapanel® Exterior Reinforcing Tape 20 cm	Espesor (mm)	0,5 - 0,8	---
	Ancho de cuadrícula (mm)	4 x 4	---
	Resistencia al desgarre (N/50 mm)	2200	UNE-EN 13496
	Masa superficial (g/m ²)	160 ± 10	---

Tabla 2.7: Características de los componentes del tratamiento de juntas de exterior.

Característica	Tornillo Aquapanel® Maxi Screw		Referencia
	TB	TN	
Uso	Fijación a los montantes. Tornillo de punta broca para la fijación de perfiles de hasta 2,25 mm de espesor.	Fijación a los canales. Tornillo de punta de aguja (normal) para la fijación de perfiles de hasta 0,7 mm de espesor.	---
Diámetro x Longitud	4,2 x 25 mm 4,2 x 39 mm 4,2 x 55 mm	4,2 x 25 mm 4,2 x 39 mm	--
Material	Recubrimiento de acero al carbono endurecido y galvanizado		UNE-EN ISO 683-1 UNE-EN ISO 683-2 UNE-EN ISO 683-3
Protección a la corrosión	Duración clase C4		UNE-EN ISO 12944-6
Resistencia a la flexión	> 10°		UNE-EN 14566
Dureza	55 HRC (600 HV)		UNE-EN ISO 6508-1
Resistencia al arrancamiento tornillo/perfil (N)	> 850		Apdo. 9.11
Reacción al fuego	A1		UNE-EN 13501-1

Tabla 2.8: Características de los elementos de fijación de las placas.

Característica	Valor declarado	Referencia
	Barrera de agua Aquapanel® Water Barrier	
Ancho bobina (m)	1,50	UNE-EN 1848-2
Ancho útil (m)	1,40	
Espesor (mm)	0,50	UNE-EN 1849-2
Masa superficial (g/m ²)	130 ± 5	
Resistencia a la penetración de agua	Clase W1	UNE-EN 1928 (A)
Transmisión de vapor de agua (*) (m)	Sd ≤ 0,05	UNE-EN ISO 12572
Columna de agua (m)	1,5	UNE-EN ISO 811
Fuerza máxima a tracción (N/50 mm)	MD: 210 ± 30 XD: 150 ± 30	
Elongación a fuerza máxima (%)	MD: 50 ± 15 XD: 40 ± 15	UNE-EN 12311-1
Resistencia al desgarro (N/50 mm)	MD: 130 ± 30 XD: 130 ± 30	
Reacción al fuego	E	UNE-EN 13501-1

(*) Sd = μ · d. Donde: d = espesor de la lámina y μ = coeficiente de resistencia a la difusión al vapor de agua.

Tabla 2.9: Características de las láminas impermeables.

Características	Valor declarado	Referencia
Designación	Acero galvanizado (1.0226) DX51D +Z450 / +ZM250 Acero galvanizado (1.0241) S220GD +Z450 / +ZM250	UNE-EN 10327 UNE-EN 10346
Densidad (kg/m ³)	7850	
Fluencia A _{B0} (%)	≥ 22	
Límite de rotura (MPa)	DX51D: Rm ≥ 270 S220GD: Rm ≥ 300	
Límite elástico (MPa)	DX51D: Re ≥ 140 S220GD: Re ≥ 220	
Módulo de elasticidad (MPa)	E = 210000	UNE-EN 1993-1
Módulo a cortante (N)	G = 81000	
Coeficiente de Poisson en el rango elástico	ν = 0,3	
Coeficiente de expansión térmica (K ⁻¹)	α = 12 · 10 ⁻⁶ (para T ≤ 100 °C)	

Tabla 2.10: Características del material de los perfiles exteriores.

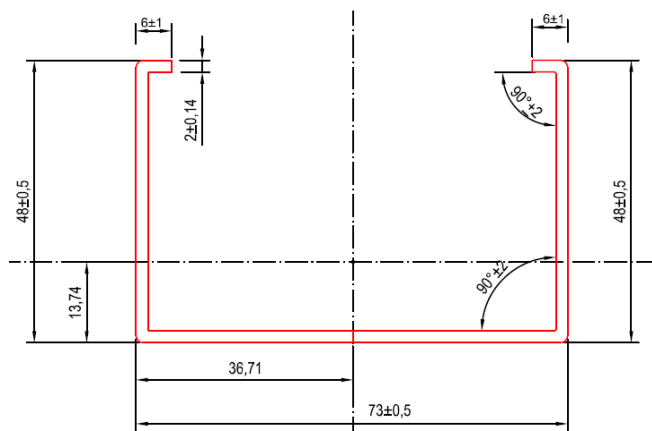


Figura 2.1a: Montante 75 x 50 x 2,0.

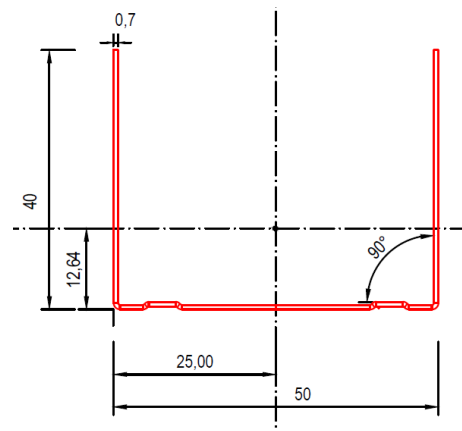


Figura 2.2a: Canal 50 x 40 x 0,7

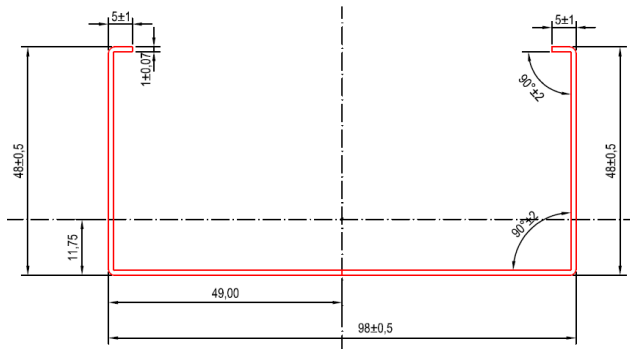


Figura 2.1b: Montante 100 x 50 x 1,0.

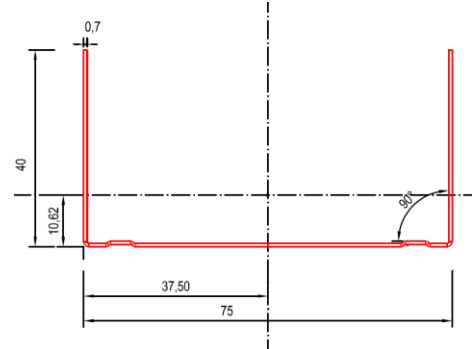


Figura 2.2b: Canal 75 x 40 x 0,7.

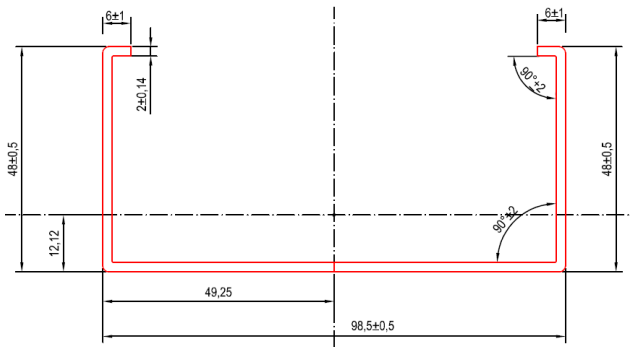


Figura 2.1c: Montante 100 x 50 x 2,0.

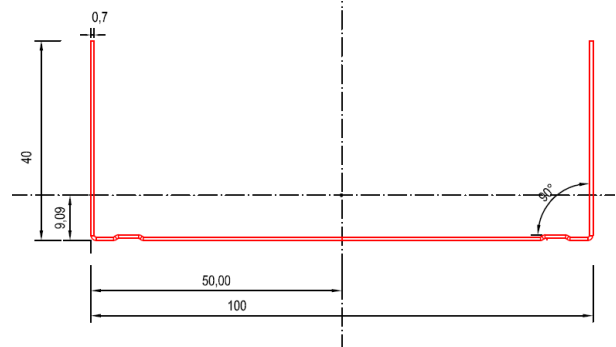


Figura 2.2c: Canal 100 x 40 x 0,7.

Perfil	Área (mm ²)	Momento de inercia		Distancia al c.d.g	
		I _{xx} (mm ⁴)	I _{yy} (mm ⁴)	x (mm)	y (mm)
Montante C75x50x2,0	310,4	88656	283002	36,7	13,7
Montante C100x50x1,0	173,2	47182	274068	49,0	11,8
Montante C100x50x2,0	355,3	94540	550652	49,2	12,1
Canal U50x40x0,7	74,8	13152	34303	25,0	12,6
Canal U75x40x0,7	89,5	14990	84550	37,5	10,6
Canal U100x40x0,7	102,3	16041	160238	50,0	9,1

Tabla 2.11: Características de los perfiles de la subestructura.

Característica	Valor declarado										Referencia
	Standard A			Impregnada H1	Diamant DFH1R		Standard Aluminio A+BV		Cortafuego DF		
Designación	A			H1	DFH1IR		A+BV		DF		
Espesor (mm)	12,5 ± 0,5	15,0 ± 0,5	18,0 ± 0,7	12,5 ± 0,5	12,5 ± 0,5	15,0 ± 0,5	12,5 ± 0,5	15,0 ± 0,5	12,5 ± 0,5	15,0 ± 0,5	
Longitud (mm)	Variable (-5,+0)										UNE-EN 520
Anchura (mm)	1200 (-4,+0)										
Densidad aparente seca (kg/m ³)	≥ 630			≥ 720	≥ 1000		≥ 600		≥ 800		
Masa superficial (kg/m ²)	8 ± 1	10,6 ± 1	14,3 ± 1	9,0 ± 1	12,8 ± 1	15,5 ± 1	9,1 ± 1	11,2 ± 1	≥ 10,0	≥ 12,0	
Gramaje del cartón (g/m ²)	< 190			< 190	< 190		< 220		< 190		UNE-EN ISO 536
Densidad del núcleo (kg/m ³)	≥ 600			≥ 600	≥ 1000		≥ 600		≥ 800		UNE-EN 520
Reacción al fuego	A2-s1,d0										RD 842/2013
Resistencia a la flexión longitudinal (MPa)	≥ 6,2	≥ 5,1	≥ 5,1	≥ 6,2	≥ 6,2	≥ 5,1	≥ 6,2	≥ 5,1	≥ 6,2	≥ 5,1	UNE-EN 520
Resistencia a la flexión transversal (MPa)	≥ 2,4	≥ 1,9	≥ 1,9	≥ 2,4	≥ 2,4	≥ 1,9	≥ 2,4	≥ 1,9	≥ 2,4	≥ 1,9	

Característica	Valor declarado					Referencia
	Standard A	Impregnada H1	Diamant DFH1R	Standard Aluminio A+BV	Cortafuego DF	
Conductividad térmica (W/m·K)	≤ 0,21	≤ 0,21	≤ 0,27	≤ 0,25	≤ 0,23	
Coeficiente de difusión al vapor de agua, μ	4 (húmeda) - 10 (seca)					UNE-EN ISO 10456
Calor específico (J/kg·K)	1000					
Espesor de la lámina de aluminio (μm)	---	---	---	30	---	UNE-EN 14190
Reacción al fuego de la lámina de aluminio	---	---	---	A1	---	RD 842/2013
Densidad del aluminio (kg/m^3)	---	---	---	2800	---	
Conductividad térmica de diseño de la lámina de aluminio (W/m·K)	---	---	---	160	---	UNE-EN ISO 10456
Resistencia a la difusión al vapor de agua de la lámina de aluminio (m)	---	---	---	Sd = 1500	---	

Tabla 2.12: Características de las placas de yeso laminado Knauf.

Producto	Característica	Valor declarado	Referencia	
Pastas con cinta	Designación de las pastas de fraguado	Compuesto mixto tipo 3B	UNE-EN 13963	
	Designación de la pasta de secado	Compuesto mixto tipo 3A		
	Reacción al fuego	A2-s1,d0		RD 842/2013
	Fisuras	Ausencia	UNE-EN 13963	
	Partículas gruesas (%)	200 μm		< 1
		315 μm		0
Adherencia (MPa)	> 0,25			
Cinta	Masa superficial (g/m)	7,5	---	
	Ancho (mm)	50		
	Resistencia a la rotura (N/50 mm)	≥ 4,0	UNE-EN 13963	
	Estabilidad dimensional (%)	$\Delta\epsilon_{\text{long}} \leq 0,4$		
		$\Delta\epsilon_{\text{anch}} \leq 2,5$		
Pasta sin cinta	Designación	Pasta sin cinta tipo 4B	UNE-EN 13963	
	Reacción al fuego	A1	RD 842/2013	
	Fisuras	Ausencia	UNE-EN 13963	
	Partículas gruesas (%)	200 μm		< 1%
		315 μm		0%
	Adherencia (MPa)	> 0,25		

Tabla 2.13: Características de los componentes del tratamiento de juntas de interior.

Característica	Valor declarado	Referencia
Espesor (mm)	entre 40 y 200 (tolerancia mínima T3)	UNE-EN 823
Densidad (kg/m^3) (*)	15 - 100	UNE-EN 1602
Conductividad térmica de diseño, λ_D (W/m·K)	0,040	UNE-EN 13162
Coeficiente de difusión al vapor de agua, μ	1	UNE-EN ISO 10456
Calor específico (J/kg·K)	1030	UNE-EN ISO 10456
Resistividad al flujo de aire ($\text{kPa}\cdot\text{s/m}^2$)	≥ 5	UNE-EN 29053
Absorción de agua a corto plazo por inmersión parcial (kg/m^2)	< 1,0	UNE-EN 1609
Absorción de agua a largo plazo por inmersión total	< 5,0%	UNE-EN 12087

(*) Los paneles de aislamiento térmico deben tener la rigidez suficiente de modo que mantengan su posición en el interior de la subestructura durante su vida útil. No se deberán permitir asentamientos de material debidos a su propio peso, aberturas de las juntas entre paneles, etc.

Tabla 2.14: Características de los paneles de aislamiento térmico.

3. Fabricación, control de producción y almacenamiento

3.1. Fabricación

Todos los componentes del sistema Aquapanel® WM111C, excepto los anclajes de la subestructura, los acabados, imprimaciones para el Uso 1 y el sistema de hoja exterior para el Uso 2, son distribuidos en España por Knauf GmbH España y fabricados por empresas proveedoras evaluadas bajo las especificaciones de Knauf GmbH España.

Los componentes se controlan y almacenan en las siguientes plantas de producción de Knauf GmbH España:

- Ctra. de Inca, km 2,8. ES-18130 Escúzar (Granada).
- Ctra. de Berga, km 28,5. ES-25285 Guixers (Lleida).

Las placas de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor son fabricadas en las siguientes plantas de fabricación:

- Knauf Aquapanel GmbH & Co. KG. Zur Helle 11. DE-58638 Iserlohn (Alemania).
- Knauf Aquapanel ABEE. 2nd Industrial Zone of Volos. GR-37000 Volos (Grecia).

Las placas de yeso laminado son fabricadas en las siguientes plantas de fabricación:

- Ctra. de Inca, km 2,8. ES-18130 Escúzar (Granada).
- Ctra. de Berga, km 28,5. ES-25285 Guixers (Lleida).

3.1.1. Materias primas

Las materias primas que se utilizan para la fabricación de las placas de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor son: cemento portland, áridos ligeros, malla de fibra de vidrio y aditivos.

Las materias primas que se utilizan para la fabricación de las placas Knauf de yeso laminado son: yeso, bobinas de cartón, aditivos y lámina de aluminio en el caso de la Standard Aluminio A+BV.

3.1.2. Proceso de fabricación

El proceso de fabricación de las placas de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor consta de las siguientes etapas: dosificación, amasado, realización de la placa núcleo, colocación de la malla de fibra, fraguado inicial, corte, secado, paletizado y embalaje.

