



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Técnica y material en la hermeticidad de la edificación: El yeso proyectado.

Technique and material in the airtightness of the building: Projected plaster.

Autor/es

Claudia Colmenares Casis

Directora

Almudena Espinosa Fernández

Grado en Estudios en Arquitectura

Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
2022

(Este documento debe remitirse a [seceina@unizar.es](mailto:seceina@unizar.es) dentro del plazo de depósito)

D./Dª. **Claudia Colmenares Casis**,

en aplicación de lo dispuesto en el art. 14 (Derechos de autor) del Acuerdo de  
11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se  
aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de Estudios de la titulación de  
Grado en estudios en Arquitectura

(Título del Trabajo)

Técnica y material en la hermeticidad de la edificación: El yeso proyectado.

Technique and material in the airtightness of the building: Projected plaster.

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser  
citada debidamente.

Zaragoza, 25 de Noviembre de 2022

Fdo:



## RESUMEN.

Cada vez las exigencias energéticas son mayores y más importantes, además de ser uno de los términos clave a la hora de hablar de Passivhaus y edificios de consumo energético casi nulo.

El nuevo código técnico de la edificación, el cual se acerca más a las restricciones exigidas por los estándares de Passivhaus y edificios de consumo energético casi nulo, trata el consumo de energía primaria no renovable y el consumo de energía primaria total, referido a calefacción, refrigeración, ventilación y control de la humedad, así como la transmitancia global o el control solar de la envolvente térmica, muy importante para evitar el sobrecalentamiento en verano. En cuanto a la hermeticidad, deja en el aire la ejecución de pruebas específicas de control y no se imponen límites al comportamiento global del edificio. Si que se limita la permeabilidad de los huecos y se indica:

*Las soluciones constructivas y condiciones de ejecución de los elementos de la envolvente térmica asegurarán una adecuada estanqueidad al aire. Particularmente, se cuidarán los encuentros entre huecos y opacos, puntos de paso a través de la envolvente térmica y puertas de paso a espacios no acondicionados.*

¿Cómo se controlará esto? ¿Se realizarán ensayos específicos como la prueba Blower Door? En la página del Código Técnico de la Edificación (CTE) se puede encontrar la versión propuesta para la Herramienta Unificada Lider-Calener (HULC), que servirá para justificar el cumplimiento de las nuevas exigencias.

Es por ello por lo que en este trabajo se quiere realizar un estudio del material Placo® Hermetic. Este material, desarrollado con el objetivo de dar respuesta a todo lo hablado anteriormente, es el primer producto específico para cumplir los requerimientos del estándar Passivhaus, como componente de hermeticidad de la envolvente interior de la vivienda.

## ABSTRACT

Energy requirements are becoming more and more important and one of the key terms when talking about Passivhaus and nearly zero-energy buildings.

The new technical building code, which is closer to the restrictions required by Passivhaus and nearly zero energy buildings standards, deals with non-renewable primary energy consumption and total primary energy consumption, referring to heating, cooling, ventilation and humidity control, as well as the overall transmittance or solar control of the thermal envelope, which is very important to avoid overheating in summer. As for airtightness, it leaves the execution of specific control tests up in the air and no limits are imposed on the overall performance of the building. The permeability of openings is limited and is indicated:

*The constructive solutions and conditions of execution of the elements of the thermal envelope will ensure adequate air tightness. Particular attention shall be paid to the joints between openings and opacities, points of passage through the thermal envelope and doors leading to unconditioned spaces.*

How will this be controlled and will specific tests such as the Blower Door test be carried out? On the Technical Building Code website you can find the proposed version of the Unified Lider-Calener Tool (HULC), which will be used to justify compliance with the new requirements.

This is the reason why in this work we want to carry out a study of the Placo® Hermetic material. This material, developed with the aim of responding to all of the above, is the first specific product to meet the requirements of the Passivhaus standard, as an airtightness component of the interior envelope of the dwelling.

#### AGRADECIMIENTOS

Primero a la empresa Saint-Gobain por darme la oportunidad de estudiar este material y sobretodo a Carmelo Martínez Garrido, por toda la información proporcionada, la visita a la fábrica, todas sus explicaciones sobre el material y el interés por este trabajo.

A la directora de este trabajo, Almudena Espinosa Fernández, por la paciencia, la amabilidad, los consejos, todo lo que me ha enseñado y la eficacia a la hora de resolver todas mis dudas.

Y por último a familiares y amigos, por aportar opiniones por pequeñas que fueran, por aguantarme y animarme en los días menos buenos y alegrarse y celebrar conmigo los mejores.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.	4	WELL	56
ABSTRACT	5	EDGE	58
AGRADECIMIENTOS	7	VERDE	59
1. INTRODUCCIÓN	2	DGNB	61
MOTIVACIÓN	2	CERTIFICADO ENERGÉTICO	65
METODOLOGÍA	2	PASSIVHAUS	66
3. ENTRADA DE AIRE EN LOS EDIFICIOS.	12	DAU	70
VENTILACIÓN E INFILTRACIÓN	12	10. ESTUDIO REAL DEL USO DEL MATERIAL	74
VENTILACIÓN NATURAL	12	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	74
VENTILACIÓN MECÁNICA	13	PREPARACIÓN PREVIA	74
PÉRDIDAS ENERGÉTICAS POR INFILTRACIONES	14	APLICACIÓN DE Placo® Hermetic	75
4. HERMETICIDAD AL PASO DEL AIRE.	18	REALIZACION DEL BLOWER DOOR	76
CONCEPTO	18	11. PROBLEMAS DE HERMETICIDAD EN REHABILITACIÓN.	80
MATERIALES	18	12. CONCLUSIONES.	84
VAPOR DE AGUA	19	13. BIBLIOGRAFÍA	88
5. ESTRATEGIAS DE HERMETICIDAD AL PASO DEL AIRE.	24	ANEXO 1	94
DISEÑO	24	ANEXO 2	133
LA REGLA DEL LÁPIZ Y LOCALIZACIÓN DE FUGAS	24	ANEXO 3	134
EL ARTE DE LA JUNTA	25		
6. BLOWER DOOR	28		
¿QUÉ ES Y EN QUÉ CONSISTE?	28		
EQUIPO	28		
PROCESO	28		
CÓMO SE OBTIENE EL CAUDAL DE FILTRACIÓN	29		
7. YESO PROYECTADO	34		
PROCESO DE FABRICACIÓN	34		
TIPOS DE YESO	35		
Placo® Hermetic	38		
VENTAJAS	39		
PREPARACIÓN PREVIA	40		
APLICACIÓN DEL MATERIAL	40		
8. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN	44		
9. CERTIFICADOS.	48		
GBCI y GBCe	49		
BREEAM	50		
LEED	54		

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Clasificación de los sistemas de ventilación en la edificación.	12	Figura 9.6: Logotipo BREEAM Urbanismo	53
Figura 3.2: VMC de simple flujo.	13	Figura 9.7: Logotipo BREEAM Nueva construcción	53
Figura 3.3: VMC de doble flujo.	13	Figura 9.8: Logotipo BREEAM Vivienda	53
Figura 3.4: Recuperador de calor.	14	Figura 9.9: Logotipo BREEAM En Uso	53
Figura 5.1: Regla del lápiz.	25	Figura 9.10: Logotipo BREEAM A medida	53
Figura 5.2: Principales puntos de infiltraciones.	25	Figura 9.11: Logotipo LEED	54
Figura 6.1: Estructura de aluminio.	28	Figura 9.12: Logotipo LEED certificado	54
Figura 6.2: Estructura ajustada a la puerta con la tela de nylon y el ventilador.	28	Figura 9.13: Logotipo LEED plata	54
Figura 6.3: Sistema completo, manómetro conectado al ventilador.	28	Figura 9.14: Logotipo LEED oro	54
Figura 6.4: Termografía de ventana.	29	Figura 9.15: Logotipo LEED platino	54
Figura 6.5: Anemómetro.	29	Figura 9.16: Logotipo IWBI	56
Figura 7.1: Conjunto de polvo y piedras.	34	Figura 9.17: Logotipo WELL Bronce	57
Figura 7.2: Yeso en forma de fino polvo.	34	Figura 9.18: Logotipo WELL Plata	57
Figura 7.3: Leyenda símbolos características yesos.	35	Figura 9.19: Logotipo WELL Oro	57
Figura 7.5: Medida espesor yeso proyectado.	38	Figura 9.20: Logotipo WELL Platino	57
Figura 7.6: Medida espesor Placo® Hermetic.	38	Figura 9.21: Logotipo EDGE.	58
Figura 7.4: Materiales que deberán ser considerados por la Decisión 94/611/CE como pertenecientes a la clase A de racción al fuego sin necesidad de ser ensayados. (Fila del Yeso)	38	Figura 9.22: Logotipo VERDE.	59
Figura 7.7: Ejemplo de membrana hermética enyesable.	40	Figura 9.27: Tipos de certificados VERDE.	61
Figura 7.8: Ejemplo de membrana hermética enyesable.	40	Figura 9.23: Logotipo VERDE 1 Hoja.	61
Figura 7.9: Ejemplo de cinta hermética enyesable.	40	Figura 9.24: Logotipo VERDE 2 Hojas.	61
Figura 7.10: Ejemplo de cinta hermética enyesable.	40	Figura 9.25: Logotipo VERDE 3 Hojas.	61
Figura 7.13: Camisa y rotor.	41	Figura 9.26: Logotipo VERDE 4 Hojas.	61
Figura 7.15: Boquillas.	41	Figura 9.27: Logotipo VERDE 5 Hojas.	61
Figura 7.17: 2 <sup>a</sup> capa después de 30-60 mins	41	Figura 9.29: Logotipo DGNB.	61
Fuente: Propia	41	Figura 9.30: Logotipo Indoor Air Comfort Gold.	64
Figura 7.14: Manguera con boquilla.	41	Figura 9.31: Logotipo DGNB Bronce	64
Figura 7.16: 1 <sup>a</sup> capa aplastada con regla.	41	Figura 9.32: Logotipo DGNB Plata.	64
Figura 7.18: 1 <sup>a</sup> capa aplastada con regla.	41	Figura 9.33: Logotipo DGNB Oro.	64
Figura 7.11: Proyección sobre juntas tratadas con membrana hermética.	41	Figura 9.34: Logotipo DGNB Platino.	64
Figura 7.12: Proyección sobre juntas tratadas con membrana hermética.	41	Figura 9.35: Logotipo DGNB Diamond.	65
Figura 9.1: Objetivos de Desarrollo Sostenible.	48	Figura 9.36: Etiqueta de Edificio Terminado.	65
Figura 9.2: Logotipo World GBC.	49	Figura 9.37: Logotipo Instituto Passivhaus.	66
Figura 9.3: Logotipo GBCI.	49	Figura 9.38: Certificado Passivhaus Classic.	69
Figura 9.4: Logotipo GBCe.	50	Figura 9.39: Certificado Passivhaus Plus.	69
Figura 9.5: Logotipo BREEAM ES.	50	Figura 9.40: Certificado Passivhaus Premium.	69
		Figura 9.41: Sello EnerPHit.	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Figura 9.42: Sello EnerPHit+i (para edificios con aislamiento interno predominante).	<b>69</b>	Tabla 2.1: Reparto de viviendas totales según Clústeres.	<b>7</b>
Figura 9.43: Sello de precertificación para la rehabilitación que se lleva a cabo por etapas	<b>69</b>	Tabla 6.1: Parámetros que definen la estanqueidad.	<b>32</b>
Figura 9.44: Sello PHI para casas de bajo consumo.	<b>69</b>	Tabla 7.1: Tabla características de los yesos.	<b>39</b>
Figura 9.45: Logotipo PHPP.	<b>70</b>	Tabla 7.2: Características de Placo® Hermetic..	<b>40</b>
Figura 9.46: Logotipo designPH.	<b>70</b>		
Figura 10.1: Fachada exterior.	<b>74</b>		
Figura 10.2: Fachada exterior.	<b>74</b>		
Figura 10.3: AEROSANA VISCON.	<b>74</b>		
Figura 10.4: Producto aplicado en todos los encuentros entre materiales distintos.	<b>74</b>		
Figura 10.5: CONTEGA SOLIDO .	<b>75</b>		
Figura 10.6: Tratamiento de ventanas y puertas.	<b>75</b>		
Figura 10.7: Tratamiento de ventanas y puertas.	<b>75</b>		
Figura 10.8: Resultado.	<b>76</b>		
Figura 10.10: Empresa encargada de los Blower Door.	<b>76</b>		

## INTRODUCCIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

### MOTIVACIÓN

Lo que se quiere lograr con este trabajo es concienciar a los usuarios del gasto energético que supone una mala hermeticidad en la vivienda. Y todo lo que ello conlleva, no solo un gasto económico excesivo, también una contaminación que, hoy en día, es preocupante. Además, mostrar cómo se consigue el confort térmico en espacios interiores y cómo funciona una buena ventilación, ya que esto puede prevenir enfermedades.

Generalmente la principal preocupación a la hora de construir un edificio era que estuviera correctamente aislado térmicamente, creyendo, erróneamente, que esto mantendría la temperatura interior y ahorraríamos en pérdidas energéticas, pero ¿de qué nos sirve esto si tenemos una ventana abierta?, nadie tiene la calefacción o el aire acondicionado trabajando sin parar con la ventana abierta, es una muestra clara de pérdidas excesivas de energía. Tener una envolvente con problemas de hermeticidad es lo mismo. El problema no es un hueco del tamaño de una ventana, pero si muchos huecos pequeños por los que se pierde gran cantidad de energía.

Para solucionar este problema se quiere dar a conocer un producto comprometido con la innovación, sostenibilidad, preservación del medio ambiente, de sencilla aplicación, económico y nacional. No sirve de nada no contaminar durante la vida del edificio si sus materiales o la creación de estos son altamente contaminantes.

El concepto de hermeticidad es relativamente nuevo y por ello la mayoría de los edificios existentes carecen de esta propiedad, se ha querido mostrar como con pequeños cambios en una rehabilitación pueden cambiar los niveles de hermeticidad y gasto energético drásticamente.

### METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos propuestos primero se explica la importancia de una buena ventilación, ya que es lo más importante a la hora de hablar de la calidad del aire interior. Los problemas en hermeticidad, las llamadas infiltraciones, provocan que la ventilación no sea adecuada, y por tanto que la calidad del aire sea menor, por otro lado, una buena hermeticidad sin una buena ventilación que renueve el aire también es perjudicial.

Una vez clara la importancia de ventilación y los problemas que ocasionan las infiltraciones, se explica el concepto de hermeticidad, los materiales que son herméticos y la relación que tiene la permeabilidad al aire con la permeabilidad al vapor de agua.

Se muestra cómo se deben tratar las infiltraciones para que el edificio sea hermético, estas estrategias muestran la importancia de tener en cuenta el concepto de hermeticidad desde el primer momento que se empieza a diseñar el edificio.

La prueba para comprobar si todo el trabajo anterior está bien hecho y nuestro edificio es hermético es la prueba Blower Door, la cual será exigida en la mayoría de los certificados energéticos. En este trabajo se ve cómo funciona, en qué consiste, el equipo que se necesita, etc. Para entender bien cómo funciona esta prueba acudí a una prueba realizada en viviendas sociales propuestas para rehabilitación.

También realicé una visita a la empresa Saint-Gobain Placo Ibérica,

S.A.U. situada en Viguera (La Rioja). Allí pude aprender el proceso que hay que realizar para obtener el producto que se ha querido presentar y cómo funciona, desde la extracción del yeso hasta el aplicado de este en una pared, ya que pude hacer una prueba de proyección y comprobar que es muy fácil de utilizar.

Hoy en día hay que cumplir unas exigencias determinadas por el CTE. Para entenderlas se ha querido mostrar el camino seguido durante años para alcanzar este nivel de exigencia. Además, se explican también los certificados energéticos, donde se demuestra la importancia de la hermeticidad y se puede ver la diferencia de los niveles exigidos.

## ANTECEDENTES

## 2. ANTECEDENTES.

Arquitectura y sociedad siempre han ido de la mano. Es a través de la arquitectura como el ser humano se representa, muestra su capacidad para superar las condiciones ambientales y el contexto en el que se desenvuelve (Cimadomo 2021).

Circunstancias actuales, recientemente pasadas, y otras que perduran en la actualidad y que condicionarán nuestro futuro más cercano como guerras, crisis económicas, ambientales, sociales, tecnológicas, de salud, han derivado en que estemos inmersos en un momento de cambio. Se ha puesto el foco en el rendimiento y calidad de nuestros edificios y su entorno y en el cambio en los modos de vida, de trabajo y de relacionarnos. Es necesario, por tanto, pensar los edificios con criterios de salud y bienestar para sus usuarios, independientemente de su uso. El sector de la edificación, como responsable del desarrollo del hábitat que las personas ocupamos, es protagonista en la protección de nuestra salud, pero también tiene mucho que hacer para favorecerla y mejorarla.

Hoy en día la sociedad es consciente de que su actitud frente al derroche energético debe cambiar. La profunda crisis económica mundial, los cambios bruscos de temperatura, las temperaturas extremas, etc. hacen que se cuestione la validez de muchos de los procedimientos empleados hasta la fecha, como el uso de energías no renovables o el uso de materiales contaminantes o cuya fabricación lo es, aunque hayan sido útiles y válidos durante décadas. Previamente, crisis ambientales no resueltas y el agotamiento de recursos energéticos fósiles, entre otros, ha supuesto tomar decisiones cuyo objetivo sea reducir la dependencia energética y el impacto medioambiental. Es necesario un giro obligado hacia la sostenibilidad, que se presenta ya, sin duda, como la única alternativa posible.

La Estrategia Europea de Desarrollo Sostenible (Commission of the European Communities 2009), así como el Acuerdo de París alcanzado tras la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2015 han promovido la concienciación política y han establecido criterios contemporáneos de ahorro, eficiencia energética y de reducción de emisiones, especialmente en el ámbito de la edificación. Esto ha llevado a la necesidad de definir estrategias conjuntas encaminadas a lograr soluciones al elevado consumo energético relacionado con su desarrollo.

Estas estrategias están orientadas a la consecución de un parque de viviendas de bajo consumo energético o edificios de energía casi nula (EECN). En edificios de nueva planta, diseñar e implementar estas estrategias desde el inicio del proyecto e ideación es menos complicado que en viviendas existentes que se quieren rehabilitar. En España, según la [tabla 2.1](#), el 50,06% de las viviendas existentes hasta 2020 fueron construidas antes de 1980, año en el que a consecuencia de la segunda crisis energética de esa década se aprobó la norma NBE-CT 79, primera norma moderna que exigió aislamiento térmico. Pero no es hasta 2006 cuando se aprueba la primera versión del Código Técnico de la Edificación, en donde se establecen unas exigencias de limitación de la demanda energética, lo que provocó un importante avance estimado de entre el 25 y 35% de mejora en la demanda, y por tanto en los aislamientos. Es decir, según la [tabla 2.1](#), el 44,58% de las viviendas españolas construidas hasta 2020 cuentan con un aislamiento térmico que deja bastante que desear, teniendo en cuenta la mejora en la demanda energética a partir de la implementación del CTE. Sólo el 5,36% de las viviendas construidas hasta 2020 están aisladas térmicamente de forma correcta y eficaz. A partir de este punto es muy probable, y es lo que se quiere conseguir con este trabajo, que se vea una nueva mejoría de la demanda energética gracias a las nuevas exigencias con respecto a la permeabilidad al aire exigidas en la versión de 2019 del CTE. Es además

imprescindible como podemos ver por estos porcentajes la rehabilitación de las viviendas españolas, ya que el 94,64% de las viviendas consumen una cantidad de energía excesiva, la cual podría mejorarse notablemente con pequeñas intervenciones.

Tabla 2.1: Reparto de viviendas totales según Clústeres.  
Fuente: Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana 2020

	Nº de viviendas
Edificio anterior a 1900	664.479 viv
Edificio de 1901 a 1940	1.138.402 viv
Edificio de 1941 a 1960	2.405.926 viv
Edificio de 1961 a 1980	8.663.516 viv
Edificio de 1981 a 2007	11.463.392 viv
Edificio de 2008 a 2020	1.377.030 viv
<b>Total</b>	<b>25.712.744 viv</b>

El Código Técnico de la Edificación (CTE), (Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana 2022) define el Edificio de Energía de Consumo Casi Nulo como el edificio, nuevo o existente, que cumple con las exigencias reglamentarias establecidas en este Documento Básico "DB HE Ahorro de Energía" en lo referente a la limitación de consumo energético para edificios de nueva construcción. Calcular el consumo energético de un edificio, implica evaluar la energía que es necesaria suministrar a los sistemas (existentes o supuestos) para atender los servicios de calefacción, refrigeración, ventilación, ACS, control de la humedad y, en edificios de uso distinto al residencial privado, de iluminación, del edificio, teniendo en cuenta la eficiencia, rendimiento de los sistemas empleados.

El rendimiento de un sistema se define como la energía obtenida dividida por la energía consumida, este valor es muy difícil que sea igual a uno, lo que significaría que el sistema rinde al 100% y no hay pérdidas energéticas, pero se puede intentar que este se acerque lo máximo posible. Si usamos este concepto para controlar el consumo energético obtendremos que éste equivale a la demanda energética dividida por el rendimiento, es decir, que si se quiere conseguir un consumo menor deberá o bien disminuir la demanda energética o bien aumentar el rendimiento, o una combinación de ambas. (Redondo Rivera 2013)

Para que el rendimiento sea el máximo posible deberemos instalar sistemas que así lo indiquen, y los fabricantes de estos tratar de que cada vez sean más eficientes.

Según el proceso de cálculo de la norma EN ISO 13790, la demanda de diseño de calefacción viene definida por las pérdidas de calefacción y las ganancias de calor, de tal modo que cuanto menores sean las pérdidas y mayores sean las ganancias mayor será la demanda. La manera de obtener mayores ganancias puede ser gracias al asoleamiento o al calor interno, pero generalmente la ausencia de estos factores es por lo que es necesaria la calefacción. Las pérdidas pueden ser por transmisión, lo que se soluciona con un buen aislante térmico, o por ventilación, es decir, el control de las infiltraciones provocará una disminución en el consumo energético de la vivienda.

De forma paralela, en el diseño arquitectónico, se debe prestar

especial atención a la calidad del aire interior, este aspecto es esencial para el bienestar de sus ocupantes, ya que en países industrializados las personas pasan más del 90% de su tiempo dentro de recintos cerrados. Las personas están expuestas a una serie de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire, como pueden ser contagios por transmisión entre humanos, reacciones de hipersensibilidad a hongos o bacterias, exposición a contaminantes y productos tóxicos, etc. que se controlan estableciendo un caudal de ventilación adecuado. El proceso de ventilación implica proporcionar un flujo de aire exterior adecuado y expulsar el aire viciado a través de la envolvente, hacer circular el aire entrante y prevenir la contaminación interior. Históricamente, este proceso se solucionaba sin ser conscientes de ello, gracias a los intersticios presentes en la mayoría de las soluciones constructivas, lo que provocaba que fueran especialmente transpirables, el problema es que proporcionaban un caudal de aire varias veces superior al necesario, además, no se controlaba la calidad del aire entrante, el cual no era completamente limpio, se evitaba la instalación de sistemas de ventilación específicos. Dado que, por motivos energéticos y medioambientales, se decidió intervenir proyectualmente para garantizar la estanqueidad de los cerramientos, fue necesario dotar de un sistema de ventilación que cumpliera con estos requisitos mínimos para la renovación del aire interior. Sin embargo, las soluciones generales de la normativa vigente no tienen en cuenta la inevitable existencia de infiltraciones, que coexisten con el flujo controlado de ventilación, afectando al confort interior de los usuarios y al consumo energético de los edificios (Muñoz 2013).

Está comprobado que las infiltraciones de aire en los edificios representan entre el 15% y el 50% de la energía total de calefacción y refrigeración. Las infiltraciones de aire tienen un impacto energético de entre 2,43 y 16,44 kWh/m<sup>2</sup>·año en la demanda de calefacción y de entre 0,54 y 3,06 kWh/m<sup>2</sup>·año en la demanda de refrigeración. (Feijó-Muñoz et al. 2019)

Hasta ahora se han realizado numerosos estudios en el norte de Europa, que estiman un impacto energético de las infiltraciones de aire en la demanda de calefacción de unos 10 kWh/m<sup>2</sup>·año en regiones con un clima moderadamente frío (TightVent Europe 2013). Otros estudios indican que la falta de estanqueidad de la envolvente del edificio puede aumentar la demanda de calefacción de 5 a 20 kWh/m<sup>2</sup>·año en países de clima templado (Feijó-Muñoz et al. 2019). Sin embargo, en España el conocimiento sobre este tema es todavía escaso. Se han realizado algunos estudios en el sur del país y en la zona de clima continental del país. Desde el punto de vista energético, un estudio realizado por Meiss y Feijó en 13 viviendas del norte de España obtuvo los primeros resultados al respecto. Se estimó un impacto energético de las infiltraciones entre el 10,5 y el 27,4% de la demanda energética en los edificios construidos según el Código Técnico de la Edificación (CTE), entre el 21,9 y el 27% en los edificios regulados por la norma básica de la edificación, NBE CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios y entre el 11,3 y el 13% en los edificios de construcción anterior pero readaptados por sus ocupantes. (Feijó-Muñoz et al. 2019)

Los resultados obtenidos en los diferentes estudios ponen de manifiesto la necesidad de corregir los problemas de infiltración de aire en los edificios para mejorar su demanda energética. Los edificios consumen el 40% de la energía primaria total y emiten el 40% de todas las emisiones de CO<sub>2</sub> (Commission of the European Communities 2008). La crisis del petróleo de 1973 intensificó la preocupación por la eficiencia energética en todos los sectores industriales, incluidos los edificios. Green Building Council España (GBCe) ha lanzado dentro del proyecto #BuildingLife una hoja de ruta dirigida a la descarbonización total de la edificación en España, esta hoja de ruta recoge un conjunto de hitos y acciones clave para alcanzar las emisiones cero netas en el parque edificado en 2050 (GBCe 2022).