El proceso de fabricación de las placas Knauf de yeso laminado consta de las siguientes etapas: trituración de la piedra de yeso, molienda, calcinación, mezcla, formación de la placa Knauf de yeso laminado, proceso de fraguado, corte inicial, secado, corte final, paletizado y embalaje.

3.1.3. Presentación del producto

Los componentes del sistema Aquapanel® WM111C, se presentan tal y como se indica en la tabla 3.1.

3.2. Control de la producción

Knauf GmbH España controla que todos los componentes del sistema Aquapanel® WM111C son conformes con las especificaciones indicadas en el capítulo 2 mediante la aplicación del Plan de Control acordado con el ITEC.

Knauf GmbH España dispone de un Sistema de Gestión de Calidad que es conforme con las exigencias de la norma UNE-EN ISO 9001 para la fabricación de placas Knauf de yeso laminado y para la comercialización de perfiles metálicos y otros componentes del sistema constructivo. Certificado número ER-0907/1998 emitido por AENOR.

El control que Knauf GmbH España realiza sobre cada uno de los componentes del sistema se ajusta a las particularidades de fabricación, compras y suministro de cada uno de los componentes:

- Las placas Knauf de yeso laminado se controlan en cada una de las fábricas a través de las distintas fases de fabricación (control de materia prima, proceso de fabricación y producto final).
- El control de la fabricación de las placas de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor es realizado por Knauf Aquapanel GmbH & Co. KG que tiene implantado un Sistema de Gestión de Calidad conforme con la norma DIN EN ISO 9001. Número de informe 130003322 y número de registro MPA NRW Q221 emitido por MPA NRW. Knauf GmbH España realiza controles de los productos comprados requiriendo, cuando es necesario, la documentación relativa al control de la fabricación de estas placas.
- El control del resto de componentes del sistema es realizado por Knauf GmbH España que selecciona como proveedores a empresas fabricantes en disposición de un control de producción en fábrica que se ajusta a sus especificaciones para la fabricación de los distintos componentes, solicitando para su control certificados periódicos de conformidad con las especificaciones del producto.

En el Dossier Técnico del presente DAU queda recogida toda la información relativa al Plan de Control.

3.3. Control de ejecución en obra

Durante la ejecución del sistema Aquapanel® WM111C en la obra, el técnico responsable deberá llevar a cabo un control que garantice que la ejecución del sistema se realiza conforme a la solución adoptada en el proyecto y considerando los criterios indicados en el capítulo 4 de este documento DAU (véase también el apartado 3.4.3)

Componente	Tipo de paquete	Cantidad por paquete	Información del etiquetado
Placas de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor	Palé	25 placas	Nombre de la empresa / Código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Medidas nominales / Cantidad por palé / Peso / Marcado CE
Placas Knauf Standard A, Impregnada H1, Diamant DFH11R y Cortafuego DF	Palé	de 24 a 50 placas	Nombre de la empresa / Fecha de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Medidas nominales / Cantidad por palé / Tipo de borde / Marcado CE
Placas Knauf Impregnada H1	Palé	60 placas	
Placas Knauf Diamant DFH11R	Palé	30 placas	
Placas Knauf Standard Aluminio A+BV	Palé	de 28 a 36 placas	
Láminas impermeables	Rollo	75 m	Nombre de la empresa / Código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Medidas nominales / Peso / Marcado CE
Tornillos	Caja	250 o 500 unidades	Nombre de la empresa / Código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Medidas nominales / Cantidad
Cinta de juntas de exterior 10 cm Cinta de juntas de exterior 20 cm	Rollo	50 m	Nombre de la empresa / Código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Medidas nominales
Mortero de juntas Aquapanel® Outdoor	Saco	10 kg	Nombre de la empresa / Fecha y código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Peso
Malla superficial Aquapanel®	Rollo	50 m	Nombre de la empresa / Código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Medidas nominales
Mortero superficial Aquapanel® Outdoor	Saco	25 kg	Nombre de la empresa / Fecha y código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Peso / Marcado CE
Imprimación Fondo Pétreo GRC	Cubo	25 lts	Nombre de la empresa / Fecha y código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Peso / Características técnicas
Mortero Acabado pétreo GRC			
Imprimación GRC	Garrafa	10 lts	
Pintura Lisa Flexible GRC	Cubo	15 lts	
Pasta de juntas de interior	Saco	de 20 a 25 kg	Nombre de la empresa / Fecha y código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Peso
Cinta juntas de interior	Rollo	de 23 a 150 m	Nombre de la empresa / Código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Medidas nominales
Paneles de aislamiento	Palé	Según proveedor	Nombre de la empresa / Código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Medidas nominales / Cantidad por palé / Marcado CE
Perfiles para Montantes	Embalado en cartón	Variable según obra	Nombre de la empresa / Fecha de fabricación / Tipo de producto / Medidas nominales / Marcado CE
Perfiles para Canales	Embalado en cartón	Variable según obra	

Tabla 3.1: Presentación de los componentes del sistema Aquapanel® WM111C.

3.4. Almacenamiento, transporte y recepción en obra

3.4.1. Almacenamiento

Los componentes del sistema Aquapanel® son almacenados en las instalaciones de Knauf GmbH España o en los almacenes de sus proveedores o distribuidores hasta que son transportados a obra.

Tanto en el almacén como en la obra deben controlarse las condiciones de este almacenamiento de modo que los productos no sufran desperfectos o malos usos. Debe considerarse que los distintos componentes, y en especial las placas de cemento Knauf Aquapanel®

Outdoor y las placas Knauf de yeso laminado, tienen que estar protegidos de la intemperie (es de especial importancia proteger las placas de la humedad y de la radiación solar), y los palés de las placas deberán disponerse sobre una superficie firme, plana y nivelada. Es importante evitar que las placas se deformen antes de su instalación.

Para el correcto almacenamiento, manipulación y traslado de los distintos componentes del sistema Aquapanel® se deberá seguir la normativa vigente en cuanto a prevención de riesgos laborales y las recomendaciones incluidas en las fichas técnicas de los componentes y hojas de seguridad.

3.4.2. Transporte

El transporte de los componentes del sistema Aquapanel® puede ser realizado por cualquier medio convencional siempre que se tenga en cuenta que estos componentes no deben sufrir deterioro o desperfectos en ninguna de las fases de este proceso: carga, transporte y descarga (véase también el apartado 6.2).

Los componentes deben protegerse de la lluvia, humedad o exposición solar excesiva durante su transporte.

3.4.3. Control de recepción en obra

Al recibir los componentes en la obra, se deberá controlar, al menos mediante una inspección visual, el estado del material suministrado.

En particular, se debe considerar:

- Las placas de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor y las placas Knauf de yeso laminado no deben presentar fisuras, roturas, deformaciones ni humedades, especialmente en sus bordes.
- No se deberían admitir componentes que se encuentren fuera de las especificaciones indicadas en los distintos apartados del capítulo 2.
- No se admitirá corrosión, golpes o deformaciones en los componentes metálicos del sistema.
- Los productos suministrados en cajas no deberán presentar deterioro del embalaje y deberán recibirse debidamente precintados.

Se recomienda que el fabricante o suministrador presente certificados conforme a que el producto suministrado sea el especificado en el proyecto.

4. Criterios de proyecto

4.1. Criterios de diseño

4.1.1. Variantes del sistema

El proyectista que adopte como solución constructiva en su proyecto el sistema Aquapanel® WM111C, deberá tener en cuenta las variantes de soluciones constructivas que se consideran en el presente (véase la tabla 4.2).

- En el caso del sistema para el Uso 1 (sistema completo de cerramiento de fachada, véase el apartado 1.2), las variantes de revestimientos continuos que pueden ser aplicados sobre la placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor (véanse las tablas 2.4 y 2.5) se basan en considerar siempre el uso de la capa base añadiendo el acabado y, cuando sea necesario, la imprimación seleccionada por el proyectista y que cumpla con las especificaciones indicadas en el apartado 4.1.3.
- En el caso del sistema para el Uso 2 (hoja interior de fachada, véase el apartado 1.2), se deberán tener en cuenta las especificaciones indicadas en el apartado 4.1.4.
- La lámina auxiliar para impermeabilización es un componente que puede ser incluido en el sistema, teniendo especial cuidado en zonas de exposición intensa a la lluvia y en tramos de fachada donde el acabado continuo pueda ser interrumpido (p.ej. conexiones con los huecos de fachada).

En el caso del sistema para el Uso 2, la estanqueidad al agua de lluvia debe quedar garantizada por la hoja exterior a la que se puede adosar el sistema Aquapanel® WM111C. En su defecto debe incorporarse la lámina auxiliar para la impermeabilización al sistema (véase el apartado 4.4.1).

- Los anclajes de los raíles de la subestructura a la estructura soporte deberán elegirse en función del material y tipo de soporte (véase la tabla 4.3).

El proyecto de una fachada completa con el sistema se deberá diseñar teniendo en cuenta los criterios indicados a lo largo del presente capítulo 4.

Para indicar las características prestacionales del sistema, se han considerado dos variantes básicas (véase la tabla 4.1). Las características prestacionales del resto de variantes del sistema se deberán determinar en cada caso teniendo en cuenta los criterios indicados en los sucesivos apartados de este capítulo.

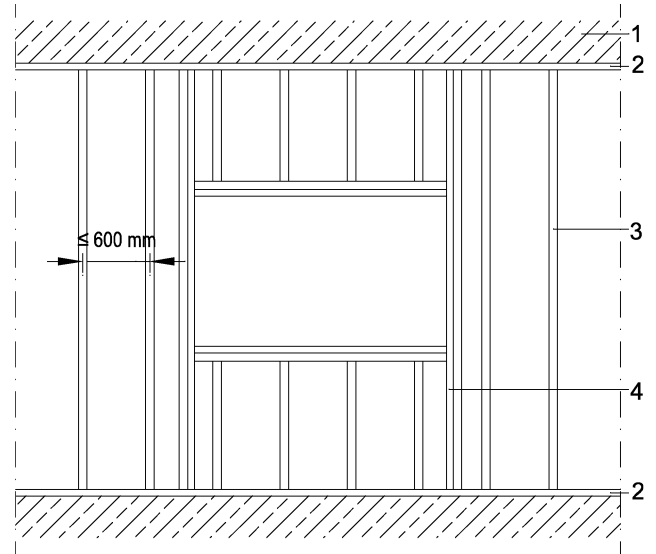
A modo de simplificación, para las variantes V2 a V4 del sistema se podrán utilizar los datos prestacionales de la solución V1. Asimismo, para la variante V6 se podrán utilizar los datos prestacionales de la variante V5.

4.1.2. Diseño del sistema

Para el correcto diseño del sistema Aquapanel® WM111C se deberá considerar lo siguiente:

- La fachada se deberá modular en la fase de proyecto de modo que se racionalice el uso de material evitando desperdicios y cortes innecesarios. Para ello se deberá tener en cuenta la distancia entre montantes, así como el tamaño de las placas exteriores e interiores (véanse los capítulos 2 y 6).
- La distancia máxima admisible entre los montantes verticales es 600 mm siendo la modulación estándar 400 mm o 600 mm, dependiendo de la altura entre forjados y la acción de viento aplicable.
- Los huecos deben disponer de una subestructura auxiliar propia y adicional a la subestructura del sistema. Esta subestructura auxiliar de hueco deberá ser elegida en función de la dimensión del hueco y del tipo de carpintería considerada en el proyecto (véase la figura 4.1).
- Las placas interiores deben colocarse en posición vertical mientras que las placas exteriores deben colocarse en posición horizontal. En todos los casos, las juntas verticales deben coincidir siempre con un montante.
- En el caso de que se necesite más de una placa interior para cubrir la altura, las juntas horizontales entre dos placas contiguas nunca serán coincidentes, sino que deberán estar desfasadas (como mínimo 400 mm).
- Se recomienda que las juntas horizontales entre placas exteriores no coincidan con el canto del forjado ni las juntas verticales coincidan con los pilares. Asimismo, se recomienda que las juntas entre placas no coincidan con las esquinas del cerco de las aberturas.
- Se deben prever juntas de dilatación verticales cada 15 m y horizontales cada 2 o 3 plantas.

En el capítulo 5 se aportan los principales detalles constructivos del sistema.



1. Estructura soporte
2. Canal de la subestructura del sistema
3. Montante de la subestructura del sistema
4. Subestructura auxiliar para formación de aberturas.

Figura 4.1: Subestructura del sistema.

4.1.3. Acabado e imprimación del revestimiento exterior (Uso 1)

El sistema Aquapanel® WM111C, para su uso como cerramiento completo de fachada (Uso 1) debe completarse con la capa de acabado y, cuando sea necesario, con la imprimación correspondiente. Estos componentes deben ser seleccionados por el proyectista siguiendo las especificaciones indicadas en las tablas 2.4 y 2.5.

4.1.4. Sistema de revestimiento exterior de fachada (Uso 2)

El cerramiento de fachada en el que se utilice el sistema Aquapanel® WM111C como hoja interior (Uso 2) se debe completar con un sistema de revestimiento exterior que cumpla con las siguientes especificaciones mínimas. Se consideran aquí dos tipologías:

Sistema de hoja exterior de fachada ventilada (FV)

- Los puntos fijos de la subestructura (ménsulas de sustentación) pueden estar fijados a frentes de forjado, o bien a perfiles, si las cargas verticales excéntricas y horizontales no superan las resistencias máximas declaradas en las tablas 9.8a y 9.8b, considerando los debidos coeficientes de seguridad. Los puntos deslizantes (ménsulas de retención) tendrán que estar fijados a los montantes de la subestructura del sistema Aquapanel® WM111C, siempre que esta estructura:
 - Sea de montantes de espesor mayor o igual a 1 mm.
 - Se compruebe que resiste las acciones mecánicas que la hoja exterior le pueda

transmitir. En la tabla 9.8 se aportan datos resistentes de esta unión.

- Se recomienda que el kit de hoja exterior de la fachada ventilada disponga: bien del marcado CE conforme al documento de evaluación europea (EAD) que le corresponda o bien de una evaluación para la adecuación al uso.

Sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE)

- El mortero adhesivo para la fijación del SATE sobre la placa Knauf Aquapanel® Outdoor deberá disponer de una adherencia mínima de 0,3 MPa.
- Las fijaciones complementarias para la fijación del SATE deberán hacerse coincidir con los montantes de espesor mayor o igual a 1 mm de la subestructura del sistema Aquapanel® WM111C.
- Se recomienda que el SATE disponga del marcado CE conforme al documento de evaluación europea (EAD) que le corresponda.

Sistema	Núm. variante	Designación
Aquapanel® WM111C	V1	12,5PAqu (sin rev.) + LImp + SExt75x50(+MW) + 12,5Standard + 15Standard(AL)
	V5	12,5PAqu (sin rev.) + LImp + SExt100x50(+MW) + 15Standard + 15Standard(AL)

Donde: PAqu = Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor; LImp = Lámina impermeable; SExt = Subestructura del sistema; MW = lana mineral.

Tabla 4.1: Variantes básicas del sistema Aquapanel® WM111C.

Número de variante	Placa cara exterior PAqu	Subestructura del sistema (SExt)				Placa intermedia Standard A	Placa cara interior Standard Aluminio A+BV (***)	Espesor total (mm)
		Ancho	Espesor del perfil (*)		Mínimo espesor aislante (**)			
V1	12,5	75	1	2	60	12,5	15,0	115,0
V2	12,5	75	1	2	60	15,0	15,0	117,5
V3	12,5	75	1	2	60	18,0	15,0	120,5
V4	12,5	100	1	2	90	12,5	15,0	140,0
V5	12,5	100	1	2	90	15,0	15,0	142,5
V6	12,5	100	1	2	90	18,0	15,0	145,5

(*) La selección del espesor del montante depende de las acciones mecánicas a las cuales esté sometida la subestructura metálica.

(**) El espesor mínimo de aislante puede ser obtenido a partir de un solo panel de aislamiento o por la suma de dos placas de menor espesor. En el caso de utilizar lana mineral Ultracoustic el espesor mínimo indicado debe aumentarse al menos 10 mm. El aislamiento debe ocupar todo el espesor de la cavidad.