## ENTRADA DE AIRE EN LOS EDIFICIOS

### 3. ENTRADA DE AIRE EN LOS EDIFICIOS.

#### VENTILACIÓN E INFILTRACIÓN

Definiciones de Ventilación:

*"Los edificios deben respirar con el objetivo de asegurar la entrada de aire limpio y la salida de aire viciado".*

(Abalos and Sentkiewicz 2015)

*"La ventilación es el mecanismo mediante el que se proporciona aire limpio, normalmente aire exterior, a un espacio".*

(Hernández Minguillón, Irulegi Garmendia, and Aranjuelo Fernández Miranda 2012)

*"Proceso de renovación del aire de los locales para limitar el deterioro de su calidad, desde el punto de vista de su composición, que se realiza mediante entrada de aire exterior y evacuación de aire viciado".*

(Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana 2022)

Son varios los objetivos de una buena ventilación, la aportación de oxígeno, la eliminación de olores y la reducción del sobrecalentamiento son los más importantes, pero también se busca eliminar humos de combustión, renovar el aire en caso de fugas de gases o evitar las condensaciones. La ventilación es necesaria para mantener una buena calidad del aire en ambientes interiores.

El intercambio de aire entre un espacio interior y el aire exterior, según el mecanismo que mueve el aire (su motor), puede ser (Figura 3.1):

- Natural. El movimiento se debe a fuerzas naturales como el viento y la diferencia de temperaturas entre el edificio y su entorno (Hernández Minguillón, Irulegi Garmendia, and Aranjuelo Fernández Miranda 2012). Este tipo de ventilación se califica como controlada cuando el usuario del espacio, de forma deliberada abre o cierra una ventana, puerta, etc, para permitir el intercambio de aire. Se denomina no controlada, infiltración, cuando el intercambio de aire se realiza de forma involuntaria a través de las fugas de aire de las ventanas, puertas y diversas aberturas como juntas y grietas en la envolvente del edificio
- Forzada, cuando el movimiento es producido por mecanismos mecánicos.

Una estrategia eficiente que asegura la calidad de aire en el interior de un espacio combina envolventes herméticas diseñadas para reducir el consumo incontrolado de energía higrotérmica causado por las infiltraciones con sistemas eficientes de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), para proporcionar un flujo de aire limpio suficiente en las condiciones óptimas de confort higrotérmico.

#### VENTILACIÓN NATURAL

La ventilación natural proporciona aire limpio a los ocupantes, necesario para mantener niveles aceptables de calidad del aire interior, y si las condiciones climáticas lo permiten, refrescar el edificio. El viento y la estratificación del aire (efecto conocido "stack effect"), son los dos efectos naturales que aprovechan las técnicas de ventilación natural. (Awbi 2003)

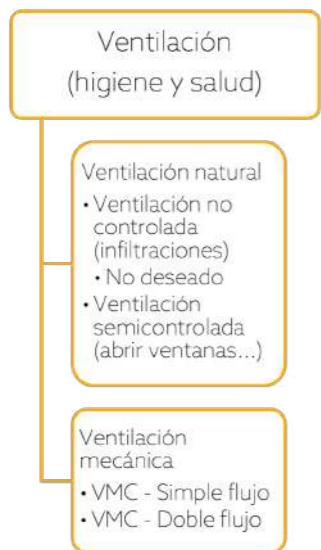


Figura 3.1. Clasificación de los sistemas de ventilación en la edificación.  
Fuente: Wassouf n.d.

La eficacia de la ventilación natural está determinada por las condiciones exteriores predominantes: el microclima (velocidad del viento, temperatura, humedad, topografía y obstáculos del entorno) y el propio edificio (envolvente constructiva, orientación y número, tamaño y ubicación de ventanas o aberturas).

Ciertamente la permeabilidad a través de la envolvente, o volumen de aire que penetra al interior, debe ser suficiente para satisfacer las necesidades de salubridad pero sin sobrepasar umbrales de consumo energético razonables. Esta dualidad es la que distingue la ventilación (aire que penetra controladamente) de la infiltración (aire no controlado), tal como exponen Meiss y Feijó (Muñoz 2013). Se hace necesario, por tanto, cuantificar con precisión cuáles son sus magnitudes, especialmente en el caso de las infiltraciones cuyo carácter incontrolado las hace ocasionar situaciones lesivas. A partir de ese punto se debe valorar adecuadamente el estado de diagnóstico encontrado y actuar en consecuencia. (Rodríguez-Jiménez, Carretero-Ayuso, and Claro-Ponce 2018)

La ventilación natural, la más habitual en las viviendas españolas, debería ser controlada y ser capaz de controlar el flujo de aire que fluye a través de huecos voluntarios, abriendo y cerrando ventanas, respiraderos y tomas de aire. Esta ventilación se conoce como semicontrolada, debido a que dicho aire se puede cargar de contaminantes como fibras, polvo, moho, compuestos orgánicos volátiles, entre otros y transferirlos al ambiente interior.

Por otro lado, se encuentra la ventilación no controlada, conocida como infiltraciones, que suelen ser fuente de patologías, incomodidad y desperdicio de energía. Surgen de estas infiltraciones problemas relacionados con la calidad del aire interior que afectan a la higiene y la salud, así como al confort térmico y acústico de los ocupantes, son las causantes de las pérdidas energéticas, comprometen la salubridad e incluso la seguridad de las personas en áreas industriales. (Vázquez Otero 2016)

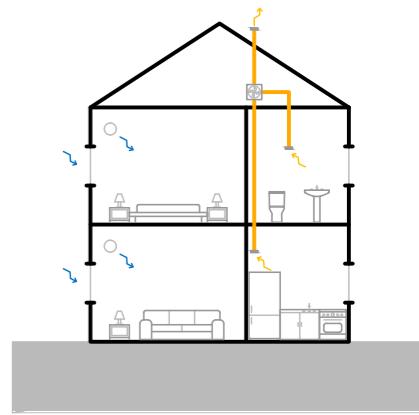


Figura 3.2: VMC de simple flujo.  
Fuente: Vázquez Otero 2016

#### VENTILACIÓN MECÁNICA

La ventilación mecánica controlada, VMC, es un dispositivo integrado en el edificio que funciona con una central de ventilación que fuerza la extracción del aire para renovarlo y garantizar así la calidad del aire interior, además gestiona eficientemente el consumo energético a la hora de renovar este aire. A continuación, veremos el funcionamiento, la eficiencia y las ventajas de la ventilación mecánica controlada en las viviendas.

La ventilación mecánica se divide en dos grupos, el primero la VMC de simple flujo (Figura 3.2) y por otro lado la VMC de doble flujo (Figura 3.3).

Los sistemas de simple flujo introducen el aire nuevo directamente desde el exterior, lo que provoca un desequilibrio de temperatura en la habitación. Estos sistemas pueden ser autorregulables, aquellos cuyas entradas de aire y bocas de extracción modifican la superficie de paso del aire de manera automática y en función de la presión que se ejerce, o higrorregulables, donde las superficies, tanto de entradas como las bocas de extracción se ajustan de manera automática a la humedad del lugar en el que se ubican.

Los sistemas de ventilación de doble flujo con recuperador de calor son más complejos, ya que se recupera una parte de la energía del aire extraído. La VMC de doble flujo extrae el aire viciado de la habitación y lo renueva con aire nuevo. La particularidad esencial de un sistema de doble flujo es que consigue impulsar el aire nuevo a una temperatura próxima a la temperatura interior de la estancia, lo que permite un ahorro de energía tanto en verano como en invierno y mejora en gran medida el confort en las salas.

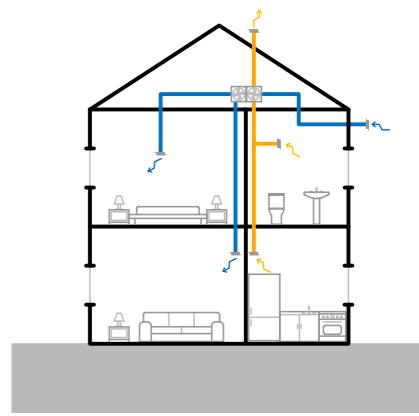


Figura 3.3: VMC de doble flujo.  
Fuente: Vázquez Otero 2016

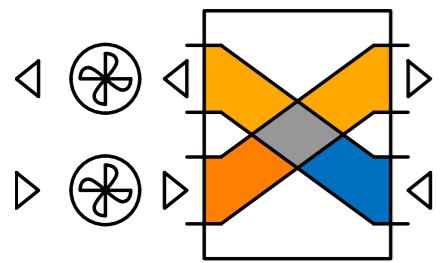


Figura 3.4: Recuperador de calor.  
Fuente: Vázquez Otero 2016

A pesar de que la instalación es más compleja, su uso reporta un gran beneficio económico y actualmente es la solución para las viviendas que requieran un alto nivel de rendimiento energético y por supuesto, imprescindible en la construcción de las viviendas que siguen el estándar Passivhaus y todos aquellos EECN.

El modo de funcionamiento de un sistema VMC de doble flujo con recuperador de calor (Figura 3.4), consiste en extraer el aire viciado siempre desde las estancias húmedas, como la cocina, el baño o el aseo. Así, evitamos que el aire viciado se expanda por toda la casa. En cambio, el flujo de impulsión alimenta con aire nuevo las estancias secas como las habitaciones y el comedor.

Flujo de impulsión = aire nuevo.

Flujo de extracción = aire viciado con vapor de agua, olores, dióxido de carbono y otros elementos contaminantes del aire interior.

Son varias las ventajas y razones por las que utilizar un sistema de ventilación mecánica controlada.

La primera de ellas es el confort, un espacio correctamente ventilado, aumenta el bienestar y el rendimiento. El ser humano genera de forma natural vapor de agua, producido en la respiración y en la transpiración. Pero también se genera vapor con otras actividades cotidianas como las duchas de agua caliente, la cocina, el secado de la ropa en el interior, etc. Un exceso de producción de vapor de agua incrementa las opciones de aparición de humedades si no hay una correcta ventilación. Además, una persona emite entre 950 y 1200 gramos de CO<sub>2</sub> (Capdevila 2009). La acumulación de CO<sub>2</sub> por encima de 1.200 ppm (partes por millón), considerado como el nivel máximo recomendado de CO<sub>2</sub> en ambientes interiores, disminuye la capacidad de aprendizaje en un 30% y aumenta los fallos mecanográficos en un 50%.

Otra de las razones es la salud, el aire de una vivienda se contamina por olores de la cocina, humo y sustancias que causan alergias. A través de la ventilación se evita la proliferación de bacterias, moho y ácaros de polvo, que provocan problemas de salud, como irritación de nariz, dolor de cabeza o rinitis crónica. Los sistemas de ventilación mecánica son idóneos para personas alérgicas ya que depuran con filtros el aire que entra del exterior.

Por último, hablaremos de la eficiencia, abrir las ventanas para airear no es lo mismo que ventilar de forma controlada, mecanicamente. Aireando la casa baja la temperatura drásticamente, mientras que la calidad del aire mejora muy lentamente. Una ventana abierta duplica la demanda de calefacción de una estancia. Además, lo exige la normativa, las nuevas directivas europeas de eficiencia energética incitan a reducir drásticamente los consumos energéticos de las viviendas mediante aislamiento y ventilación mecánica de doble flujo. Ventilar es necesario y se ha de realizar de la manera más inteligente posible para aprovechar la ventaja energética que ofrece la mejora de los aislamientos. (Arnabat 2018)

### PÉRDIDAS ENERGÉTICAS POR INFILTRACIONES

Las infiltraciones de aire a través de la envolvente del edificio producen un fenómeno de intercambio de masas de aire entre el interior y el exterior del espacio acondicionado, provocando una transferencia de energía con diferentes condiciones higrotérmicas del aire. Esta transferencia supone no sólo la reducción de las condiciones de confort de los ocupantes, sino también un consumo extra de energía. (Feijó-Muñoz et al. 2019)

La entrada de aire exterior al interior de un edificio se basa en un diferencial de presión. Para cuantificar el caudal, es necesario cuantificar tres

incógnitas: el gradiente de presión, la apertura de admisión y la caída de presión que se produce al atravesar dicha apertura.

El gradiente de presión es el resultado del efecto combinado de dos procesos simultáneos: uno la convección forzada, que puede ser de origen natural, es decir, el viento, o artificial, es decir, los ventiladores mecánicos, y por otro lado la convección natural, que se debe al diferencial de densidad producido por el efecto de las diferentes temperaturas en ambos lados del edificio. Este flujo es prácticamente independiente del posible movimiento del aire interior, por lo que prácticamente todos los modelos estudiados suponen que el aire interior está en reposo (equilibrio estático).

Las demás variables están asociadas al movimiento del aire a través del recinto. Tanto en el caso de la ventilación como de las infiltraciones, el flujo de aire entrante es turbulento, con una magnitud variable que influye en la pérdida de carga del proceso.

Después de calcular la tasa de intercambio de aire real efectiva en los edificios, es necesario considerar los dos fenómenos superpuestos: la ventilación más la infiltración. El término de ventilación se obtiene fácilmente a partir de las dimensiones del sistema. Sin embargo, para la infiltración, la aleatoriedad de las variables ambientales (el gradiente de presión) implica un fenómeno no lineal en el que no es posible un cálculo exacto, sino que sólo puede simplificarse y aproximarse. El único término cuyo valor puede obtenerse de forma fiable es la estanqueidad del recinto mediante la técnica de presurización del ventilador (Blower Door).

La prueba de presurización evalúa la estanqueidad del edificio, que se expresa a través de una serie de parámetros objetivos que se obtienen a partir de la relación entre el caudal que atraviesa el recinto y diferentes intervalos de gradiente de presión.

A partir de estos estudios previos, varios países europeos han estudiado el estado de sus inmuebles construyendo viviendas experimentales durante la primera década del siglo XXI y reforzando las normas relativas a la estanqueidad de los recintos. Además, el cálculo del caudal de infiltración se ha convertido en algo crítico para la correcta caracterización del rendimiento energético de los edificios.(Alberto Meiss and Feijó-Muñoz 2015)

Más adelante se verá bien explicada la prueba Blower Door y los valores exigidos en edificios sujetos al estándar Passivhaus.

Las zonas típicas que pueden presentar infiltraciones suelen ser:

- Pasos de conexiones de la pared en las estructuras de madera.
- La continuidad de la barrera de vapor en la albañilería o la construcción de madera.
- Las juntas de la barrera de vapor, su continuidad y superposición.
- Los cabios a la vista de un tejado.
- Las conexiones de la pared con el forjado.
- La colocación de ventanas y marcos de las ventanas.
- Las salidas de instalaciones en la cubierta (lucernarios, chimeneas, etc.).
- Las cajas de contraventanas, cajas de persianas.
- Las penetraciones, habitaciones o huecos sin calefactar contemplados en la estética del proyecto.
- Los componentes de instalaciones (por ejemplo: las tuberías de agua y calefacción, las líneas eléctricas y el cableado, los pozos de registro de las instalaciones, etc.).(Berger and Soto Alfonso 2011)

## HERMETICIDAD AL PASO DEL AIRE

## 4. HERMETICIDAD AL PASO DEL AIRE.

### CONCEPTO

Estanqueidad al aire no debe confundirse con aislamiento térmico. Ambas propiedades son importantes para la envolvente del edificio, pero por lo general tienen que ser alcanzadas de forma independiente una de la otra.

Un buen grosor de aislamiento no suele ser, generalmente, hermético: por ejemplo, puede soplar aire sin problema a través de una manta de fibra de coco, de celulosa o de un aislamiento de lana mineral. Son buenos materiales para aislar, pero no herméticos.

Por el contrario, un elemento hermético no es necesariamente un buen aislamiento térmico: por ejemplo, una lámina de aluminio es totalmente hermética, pero no tiene prácticamente ningún efecto aislante.(Berger and Soto Alfonso 2011)

### MATERIALES

La norma UNE-EN-12114:2000 define una metodología para medir la hermeticidad al paso de aire de materiales de construcción. Según un estudio de Zeller 2012, se recomienda que la hermeticidad  $q_{50}$ -mat no sea mayor a  $0,1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ , pero las recomendaciones de estándares de bajo consumo tales como Passivhaus o la norma de Canadá recomiendan  $0,06 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$  y  $0,048 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$  respectivamente.

Materiales estancos al aire:

- Tableros Multicapa (multiplex/tricapa...) con juntas selladas con cintas especiales para hermeticidad.
- Telas freno de vapor / barrera de vapor instaladas con juntas solapadas y pegadas o selladas con cinta de hermeticidad.
- Las construcciones de fábrica y hormigón son herméticas. Generalmente es necesario recubrir con un tipo de enlucido la construcción de fábrica para conseguir la hermeticidad, desde el suelo hasta el techo. La junta de mortero no es hermética, se requieren juntas selladas con pasta butílica, poliuretano elástico...
- Pared de obra con la capa de enyesado continuo en el interior.
- Cintas especiales, declaradas como estancas al paso de aire con base butílica, acrílica y sin disolventes.
- Cintas precomprimidas a base de poliuretano, de células cerradas.
- Láminas herméticas, que pueden ser de plástico, de elastómeros, de bitumen o derivados de papel.
- Los tableros de fibra de yeso, cartón-yeso, fibra de cemento, chapas y tableros de material madera son herméticos y se puede producir una superficie hermética respetando un tratamiento especial hermético para los solapes, uniones, perforaciones, penetraciones, etc.

Materiales que pueden ser estancos al aire:

- Tableros Oriented Strand Board (OSB).

- Rellenar catas de instalaciones en pared de obra con mortero.

• Paneles de madera, donde hay que prestar atención a posibles escapes de aire por irregularidades en la superficie.

• Espuma genérica de silicona o de acril siliconado hecho para sellar juntas, debe tener una garantía de durabilidad, resistencia a los rayos UV y si se utiliza para estos fines tiene que ser elástica.

Materiales no estancos a medio y largo plazo:

- Cintas adhesivas no hechas para la estanqueidad al aire: por ejemplo, cintas para empaquetar, que contienen disolventes que se disipan con el tiempo y de tal modo pierden su adhesividad.
- Cemento fisurado, demasiado seco o húmedo.
- Materiales pensados para el aislamiento en general.
- Chapas de perfiles trapezoidales en la zona de solape.
- Encofrados de tablas machihembrados.
- Tableros o tablas como revestimientos interiores en las zonas de uniones y penetraciones, a modo de zócalos o tapajuntas.

(Wassouf n.d.)

### VAPOR DE AGUA

Una de las mayores preocupaciones, principalmente en algunas zonas del país, es la humedad y las condensaciones que puede provocar, que derivan muchas veces en problemas de humedades, aparición de mohos o el deterioro de los materiales que forman los cerramientos e incluso la estructura.

El aire contiene por definición vapor de agua, pero no se debe confundir el vapor de agua (estado gaseoso) con las partículas de agua en suspensión (estado líquido). La cantidad de vapor de agua contenida en el aire se define como humedad absoluta, y la relación entre ésta y la humedad de saturación, punto en el que el agua empieza a formar partículas en suspensión, se le conoce como humedad relativa. El contenido en vapor de agua, a su vez, genera una presión de vapor. Cuanto mayor sea la cantidad de vapor, mayor será la presión ejercida.

La actividad humana genera vapor de agua, ya sea por medio de la propia respiración/transpiración o por las múltiples actividades que se desarrollan en la vivienda (cocina, limpieza, higiene...). El aumento de la concentración de vapor de agua crea un desequilibrio entre la presión interior-exterior que, debido a la ley física de las compensaciones de presión, produce la transferencia de vapor por difusión a través de los materiales porosos de la envolvente. Sólo una pequeña parte de este exceso de vapor de agua se elimina por difusión, siendo el mayor parte expulsado por convección a través de huecos de ventanas y rendijas.

La cantidad de vapor de agua que el aire puede acumular depende de su temperatura. Cuanto mayor sea ésta, mayor será la suma de vapor almacenable antes de alcanzar el punto de saturación. La temperatura desciende a medida que el vapor de agua atraviesa el muro, de interior a exterior, pudiendo sobrepasar en algún punto del cerramiento la temperatura de rocío, aquella en la que empezaría a condensar el vapor de agua contenido en el aire. (Fresno 2015)

Para evitar el fenómeno de condensación intersticial, aquella que ocurre en el núcleo del cerramiento, se pueden adoptar las siguientes estrategias:

1. Eliminar la producción en exceso de vapor de agua mediante

mecanismos de ventilación como los vistos anteriormente que garanticen su evacuación.

2. En climas frío-templados, favorecer la transferencia de vapor de agua a través del muro mediante materiales que posean una resistencia al paso de vapor de agua decreciente de interior a exterior, para evitar problemas de condensaciones intersticiales.

En la física de construcción, la resistencia al paso de vapor de agua se mide con el valor  $sd$  (dimensión : metros).

$$sd = \text{factor } \mu \times \text{espesor del material}$$

La resistencia contra la difusión del vapor de agua se mide con el factor adimensional  $\mu$ , siendo este factor para aire inmóvil = 1. Cuanto menor sea el factor  $\mu$  mayor será su permeabilidad, siendo las barreras de vapor las que tienen dicho valor más elevado.

Ejemplos de factores de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$  ( $m\mu$ ) en estado seco (según DIN EN ISO 12572):

Lana mineral	1	Madera	50-200
Pared de obra cerámica	5	Hormigón	100
Fibra de madera	10	XPS	150
Espuma de PU	60	PVC	50.000
EPS	60	Polietileno	100.000

La envolvente hermética al paso del aire puede ser perfectamente transpirable al paso de vapor de agua. Hermeticidad al paso de aire no debe confundirse con la resistencia contra la difusión de vapor de agua.

3. Controlar el paso de vapor de agua por materiales que limiten o impidan su movimiento. Estos son denominados barreras de vapor de agua.

Barreras de vapor pueden ser todos aquellos materiales que poseen una baja permeabilidad. Así, los materiales más comunes son, láminas de plástico polietileno, recubrimientos elastoméricos, papeles tipo Kraft o papeles de estraza, láminas bituminosas, poliestireno extruido, aluminio, láminas de cualquier metal, vidrio, pinturas retardadoras de vapor.

No obstante, los materiales más adecuados para las barreras de vapor son las emulsiones asfálticas o bituminosas, ya que desde el punto de vista químico son compatibles con otros materiales como el poliuretano, y garantizan un alto control de la humedad en los edificios.

Hay algunos supuestos en los que las barreras de vapor son más recomendables para conseguir el objetivo propuesto:

- En lugares con climatologías frías, ya que no se produce condensación cuando la temperatura es elevada. En este caso la barrera irá en la cara interior del aislamiento.
- Cuando la producción de vapor es elevada en un lugar en relación a su tasa de ventilación. Lugares como baños, cocinas, establecimientos con alto tránsito de personas (restaurantes, aulas, salas de espectáculos...) o con fuerte producción de vapor (piscinas, spas, gimnasios, lavanderías...).
- En cerramientos que en su parte exterior estén formados por materiales orgánicos que pueden ser sustrato para la proliferación de microorganismos (entramados de madera o fibras vegetales).

- Para la protección de materiales aislantes muy porosos, en especial si su naturaleza es orgánica (fibras de celulosa o fibras de madera) o si las condiciones climatológicas lo requieren.

La necesidad de introducir en un cerramiento una barrera de vapor depende, principalmente, de tres factores:

- Condiciones exteriores, temperatura y humedad relativa en los meses más fríos del año.
- Condiciones interiores, 20 °C y una humedad relativa de 55 % (clase higrométrica 3).
- Solución constructiva del cerramiento.

Como la principal función de la barrera de vapor es evitar que el vapor llegue a la zona "fría" (exterior) del edificio, esta debe ser colocada en las capas más internas del cerramiento, para prevenir el riesgo de condensación. Es habitual colocarlas en la cara interior del aislante para protegerlo del riesgo de condensación o en las capas más internas del propio aislante.

Sin embargo, existen algunas excepciones a la hora de situarlas. Esto es lo que nunca se debe hacer con las barreras de vapor:

- Colocar las barreras de vapor en las capas frías de los cerramientos.
- Instalar múltiples barreras de vapor.
- Si se coloca una lámina impermeable en la cara exterior, esta debe ser impermeable al agua en estado líquido, pero permeable al vapor.
- No se necesitan barreras de vapor en sistemas de aislamiento en el exterior, como fachadas ventiladas o SATE, ya que el aislante protege al cerramiento.