(***) Esta tipología de placas también puede ser de espesor 12,5 mm siempre que se mantenga el espesor total de la suma de la placa intermedia y la placa de la cara interior.

Las dimensiones de los componentes se dan en mm.

Tabla 4.2: Variantes del sistema Aquapanel® WM111C.

Anclajes		Especificación mínima		
Característica		Hormigón o albañilería	Metálicos	Madera
Tipo de soporte				
Tipo y uso		<ul style="list-style-type: none"> Anclajes metálicos. Anclajes con taco plástico. Anclajes por inyección. 	Tornillos autotaladrantes con rosca autorroscante.	Tornillo para madera
Diámetro mínimo	Fijación	Ø 6,0 mm	Ø 6,0 mm	Ø 6,0 mm
	Arandela	Ø 10,0 mm	Ø 10,0 mm	Ø 10,0 mm
Material		Acero con protección frente a la corrosión o acero inoxidable (A2 o A4).		
Resistencia al arrancamiento (i)		≥ 2,0 kN o superior a la reacción vertical en la unión del rail debida a la acción de viento y peso propio.		
Resistencia a cortante sobre chapas de 2 y 3 mm		≥ 2,0 kN o superior a la reacción horizontal en la unión del rail debida a la acción de viento.		
Marcado CE		Cuando sea posible se recomienda que los anclajes dispongan del marcado CE según el DEE (EAD) correspondiente (véase www.eota.eu). Por ejemplo: anclajes metálicos para uso en hormigón; anclajes de plástico; anclajes metálicos por inyección para fábrica de albañilería.		El anclaje debe disponer de marcado CE según la norma UNE-EN 14592.

Anclajes	
Característica	Especificación mínima
Servicio	En la elección de los anclajes se recomienda considerar las condiciones de servicio a las que estarán sometidos (dirección de las acciones, tipo de hormigón, tipo de obra de fábrica, distancias mínimas al borde, etc.)
(i) A garantizar sobre los materiales del soporte.	

Tabla 4.3: Especificaciones generales de los anclajes entre los raíles y los soportes.

4.2. Seguridad estructural

El sistema Aquapanel® WM111C no contribuye a la resistencia y estabilidad de la estructura de la edificación. Sin embargo, debe justificarse mediante cálculo que la solución adoptada para el sistema Aquapanel® WM111C resiste las acciones previstas en su función de cerramiento

En el caso de que el proyectista lo requiera, el departamento técnico de Knauf GmbH España puede facilitar asesoramiento específico para el proyecto.

La estructura soporte del sistema Aquapanel® WM111C deberá tener la resistencia y estabilidad adecuada para soportar las cargas transmitidas por el cerramiento.

El sistema deberá diseñarse para ser compatibles con los movimientos de la estructura soporte. Para ello se deberán tener en cuenta las limitaciones impuestas por el CTE a la estructura soporte (p.ej. la limitación a flecha de los forjados).

Las acciones a las cuales va a estar sometida la fachada y la estructura deberán definirse en función de la geometría general del edificio y su situación topográfica teniendo en cuenta el DB-SE del CTE.

Para el cálculo de las acciones de viento, se deberá considerar que los extremos de las fachadas o esquinas salientes expuestas son las zonas más expuestas al viento y genera esfuerzos del orden del doble que en el centro del paño.

De la subestructura del sistema debe determinarse la modulación adecuada de los montantes verticales (400 mm o 600 mm) y el número y disposición de las fijaciones de la subestructura a la estructura soporte.

Como referencia, en los cálculos se pueden considerar: un coeficiente mínimo de mayoración de la acción del viento, $\gamma_Q = 1,50$, un coeficiente mínimo de minoración de resistencia del material, $\gamma_m = 1,10$ y un coeficiente mínimo de seguridad sobre la resistencia del anclaje a la estructura soporte, $\gamma_{anc} = 3,00$. En caso de zonas sísmicas, las acciones debidas al sismo se ponderarán con un coeficiente mínimo, $\gamma_s = 1,30$ y se tendrán en cuenta simultáneamente todas las acciones.

Para la evaluación de la resistencia y estabilidad del sistema objeto del presente DAU se han considerado las acciones especificadas en el punto 3.3 del DB SE AE del CTE. En cualquier caso, para las distintas situaciones se deberán realizar estudios específicos.

La resistencia frente a la acción del viento del sistema debe calcularse teniendo en cuenta:

- La tensión máxima en los montantes (véase el límite elástico del material en la tabla 2.11).
- La tensión máxima en las alas de los raíles.
- Una flecha máxima de los montantes $L/250$.
- La resistencia a flexión de la placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor (véase la tabla 2.6).
- La resistencia al atravesamiento de los tornillos sobre la placa (véase la tabla 2.8).

El tipo de anclaje de la subestructura del sistema a la estructura soporte debe elegirse individualmente para cada proyecto en función del tipo de soporte y del valor de las acciones que intervienen, garantizando la resistencia, estabilidad y la durabilidad del sistema.

Los anclajes de la subestructura del sistema a la estructura soporte deben cumplir con las normas que le sean de aplicación (véase la tabla 4.3).

4.3. Seguridad en caso de incendio

4.3.1. Reacción al fuego

Tal como se establece en el apartado 9. 1:

- La clasificación de reacción al fuego por la cara interior del sistema Aquapanel® WM111C es A2-s1,d0, por tanto, cumple con las exigencias indicadas en la sección SI1 del DB-SI del CTE para propagación interior.

Los revestimientos interiores de acabado deberán elegirse de modo que también cumplan con las exigencias indicadas en la sección SI1 del DB-SI del CTE.

- La clasificación de reacción al fuego por la cara exterior del sistema Aquapanel® WM111C es:
 - Uso 1: B-s1,d0 siempre que los acabados e imprimaciones cumplan con las especificaciones indicadas en las tablas 2.4 y 2.5. Por tanto, cumplen con las exigencias para propagación exterior en fachadas indicadas en la sección SI2 del DB SI del CTE.
 - Uso 2: dependerá de la clasificación de reacción al fuego del revestimiento exterior continuo y del sistema de hoja exterior de fachada ventilada (FV) o del sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE), respectivamente, que se utilice

junto con el sistema Aquapanel® WM111C. La composición final del conjunto del sistema determina la prestación de reacción al fuego.

4.3.2. Resistencia al fuego

Tal como se establece en el apartado 9.2, el sistema Aquapanel® WM111C tiene una clasificación de resistencia al fuego mínima EI 60, por tanto, cumple con las exigencias para propagación exterior en fachadas indicadas en la sección SI2 del DB-SI del CTE.

Estos valores son aplicables a todas las variantes del sistema consideradas en el apartado 4.1 siempre que se utilicen los componentes indicados en el capítulo 2.

4.4. Salubridad

4.4.1. Grado de impermeabilidad al agua de lluvia

Según se establece en el apartado 2.3.1 de la sección HS1 del DB-HS del CTE, el grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de precipitaciones se obtiene en la tabla 2.7 de dicho DB en función de la zona pluviométrica de promedios y el grado de exposición al viento correspondiente al lugar de ubicación del edificio.

Para definir el grado de impermeabilidad de una fachada que contenga el sistema Aquapanel® WM111C, se deberá considerar la equivalencia de los elementos del sistema respecto a las condiciones de fachada indicadas en la sección HS1 del DB HS del CTE, estableciendo el nivel de prestación (R, B y C) teniendo en cuenta adicionalmente los ensayos del sistema y componentes de las capas exteriores indicados en el capítulo 9.

A continuación, se indican los niveles de prestación asignados según el uso previsto para el sistema.

Sistema con revestimiento exterior continuo para su uso como cerramiento completo de fachada (Uso 1)

R. Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

Teniendo en cuenta los resultados del ensayo de estanqueidad al agua de lluvia (véase el apartado 9.3) y el ensayo de comportamiento higrotérmico (véase el apartado 9.16.2) las siguientes características de las capas exteriores de los sistemas (placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor y los revestimientos continuos de acabado pétreo y acabado liso) indicadas en este documento:

- Espesor mínimo (véase el apartado 2.2).
- Absorción de agua por capilaridad antes y después de ciclos de envejecimiento acelerado (véanse los apartados 9.4 y 9.19.1).
- Adherencia al soporte antes y después de ciclos de envejecimiento (véanse los apartados 9.19.1 y 9.19.2).

- Permeabilidad al vapor de agua (véase el apartado 9.5).
- Comportamiento a flexión del soporte (véase el apartado 9.19.2).
- El revestimiento presenta una adecuada adaptación a los movimientos del soporte (placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor y su tratamiento de juntas).

En consecuencia, se puede considerar, para los sistemas Aquapanel® WM311C y WM411C, un nivel de prestación **R3**.

C. Composición de la hoja principal:

Según el rango de anchos de las variantes del sistema Aquapanel® WM111C indicados en la tabla 4.1, y los datos de absorción de agua por capilaridad indicados en el apartado 9.4, se puede considerar, para el sistema Aquapanel® WM111C, un nivel de prestación **C1**, ya que las variantes consideradas tienen un ancho inferior a 240 mm.

Por consiguiente, dado los niveles de rendimiento asignados, se puede concluir que el sistema Aquapanel® WM111C, con revestimiento continuo para su uso o cerramiento completo de fachada, cumple con el grado 5 de impermeabilidad según la definición de la tabla 2.7 de la sección HS1 del DB HS del CTE.

Sistema de hoja interior de fachada (Uso 2)

R: Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

Esta prestación no es aplicable directamente al sistema Aquapanel® WM111C para este uso. La estanqueidad al agua de lluvia debe quedar garantizada por el revestimiento exterior continuo del SATE que se adosa al sistema Aquapanel® WM111C.

Se recomienda que el SATE disponga del marcado CE conforme al documento de evaluación europea (EAD) que le corresponda.

B: Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua:

Esta prestación no es aplicable directamente al sistema Aquapanel® WM111C, sino a la hoja exterior de la solución constructiva de la fachada ventilada. Se puede atribuir un nivel de prestación **B3** a la solución de fachada ventilada siempre que cumpla con las exigencias de la sección HS1 del DB-HS del CTE, relativas a la protección frente a la humedad.

Si la hoja exterior de la fachada ventilada no cumple con los requisitos de estanqueidad definidos en dicha sección (por ejemplo, no disponerse un aislante no hidrófilo por el exterior), debe añadirse la barrera de agua Aquapanel® Water Barrier desde el principio. Esto también es

especialmente necesario en los casos donde la cámara de aire ventilada se interrumpe (p. ej., en dinteles o huecos), y no existe un sistema adecuado de recogida y evacuación de agua.

Asimismo, se recomienda realizar una verificación in situ de los detalles constructivos de la fachada ventilada por parte de la dirección facultativa o personal especializado, para asegurar que los elementos de impermeabilización y evacuación del agua cumplen con las especificaciones del proyecto.

C. Composición de la hoja principal:

Véase la composición de la hoja principal para el Uso 1.

En consecuencia, dado los niveles de prestación asignados, se puede concluir que el sistema Aquapanel® WM111C como hoja interior, puede alcanzar hasta el grado 5 de impermeabilidad según la definición de la tabla 2.7 de la sección HS1 del DB HS del CTE, con los complementos de revestimiento arriba indicados.

En el caso de que el proyectista lo requiera, el departamento técnico de Knauf GmbH España puede facilitar asesoramiento específico para el proyecto.

4.4.2. Limitación de condensación

En relación a la exigencia de la sección HS1 del DB-HS del CTE respecto a la limitación de condensaciones, en cada proyecto se deberán realizar las comprobaciones necesarias según la variante constructiva que se utilice, teniendo en cuenta las características higrotérmicas exteriores (dependen de la ubicación del edificio), las características higrotérmicas interiores (dependen del uso del edificio), y las características higrotérmicas de los materiales indicadas en este documento.

Para realizar estas comprobaciones se deberá seguir lo indicado en la sección HE1 del DB-HE del CTE y el documento de apoyo de comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales de cerramientos DA DB-HE/2.

En el apartado 9.6. se han realizado las comprobaciones de las variantes más representativas del sistema Aquapanel® considerando⁴ las zonas climáticas recomendadas según se define en la tabla 9.7.

Tomando como referencia los resultados obtenidos en estas comprobaciones, se deberán tener en cuenta los siguientes criterios:

- Las condensaciones superficiales dependen principalmente del aislamiento térmico y, por tanto,

para evitar condensaciones superficiales, se deberá colocar mayor espesor de aislamiento.

- Las condensaciones intersticiales dependen de la combinación de aislamiento y permeabilidad al vapor de cada una de las capas y también de la posición de estas capas dentro del cerramiento. Para evitar condensaciones intersticiales, se pueden colocar barreras de vapor en la cara caliente (capas interiores) del cerramiento, o aumentar el aislamiento siempre que sea muy permeable al vapor de agua.

En el sistema Aquapanel® WM111C, parte de esta barrera de vapor es atribuible a la lámina de aluminio de la placa Knauf de yeso laminado interior, sin embargo, en algunas zonas climáticas y/o en algunos puntos singulares de puentes térmicos, es posible que sea necesario reforzar esta barrera de vapor.

4.4.3. Estanqueidad al aire

La estanqueidad al aire del sistema Aquapanel® WM111C se asegura con una correcta ejecución de las juntas entre placas y de los encuentros de estas placas con otros elementos de la edificación (huecos de ventanas y puertas, encuentros con la estructura, etc.).

En particular se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Las placas que forman parte del sistema pueden considerarse en sí mismas como estancas al aire, no dejan pasar el aire a través de ellas.
- Las juntas entre las placas son de pequeñas dimensiones y quedan completamente selladas con los componentes del tratamiento de juntas (véanse los apartados 2.3 y 2.6).
- Los encuentros de las placas con los forjados, pilares, y huecos definidos en el capítulo 5 se han diseñado de modo que no permiten el paso del aire a través de las juntas entre ellos. Cada una de las juntas en los encuentros debe llevar su correspondiente tratamiento.
- En el caso de empotrar cajas de instalaciones en la cara interior, se deberá prestar mucha atención al correcto sellado de éstas.

4.5. Seguridad de utilización

La seguridad de utilización del sistema se evalúa a partir de los resultados de los ensayos de impacto por el exterior, impacto por el interior, resistencia frente a fuerzas puntuales horizontales y la consideración de otros aspectos como la equipotencialidad de los componentes metálicos de la subestructura⁵.

⁴ No se ha considerado el balance anual de humedad y cantidad máxima de humedad debida a la condensación intersticial. Véase la norma UNE-EN ISO 13788.

⁵ La conexión equipotencial deberá realizarse de acuerdo a lo especificado en la sección SUA 8 del CTE DB-SUA, el apartado 4.18 de la norma UNE-EN 13830 y a la normativa que sea de aplicación según legislación vigente, tal como el REBT.

4.5.1. Impacto por el exterior

En relación con el impacto por el exterior, los sistemas Aquapanel® WM111C tienen, como mínimo, la siguiente categoría de uso, tal como se define en el EAD 090120-01-0404 *Kits para sistemas de paredes exteriores no portantes formadas por paneles minerales* (véase el apartado 9.8.2):

- Categoría II de impacto por el exterior⁶:

Esta categoría significa que el grado de exposición en uso correspondería a una zona propensa a impactos de objetos arrojados, condicionado a localizaciones públicas donde la altura del kit limitará la magnitud del impacto o, en niveles más bajos del edificio, condicionado a que se ejerza cierto cuidado respecto a los impactos.

4.5.2. Impacto por el interior

En relación al impacto por el interior, el sistema Aquapanel® WM111C tiene, como mínimo, la siguiente categoría de uso, tal como se define en el EAD 210005-00-0505 *Kit de tabiquería interior para paredes no portantes* (véase el apartado 9.10.1):

- Categoría I de impacto interior⁷.

Corresponde a zonas accesibles en las que existe un elevado control de los riesgos de impacto sobre la pared o mal uso de ella. La equivalencia respecto a las categorías de uso indicadas en la norma UNE-EN 1991-1-1 es Categoría A y B.