En conclusión, las barreras de vapor son elementos que se utilizan para ralentizar o reducir el avance del vapor de agua a través de un material. Para garantizar su eficacia, estos elementos deben ser instalados siempre en el lado cálido de la construcción. La clave para colocar con éxito una barrera de vapor es asegurarse de tener una barrera continua sin agujeros, huecos o uniones en los que penetre la humedad, razón por la que la calidad de los materiales utilizados es determinante para contar con una barrera de vapor eficaz. (Ingenieros Asesores 2021)

## ESTRATEGIAS DE HERMETICIDAD AL PASO DEL AIRE

## 5. ESTRATEGIAS DE HERMETICIDAD AL PASO DEL AIRE.

### DISEÑO

Los edificios pasivos combinan un elevado confort interior con un consumo de energía muy bajo, para ello es necesarios un buen diseño y planificación, con un cuidado especial en los detalles constructivos y en su ejecución.

Se trata de edificios con un alto grado de aislamiento, un control riguroso de los puentes térmicos y de las infiltraciones de aire indeseadas, unas carpinterías de gran calidad y un aprovechamiento óptimo del soleamiento de forma tal que mediante la ventilación mecánica a través de un recuperador de calor se consigue el aporte necesario para su climatización, sin necesidad de recurrir a ningún otro sistema.

Los edificios pasivos llevan la eficiencia energética al extremo, cuidan la orientación, la envolvente del edificio y aprovechan al máximo la energía del sol, se consigue que la demanda energética para su climatización sea realmente baja y con una calidad de aire interior muy elevada.

Se deben seguir unos determinados pasos en las diferentes fases del proyecto para conseguir una buena estanqueidad de la construcción.

En el proyecto básico se empieza delimitando la posición de la capa de hermeticidad y se evitará romper esta capa, además hay que procurar que la longitud de las juntas sea mínima.

Por consiguiente, en el proyecto de ejecución se debe comprobar la continuidad de la capa hermética y definir sus materiales, así como los de sus juntas. Es recomendable diseñar detalles a una escala apropiada (mín. E=1/10) y si fuera necesario acompañarlos de notas aclaratorias para la correcta construcción. Se comprobará además la durabilidad de las juntas, así como la de los materiales, ya que el concepto de estanqueidad debe tener carácter permanente, es decir, que tenga durabilidad durante la vida útil del edificio, por tanto, no valen soluciones donde el material se pueda degradar al cabo de dos, tres o cinco años.

A la hora de hacer mediciones y presupuestos la hermeticidad al aire debe ser parte del contrato de obra para el constructor, incluyendo el valor mínimo exigido tras la prueba de estanqueidad, se contabilizarán los metros lineales de las uniones de cada detalle y se deberá definir cada material. Durante la dirección de obra habrá que planificar la realización de la prueba Blower Door a lo largo del proceso y se comprobarán los materiales utilizados, así como las juntas y las penetraciones. (Berger and Soto Alfonso 2011)

Es importante incluir en el pliego de condiciones un apartado específico de estanqueidad al paso del aire especificando el alcance de las exigencias y la formación de los operarios. Los operarios de los diferentes gremios que vayan a intervenir en el proceso constructivo deben estar formados en materia de permeabilidad al paso del aire, ya que, si los materiales son adecuados, pero no están correctamente implementados, pueden perder sus cualidades y originar infiltraciones no deseadas.

### LA REGLA DEL LÁPIZ Y LOCALIZACIÓN DE FUGAS

La regla del lápiz es el principio más importante para el diseño de un edificio estanco. Esta regla se basa en proyectar la hermeticidad al paso del

aire con una línea continua que envuelva todo el edificio. (Figura 5.1)

La piel del edificio debe ser dibujada sin interrupciones en cada sección (horizontal y vertical) con un lápiz. De este modo se encuentran todos y cada uno de los puntos conflictivos. Esto ayuda a tener el proyecto controlado puesto que en cada punto hay que aclarar en detalle cómo se construye la continuidad hermética de la piel del edificio.

Gracias a la regla del lápiz y a un buen estudio del edificio se localizarán todos los puntos conflictivos que puedan generar infiltraciones, se marcarán y se buscarán soluciones para cada uno de ellos. (Figura 5.2)

Normalmente estos puntos problemáticos coinciden en los diferentes proyectos y suelen ser los siguientes:

- Pasos de conexiones de la pared en las estructuras de madera.
- La continuidad de la barrera de vapor en la albañilería o la construcción de madera.
- Las juntas de la barrera de vapor, su continuidad y superposición.
- Los cabios a la vista de un tejado.
- Las conexiones de la pared con el forjado.
- La colocación de ventanas y marcos de las ventanas.
- Las salidas de instalaciones en la cubierta como lucernarios, chimeneas, etc.
- Las cajas de contraventanas, cajas de persianas.
- Las penetraciones, habitaciones o huecos sin calefactar contemplados en la estética del proyecto.
- Los componentes de instalaciones, por ejemplo, las tuberías de agua y calefacción, las líneas eléctricas y el cableado, los pozos de registro de las instalaciones, etc.

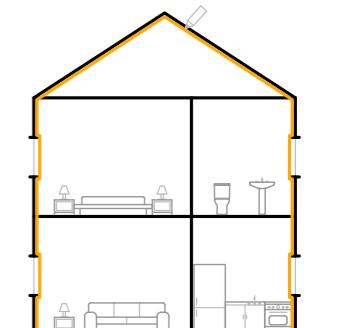


Figura 5.1: Regla del lápiz.  
Fuente: Vázquez Otero 2016

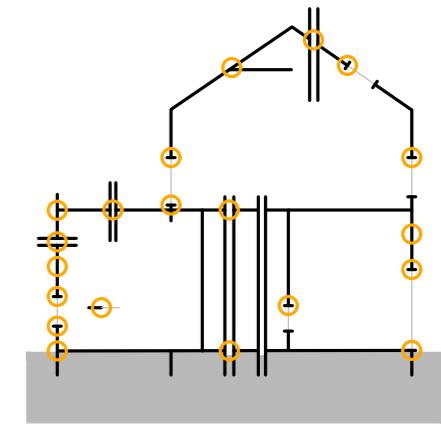


Figura 5.2: Principales puntos de infiltraciones.  
Fuente: Vázquez Otero 2016

### EL ARTE DE LA JUNTA

Las juntas son una de las principales causas de infiltraciones y por tanto hay que tenerlas controladas y solucionarlas de la forma más efectiva.

Una de las posibles soluciones para tapar juntas es la utilización de materiales herméticos como cordones, cintas adhesivas o perfiles especiales puestos con presión suficiente en el solape.

Uno de los errores que se deben evitar es llenar las juntas con espumas que se autoexpanden, puesto que no se puede conseguir una unión hermética o, en el hipotético caso en que esto fuera posible, el material suele degradarse en pocos años.

Juntas entre láminas y revoques puestas interiormente pueden ser resueltas fácilmente superponiendo una franja de revoque o mediante una combinación de rastrel y material elástico en masa colocado mecánicamente y a presión. Lo importante es que la solución para las juntas sea duradera.

Las penetraciones de tubos, macarrones, pasos de instalaciones y piezas especiales de construcción se tratan con collarines o cintas adhesivas.

Como ya se ha mencionado anteriormente los materiales de aislamiento térmico generalmente no son herméticos. Para ello habrá que utilizar técnicas combinadas, como por ejemplo junto con enlucidos (en caso de construcción de fábricas de ladrillo) o junto con láminas/tableros (estructuras de madera/acero) para garantizar la hermeticidad. (Berger and Soto Alfonso 2011)

## BLOWER DOOR



Figura 6.1: Estructura de aluminio.  
Fuente: Propia

## 6. BLOWER DOOR

A raíz de las limitaciones energéticas, creadas para hacer frente a la preocupación por la eficiencia energética surgida de la crisis del petróleo de 1973, en 1977 se propuso en Suecia y EE.UU. el método Blower Door para la evaluación de la estanqueidad de los edificios con el objetivo de reducir las pérdidas de calor. (Baracu et al. 2017)

### ¿QUÉ ES Y EN QUÉ CONSISTE?

La prueba Blower Door, también llamada prueba del ventilador o de presurización, es la utilizada para calcular el grado de hermeticidad del edificio. Con ella se puede detectar y por lo tanto corregir las fugas incontroladas de aire de nuestra envolvente. Se consigue localizar los huecos, el caudal de aire que fluye a través de ellos y su tamaño.

Los resultados de esta prueba no se realizan en condiciones normales, si no que se obtienen bajo unas características concretas correspondientes a una diferencia de presión de 50Pa. Consiste en medir la tasa de flujo de aire necesaria para mantener el edificio a una determinada presión, ya que la prueba se puede hacer estableciendo diferentes presiones.

### EQUIPO

El equipo para realizar esta prueba es fácilmente manejable por una persona, al igual que su transporte, desmontado puede guardarse en una bolsa grande y un maletín, sumando alguna herramienta que ayude en el proceso, podemos desplazarnos con todo con ayuda de una carretilla y cabe sin problema en el maletero de un vehículo, tanto de un coche como de una furgoneta.

Lo primero que se maneja de este equipo es una estructura de aluminio (Figura 6.1). Esta estructura consta de diferentes perfiles de aluminio desmontables, los cuales se pueden ajustar para adaptarse a la puerta de entrada de la vivienda. Una vez se tienen las medidas de la puerta se cubre la estructura con una lona de nylon. Todo el conjunto colocado en la puerta no permitirá el paso del aire, excepto por un hueco en la parte inferior donde irá el ventilador (Figura 6.2).

El ventilador mueve el aire a través de la vivienda de forma controlada y constante, su velocidad varía dependiendo de la presión a la que se quiera someter el edificio y a la cantidad de fugas que tenga nuestra envolvente, por ejemplo, si se abre una ventana mientras se lleva a cabo la prueba se ve y se escucha como el ventilador se revoluciona, ya que tendrá que realizar un sobreesfuerzo para compensar esa fuga de aire desproporcionada y mantener la presión establecida.

Conectado al ventilador está el manómetro, el cual se encarga de medir el flujo de aire producido por el ventilador, así como las diferencias de presión que este irá generando. Para conectar el ventilador y el manómetro se utilizan tubos de presión de pequeño diámetro (Figura 6.3).

### PROCESO

Se recomienda la realización de la prueba Blower Door mientras no se haya colocado el trasdosado, es decir, cuando la capa hermética permanece accesible, puesto que de este modo las infiltraciones pueden ser eliminadas con poco esfuerzo. Si por el contrario las infiltraciones se



Figura 6.2: Estructura ajustada a la puerta con la tela de nylon y el ventilador.  
Fuente: Propia



Figura 6.3: Sistema completo, manómetro conectado al ventilador.  
Fuente: Propia

detectan con el edificio en uso, ya terminado, se requerirá un coste de reparación considerablemente mayor.

Para la realización de la prueba se instala el sistema en una puerta o ventana exterior del edificio, como hemos visto anteriormente. Durante el proceso el resto de puertas y ventanas exteriores deben permanecer cerradas, mientras que las puertas interiores permanecerán abiertas.

Si se quiere comparar los valores obtenidos antes de mejorar la envolvente, durante la mejora y después de esta, es recomendable usar el mismo equipo siempre, pero lo más importante y lo primero que se debe hacer antes de comenzar la prueba es establecer que orificios se van a tapar y cuáles no. Hay orificios como los destinados a ventilación o campanas extractoras que se cubren con cinta de carrocería, cada vez que se realice la prueba tienen que estar las mismas aperturas cubiertas, por lo tanto, conviene anotarlo, ya que la diferencia llega a ser notable y la comparación de pruebas sería ineficiente.

Para comenzar a realizar la prueba se usará un ordenador desde el que manearemos el ventilador, se introducen, para empezar, datos como la distancia entre forjados, el volumen de la vivienda, la presión a la que se quiere realizar la prueba o el método.

En el caso de que el espacio no esté correctamente hermetizado durante la prueba se generarán flujos de aire, los cuales podemos localizar gracias a termografías (Figura 6.4), máquinas de humo (Figura 6.5) o incluso acercando la mano. El caudal de aire que entra por estos puntos se podrá medir con un anemómetro, mide la velocidad con la que entra el aire por ese orificio, este dato no puede superar los 0,3 m/s en edificios certificados (Figura 6.6).

Una vez localizadas las infiltraciones se procede a la toma de datos, estos datos los proporcionará el ordenador, el cual nos ofrece un control informatizado mediante un software especializado. La toma de datos se realizará de dos formas, primero en despresurización, cuando el ventilador extrae aire de la vivienda, y segundo en presurización, cuando el ventilador introduce aire en la vivienda. El cambio se producirá de forma manual, dándole la vuelta al ventilador. Nuestro resultado final será la media entre las dos pruebas.