Esta categoría puede verse incrementada hasta Categoría IV de impacto en caso de utilizar placas Knauf de yeso laminado intermedia e interior con un espesor mínimo de 15 mm cada una (véase el apartado 9.8.1), tal como se describe en los documentos de referencia a nivel europeo:

- Categoría IV de impacto interior.

Corresponde a zonas accesibles en las que existe un bajo control de los riesgos de impacto sobre la pared o mal uso de ella. La equivalencia respecto a las categorías de uso indicadas en la norma UNE-EN 1991-1-1 es Categoría A, B, C, D y E.

4.5.3. Resistencia a fuerza exterior puntual horizontal

A partir de los valores de resistencia a flexión de la placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor (véase la tabla 2.6), se puede estimar que el sistema resiste

adecuadamente las acciones exteriores puntuales horizontales que puedan ser debidas al apoyo de escaleras utilizadas en trabajos de mantenimiento o reparación (p.ej. la acción correspondiente a una fuerza de 500 N aplicada sobre dos superficies cuadradas de 25 mm de lado separadas una distancia de 440 mm).

4.5.4. Equipotencialidad

En cada proyecto se deberá analizar si la subestructura del sistema Aquapanel® WM111C deben estar conectadas a tierra para mantener su equipotencialidad⁵.

Para ello se deberán tener en cuenta los aspectos indicados en el apartado 4.18 de la norma UNE-EN 13830:2016 y si alguno de los componentes de la subestructura, elementos de fijación o componentes metálicos para el acabado de la fachada (huecos, arranque y coronación principalmente) pueden estar en contacto con personas.

4.6. Protección frente al ruido

Debe justificarse mediante cálculo que la solución adoptada del proyecto que incluye el sistema Aquapanel® WM111C cumple con las exigencias de aislamiento a ruido aéreo indicadas en el DB-HR del CTE.

El método de cálculo que debería aplicarse es el indicado como "Opción General" dentro de este DB-HR. Sin embargo, también es posible aplicar el método indicado como "Opción Simplificada" cuando los elementos de separación vertical que acometan a la fachada realizada con el sistema Aquapanel® WM111C sean de tipo 1 o 3 según se definen en el apartado 3.1.2.3.1 de dicho documento⁸.

Las características prestacionales de las distintas variantes del sistema Aquapanel® WM111C, que pueden ser utilizadas para los cálculos, se indican en la tabla 9.13.

Asimismo, se deben considerar los criterios de ejecución de los distintos componentes tal como se especifican en el capítulo 6.

Cuando el sistema Aquapanel® WM111C sea utilizado en recintos con exigencias de absorción acústica, se deberá analizar el nivel de absorción acústica de las capas interiores del sistema, aspecto no considerado en el presente DAU.

⁶ Las categorías de impacto por el exterior se clasifican en cuatro grupos (categoría I a IV), donde la categoría I es el nivel más alto mientras que la categoría IV es el valor más bajo de la clasificación.

⁷ Las categorías de impacto por el interior se clasifican en cuatro grupos (categoría IV a I), donde la categoría IV es el valor más alto mientras que la categoría I es el valor más bajo de clasificación.

⁸ Los elementos de separación verticales de tipo 1 corresponden a elementos compuestos por un elemento base de una o dos hojas de fábrica, hormigón o paneles prefabricados pesados, sin

trasdosado o con un trasdosado por ambas caras. Los de tipo 3 corresponden a elementos de separación de dos hojas de entramado autoportante. El punto 7 b) del apartado 3.1.2.3.4 del DB HR no contempla el caso de elementos de dos hojas de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas en su perímetro (elementos de tipo 2), que acometan a una fachada con hoja interior de entramado autoportante.

En el caso de que el proyectista lo requiera, el departamento técnico de Knauf GmbH España puede facilitar asesoramiento específico para el proyecto.

4.7. Ahorro de energía y aislamiento térmico

4.7.1. Aislamiento térmico

En relación a la exigencia de la sección HE1 del DB HE del CTE respecto al aislamiento térmico de los cerramientos de una edificación, el sistema Aquapanel® WM111C tiene los valores de transmitancia térmica indicados en la tabla 9.16. Estos datos han sido obtenidos a partir de los cálculos indicados en el apartado 9.15.

En el caso de que el proyectista lo requiera, el departamento técnico de Knauf GmbH España puede facilitar asesoramiento específico para el proyecto.

4.7.2. Inercia térmica

Los datos relevantes para el cálculo de la inercia térmica del sistema Aquapanel® WM111C son:

- Calor específico, J/(kg·K).
- Masa superficial, kg/m².
- Densidad, kg/m³.
- Valores térmicos del sistema o sus componentes.

Estos datos se encuentran definidos para los distintos componentes principales en el capítulo 2.

Según los resultados de los ensayos indicados en el apartado 9.15, se debe considerar que el sistema Aquapanel® WM111C, dispone de una estabilidad térmica adecuada debida principalmente a su capacidad de aislamiento térmico.

4.8. Durabilidad

La durabilidad del sistema se asegura principalmente con buenas medidas de diseño de proyecto (véase el apartado 4.1), prestando especial atención a la solución de los puntos singulares (véase el capítulo 5), una correcta ejecución (véase el capítulo 6) y unas adecuadas prescripciones de mantenimiento.

Particularmente, la durabilidad del sistema depende de la durabilidad de sus componentes principales (placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor, revestimientos continuos, componentes metálicos de la subestructura y placas Knauf de interior).

4.8.1. Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor

A partir de los resultados de los ensayos para ciclos de envejecimiento acelerado sobre las capas exteriores del sistema (véase el apartado 9.16.1) se considera que el sistema tiene una adecuada durabilidad.

En particular, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Todas las juntas de encuentros entre placas y con puntos singulares deben quedar completamente selladas, los cantos de las placas no deben quedar en contacto con el ambiente exterior.
- Se deberán mantener estos componentes dentro de su embalaje original durante su almacenamiento y hasta el momento de su instalación.

4.8.2. Corrosión de los componentes metálicos del sistema

Los principales componentes metálicos del sistema Aquapanel® WM111C son de acero galvanizado (véase el apartado 2.5) lo cual les aporta un grado de protección a la corrosión adecuado, considerando que no se encuentran en contacto directo con el ambiente exterior. Si fuese necesario, a los componentes metálicos se les podría aplicar una protección adicional mediante pintura, según se especifica en la norma UNE-EN ISO 12944, especialmente en los perfiles que puedan haber perdido el galvanizado en sus extremos al cortar los perfiles a la longitud adecuada de obra.

El proyectista debe tener en cuenta el grado de corrosividad asociado al ambiente específico en que se sitúe el proyecto, contemplando factores como la presencia elevada de salinidad o elementos contaminantes y el *tiempo de humedad*⁹, según se establece en la norma UNE-EN ISO 9223.

⁹ Tal como se indica en la norma ISO 9223, el tiempo de humedad (*time of wetness*) es el periodo (horas/año) durante el cual una

superficie metálica es recubierta por una película líquida y/o de adsorción de un electrolito capaz de causar corrosión atmosférica.

4.9. Cuadro resumen de prestaciones

Sistema	Núm. Variante (*)	SI		Resistencia al fuego	HE U_M (W/m ² ·K)	HS GI	HR			m (kg/m ²)
		Reacción al fuego					R_w (dB)	R_A (dBA)	R_{Atr} (dBA)	
		Interior	Exterior							
Aquapanel® WM111C	V1	A2-s1,d0	A1	EI 60	0,78	(**)	50 (-2,-6)	48,4	44,1	41,0
	V5	A2-s1,d0	A1	EI 60	0,71	(**)	51 (-1,-6)	49,9	45,3	44,5

(*) Las composiciones de las variantes se encuentran definidas en la tabla 4.1.

(**) Dependerá del nivel de prestación de la hoja exterior de la fachada ventilada o SATE.
Prestaciones de las zonas opacas. No se considera los posibles huecos del cerramiento.

Tabla 4.4: Cuadro resumen de prestaciones del sistema Aquapanel® WM111C.

5. Detalles constructivos

Legenda:

1. Pieza metálica para coronación (parapeto del techo).
2. Acabado, canaleta para dinteles, y bordes.
3. Sistema de acabado continuo (no considerado en este DAU).
4. Perfil superior.
5. Revestimiento exterior (no considerado en este DAU).
6. Capa exterior.
7. Barrera de agua Aquapanel Water Barrier (opcional).
8. Tratamiento de juntas.
9. Perfil de junta de movimiento.
10. Junta de sellado.
11. Perfil exterior horizontal.
12. Perfil exterior vertical.
13. Aislamiento térmico.
14. Aislamiento térmico.
15. Perfil en ángulo (componente auxiliar).
16. Cámara de aire.
17. Cámara de aire no ventilada.
18. Perfil horizontal interior.
19. Perfil vertical interior.
20. Capa interior (una sola placa o varias).
21. Perfil horizontal Z (no considerado en este DAU).
22. Anclaje entre el perfil y la estructura del edificio (opcional).
23. Forjado.
24. Estructura del edificio.
25. Capa interior.
26. Marco de ventana.
27. Caja de persiana.
28. Persiana.
29. Pieza metálica.
30. Pavimento.
31. Entramado.
32. Zócalo.
33. Junta.
34. Banda acústica.

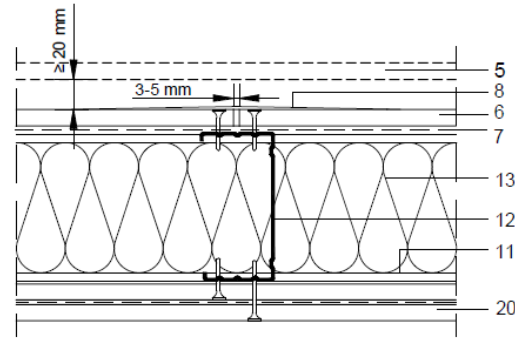


Figura 5.1: Sección horizontal del sistema Aquapanel® WM111C.

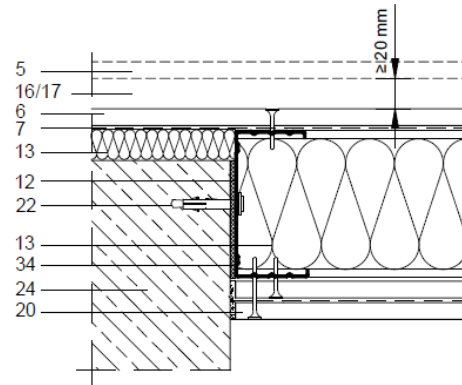


Figura 5.2: Encuentro con pilar del sistema Aquapanel® WM111C.

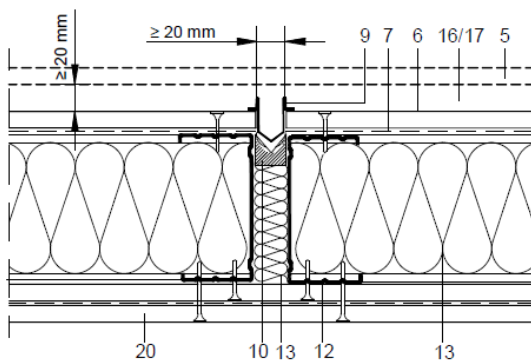


Figura 5.3: Junta de control superficial del sistema Aquapanel® WM111C.

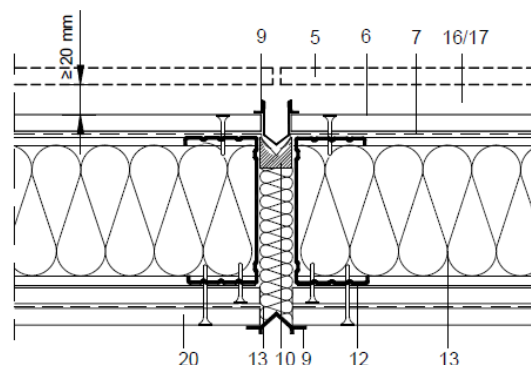


Figura 5.4: Junta de dilatación del sistema Aquapanel® WM111C.

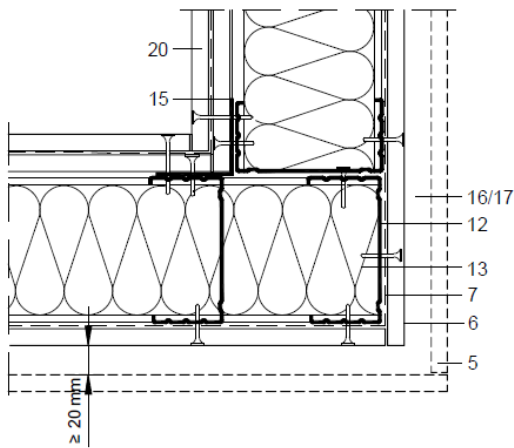


Figura 5.5: Esquina saliente del sistema Aquapanel® WM111C.

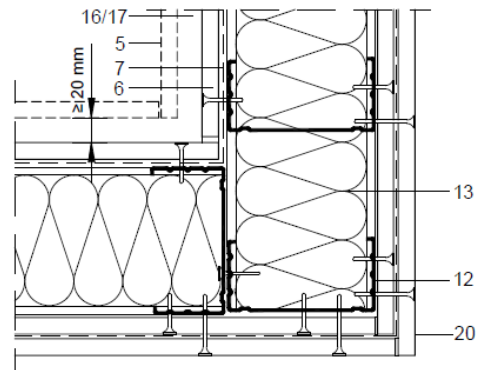


Figura 5.6: Esquina entrante del sistema Aquapanel® WM111C.

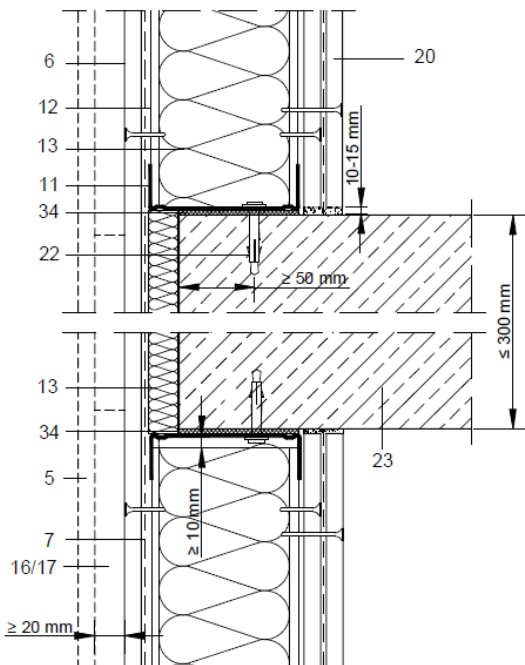


Figura 5.7: Encuentro con forjado del sistema Aquapanel® WM111C.

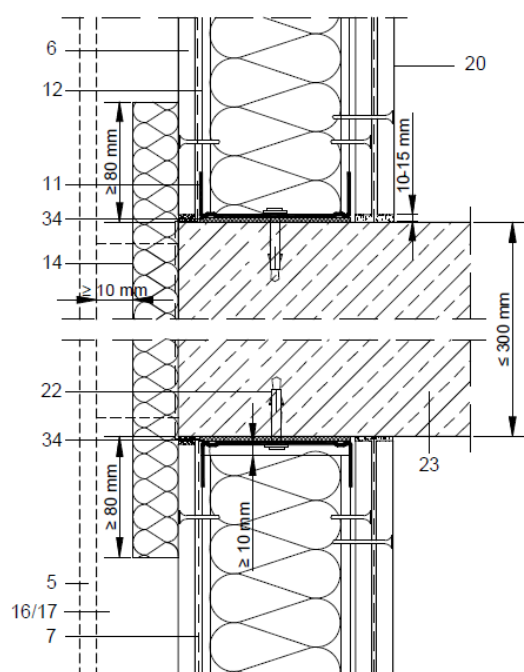


Figura 5.8: Encuentro con forjado con interrupción de la placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor.

6. Criterios de ejecución

6.1. Montadores y equipos para el montaje

Los instaladores deben tener conocimiento específico del sistema Aquapanel® WM111C y acreditar su cualificación y experiencia (véase el apartado 7.3). El equipo de montaje debe contar con al menos dos personas cualificadas.

Los medios auxiliares y la maquinaria de obra deben cumplir las condiciones funcionales y de calidad establecidas en las normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial de estos equipos.

Para la instalación, Knauf GmbH España dispone de un registro de empresas con personal cualificado y ofrece un servicio específico de acompañamiento en la obra.

6.2. Manipulación en obra. Condiciones de seguridad

Los componentes del sistema Aquapanel® WM111C deben permanecer almacenados en obra tal como se indica en el apartado 3.4.

El transporte de los componentes del sistema hasta su lugar de instalación puede realizarse desde el acopio en obra, a mano o con cualquier medio auxiliar de ayuda al transporte de material. Cuando las placas se deban mover manualmente, se deberán colocar en horizontal y de canto teniendo cuidado en no dañar los bordes y esquinas.

En general, en cualquier acción de manipulación de los materiales en la obra se debe evitar que se produzcan desperfectos en los mismos.

En el proceso de montaje y mantenimiento se deberá tener en cuenta la normativa vigente sobre prevención de riesgos laborales, así como prever que se incluya en el plan de seguridad y salud de la obra desarrollado al efecto.

6.3. Montaje del sistema Aquapanel® WM111C

El montaje del sistema Aquapanel® WM111C debe realizarse siguiendo las instrucciones que Knauf GmbH España tiene definidas en su *Manual del Instalador Knauf*, contenido en la Hoja técnica *WM.es Cerramiento de fachadas Aquapanel*.

En la ejecución del sistema se deben utilizar únicamente los componentes específicos indicados en el presente DAU. En el caso de los componentes genéricos, p.ej. el acabado del revestimiento continuo exterior o los anclajes entre railes y soportes, se deberán utilizar componentes que cumplan con las especificaciones indicadas en el capítulo 4.

A continuación, se indican de forma general las fases (en orden cronológico) de las que consta el proceso de montaje del sistema:

1) Verificaciones previas a la puesta en obra.

Una vez se haya ejecutado la estructura del edificio (soporte del sistema) se deberá verificar, a partir de los planos aportados por la dirección facultativa, que la modulación y cálculo inicial de la subestructura, placas y anclajes considerada en el proyecto es la adecuada para iniciar la puesta en obra del sistema.

Se recomienda una revisión in-situ de las medidas reales para poder ajustar los cortes de los perfiles de la subestructura, siempre que estos cortes se realicen en fábrica, con el fin de que la subestructura metálica se adapte fielmente a las dimensiones reales de la obra, evitando disposiciones incorrectas en el montaje.

2) Replanteo. Debe realizarse justo antes del inicio de las operaciones de montaje dejando claramente identificada la posición de los cercos, huecos, etc.

3) Montaje de la **subestructura** auxiliar para huecos y la subestructura del sistema (véase la figura 6.1). Se incluye una banda estanca tanto en railes inferiores y superiores, así como en montantes de arranque (los montantes no deben ir atornillados a los canales, solo punzonados).

4) Colocación del aislante en la cavidad de la subestructura.

5) (Opcional) Instalación de la **lámina** auxiliar para la impermeabilización (Aquapanel Water Barrier) sobre la cara exterior de la subestructura metálica. El sentido correcto de la colocación se indica en la superficie de la propia lámina. La solución en las zonas de huecos requiere especial atención.

6) Instalación de la **placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor** y su tratamiento de juntas. Se deberán respetar los criterios de posición, juntas entre las placas y atornillado a la subestructura indicados por Knauf GmbH España en su *Manual del Instalador*.

7) Aplicación de **revestimiento exterior**. Para la aplicación de la capa base y malla de refuerzo (Uso 1) se deberán seguir las instrucciones de Knauf GmbH España. Para la aplicación de la posible imprimación y capa de acabado (componentes genéricos) se deberán seguir las instrucciones del fabricante o proveedor del producto finalmente elegido en la obra. En caso de que se utilice la solución de hoja interior (Uso 2), se instalará en la parte exterior un SATE o una Fachada Ventilada, según corresponda.

8) Instalación de las **placas Knauf de interior** y su tratamiento de juntas. Se deberán respetar los criterios de posición, juntas entre las placas y

atornillado a la subestructura indicados por Knauf GmbH España en su *Manual del Instalador*.

- 9) Aplicación del **revestimiento interior** de acabado (por ejemplo, imprimación y pintura).
- 10) **Verificaciones finales**. Una vez se haya ejecutado la fachada por completo, se recomienda realizar una prueba o ensayo in situ de estanqueidad al menos sobre los encuentros con los huecos ya que son las partes más sensibles.

Como referencia se puede considerar utilizar la metodología de ensayo definida en la norma UNE-EN 13051, si bien otros métodos también pueden ser empleados.

6.4. Puntos singulares

En el capítulo 5 se aportan ejemplos para la ejecución de los puntos singulares del sistema constructivo.

Para la formación de puntos singulares (esquinas, juntas de dilatación, etc.) se podrán utilizar perfiles de protección con malla de fibra de vidrio (esquineros, goterones, etc.), que deberán ser instalados utilizando los mismos materiales que los considerados para el tratamiento de juntas.

Se deberá prestar especial atención a la solución de:

- huecos (ventanas y puertas) de modo que su encuentro con el sistema quede adecuadamente sellado contra la penetración de agua;
- la colocación de la banda estanca perimetral en todas las situaciones, haya exigencias acústicas o no.

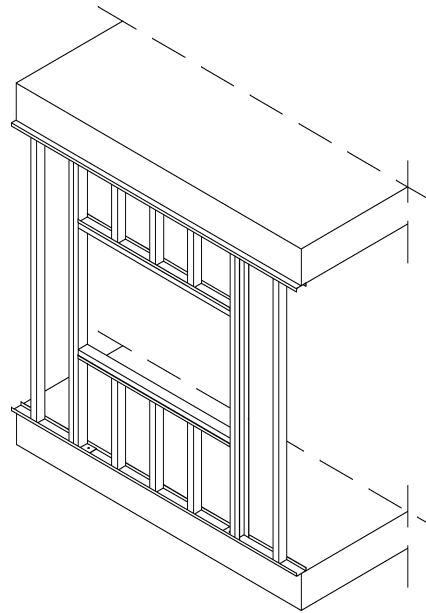


Figura 6.1: Vista del montaje de la subestructura metálica.

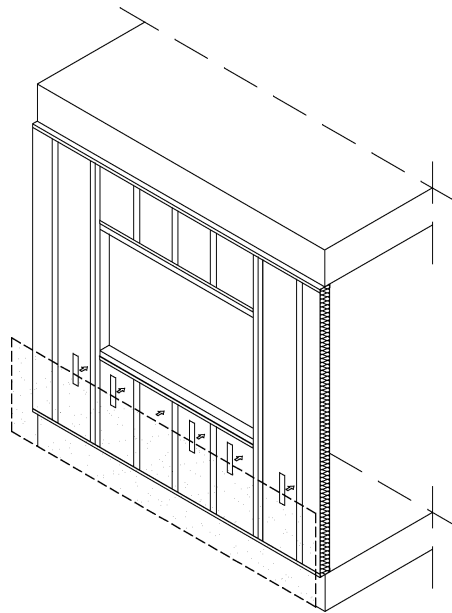


Figura 6.2: Vista del montaje del aislante.

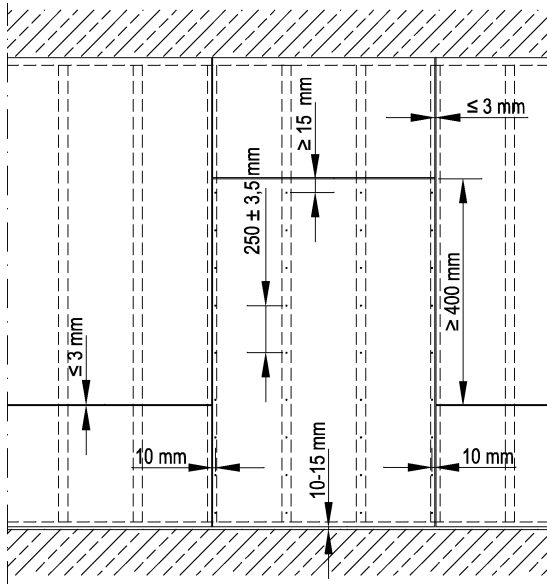
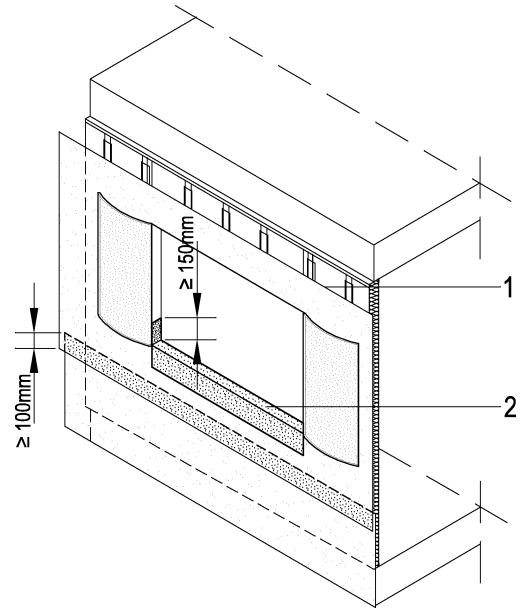
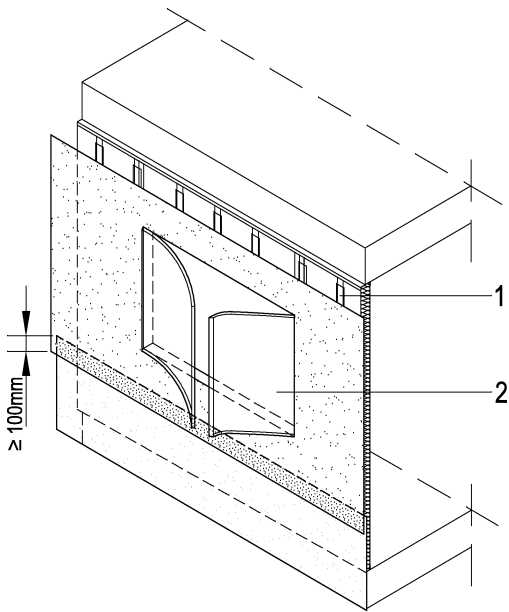


Figura 6.3: Montaje de las placas de la cara interior e intermedias.



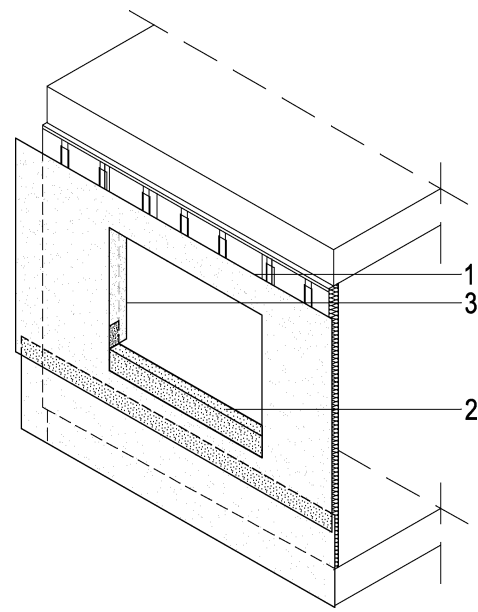
1. Lámina impermeable
2. Lámina adicional para protección de alféizar

Figura 6.4b: Vista 2 del montaje de la lámina.



1. Cinta adhesiva de 2 caras para fijación de lámina.
2. Lámina impermeable. Cortes en encuentro con aberturas.

Figura 6.4a: Vista 1 del montaje de la lámina.



1. Lámina impermeable
2. Lámina adicional para protección de alféizar
3. Plegado de los cortes sobre las jambas
4. Refuerzo de esquinas a 45°

Figura 6.4c: Vista 3 del montaje de la lámina.

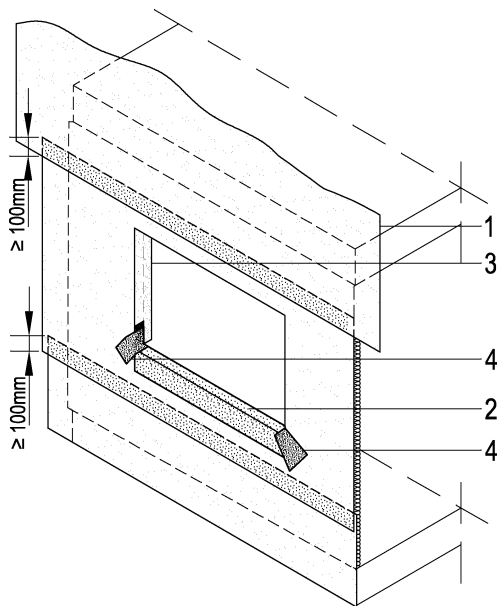
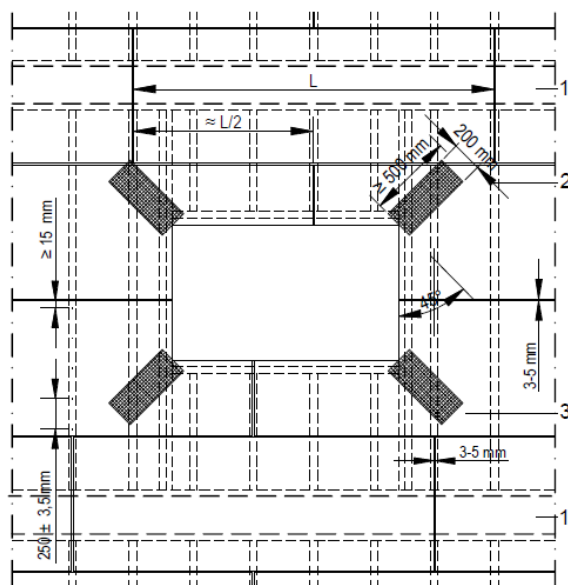


Figura 6.4d: Vista 4 del montaje de la lámina.



1. Estructura soporte
2. Montante de la subestructura de la hoja interior
3. Refuerzo de esquina con cinta de malla de 33 cm

Figura 6.5: Montaje de las placas de la cara exterior.

7. Otros criterios

7.1. Criterios de mantenimiento o conservación

Al igual que cualquier otro sistema constructivo, este sistema debe ser objeto de inspecciones periódicas de mantenimiento y conservación.

Para realizar estas revisiones se deben tener en cuenta las operaciones y periodos de inspección indicados en la tabla 6.1 de la sección HS1 del DB-HS para fachadas.

Estas operaciones de inspección deberán tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos particulares:

- Respecto al cerramiento en su conjunto se deberá observar:
 - Las posibles pérdidas de planeidad, aplomados, el correcto soporte entre las placas de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor y los perfiles verticales, etc.
 - Penetración de agua en las juntas de los encuentros de elementos constructivos como ventanas, vierteaguas, alféizares de ventana, rodapiés, petos de coronación o en general aquellos encuentros susceptibles de deterioro con el paso del tiempo,
 - Manchas de humedad en la parte interior del cerramiento. Algunas de estas humedades pueden deberse a la pérdida de aislamiento debido a su asentamiento o movimiento dentro de la cavidad.
- Respecto a las placas de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor, se deberá observar, principalmente, la aparición de cualquier deterioro como pérdida de material, aparición de fisuras, alabeos o roturas, desconchados, etc.
- Respecto a las placas Knauf de yeso laminado de interior, se deberá observar puntos de aparición de humedad. Algunas de estas humedades pueden deberse a la pérdida de aislamiento debido a su asentamiento o movimiento dentro de la cavidad. De la misma forma, se deberá observar cualquier otro punto de deterioro como pérdida de material, aparición de fisuras, alabeos o roturas, desconchados, etc.
- Cuando sea posible, respecto a los componentes de la subestructura y sus uniones se deberá observar indicios de corrosión.

En caso de observar alguno de estos desperfectos o cualquier otro tipo de lesión, se deberá valorar el grado de importancia de la misma y, si se considera oportuno, proceder a su reparación. Como cualquier operación de mantenimiento de los edificios, estas operaciones deben ser consideradas por la propiedad y llevadas a cabo por técnicos cualificados.