Dos de los datos que se obtienen y que se utilizan para establecer el grado de hermeticidad de nuestra vivienda son,  $q_{50}$ : m<sup>3</sup>/h, el caudal de filtración o aire, y  $n_{50}$ : 1/h, la tasa de renovación de aire. La tasa de renovación de aire en edificios certificados no debe ser mayor de 0,6, en edificios con problemas de hermeticidad llega a valores entorno al 5 o más. Además, obtendremos una gráfica representativa de las infiltraciones (m<sup>3</sup>/h).

La toma de datos completa con el ordenador no cuesta más de 20 minutos.

### CÓMO SE OBTIENE EL CAUDAL DE FILTRACIÓN

Los parámetros de la prueba se obtienen a partir de la relación entre el caudal que atraviesa el recinto y diferentes intervalos de gradiente de presión.

Esta relación se ajusta a una ley de potencia que tiene la siguiente forma:

$$Q_{\Delta P} = C_L \cdot (\Delta P)^n$$

Donde:

-  $Q_{\Delta P}$  es el caudal de filtración (m<sup>3</sup>/h)

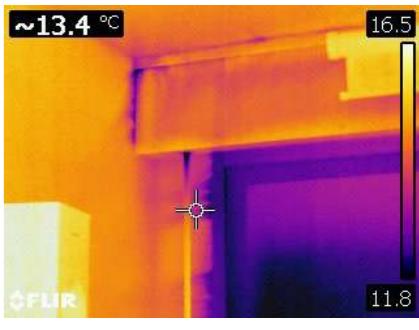


Figura 6.4: Termografía de ventana.  
Fuente: Área de construcciones arquitectónicas. Departamento de arquitectura EINA.

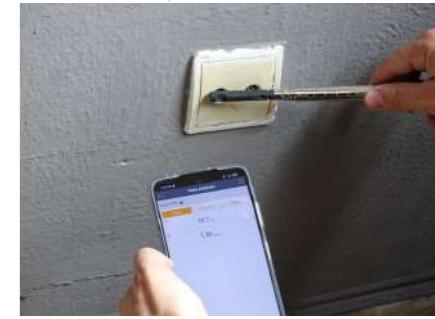


Figura 6.5: Anemómetro.  
Fuente: Propia



Figura 6.6: Máquina de humo.  
Fuente: Propia

- $\Delta P$  es la diferencia de presión (Pa)
- $C_L$  es el coeficiente de la ley de potencia ( $m^3/h \cdot Pa^n$ )
- $n$  es el exponente de la ley de potencia

El coeficiente  $C_L$  depende del área de filtración. El exponente  $n$  depende de la resistencia de las aberturas de filtración al paso del aire, y representa la geometría tridimensional de las aberturas de filtración (altura, anchura y profundidad) y la física del transporte de aire. Sus valores límite son los siguientes:

$n=0,5$  (el flujo es proporcional a la raíz cuadrada de la pérdida de carga). Este es el caso de las aberturas grandes y directas con un desarrollo corto en el que se pueden ignorar las fuerzas de fricción, lo que se entiende como una boquilla y un flujo turbulento.

$n=1,0$  (el flujo es proporcional a la pérdida de presión). Es el caso en el que el aire recorre una trayectoria lo suficientemente larga como para adquirir un flujo laminar.

Experimentalmente, el exponente  $n$  suele tener un valor intermedio, normalmente  $n \approx 0,65$ , tanto durante la presurización como durante la despresurización. En consecuencia, el flujo no es totalmente turbulento ni está dominado por las características laminares. Así, si el valor de  $n$  se acerca a los límites, es posible deducir información interesante sobre la naturaleza física de los puntos de filtración dominantes.

A partir de la ley de potencia se pueden determinar varios parámetros que permiten la comparación de los resultados en diferentes edificios ([Tabla 6.1](#)):

Tabla 6.1: Parámetros que definen la estanqueidad.  
Fuente: Alberto Meiss and Feijó-Muñoz 2015.

Parámetro (a 50 Pa)	Ecuación	Unidad
$Q_{50}$ Caudal medio de filtración necesario para obtener $\Delta P$	$C_L (50)^n$	$m^3/h$
$n_{50}$ Índice de cambio de aire	$Q_{50}/V$	$h^{-1}$
$q_{50}$ Permeabilidad de los recintos al aire	$Q_{50}/A_E$	$m^3/(h \cdot m^2)$
$w_{50}$ Índice de filtración normalizado en función de la superficie útil	$Q_{50}/A_F$	$m^3/(h \cdot m^2)$

Donde:

-  $V$  es el volumen interno ( $m^3$ ), definido como el espacio sometido a medición dentro del edificio y que es la misma zona con respecto a la aclimatación y ventilación.

-  $A_E$  es la superficie del cerramiento arquitectónico ( $m^2$ ) o el límite que separa el volumen interior sujeto a ensayo, del entorno exterior u otro espacio interior limítrofe.

-  $A_F$  es la superficie útil del volumen interior que se va a someter a ensayo.

(Alberto Meiss and Feijó-Muñoz 2015)

## YESO PROYECTADO

## 7. YESO PROYECTADO

Se han dado a conocer diferentes soluciones y materiales utilizados para conseguir una envolvente estanca, entre ellos el yeso. La utilización del yeso para este objetivo puede ser en forma de placas de yeso laminado o de yeso de proyección. A continuación, se desarrolla la solución del yeso debido a las propiedades y ventajas que ofrece

### PROCESO DE FABRICACIÓN

El yeso, como producto industrial y material de construcción, es sulfato de calcio hemihidrato ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ), también conocido como yeso cocido o yeso de París. Se comercializa molido, en forma de polvo, que una vez amasado con agua, puede ser utilizado directamente. Se le puede añadir otras sustancias químicas para modificar sus características de fraguado, resistencia, adherencia, retención de agua y densidad. La forma de yeso industrial más pura y de grano más fino se denomina escayola. El sulfato de calcio hemihidratado existe también en forma natural: un raro e inestable mineral denominado bassanita.

Se elabora a partir de un mineral natural denominado igualmente yeso o aljez (sulfato de calcio dihidrato:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), mediante deshidratación. (Villanueva and García Santos 2001)

La empresa Saint-Gobain Placo Ibérica, S.A.U. explota las canteras situadas en la misma localidad donde se encuentra su planta de producción, en la localidad de Viguera (La Rioja). En estas canteras se controla todo el proceso productivo, desde la extracción del mineral, restauraciones de la explotación, hasta el transporte de la piedra de yeso desde la cantera hasta la planta de producción, la cercanía entre ambas permite ahorrar en costes, así como en la contaminación que requiere el transporte de cualquier material.

El material entra en la planta con la forma y el tamaño que se ha extraído de la cantera, es decir, bloques de gran tamaño. El primer paso del proceso es la trituración, se reduce la piedra hasta un tamaño máximo de veinte milímetros mediante molinos de impacto y mandíbulas. La homogeneización del tamaño del mineral de yeso permite mayor regularidad en el proceso industrial de elaboración. Lo que se obtiene de este proceso es un conjunto de polvo y piedras entre las que podremos distinguir unas de color oscuro, carbonato (Figura 7.1).



Figura 7.1: Conjunto de polvo y piedras.  
Fuente: Propia



Figura 7.2: Yeso en forma de fino polvo.  
Fuente: Propia

El siguiente paso es la molienda, el yeso en forma de fino polvo (Figura 7.2) se consigue haciéndolo pasar por molinos especiales combinados con cribas que aseguran una granulometría adecuada para su aplicación. Para transformar el mineral en un producto útil para la construcción se elimina parte del agua contenida en su estructura mediante la deshidratación en hornos rotativos especiales. Estos hornos compuestos por 3 cilindros ofrecen un gran aprovechamiento energético y las emisiones de la fábrica son mayoritariamente vapor de agua.

A continuación, en la planta de mezclas, gracias a una mezcladora y la ayuda de grandes silos, se le añaden diferentes aditivos, de tal forma que las propiedades básicas del yeso se mejoran y modifican para obtener nuevos productos que respondan a las necesidades de los clientes.

La última etapa del proceso es el ensacado, el yeso se empaqueta en sacos de papel kraft muy resistentes, con códigos de colores que identifican el tipo de producto. Los sacos se disponen en varias alturas sobre resistentes palés de madera que permiten su transporte y almacenamiento en perfecto estado. Los palés se sirven opcionalmente retractilados o enfardados para

dotarlos de mayor protección. Los palés formados están dispuestos para su carga en camiones o en contenedores que los llevarán a su destino. Los yesos de proyección se sirven también en silos de 20 m<sup>3</sup> de capacidad, que se llenan mediante camiones cisterna enviados directamente desde la fábrica hasta la obra.

### TIPOS DE YESO

Saint-Gobain Placo Ibérica, S.A.U. ofrece una gran variedad de soluciones y materiales constructivos, en este trabajo se mostrará únicamente el yeso, y más concretamente el yeso proyectado, ya que también se pueden encontrar soluciones de placa de yeso laminado. Existen varios tipos de yeso proyectado creados para satisfacer las necesidades del cliente de la mejor manera posible. En este apartado se van a mostrar algunos de ellos, sus descripciones y características se han obtenido de las fichas técnicas obtenidas de la página web de la empresa (Placo Saint-Gobain n.d.). Cada tipo de yeso está presentado con el color que lo representa en la empresa.

**Duro THD:** es un producto con base yeso cuyas especiales características de trabajo le confieren una gran capacidad para alcanzar una vez fraguado una elevada dureza superficial. **Duro THD** está formulado para un amasado mecánico y de aplicación manual, que se utiliza como pasta para obtener revestimientos de alta dureza superficial para el guarnecido de divisiones interiores con altas solicitudes mecánicas; hospitales, colegios, edificios públicos, etc.



**Proyal Max:** es un producto con base yeso especialmente formulado y preparado para responder a los más altos estándares de calidad por su alto rendimiento y su excelente trabajabilidad. **Proyal Max** es un yeso de alto rendimiento de amasado y aplicación mecánica mediante máquina para el guarnecido de paredes y techos.



**Proyal XXI:** es un producto aligerado con perlita expandida, preparado con base yeso y especialmente formulado para aplicar con máquina de proyección para la ejecución de guarnecidos de paredes y techos. Incrementa al máximo el rendimiento del yesero y la facilidad de aplicación en sus aspectos de proyección, regleado, cortado, y posterior enlucido. Proporciona un excelente aislamiento acústico y térmico, incrementando el confort y la habitabilidad de la vivienda.



**Longips:** es un producto con base yeso para guarnecido de divisiones interiores, tanto horizontales como verticales; también se usa como elemento ligante en el levantado de la tabiquería interior, sustituyendo con ventaja a otros ligantes como el mortero de cemento. Yeso de construcción de granulometría gruesa y fraguado controlado. De aplicación manual, se utiliza como pasta para guarnecidos en revestimientos continuos interiores. También denominado yeso controlado.



Aislamiento térmico



Aislamiento acústico



Interiores



Buen acabado estético



Elevadas caract.mecánicas



Dureza superficial



Alta calidad de acabado



Fácil aplicación



Producto aligerado



Ahorro económico



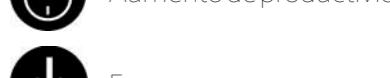
Alto rendimiento



Apto para zonas húmedas



Aumento de productividad



Espesor

Figura 7.3: Leyenda símbolos características yesos.

Fuente: Productos| Saint-Gobain Placo n.d.

**Placosec:** es un mortero en base yeso especialmente formulado para su aplicación en zonas húmedas como cocinas, baños, garajes y trasteros. **Placosec** destaca por su excelente rendimiento y trabajabilidad, así como sus altas prestaciones y permeabilidad al vapor de agua y absorción por capilaridad respecto a los morteros tradicionales de cemento. El producto está aditivado convenientemente para obtener una perfecta adherencia sobre el soporte, permitiendo un acabado pintado plástico o al agua, así como un alicatado posterior mediante el uso de pegamento específico sustituyendo con ventaja a otros métodos más tradicionales.



**Prolite:** es un producto aligerado con perlita expandida, preparado con base de escayola y especialmente formulado para aplicar con máquina de proyección, con el que se incrementan al máximo el rendimiento del operario y la facilidad de aplicación. Es un yeso de extraordinaria blancura. **Prolite** es un producto de amasado y aplicación mecánica para ejecución de guarneidos de paredes y techos, que proporciona un elevado aislamiento acústico y térmico y un excelente comportamiento frente al fuego.



**Placofinish:** es una pasta con base escayola, convenientemente aditivado para acabados excepcionales de bajo espesor (2,5 mm) sobre todas las superficies de placa de yeso laminado (pyl). Técnicamente el producto está diseñado para el recubrimiento superficial de las Placas de Yeso Laminado, consiguiendo en la misma aplicación el tratamiento de las juntas, el emplastecido de los tornillos, y el recubrimiento total de la placa. El producto es similar a un enlucido, dejando un acabado listo para ser pintado. Proporciona homogeneidad de superficies gracias al recubrimiento total de la placa, así como gran dureza superficial al impacto. Es un producto apto para un acabado de máxima calidad (tipo Q4).