Estéticamente debe tenerse en cuenta el normal ensuciamiento de la fachada que varía de una zona a

otra o dependiendo de los ambientes urbanos, industriales o rurales, añadiendo cuando sea necesario por el paso de los años una pintura sobre el revoco de la misma naturaleza que aquel (acrílico, silicona, etc.).

7.2. Medidas para la protección del medio ambiente

Deberá optimizarse el consumo de material de los distintos componentes con objeto de evitar sobrantes y minimizar los residuos. Deberán seguirse las indicaciones de la hoja de seguridad de los componentes utilizados para el tratamiento de juntas de las placas.

7.2.1. Tratamiento de residuos

En virtud de la Decisión 2014/955/UE, que modifica la Decisión 2000/532/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 al usuario conocer el tipo de gestión de residuos que le corresponde. En la tabla 7.1 se indican los códigos LER declarados para los distintos componentes.

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).

7.2.2. Vertidos

Se debe considerar el tratamiento del agua utilizada en la limpieza de los útiles y herramientas para la aplicación del mortero en obra.

7.3. Condiciones exigibles a los instaladores del sistema

El sistema debe ser instalado por personal y/o empresas especializadas en su ejecución.

Para demostrar la especialización, el personal de las empresas instaladoras deberá realizar la formación específica para la ejecución del sistema impartida por parte de los técnicos especializados de Knauf GmbH España.

Asimismo, se recomienda que las empresas instaladoras estén certificadas en relación a su capacidad para la puesta en obra del sistema. Dicha certificación deberá ser emitida por un organismo autorizado al efecto e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación (CTE), por ejemplo, la Declaración ApTO (Aptitud Técnica en Obra) que otorga el ITEC.

Componentes del sistema	Código LER	TR
• Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor	170904	
• Mortero de juntas Aquapanel®	170904	
• Perfiles y tornillos de acero	170405	No especial
• Lámina impermeable	170904	
• Placas Knauf de yeso laminado	170802	
• Aislamiento térmico de lana mineral	170604	
• Cintas de juntas Aquapanel®	101103	
• Pasta de juntas	080410	Especial
Otros materiales/envases		
• Palés de madera	150103	
• Sacos y envases compuestos	150105	No especial
• Botes de plástico	150102	

Tabla 7.1: Códigos LER declarados.

8. Referencias de utilización y visitas de obras

8.1. Referencias de utilización

El sistema Aquapanel® WM111C se lleva ejecutando desde el año 2000.

En la concesión inicial del DAU el titular ha aportado como referencias de utilización la siguiente relación de obras:

- Edificio RBA. Avenida Diagonal 189. Barcelona.
- Gasolinera Repsol. Avenida Ramón y Cajal. Sevilla.
- Hotel Llum Blava. Avenida Ribera Baixa 2. Favara. Valencia.
- Viviendas Ática. C/Isabel de Villena 21. Valencia.
- Edificio viviendas de 3 plantas. Travessera del Camí de Mas Martí. Tordera. Barcelona.
- Complejo Parroquial Nuestra Señora de la Almudena. C/Escoriaza y Fabro. Zaragoza.
- Hotel AC Forum 2004. Passeig Taulat 278. Barcelona.
- Guardería Municipal. Barrio de la Bordeta. Lleida.
- Hotel AC Sants. Passeig de Sant Antoni 36-40. Barcelona.
- Comisaría de Mossos d'Esquadra. Valls.
- Hotel Hilton. Avenida de las Cortes Valencianas 52. Valencia.
- Colegio Agora Portals. C/Salud 4. Calvià. Mallorca.
- Centro Cultural Carmen Laffon. C/Real 4. Burguillos. Sevilla.
- 11 viviendas, oficinas y locales comerciales. C/Jesús Nazareno 3. Huelva.
- Clínica Parque. Avenida Méndez Núñez. Santa Cruz de Tenerife.
- 14 viviendas. Avenida Doctor Diego Madrazo. Santander. Cantabria.
- Sede de John Deere. Polígono Industrial P5. Parla. Madrid.
- Pabellón de Aragón Expo Zaragoza 2008. Zaragoza.
- Fachadas Naves. Polígono Industrial El Vadillo. Crta. de Almería 24. Motril. Granada.

8.2. Visitas de obra

Se han llevado a cabo inspecciones de obras ejecutadas con el sistema Aquapanel® WM111C en fase de ejecución y terminadas, que ha permitido contrastar la aplicabilidad de las instrucciones de puesta en obra con los medios humanos y materiales definidos por Knauf GmbH España.

Las obras seleccionadas fueron inspeccionadas por personal del ITeC, dando lugar al Informe de visitas de obras recogido en el *Dossier Técnico del DAU*.

El objetivo de las visitas ha sido, por un lado, contrastar la aplicabilidad de las instrucciones de puesta en obra con los medios humanos y materiales definidos por Knauf GmbH España y, por otro, identificar los aspectos que permitan evitar posibles patologías que puedan afectar al sistema ejecutado.

Los aspectos relevantes destacados en el transcurso de la realización de las visitas de obra se han incorporado a los criterios de proyecto y ejecución indicados en los capítulos 4 y 6 de este documento.

9. Ensayos y cálculos para la adecuación al uso

Se ha evaluado la adecuación al uso del sistema Aquapanel® WM111C en relación con el cumplimiento del *Procedimiento Particular de Evaluación* del DAU.

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 CIDEMCO y LGAI (Applus), sobre muestras de componentes controlados procedentes de las plantas de producción que Knauf GmbH España tiene ubicadas en Guixers (Lleida) y en Escúzar (Granada).

Asimismo, se han utilizado los ensayos realizados en la elaboración de la evaluación técnica europea (ETA 13/0312).

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

En los siguientes apartados se presentan las evidencias consideradas para la evaluación del sistema Aquapanel® WM111C.

9.1. Reacción al fuego

La reacción al fuego del Sistema Aquapanel® WM111C se ha clasificado según la norma EN 13501-1 (tal como establece el Real Decreto 842/2013). Esta clasificación se basa en los resultados de ensayos realizados a continuación:

- Ensayos realizados del sistema según las normas UNE-EN ISO 11925-2:2021 y UNE-EN 13823:2021 (informes N° 13/5973-12 Parte 1 y 13/5973-12 Parte 2).

En la realización de los ensayos se ha considerado la configuración con la composición completa del sistema (subestructura, placa, lámina impermeabilizante y capas de revestimiento).

Según se establece en el Real Decreto 842/2013 y sus modificaciones, los materiales de las caras expuestas del sistema se han clasificado:

- Conforme a la norma UNE-EN 13501-1 sobre la base de los resultados de los ensayos realizados según las normas UNE-EN ISO 1182, UNE-EN ISO

1716, UNE-EN ISO 11925-2 y UNE-EN 13823 (informes 16687-1 y 16687-2).

- Los datos de clases de reacción al fuego sin necesidad de ensayo, indicados en el cuadro 1.3-2 del RD 842/2013 para las placas de yeso laminado de la cara interior del sistema.

La clasificación de reacción al fuego del sistema Aquapanel® WM111C es la indicada en las tablas 9.1 y 9.2 respectivamente.

9.2. Resistencia al fuego

Según se establece en el Real Decreto 842/2013 y sus modificaciones, el sistema se ha clasificado conforme a la norma UNE-EN 13501-2 sobre la base de los resultados de los ensayos realizados según la norma UNE-EN 1364-1 (informes 056996-001-1, 056996-001-2, 07/32302385, 07/32302440, 08/32311091 Partes 1 y 2, 089041-001 Partes 1 y 2 (i → o) y 21/24932-533-1 Partes 1 y 2 (o → i)).

La clasificación de resistencia al fuego del sistema Aquapanel® es la indicada en la tabla 9.3.

9.3. Ensayo de estanqueidad al agua de lluvia

Se han realizado ensayos de resistencia al agua de lluvia de muros exteriores bajo impulsos de presión de aire variable según la norma UNE-EN 12865, método A (informe 12/5585-1762, Pb 40-44/12 y 16691-1). Los resultados de los ensayos se indican en la tabla 9.4.

9.4. Ensayos de absorción de agua de los componentes de las capas exteriores

Se han realizado ensayos según la norma UNE-EN ISO 15148 (informe 16694).

Las probetas del ensayo se han construido a partir de dos placas de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor de 300 mm x 300 mm unidas y con el tratamiento de juntas de exterior.

Los resultados de los ensayos son los indicados en la tabla 9.5.

Los resultados de estos ensayos han sido utilizados para analizar la equivalencia del sistema Aquapanel® WM111C en relación a los niveles de prestación definidos en el apartado 2.3.2 de la sección HS1 del DB-HS del CTE (véase el apartado 4.4.1).

9.5. Ensayos de permeabilidad al vapor de agua de los componentes de las capas exteriores

Se han realizado ensayos para determinar el coeficiente de difusividad al vapor de agua, μ , de la capa exterior del sistema Aquapanel® WM111C según la norma UNE-EN ISO 12572 (informe 16694).

Los resultados obtenidos en los ensayos son los indicados en la tabla 9.6. Estos resultados confirman los

valores de diseño de la placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor indicados en la tabla 2.6.

9.6. Cálculos de comprobación de condensaciones

Se han realizado cálculos para la comprobación de la limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en las partes opacas del cerramiento y en los puentes térmicos, para el sistema Aquapanel® WM111C. El método de cálculo utilizado es el indicado en el DA DB-HE/2 del CTE.

En todos los casos se ha calculado la combinación más representativa o desfavorable de todas las variantes posibles del sistema (véase el apartado 4.1).

Para la realización de los cálculos se han considerado los siguientes datos:

- Temperatura interior: 20 °C, según se establece en el apartado 2.2.1 del DA DB-HE/2.
- Humedad relativa del ambiente interior: 55% para clase de higrometría CH3, 62% para clase de higrometría CH4 y 70% para clase de higrometría CH5, según se establece en el apartado 2.2.2 del DA DB-HE/2.
- Para el cálculo de la limitación de condensaciones superficiales, se considera un límite máximo de humedad relativa media mensual sobre la superficie del cerramiento analizado del 80%.
- Temperatura exterior y humedad relativa exterior: los valores medios de la población con menor temperatura para cada una de las zonas climáticas, según la tabla C.1 del apéndice C del DA DB-HE/2 y la tabla B.1 del apéndice B de la sección HE1 del DB-HE del CTE:
 - Zona α (Las Palmas): 17,5 °C y 66% HR.
 - Zona A (Málaga): 12,2 °C y 71% HR.
 - Zona B (Córdoba): 9,5 °C y 80% HR.
 - Zona C (Toledo): 6,1 °C y 78% HR.
 - Zona D (Salamanca): 3,7 °C y 85% HR.
 - Zona E (Burgos): 2,6 °C y 86% HR.
- Las características higrotérmicas de las distintas capas de materiales indicadas en el capítulo 2.

Los resultados obtenidos para las variantes analizadas son los indicados en la tabla 9.7.

Los resultados de estos cálculos han sido utilizados para establecer los criterios de proyecto y ejecución en cuanto a la limitación de condensaciones del sistema Aquapanel® WM111C (véase el capítulo 4).

9.7. Ensayos de resistencia frente a cargas exteriores

Se han realizado ensayos según el método indicado en el EAD 090120-01-0404 (informe 24/32302096). Los ensayos llevados a cabo son:

- Ensayo de resistencia frente a carga vertical excéntrica por el exterior (véase la tabla 9.8a),
- Ensayo de resistencia frente a carga horizontal exterior (véase la tabla 9.8b).

Las cargas exteriores se han aplicado sobre los perfiles montantes a través de la placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor, en dos posibles configuraciones de elementos de revestimiento exterior:

- Ménsula de sustentación de fachada ventilada.
- Ménsula de retención de fachada ventilada.

Los resultados obtenidos son los indicados en las tablas 9.8. A partir de los resultados de estos ensayos se puede considerar que el sistema Aquapanel® WM111C puede ser utilizado como soporte de revestimientos exteriores tipo fachada ventilada siempre que se compruebe que la unión resiste a las acciones a las cuales va a estar sometida.

9.8. Ensayos de resistencia frente a impactos

9.8.1. Impactos por el interior

Se han realizado ensayos a impacto de cuerpo duro y cuerpo blando según el método indicado en EAD 210005-00-0505 (informes 08/32303776 y 10/1108-197).

Se han realizado dos ensayos del sistema utilizando en cada caso un espesor y número de placas Knauf de yeso laminado específicos. Las probetas de dichos ensayos, de dimensiones 4,50 m x 3,00 m, se han construido con placas Knauf de yeso laminado a ambos lados de una subestructura metálica con los montantes separados cada 600 mm. Entre las placas se coloca el aislante térmico. Los resultados obtenidos se indican en las tablas 9.9a y 9.9b.

A partir de los resultados de estos ensayos, el sistema Aquapanel® WM111C tiene, como mínimo, una clasificación de impacto interior⁷ de Categoría I para probeta de ensayo 1 y Categoría IV para probeta de ensayo 2.

9.8.2. Impacto por el exterior

Se han realizado ensayos según el método indicado en el EAD 090120-01-0404 (informe 08/32303776).

La probeta del ensayo, de dimensiones 5,40 m x 3,00 m se ha construido con placas de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor de espesor 12,5 mm colocadas sobre una subestructura metálica con los montantes separados cada 600 mm. No se colocan ni el aislante térmico ni la placa de yeso laminado interior. Sobre cada

una de las mitades de la superficie de la probeta (2,70 m x 3,00 m) se han aplicado las capas de acabado pétreo y acabado liso indicadas en el apartado 2.2.

Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 9.10.

A partir de los resultados de este ensayo, el sistema Aquapanel® WM111C tiene, como mínimo, una clasificación de Categoría II de impacto exterior.

9.9. Ensayo de resistencia a flexión de la placa exterior

Se ha ensayado la resistencia a flexión y carga de rotura de la placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor (informe 16690-2). Se han ensayado probetas de dimensión 900 mm x 300 mm apoyadas a una distancia de 870 mm. Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 9.11.

Estos resultados confirman los valores declarados en la tabla 2.6.

9.10. Ensayo de resistencia a corte de la placa exterior

Se ha ensayado la resistencia al corte de la placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor por el punto de la perforación con las distintas tipologías de tornillos definidas según el método indicado en los documentos de referencia a nivel europeo (informe 12/5585-1762).

Los ensayos se han realizado con los tornillos posicionados en la esquina y borde lateral de la placa a la mínima distancia. Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 9.12.

Estos resultados confirman los valores declarados en la tabla 2.6.

9.11. Ensayo de resistencia al arrancamiento del tornillo sobre el perfil

Se han realizado ensayos según el método indicado en los documentos de referencia a nivel europeo (informe 12/5585-1762 y 16690-1).

Se han ensayado los perfiles de menor espesor. Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 9.13. Estos resultados confirman el valor declarado indicado en la tabla 2.8.

9.12. Protección frente al ruido

Se han analizado los ensayos aportados por Knauf GmbH España según la norma UNE-EN ISO 140-3 y clasificados según la norma UNE-EN ISO 717-1 (informes AC3-D2-05-XIX y AC3-D2-05-XXI del Instituto Torres Quevedo). Los resultados obtenidos en los ensayos son los indicados en la tabla 9.14.

Estos resultados pueden ser considerados como los valores de diseño para cada una de las variantes del sistema que tengan una masa por unidad de superficie

no inferior a la indicada, y, por tanto, pueden ser utilizados en el cálculo por la opción general indicada en el DB-HR del CTE.

9.13. Conductividad y resistencia térmica de los componentes de la capa exterior

Se han realizado ensayos según la norma UNE-EN 12664 para determinar la resistencia térmica y el coeficiente de conductividad térmica, λ , de la capa exterior del sistema Aquapanel® WM111C (informe 16684). Los valores térmicos de diseño se han obtenido a partir de lo indicado en la norma UNE-EN ISO 10456.

Los resultados obtenidos en los ensayos son los indicados en la tabla 9.15. Estos resultados pueden ser considerados como los valores de diseño de la capa exterior del sistema Aquapanel® WM111C.