**Iberyola:** es una escayola para la realización de elementos prefabricados, para el agarre de dichos elementos y para trabajos de repaso y acabado; es un producto de gran finura que permite un acabado de elevada blancura y perfección. **Iberyola** se fabrica en dos versiones que poseen un tiempo de trabajo ligeramente diferente: **Iberyola** de fraguado lento, especial para trabajos de acabado y repaso, también denominada escayola de construcción, e **Iberyola** de fraguado rápido, apta para uso en cadenas de producción de elementos prefabricados, como placa lisa, molduras, paneles para tabiquería, etc.



Y por último y más importante, **Placo® Hermetic**, el producto del que trata este trabajo: Yeso de proyección que se aplica como componente del sistema de hermeticidad de la envolvente de un edificio de consumo energético casi nulo, formando parte de la pared portante exterior del edificio. Una vez aplicado crea una capa continua que actúa como una membrana hermética al paso del aire, reduciendo el paso de aire e incidiendo directamente en las renovaciones de aire que soporta una vivienda y por tanto reflejándose en una importante disminución del consumo energético de la vivienda. Excelente trabajabilidad y buen acabado, puede aplicarse con

la misma máquina de proyectar que un yeso de proyección. Su formulación especial proporciona un alto rendimiento. Garantiza la hermeticidad y la no aparición de fisuras y/o grietas.



A continuación, se presenta una tabla ([Tabla 7.1](#)) exponiendo datos concretos de cada uno de los yesos para hacer una pequeña comparación entre ellos.

Tabla 7.1: Tabla características de los yesos.  
Fuente: Productos| Saint-Gobain Placo n.d.

*	Duro THD	Proyal Max	Proyal XXI	Longips	Placosec	Prolite	Placofinish	Iberyola
1	13279, Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción.							
2	0,34W/m.K	0,26W/m.K	0,18W/m.K	0,30W/m.K	0,39W/m.K	0,18W/m.K	0,18W/m.K	0,34W/m.K
3	6	6	6	6	6	6	6	6
4	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
5	≥ 2 N/mm <sup>2</sup>	≥ 1 N/mm <sup>2</sup>	≥ 1 N/mm <sup>2</sup>	> 2 N/mm <sup>2</sup>	≥ 1N/mm <sup>2</sup>	≥ 1N/mm <sup>2</sup>	-	≥ 3N/mm <sup>2</sup>
6	≥ 6 N/mm <sup>2</sup>	≥ 2N/mm <sup>2</sup>	≥ 2N/mm <sup>2</sup>	> 6 N/mm <sup>2</sup>	> 2 N/mm <sup>2</sup>	≥ 2N/mm <sup>2</sup>	-	-
7	>70	>70	>70	>75	-	>70	>50	>90
8	0-1mm	0-1,5 mm	0-1mm	0-1mm	0-1,5 mm	0-0,8 mm	0-0,4 mm	0-0,2 mm
9	0,5 l/kg	0,5-0,6 l/kg	<0,7 l/kg	<0,8 l/kg	0,52 l/kg	<0,7 l/kg	0,56 l/kg	0,8-1 l/kg
10	≥ 75	>65	≥ 45	≥ 45	≥ 65	>45	-	-
11	12-14kg/cm	< 9 kg/cm	< 8,5kg/cm	10-12kg/cm	<9,5kg/cm	<8,5kg/cm	2,5 kg/cm	-
12	ST (Soporte tradicional: Ladrillo cerámico, hormigón y bloque picón)							
13	>0,1N/mm <sup>2</sup>	>0,1N/mm <sup>2</sup>	>0,1N/mm <sup>2</sup>	>0,1N/mm <sup>2</sup>	>1N/mm <sup>2</sup>	>1N/mm <sup>2</sup>	-	-
14	> 6	> 6	> 6	> 6	-	> 6	> 12	> 6

- \*Características
- 1. Normas
- 2. Conductividad térmica
- 3. Factor de difusión de vapor de agua  $\mu$
- 4. Reacción al fuego
- 5. Resistencia a flexión
- 6. Resistencia a compresión
- 7. Índice de pureza %
- 8. Granulometría
- 9. Relación agua/polvo
- 10. Dureza superficial
- 11. Consumo medio por espesor de aplicación
- 12. Tipo de soporte recomendado
- 13. Adherencia
- 14. PH

Gracias a esta tabla podemos destacar algunos valores que se salen de la media, como la resistencia a compresión y la dureza superficial en el yeso Duro THD, ya que como su nombre indica ofrece una gran dureza superficial una vez fraguado, por ende, para conseguir esta dureza superior se observa que el consumo medio por espesor de aplicación también es mayor. Por el contrario, destaca también la pureza de Iberyola, ya que es casi en su totalidad sulfato cálcico dihidratado, es por ello por lo que su granulometría es la más fina.

Uno de los datos que se repiten en la tabla es la reacción al fuego, todos entran dentro de la categoría A1, esta característica, obtenida por el hecho de ser yeso, es muy importante. La norma europea EN 13501-1 establece la clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Esta norma clasifica los productos de construcción de acuerdo con los métodos de prueba armonizados en las Euroclases A1, A2, B, C, D, E y F.

Las clasificaciones A1 y A2 del sistema europeo de clasificación de reacción al fuego son las más altas, los criterios y ensayos para clasificar un producto como A1 o A2 vienen recogidos en la norma UNE-EN 13501-1.

Hay una opción de clasificar los productos como A1 sin necesidad de ensayo cuando cumplen con las condiciones mostradas en la Decisión de la Comisión 96/603/CE modificada por las Decisiones 2000/605/CE y 2003/424/CE. Para que un producto sea considerado A1 sin necesidad de ensayo debe estar fabricado a partir de uno o varios de materiales de los que aparecen en esa Decisión, como es el caso del yeso ([Figura 7.4](#)). (Galan 2018)

**Yeso y pastas a base de yeso**

Puede incluir aditivos [retardadores, polvo de relleno (*filler*), fibras, pigmentos, cal hidráulica, agentes retenedores de aire y agua y plastificantes], áridos minerales (por ejemplo, arena natural o molida) o áridos ligeros (por ejemplo, perlita o vermiculita)

Figura 7.4: Materiales que deberán ser considerados por la Decisión 94/611/CE como pertenecientes a la clase A de reacción al fuego sin necesidad de ser ensayados. (Fila del Yeso)  
Fuente: Decisión de la Comisión 96/603/CE

**Placo® Hermetic**

Figura 7.5: Medida espesor yeso proyectado.  
Fuente: Propia



Figura 7.6: Medida espesor Placo® Hermetic.  
Fuente: Propia

Al igual que a la hora de hablar de los yesos anteriores, las características y datos que se dan de este material también han sido obtenidos de la ficha técnica de dicho material a las cuales se puede acceder desde la página web de la empresa. (Productos | Saint-Gobain Placo n.d.)

Placo® Hermetic viene definido como yeso de proyección que se aplica como componente del sistema de hermeticidad de la envolvente de un edificio de consumo energético casi nulo, formando parte de la envolvente exterior del edificio.

Una vez aplicado este yeso se crea una capa continua que actúa como membrana hermética al paso del aire, reduciendo las infiltraciones e incidiendo directamente en las renovaciones de aire que soporta una vivienda, se puede ver gracias a él una importante disminución del consumo energético de la vivienda.

Presenta una excelente trabajabilidad y buen acabado, puede aplicarse con la misma máquina de proyectar que otro yeso de proyección convencional. Su formulación especial proporciona un alto rendimiento. Este yeso garantiza la hermeticidad y no aparición de fisuras y/o grietas, es por ello por lo que presenta un característico tono azul que es indicador de estar usando Placo® Hermetic y no otro yeso.

El uso de otros yesos proyectados implica la aplicar una capa de 1'5 - 2 cm de espesor (Figura 7.5) para cumplir con los requisitos de hermeticidad, en cambio, Placo® Hermetic, se aplica como yeso de proyección de bajo grosor, de 5 a 6mm (Figura 7.6), lo que nos ayuda a ahorrar gran espacio interior que de otra forma se vería reducido. (Martínez 2021)

Tabla 7.2: Características de Placo® Hermetic..  
Fuente: Productos| Saint-Gobain Placo n.d.

Características	Valor
Normas	EN 13279, Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción.
Conductividad térmica	0,18 W/mK (10°)
Permeabilidad al vapor de agua (Wvp)	6±0,3 E-11 kg/m.s.Pa
Factor de difusión de vapor de agua ( $\mu$ )	3
Reacción al fuego	A1
Densidad aproximada	1050±100 kg/m <sup>3</sup>
Resistencia a flexión	≥1 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia a compresión	≥2 N/mm <sup>2</sup>
Dureza superficial	>45
Consumo medio por espesor de aplicación	6 kg/m <sup>2</sup>
Adherencia	≥0,1 N/mm <sup>2</sup>

En esta tabla (Tabla 7.2) podemos observar un dato que destaca frente a los datos en la tabla de los otros yesos proyectados, el factor de difusión  $\mu$ ,

en este yeso el valor es 3 mientras que en los casos anteriores el valor que se observa es 6, es aquí donde se puede ver demostrado que el hecho de que un material no permita el paso del aire no quiere decir que funcione de igual forma con el vapor de agua, este material prácticamente hermético al paso del aire, es dos veces más permeable que los menos herméticos.

**VENTAJAS**

A continuación, se presentan algunas de las muchas ventajas que ofrece el yeso proyectado Placo® Hermetic frente a otras soluciones:

- Excelentes resultados en el Blower Door Test consiguiendo bajas tasas de renovación de aire. Se podrá ver demostrado en el apartado número 10 (estudios reales del uso del material)
- Gran facilidad de aplicación, de llegar a sitios con difícil acceso y de cubrir superficies irregulares o curvas. El yeso en estado plástico es muy manejable, moldeable y trabajable, además es poco pesado lo que facilita su aplicación. Materiales como la madera, los tableros multicapa o el yeso laminado, entre otros, son muy complicados de aplicar en los casos mencionados, en cambio el yeso proyectado al comportarse como un fluido antes de fraguar no presenta ningún problema, ya que se adapta a la forma.
- Gran adherencia a los soportes. Se aplica sobre una gran variedad de soportes con excelentes resultados, cerámica, hormigón, enfoscados de mortero, etc. Admite altas presiones o depresiones en el Blower Door sin modificarse. La prueba Blower Door, como se ha explicado, somete al espacio a diferentes presiones lo que provoca en otras soluciones, como en el caso de los diferentes tableros o yesos laminados, que puedan deformarse a la hora de realizar dicha prueba.
- Los tornillos u otros elementos que lo atraviesen por algún error de ejecución, no lo rasgan y prácticamente lo dejan cerrado herméticamente.
- Alta protección al fuego al ser un material incombustible. Como hemos visto en las tablas de características, el yeso está valorado con la categoría A1 de reacción contra el fuego.
- Es un regulador higrométrico, su capacidad de absorber y expeler vapor de agua hace que se comporte como regulador de la humedad ambiental en espacios cerrados. Almacena algo de vapor de agua si hay exceso en el ambiente y lo suelta cuando el ambiente es más seco.
- Buen aislante acústico. El yeso atenúa en gran medida los efectos de eco y reverberación tan molestos para la audición.
- Buen aislante térmico. Dentro de los yesos proyectados hemos visto que Placo® Hermetic presenta uno de los valores más bajos de conductividad térmica, 18 W/mK.
- Material armónico en comportamiento térmico o de paso de vapor de agua con los materiales que componen la pared: placa de yeso laminado, cerámica, hormigón, mortero, etc.
- Es ligeramente transpirable, por lo que se previene la aparición de humedades.
- Durabilidad del producto debido a que mantiene la estabilidad química durante siglos. El yeso, una vez formada en el fraguado la red cristalina, es estable en el tiempo e inalterable ante las variaciones ambientales.
- No tiene emisiones de COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles).



Figura 7.7: Ejemplo de membrana hermética enyesable.

Fuente: TIENDARECO 2019



Figura 7.8: Ejemplo de membrana hermética enyesable.

Fuente: TIENDARECO 2019



Figura 7.9: Ejemplo de cinta hermética enyesable.

Fuente: TIENDARECO 2019



Figura 7.10: Ejemplo de cinta hermética enyesable.

Fuente: Martínez 2021

- Muy accesible en España y de coste bajo.
- Material reciclable y reutilizable. Que como veremos a continuación es una característica muy importante dentro de los certificados y los ODS.
- Una de las ventajas más importantes para el medio ambiente es que es ecológico, es respetuoso con el medio ambiente, sus residuos se eliminan fácilmente y se integran en el entorno totalmente por ser un producto natural.