9.14. Ensayo de resistencia térmica del sistema

Se ha realizado un ensayo para determinar la resistencia térmica en régimen estacionario del sistema Aquapanel® WM111C según el método del medidor del flujo de calor (informe 16680).

Los resultados obtenidos en el ensayo son los indicados en la tabla 9.16.

9.15. Cálculos para la obtención de los valores térmicos del sistema

Se han realizado cálculos para la obtención de los valores térmicos del sistema según las normas UNE-EN ISO 10211-1 y UNE-EN ISO 10211-2 para las variantes del sistema más representativas.

Los resultados obtenidos se indican en la tabla 9.17.

9.16. Aspectos de durabilidad, servicio e identificación

Se han realizado ensayos para analizar la compatibilidad y durabilidad de la capa exterior del sistema Aquapanel® WM111C.

A continuación, se describen las pruebas realizadas y resultados obtenidos.

9.16.1. Comportamiento a ciclos de envejecimiento acelerado de los componentes de las capas exteriores

Se han realizado ensayos para determinar el comportamiento a ciclos de envejecimiento acelerado de la capa exterior del sistema Aquapanel® WM111C.

Las pruebas realizadas son:

- Ciclos calor-lluvia (informe 16681) y ciclos de calor-frío (informe 16682). El método de ensayo utilizado corresponde a los ciclos y observaciones indicados en los documentos de referencia a nivel europeo.

- Ciclos hielo-deshielo. El método de ensayo utilizado corresponde a los ciclos y observaciones indicados en los documentos de referencia a nivel europeo (informe 16683).

Las probetas del ensayo se han construido a partir de dos placas de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor de 300 mm x 300 mm unidas y con el tratamiento de juntas de exterior. Los resultados obtenidos en los ensayos son los indicados en la tabla 9.18.

Los resultados de estos ensayos han sido utilizados para establecer los criterios de proyecto y ejecución en cuanto a la durabilidad y servicio del sistema Aquapanel® WM111C.

9.16.2. Comportamiento higrotérmico de los sistemas

Se ha realizado el ensayo según el EAD 090120-01-0404 para determinar el comportamiento higrotérmico de los sistemas (informe 12/5585-1762).

La probeta se ha llevado a cabo con la composición parcial exterior de los sistemas (subestructura exterior, placa exterior y revestimientos), la superficie total es 3000 mm x 2000 mm. La probeta se ha dividido en dos partes simétricas en las que se han incluido dos huecos de 400 mm x 600 mm con el fin de simular unos posibles huecos de ventana. En cada una de las divisiones se ha aplicado uno de los revestimientos de acabado pétreo y acabado liso dejando la parte inferior de la probeta con sólo la capa base (no se han aplicado los acabados).

La probeta ha sido sometida a los siguientes ciclos:

1. Ciclos de calor-lluvia. 80 ciclos de 6 horas en los que cada ciclo se compone de:
 - Calor durante 3 h: (+70 ± 5) °C entre 10% y 30% HR, la temperatura se debe alcanzar durante la primera hora.
 - Lluvia durante 1 h: rociado de agua a (+ 15 ± 5) °C y 1 l/m²·min.
 - Reposo para el drenaje del agua durante 2 h.
2. Ciclos de calor-frío. 5 ciclos de 24 horas en los que cada ciclo se compone de:
 - Calor durante 8 h: (+50 ± 5) °C y HR inferior a 30%, la temperatura se debe alcanzar durante la primera hora.

- Frío durante 16 h: (-20 ± 5) °C, la temperatura se debe alcanzar durante las primeras dos horas.

Una vez realizados los ciclos no se ha observado ningún deterioro ni desprendimiento de las capas de revestimiento continuo, de las juntas entre placas o uniones con los huecos. Tampoco se ha observado deformación en la superficie de la probeta.

Los resultados de estos ensayos han sido utilizados para establecer los criterios de proyecto y ejecución en cuanto a la durabilidad y servicio de los sistemas Aquapanel® WM111C en los capítulos 4 y 6.

9.16.3. Corrosión de los componentes metálicos

Los componentes metálicos del sistema Aquapanel® WM111C (perfiles de la subestructura y elementos de fijación) son de acero galvanizado con las características que se indican en el apartado 2.5.

Según las soluciones constructivas consideradas para este sistema (véase el capítulo 5), los componentes metálicos del sistema no se encuentran en contacto directo con el ambiente exterior por lo que se puede considerar que el grado de recubrimiento del galvanizado de estos componentes aporta una protección suficiente contra la corrosión.

En el caso de colocar este sistema constructivo en lugares con ambiente muy agresivo se deberá analizar si la protección galvánica es adecuada al ambiente o, en su caso si se deben tomar medidas específicas al respecto.

9.16.4. Identificación de los componentes principales

Se han realizado ensayos de identificación a los componentes principales del sistema Aquapanel® WM111C.

Los ensayos realizados son los indicados en la tabla 9.19. Todos estos ensayos quedan recogidos en el informe 08/32303776.

Los resultados de estos ensayos confirman las características de los componentes, indicadas en el capítulo 2 de este documento.

Sistema	Cara exterior	Clasificación
Aquapanel® WM111C	Uso 1 (1)	B-s1,d0
	Uso 2 (2)	No relevante

(1) Aplicable solo cuando las capas de acabado e imprimación cumplan las especificaciones indicadas en las tablas 2.4 y 2.5.

(2) La clase de reacción al fuego de todo el cerramiento de fachada dependerá principalmente del sistema de acabado (FV o SATE) que se utilice.

Tabla 9.1: Clasificación de la reacción al fuego por el exterior.

Sistema	Cara interior	
	Material	Clasificación (2)
Aquapanel® WM111C	Placa Knauf de yeso laminado (1)	A2-s1, d0

(1) Placas según la norma UNE-EN 520, con espesor $\geq 9,5$ mm, densidad del núcleo ≥ 600 kg/m³, gramaje del cartón ≤ 220 g/m² (según UNE-EN ISO 536 y con < 5% de materia orgánica), soporte de perfiles metálicos de clase A1 (según cuadro 1.2-1 del RD 842/2013) y aislante térmico de clase superior a A2-s1,d0.

(2) Esta clasificación puede verse modificada según el material de acabado interior que se aplique, por ejemplo, pinturas, alicatados, etc.

Tabla 9.2: Clasificación de la reacción al fuego por el interior.

Sistema	Variante ensayada (1)	Clasificación resistencia al fuego
Aquapanel® WM111C	12,5PAqu + Sext75(70-17 kg/m ³) + 12,5 Standard-A + 15 Standard Aluminio-BV (2)	EI 60
	12,5PAqu + Sext50(40-40 kg/m ³) + 12,5 Standard + 12,5 Standard	EI 60
	12,5PAqu + Sext50(40-40 kg/m ³) + 15 Diamant DFH1IR (o Cortafuego DF) + 15 Diamant DFH1IR (o Cortafuego DF) (3)	EI 90
	12,5PAqu + Sext75(60-40 kg/m ³) + 15 Diamant DFH1IR (o Cortafuego DF) + 15 Diamant DFH1IR (o Cortafuego DF) (3) + 15Standard	EI 120
	12,5PAqu + Sext100(80-50 kg/m ³) + 15 Diamant DFH1IR (o Cortafuego DF) + 15 Diamant DFH1IR (o Cortafuego DF) + 15 Diamant DFH1IR (o Cortafuego DF) (i → o)	EI 120
	12,5PAqu + Sext100(80-50 kg/m ³) + 15 Diamant DFH1IR (o Cortafuego DF) + 15 Diamant DFH1IR (o Cortafuego DF) + 15 Diamant DFH1IR (o Cortafuego DF) (o → i)	EI 180

(1) Se han considerado estas variantes del sistema WM111C por ser las más desfavorables.

(2) Ensayo realizado con mantas de lana mineral Ultracoustic R de Knauf Insulation (densidad 17 kg/m³ ± 10%).

(3) Diamant DFH1IR y Cortafuego DF son placas Knauf de yeso laminado de densidad controlada y mejorada a altas temperaturas.

Tabla 9.3: Resultados de los ensayos de resistencia al fuego.

Configuración de la probeta (1)	Secuencia de ensayo	Nivel de presión	Observaciones
Probeta 1 – 2000 mm x 2500 mm Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor (2) sin revestimiento y con lámina impermeable	Después de acondicionado por 6 horas a una temperatura entre 15°C y 30°C, con una humedad relativa entre el 25% y 75%..	1200 Pa	Sin penetración de agua (8)
Probeta 2 – 2600 mm x 3300 mm: Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor (2) con acabado continuo completo (3), sin lámina impermeable y subestructura de perfiles C (C75x50x2,0) (4) (5).	Después del primer ensayo de permeabilidad al aire y antes del primer ensayo de resistencia al viento.	1350 Pa	Sin penetración de agua (8) (9)
	Después del segundo ensayo de permeabilidad al aire y antes del segundo ensayo de resistencia al viento.		
Probeta 3 – 2400 mm x 3000 mm: Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor (6) con sólo la capa base (7), sin lámina impermeable y la subestructura más débil de perfiles C (C75x50x1,0) (4).	Después del primer ensayo de permeabilidad al aire y antes del primer ensayo de resistencia al viento.	750 Pa	Sin penetración de agua (8) (10)
	Después del segundo ensayo de permeabilidad al aire y antes del segundo ensayo de resistencia al viento.	450 Pa	Sin penetración de agua (8) (10)

Configuración de la probeta (1)	Secuencia de ensayo	Nivel de presión	Observaciones
(1). Para obtener una buena observación de la penetración del agua, los ensayos se han llevado a cabo sólo con la composición parcial exterior de los sistemas, que es también el peor caso para los ensayos de cargas de viento y permeabilidad al aire. Las probetas ensayadas no incluyen aberturas.			
(2). La placa exterior no se interrumpió en la conexión entre la subestructura y el marco del ensayo.			
(3). La mitad inferior de la superficie de la probeta con acabado pétreo y la mitad superior con sólo la capa base.			
(4). Distancia máxima entre perfiles verticales (600 mm).			
(5). La subestructura se eligió para poder alcanzar un nivel de presión de 1350 Pa.			
(6). La placa exterior se interrumpió en la conexión entre la subestructura y el marco del ensayo.			
(7). Probeta con revestimiento con alta absorción de agua por capilaridad ($\leq 0,60 \text{ kg/m}^2$ después de 1 h).			
(8). El test se detuvo a esta presión sin penetración de agua según la definición indicada en la norma UNE-EN 12865.			
(9). Como observación general, a 750 Pa se observaron muy pequeñas manchas de humedad en la cara interna de la placa justo en la línea entre la zona de la capa base y la zona del sistema de acabado continuo.			
(10). Como observación general, durante los niveles más bajos de presión, se observó penetración del agua en la conexión de la probeta con el marco del ensayo.			

Tabla 9.4: Resultados de los ensayos de estanqueidad al agua.

Capa	Tiempo		Absorción	
	min	kg/m ²	g/(m ² ·s)	g/(m ² ·s ^{0,5})
Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor	5	0,444	1,50	25,6
	20	0,544	0,45	15,8
Placa de cemento Aquapanel® Outdoor con revestimiento de acabado pétreo (1)	5	0,078	0,25	4,5
	20	0,100	0,08	2,8
Placa de cemento Aquapanel® Outdoor con revestimiento de acabado liso (1)	5	0,088	0,29	5,1
	20	0,144	0,12	4,2

(1) Los componentes que forman parte del acabado pétreo y acabado liso se definen en el apartado 2.2.

Tabla 9.5: Resultados de los ensayos de absorción de agua de las capas exteriores

Capa	Resistencia al vapor de agua	Resistividad al vapor de agua	Coeficiente difusividad del vapor de agua, μ
	MN·s/g	MN·s/g·m	
Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor	2,76	218,8	42,95
Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor con lámina impermeable	3,00	236,4	46,69

Tabla 9.6: Características de permeabilidad al vapor de agua de las capas exteriores del sistema Aquapanel® WM111C.

Sistema Aquapanel® WM111C			
Variante analizada (1)	Riesgo de condensación (2)		
	CH3	CH4	CH5
Sección normal sin subestructura	No	No	Superficial en D y E
V1 Sección por las alas de la subestructura	Intersticial en D y E	Intersticial en C, D y E	Superficial en las zonas D y E Intersticial en B, C, D y E
Encuentro con frente de forjado (3)	Intersticial en D y E	Superficial en D y E Intersticial en D y E	Superficial en A, B, C, D y E Intersticial en C, D y E

Sistema Aquapanel® WM111C			
Variante analizada (1)	Riesgo de condensación (2)		
	CH3	CH4	CH5
Encuentro con huecos de ventana	No	No	Superficial en D y E
Sección normal sin subestructura	No	No	Superficial en D y E
Sección por las alas de la subestructura	Intersticial en C, D y E	Intersticial en C, D y E	Intersticial en B, C, D y E
V5 Encuentro con frente de forjado (3)	Intersticial en D y E	Superficial en E Intersticial en D y E	Superficial en A, B, C, D y E Intersticial en C, D y E
Encuentro con huecos de ventana	No	No	Superficial en D y E

(1) La composición de las variantes se define en la tabla 4.1.

(2) La existencia de riesgo de condensaciones no significa que necesariamente se produzcan patologías por efecto de la humedad acumulada. Dichas patologías dependen del volumen de agua o humedad y el tiempo en que permanece esta condensación sin evaporarse, estas condiciones están directamente relacionadas con las condiciones ambientales en periodos determinados por ejemplo anuales y de las condiciones de uso del edificio.

(3) El encuentro con el forjado es un puente térmico no integrado por tanto, este resultado se deberá verificar respecto a los cálculos según la norma UNE-EN ISO 10211. Se considera un espesor mínimo de aislamiento en el frente del forjado de 20 mm.

Tabla 9.7: Resultados de los cálculos de condensaciones superficiales e intersticiales de las variantes consideradas del sistema Aquapanel® WM111C.

Tipo de fijación		Fuerza a desplazamiento (kN)		Fuerza de rotura (kN)		Modo de fallo
		a 3 mm		F_{mu}	F_{cu} (i)	
		F_{md3}	F_{cd3} (i)			
Ménsula de sustentación de FV (ii)	Fijación placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor - montante	0,95	0,20	3,76	3,42	Rotura de la placa. Deformación de la ménsula.
Ménsula de retención de FV (iii)	Fijación placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor - montante	0,36	0,31	1,81	1,64	Rotura de la placa. Deformación de la ménsula.

(i) Valor característico ($p = 95\%$) con nivel de confianza del 75%.

(ii) Ménsula de punto fijo de longitud de ala 150 mm y altura 100 mm.

(iii) Ménsula de punto deslizantes de longitud de ala 150 mm y altura 60 mm.

F_{md3} y F_{cd3} = valor de la fuerza media y característica respectivamente para un desplazamiento de 3 mm.

F_{mu} y F_{cu} = valor de la fuerza media y característica últimas, respectivamente.

Resultados obtenidos para un perfil montante de 1 mm de espesor.

Tabla 9.8a: Resultados de los ensayos de resistencia a carga vertical excéntrica por el exterior.

Tipo de fijación		Fuerza a desplazamiento (kN)		Fuerza de rotura (kN)		Modo de fallo
		a 3 mm		F_{mu}	F_{cu} (i)	
		F_{md3}	F_{cd3} (i)			
Ménsula de sustentación de FV (ii)	Fijación placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor - montante	0,62	0,19	3,43	2,04	Rotura de la placa. Deformación de la ménsula.
Ménsula de retención de FV (iii)	Fijación placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor - montante	0,71	0,20	3,78	3,49	Rotura de la placa. Deformación de la ménsula.

(i) Valor característico ($p = 95\%$) con nivel de confianza del 75%.

(ii) Ménsula de punto fijo de longitud de ala 150 mm y altura 100 mm.

(iii) Ménsula de punto deslizantes de longitud de ala 150 mm y altura 60 mm..

F_{md3} y F_{cd3} = valor de la fuerza media y característica respectivamente para un desplazamiento de 3 mm.

F_{mu} y F_{cu} = valor de la fuerza media y característica últimas, respectivamente.

Resultados obtenidos para un perfil montante de 1 mm de espesor.

Tabla 9.8b: Resultados de los ensayos de resistencia a carga horizontal por el exterior.

Fallo funcional						
Tipo de ensayo	Masa (kg)	Energía de impacto (J)	Número de impactos	Altura de impactos (m)	Resultados de probeta de <u>ensayo 1</u> (placa Knauf Standard en capa única 12,5 mm por cara)	Resultados de probeta de <u>ensayo 2</u> (placas Knauf Standard en capa doble 15+15 mm por cara)
Cuerpo duro	0,5	6	10	> 1,5	No fallo funcional Diámetro máximo de huella 25,26 mm	No fallo funcional Diámetro máximo de huella 22,2 mm
	0,5	6	10	< 1,5	No fallo funcional Diámetro máximo de huella 26,35 mm	No fallo funcional Diámetro máximo de huella 22,0 mm
Cuerpo blando	50	60	3 x 3	> 1,5	No fallo funcional. Deformación estable. Deformación transversal máxima 11,41 mm Deformación residual máxima 0,04 mm. La apertura de la puerta es posible.	---
	50	120	3 x 3	> 1,5	No fallo funcional. Deformación estable. Deformación transversal máxima 31,62 mm Deformación residual máxima 0,85 mm. La apertura de la puerta en la última serie no es posible.	No fallo funcional. Deformación estable. Deformación transversal máxima 24,74 mm. Deformación residual máxima 0,39 mm. La apertura de la puerta es posible.

Tabla 9.9a: Resultados a fallo funcional del ensayo de resistencia a impacto por el interior

Fallo estructural						
Tipo de ensayo	Masa (kg)	Energía de impacto (J)	Número de impactos	Altura de impactos (m)	Resultados de <u>Ensayo 1</u> Placa Knauf Standard en capa única 12,5 mm por cara	Resultados de <u>Ensayo 2</u> Placas Knauf Standard en capa doble 15+15 mm por cara
Cuerpo duro	1,0	10	1	> 1,5	No fallo estructural.	No fallo estructural.
	1,0	10	1	≤ 1,5	No fallo estructural.	No fallo estructural.
Cuerpo blando	50	100	1	≤ 1,5	No fallo estructural.	---
	50	200	1	≤ 1,5	Fallo estructural, penetración del impacto.	---
	50	300	1	≤ 1,5	---	No fallo estructural.
	50	500	1	≤ 1,5	---	No fallo estructural.
	50	900	1	≤ 1,5	---	No fallo estructural.

Tabla 9.9b: Resultados a fallo estructural del ensayo de resistencia a impacto por el interior.

Probeta	Ensayo	Masa (kg)	Energía de impacto (J)	Número de impactos	Resultados
Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor con acabado pétreo	Cuerpo duro (1)	0,5	3	3	No deterioro / No fisuras / No se marca la huella
		1,0	10	3	No deterioro / Se observan microfisuras superficiales alrededor de los puntos de impacto (2) / Diámetro máximo de huella 17,06 mm
	Cuerpo blando	3,0	60	3	No deterioro / No fisuras / No se marca la huella
		50,0	400	1	No deterioro / No fisuras / No se marca la huella
Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor con acabado liso	Cuerpo duro (1)	0,5	3	3	No deterioro / No fisuras / No se marca la huella / Diámetro máximo de huella 7,9 mm
		1,0	10	3	No deterioro / Se observan microfisuras superficiales alrededor de los puntos de impacto (2) / Diámetro máximo de huella 17,82 mm

Probeta	Ensayo	Masa (kg)	Energía de impacto (J)	Número de impactos	Resultados
	Cuerpo blando	3,0	60	3	No deterioro / No fisuras / No se marca la huella
		50,0	400	1	No deterioro / No fisuras / No se marca la huella

(1) Bola de acero de diámetro 50 mm para la masa de 0,5 kg y diámetro 62,5 mm para la masa de 1,0 kg.

(2) Fisuras observables únicamente con un fisurómetro, también se observan desperfectos en la parte posterior de la placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor.

Tabla 9.10: Resultados del ensayo de resistencia a impacto por el exterior¹⁰.

Probeta	Fuerza última (N)	Resistencia a flexión (MPa)
Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor con revestimiento de acabado pétreo	385	4,4
Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor con revestimiento de acabado pétreo liso	355	4,3

Tabla 9.11: Resultados de los ensayos de resistencia a flexión.

Probeta	Posición	Fuerza de rotura (N)	
		Media, F_{med}	Característica, $F_{u,5}$ (1)
Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor con tornillo Maxi Screw TN	Esquina	541	428
	Borde	700	400
Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor con tornillo Maxi Screw TB	Esquina	550	498
	Borde	826	547

(1) Valor característico ($p=95\%$) con un nivel de confianza del 75%.

Tabla 9.12: Resultados de los ensayos de resistencia a corte por la perforación.

Probeta	Fuerza de rotura (N)	
	Media, F_{med}	Característica, $F_{u,5}$ (1)
Perfil exterior de espesor 1,0 mm y tornillo TN	1416	1169
Perfil exterior de espesor 0,7 mm y tornillo TN	1080	881

(1) Valor característico ($p=95\%$) con un nivel de confianza del 75%.

Tabla 9.13: Resultados del ensayo de resistencia al arrancamiento en el perfil.

Sistema	Masa por unidad de superficie (kg/m^2)	R_w (dB)	C (dB)	C_{tr} (dB)	R_A (dBA)	$R_{A,tr}$ (dBA)
Aquapanel® WM111C	$\geq 39,2$	50	- 2	- 6	48,4	44,1
	$\geq 43,0$	51	- 1	- 6	49,9	45,3

Tabla 9.14: Resultados de los ensayos de aislamiento a ruido aéreo.

¹⁰ Las categorías de impacto por el exterior se clasifican en cuatro grupos (categoría I a IV), donde la categoría I es el valor más alto mientras que la categoría IV es el valor más bajo de clasificación.

Dato	Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor sin revestimiento
Espesor total (mm)	12,53
$\lambda_{10,seco}$ (W/m·K)	0,262
$f_{u(23,80)}$	3,54
$\lambda_{23/80}$ (W/m·K)	0,282
$R_{23/80}$ (m ² ·K/W)	0,044

Donde:
 $\lambda_{10,seco}$ = conductividad térmica en condiciones secas.
 $f_{u(23,80)}$ = factor de humedad a 23 °C y 80% de humedad relativa.
 $\lambda_{23/80}$ = conductividad térmica de diseño.
 $R_{23/80}$ = resistencia térmica de diseño.

Tabla 9.15: Características térmicas de la capa exterior del sistema Aquapanel® WM111C.

Característica	Sistema Aquapanel® WM111C (1)
Espesor total (mm)	115
Impedancia térmica (m ² ·K/W)	1,92
Coefficiente de transmisión de calor dinámico (W/m ² ·K)	0,52
Desfase (h)	1,12
Factor de amortiguamiento	0,89
Coefficiente de estabilidad térmica	0,11

(1) 12,5PAqu + LImp + SExt75 (60-40 kg/m³) + 12,5 Standard A + 12,5 Standard Aluminio A+BV

Tabla 9.16: Características térmicas dinámicas del sistema Aquapanel® WM111C.

Variante analizada (i)		Núm. variante	Transmitancia térmica equivalente U_{eq} (W/m ² ·K) (ii)	Transmitancia térmica lineal, Ψ (W/m·K)	Factor f_{Rsi} (iii)	Zonas climáticas recomendadas (iv)
Sección normal (ii)	Central horizontal	V1_e2_s400	0,78	---	0,673	α
		V5_e2_s400	0,71	---	0,639	α
	Horizontal inferior y superior	V1_e2_s400	1,02	---	0,702	Ninguna
		V5_e2_s400	0,93	---	0,726	Ninguna
Encuentro con frente de forjado de hormigón (v)	Vertical central	V1_e2_s400	---	0,69	0,723	Todas
		V5_e2_s400	---	0,68	0,733	Todas
	Vertical por el ala del perfil vertical	V1_e2_s400	---	0,85	0,708	Todas
		V5_e2_s400	---	0,84	0,722	Todas
	Vertical por el alma del perfil vertical	V1_e2_s400	---	0,77	0,539	α, A y B
		V5_e2_s400	---	0,76	0,549	α, A y B
Encuentro con pilar de hormigón (vi)	Central horizontal	V1_e2_s400	---	0,74	0,642	Todas
		V5_e2_s400	---	0,73	0,633	Todas excepto E
	Horizontal inferior y superior	V1_e2_s400	---	0,94	0,603	Todas excepto D y E
		V5_e2_s400	---	0,91	0,600	Todas excepto D y E
Encuentro con pilar de hormigón (vi) en esquina entrante	Central horizontal	V1_e2_s400	---	0,90	0,573	Todas excepto D y E
		V5_e2_s400	---	0,86	0,568	Todas excepto D y E
	Horizontal inferior y superior	V1_e2_s400	---	1,09	0,565	Todas excepto D y E
		V5_e2_s400	---	1,04	0,566	Todas excepto D y E
Esquina saliente	Central horizontal	V1_e2_s400	---	0,25	0,684	Todas
		V5_e2_s400	---	0,26	0,699	Todas
	Horizontal inferior y superior	V1_e2_s400	---	0,40	0,695	Todas
		V5_e2_s400	---	0,44	0,717	Todas
	Central horizontal	V1_e2_s400	---	0,31	0,520	α, A y B

Variante analizada (i)	Núm. variante	Transmitancia térmica equivalente U_{eq} ($W/m^2 \cdot K$) (ii)	Transmitancia térmica lineal, Ψ ($W/m \cdot K$)	Factor f_{Rsi} (iii)	Zonas climáticas recomendadas (iv)
Esquina entrante	V5_e2_s400	---	0,31	0,536	α , A y B
	Horizontal inferior y superior	V1_e2_s400	---	0,48	α y A
	V5_e2_s400	---	0,48	0,524	α , A y B
Aberturas (vii)	Horizontal por el dintel y el alfeizar	V1_e2_s400	---	0,81	Todas excepto D y E
	V5_e2_s400	---	0,84	0,618	Todas excepto E
	Horizontal por la jamba	V1_e2_s400	---	0,35	Todas excepto D y E
	V5_e2_s400	---	0,36	0,594	Todas excepto D y E
	Vertical por el borde del perfil vertical en el medio de la abertura.	V1_e2_s400	---	0,03	α , A y B
	V5_e2_s400	---	0,02	0,540	α , A y B
	Vertical por el dintel y el alféizar en la mitad de la abertura.	V1_e2_s400	---	0,19	0,587
V5_e2_s400	---	0,19	0,599	Todas excepto D y E	

- (i) Las composiciones de las variantes están definidas en la tabla 4.1. Conductividad térmica del aislamiento térmico considerada 0,036 W/m·K. El espesor del aislamiento considerado en los cálculos para la variante V5 ha sido 80 mm. En todos los casos el espesor del perfil exterior es 2,0 mm y la distancia entre montantes 400 mm.
- (ii) Valores de las zonas opacas incluyendo los montantes. No se consideran los posibles huecos del cerramiento. Incluye las resistencias térmicas superficiales.
- (iii) Para las secciones normales se consideran los valores mínimos, para los puntos singulares se consideran los valores medios.
- (iv) Los valores de transmitancia térmica equivalente cumplen con los valores máximos indicados en la tabla 3.1.1a-HE1 de la sección HE1 del DB HE del CTE para las zonas climáticas indicadas. Los valores del factor de temperatura de la superficie interior (f_{Rsi}) cumplen con los valores mínimos indicados en la tabla 1 del documento de apoyo DA DB HE/2 para las zonas climáticas indicadas y clase de higrometría 3.
- (v) Forjado de hormigón de 30 cm de canto recubierto con 60 mm de panel aislante térmico y la placa exterior.
- (vi) Pilar de hormigón de 20 cm recubierto por el exterior con 60 mm de panel aislante térmico y la placa exterior y por el interior por un trasdosado autoportante con 40 mm de panel aislante térmico y doble placa de interior.
- (vii) La transmitancia térmica del marco utilizada en el cálculo de los huecos es 1,80 W/m²·K.

Tabla 9.17: Transmitancia térmica y factor de temperatura de la superficie interior del sistema Aquapanel® WM111C.

Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor sin revestimiento	
Comportamiento a ciclos calor-lluvia (1)	No deterioro en las zonas centrales de las probetas. Pérdida de material en las zonas de los bordes de las probetas.
Comportamiento a ciclos calor-frío (2)	No roturas en ambas superficies. No grietas en ambas superficies. Sí fisuras visibles en ambas superficies.
Comportamiento a ciclos hielo-deshielo (3)	Hasta el ciclo 18: No deterioro de las probetas. A partir del ciclo 18: Pérdida de material en las superficies de las probetas. Desmenuzado de las esquinas de las probetas.

(1) 80 ciclos con: 70 °C entre 10 y 30% de humedad relativa y agua a 15 °C rociada a 1 l/m²·min
(2) 5 ciclos con: 50 °C con 30% de humedad relativa máxima y -20 °C
(3) 30 ciclos con: - 20 °C e inmersión parcial en agua a 20 °C

Tabla 9.18: Placa de cemento Knauf Aquapanel® sin revestimiento. Comportamiento a ciclos de envejecimiento acelerado.

Componente	Característica ensayada	Método de ensayo
Placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor	Densidad	Apdo. 5.4.2 de UNE-EN 12467
Placa Knauf Standard A	Densidad	Apdo. 5.11 de UNE-EN 520
	Gramaje de papel	UNE-EN ISO 536
	Aspecto	Visual
Perfiles metálicos	Dimensiones y tolerancias	Apdo. 5.2 de UNE-EN 14195
	Características resistentes del material	UNE-EN 10002-1 (anulada por UNE-EN ISO 6892-1)

Tabla 9.19: Ensayos de identificación de los componentes.

10. 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.

11. Documentos de referencia

- Código Técnico de la Edificación. Documentos Básicos del CTE: DB SE, DB SI, DB HS, DB SUA, DB HR y DB HE.
- DA DBHE/1. Documento de apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.
- DA DBHE/2. Documento de apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos.
- Decisión 2000/532/CE, de 3 de mayo, que sustituye a la Decisión 94/3/CE y a la Decisión 94/904/CE en la que se establecen una lista de residuos de conformidad y residuos peligrosos respectivamente.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 842/2013 de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- ETA 07/0173. Aquapanel® Cement Board.
- ETA 13/0311. Kits para sistemas de pared exterior WM111C; WM211C; WM311C; WM411C; WM111G; WM211G; WM311G; WM411G.
- EAD 040083-00-0404 External thermal insulation composite systems with rendering (conversion de la ETAG 004).
- EAD 090120-01-0404 - Kits for non-load bearing mineral board external wall systems.

Véanse también las referencias a:

- Normas españolas UNE: www.une.org
- Normas europeas EN: standards.cencenelec.eu
- Normas internacionales ISO: www.iso.org
- Normas alemanas DIN: www.din.de

12. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 09/051 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU*, 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,
- instrucciones de montaje 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

Aquapanel® WM111C compuesto por la placa de cemento Knauf Aquapanel® Outdoor y otros componentes definidos en el capítulo 2, y ejecutados de acuerdo con las instrucciones y criterios que constan en este DAU, es adecuado para la construcción de:

- Cerramiento completo o integral de fachada no ventilada (Uso 1),
- Hoja interior de fachada (Uso 2),

puesto que cumple con los requisitos reglamentarios relevantes en materia seguridad estructural, protección contra incendios, salud e higiene, aislamiento acústico y térmico, 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 sistema Aquapanel® WM111C de Knauf GmbH España.

La validez del DAU queda sujeta a las acciones y condiciones de seguimiento que se especifican en el capítulo 13 y a las condiciones de uso del capítulo 14.

(*) 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 09/051
Documento
de adecuación al uso



El Director Técnico del ITeC



13. 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 15 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.

14. 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.

15. Lista de modificaciones de la presente edición

La versión informática del DAU recoge, si las hubiera, las actualizaciones, modificaciones y correcciones de la edición G del DAU 09/051, 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.

Número	Página y capítulo	Donde decía...	Dice...
--------	-------------------	----------------	---------



**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