### PREPARACIÓN PREVIA

Para que el uso de Placo® Hermetic sea efectivo es imprescindible el adecuado tratamiento de los principales puntos de infiltraciones, vistos en el apartado 5, así como el de las uniones entre materiales distintos, o en ángulo, o con materiales iguales que va a cubrir el yeso, para lo cual, debe usarse una apropiada metodología.

Las uniones de cerámica, bloques de hormigón, etc; con pilares de hormigón, con el techo, con el suelo, las esquinas y cualquier ángulo o unión con otros materiales generalmente se tratan usando membranas herméticas enyesables que se pintan con brocha o airless y/o cintas herméticas enyesables que tienen agujeros o pelillos para el buen agarre del yeso (Figura 7.7, 7.8, 7.9 y 7.10). Una vez ejecutados los tratamientos en las uniones entre distintos materiales y ángulos, se proyecta el yeso sobre la envolvente hermética para garantizar la hermeticidad al aire (Figura 7.11 y 7.12).

Estas membranas o cintas herméticas se colocan uniendo los dos materiales distintos o ambos lados de un ángulo, de forma que, cuando existe una tensión en esos puntos, se elonguen lo suficiente y no se agrieten. El yeso, los ladrillos, morteros, etc; al ser materiales rígidos, puede agrietarse con una tensión elevada, sin embargo, la membrana o la cinta herméticas no se agrietan. De este modo, no se rompe la hermeticidad al aire. Es vital que estas cintas y membranas conserven su adherencia a lo largo de la vida útil del edificio por lo que es recomendable usar productos contrastados y de buena calidad.

En algunas obras, no se están observando estas recomendaciones y se pone sólo fibra de vidrio en medio del yeso en las esquinas, se pintan con membrana hermética por encima del yeso o se usan materiales de mala calidad, lo que seguro traerá consecuencias a medio y largo plazo en los edificios, además, la vivienda no cumplirá con los requisitos del estándar Passivhaus o EECN.

### APLICACIÓN DEL MATERIAL

El modo de empleo según la ficha técnica consiste en utilizar una camisa lenta o media (Figura 7.13) y una boquilla de 12-18mm (Figura 7.14 y 7.15). Proyectar una primera capa de 3mm de forma homogénea y aplastar con una llana, regla o cuchilla para asegurar que se han cubierto todos los huecos (Figura 7.16). Después de 30-60 min, proyectar una segunda capa de 2-3 mm (Figura 7.17) cuyo acabado será liso tras corregirlo con la espátula (Figura 7.18).

Uno de los puntos más importantes a la hora de aplicar el yeso es quién lo aplica. El yesero debe conocer la función que va a cumplir el yeso y debe entender el concepto de hermeticidad, es imprescindible que sepa cómo se tratan las uniones entre materiales, debe ser parte comprometida con el resultado y aplicar el yeso observando los tiempos adecuados de fraguado y tratamiento de la superficie. Muchas veces no se cumple este importante requisito lo que provoca el agrietamiento del yeso y un mal acabado. Si no

se contrata un yesero con preparación no servirá de nada la inversión en materiales.

Los detalles son muy importantes para obtener un buen resultado. La recomendación antes de aplicar el yeso es recorrer previamente toda la obra, quitar los sobrantes de masa que desnivelan la pared, examinar los puntos singulares y los lugares de difícil acceso, y proyectarlos en primer lugar para asegurarnos que han sido bien tratados; llenar con yeso alrededor de los tubos o conducciones, cableados, cajones persiana, ventanas, etc. Seguidamente realizar la proyección de yeso de toda la envolvente y observar correctamente los tiempos de fraguado del yeso, trabajando la superficie, hasta que quede duro y sin grietas. Este conjunto de detalles mejorará significativamente el resultado final del Blower Door. (Martínez 2021)



Figura 7.13: Camisa y rotor.

Fuente: Propia



Figura 7.14: Manguera con boquilla.

Fuente: Propia



Figura 7.15: Boquillas.

Fuente: Propia



Figura 7.16: 1ª capa aplastada con regla.

Fuente: Propia



Figura 7.17: 2ª capa después de 30-60 mins  
Fuente: Propia

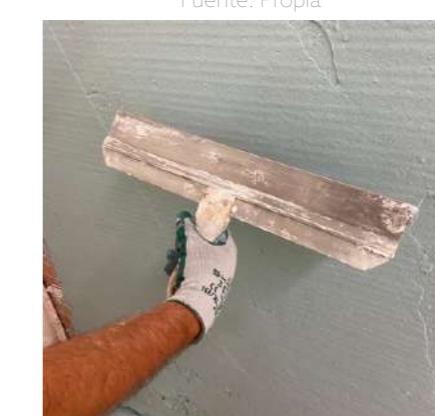


Figura 7.18: 1ª capa aplastada con regla.  
Fuente: Propia



Figura 7.11: Proyección sobre juntas tratadas con membrana hermética.

Fuente: Martínez 2021



Figura 7.12: Proyección sobre juntas tratadas con membrana hermética.

Fuente: Martínez 2021

## CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## 8. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

Como se ha explicado hay dos tipos de pérdidas a través del edificio. La primera corresponde a las pérdidas por transferencia de calor, determinadas por el diseño del edificio, la conductividad térmica y el grosor de los materiales de construcción de las envolventes arquitectónicas. El segundo tipo corresponde a las pérdidas de ventilación, incluidas las infiltraciones, determinadas por la estanqueidad del cerramiento del edificio. Las características térmicas y de estanqueidad son propiedades inherentes al diseño y a la calidad de ejecución de la envolvente del edificio.

Ambas pérdidas deben tenerse en cuenta cuando se pretende disminuir el consumo energético de las viviendas. Sin embargo, el Código Técnico de la Edificación (CTE) de 2009, sólo establecía requisitos para el primer tipo (pérdidas por transferencia de calor), minimizando la importancia de cuantificar las infiltraciones al incluirlas en la tasa de intercambio de aire del propio sistema. Es en el CTE de 2013 cuando se empieza a hablar sobre las pérdidas de energía por fugas de aire, pero se considera, de manera errónea, que sólo provienen de los marcos de las ventanas. Sin tener en cuenta que en determinadas condiciones ambientales el aire puede penetrar de forma incontrolada por los puntos en los que confluyen los elementos constructivos, con magnitudes que varían en función de las soluciones adoptadas en cada edificio. (Meiss and Feijó-Muñoz 2015).

El mayor cambio en el código técnico con respecto a la permeabilidad lo encontramos en el CTE de 2019, esto es debido a que, cuando se realiza la actualización del código técnico existe un periodo previo en el que el ministerio expone un borrador de la modificación, este borrador es expuesto a la opinión pública, personas, plataformas u organizaciones pueden presentar opiniones, propuestas de cambios, correcciones, etc. y la plataforma Passivhaus presentó, para el borrador que se expuso en 2018, unas alegaciones en lo relacionado al estándar Passivhaus.

Entre otras, una de las alegaciones iba dirigida al tratamiento de la permeabilidad. Se exponía, que, en este borrador, al igual que se ha visto en las versiones anteriores, se establecían requerimientos de valores límite únicamente para las ventanas en función de su clase de permeabilidad al aire conforme a la UNE-EN 12207, sin tener en cuenta las infiltraciones ocasionadas por una mala instalación de la carpintería en el hueco, y no se establecían valores límite alguno para el conjunto de la envolvente térmica.

El objetivo de la plataforma era asegurar una hermeticidad al aire mínima, mediante cálculo de las infiltraciones del conjunto de la envolvente térmica, tanto por opacos, como por huecos y todos los encuentros entre ellos y pasos de instalaciones a través de la misma.

Para el estándar Passivhaus lo ideal sería la realización del ensayo Blower Door y la obtención del valor  $N_{50} < 0,6$  ren/hora. (1 ren/hora para rehabilitación). Para el CTE se propone que el valor N50 máximo recomendado para edificios sea de 1 ren/hora y para casas pasivas de 0,6 ren/hora. Para edificios ventilados mecánicamente con doble flujo 1,5 ren/hora y con ventilación híbrida nunca inferior a 3,0 ren/hora. (Plataforma Edificación Passivhaus 2018)

Es gracias a esta alegación que en la versión final de la actualización del CTE en 2019 podemos encontrar que la condición de permeabilidad afecta por un lado a los huecos de la envolvente, y por otro a la propia envolvente del edificio. Además, en esta nueva versión del código técnico se modificó la mayor parte del documento básico de ahorro de energía (DB HE). La permeabilidad al aire de huecos ya se exigía en ediciones anteriores, como se ha mencionado, pero en esta los valores límite se reducían. La

permeabilidad de la envolvente del edificio se limitaba a edificios nuevos de uso residencial privado. Además, limitaba también la superficie útil a un mínimo de 120 m<sup>2</sup> para que esta condición fuera exigible.

El Anejo H del DB HE1 de 2019 establece dos métodos para la determinación de la permeabilidad al aire del edificio. Uno el ensayo, puede realizarse mediante el método B de la norma UNE-EN 13829:2002. Se empieza a usar la prueba Blower Door para determinar la estanqueidad del aire. En la nueva versión de HULC (Herramienta Unificada Lider-Calener, es una herramienta para evaluar si se cumple con todos los requisitos de ahorro energético establecidos en el CTE) se puede comprobar que no se exigen unos límites en cuanto a hermeticidad al aire, pero sí que se tiene en cuenta la permeabilidad para el cálculo energético y además tiene una repercusión importante en la demanda energética. Por lo tanto, no existen límites máximos de infiltración, pero se debe tener muy en cuenta el nivel de hermeticidad.

El segundo método es la determinación mediante valores de referencia. El valor de  $n_{50}$  se puede calcular a partir de la fórmula propuesta en el AnejoH:

$$n_{50} = 0,629 * (Co * Ao + Ch * Ah) / V$$

- $n_{50}$  es el valor de la relación de cambio de aire.
- V el volumen interno de la envolvente en m<sup>3</sup>.
- Co es el coeficiente de caudal de aire de la parte opaca de la envolvente térmica. Se expresa a 100 Pa (m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>). Se obtiene de la tabla a - Anejo H. Este coeficiente será la variable a calcular cuando se supere el valor límite de n50.
- Ao es el valor de la superficie total de la parte opaca de la envolvente térmica en m<sup>2</sup>.
- Ch es la permeabilidad de los huecos de la envolvente térmica. Se expresa también a 100 Pa (m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>). Su valor es el obtenido por ensayo (Clase de ventana, UNE-EN 12207:2017).
- Ah es el valor de la superficie total de los huecos de la envolvente térmica, medida en m<sup>2</sup>.

Los valores de superficie los calcula HULC cuando se verifica HE1. (Serrano Yuste 2021)

El CTE actual, articulado el 14 de junio de 2022, recoge en el documento básico de salubridad un apartado exclusivo para la calidad del aire interior.

## CERTIFICADOS

## 9. CERTIFICADOS.

Todo lo escrito en el siguiente apartado tiene como fuentes principales cada una de las páginas oficiales de cada certificado, (Construcción Sostenible BREEAM®ES 2020; DGNB 2022; GBCe - ICCL 2022; GBCI 2022; Green Business Certification Inc. 2022; ITeC 2019; Passivhaus Institut 2015; U.S. Green Building Council 2022; WELL 2020; World Green Building Council 2022)

En la actualidad, los edificios o materiales que cuentan con algún sello de sostenibilidad se posicionan por delante de sus competidores en el mercado. Una certificación de sostenibilidad puede contribuir a conservar entornos y ecosistemas y lograr espacios más saludables para vivir y trabajar, reduciendo a la vez los costes operativos y aumentando el valor de los edificios.

Existen hoy en día una serie de metodologías para la certificación de la sostenibilidad de edificios que se centran en el diseño, construcción y operación de los edificios, como los explicados a continuación. Obtener estos certificados es voluntario, son sistemas que quien quiere los aplica y quien no quiere no.

Recientemente, en febrero de 2021, la Comisión Europea ha lanzado Level(s), un marco común para toda la Unión Europea basado en los principios de Economía circular y cuyo objetivo es poder lograr edificios sostenibles.

Estas certificaciones de sostenibilidad analizan el impacto medioambiental de la construcción y operación de un edificio, pero también los aspectos económicos y de salud y bienestar. En mayor o menor medida, todas las metodologías pretenden además integrar los conceptos de Economía Circular y alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Figura 9.1).



Figura 9.1: Objetivos de Desarrollo Sostenible.  
Fuente: Naciones Unidas 2022

Una de las preguntas más comunes es la siguiente

- ¿Por qué se necesita un certificado de sostenibilidad? ¿No se puede simplemente indicar que el edificio es sostenible?

El primer motivo es la garantía y reconocimiento, ya que un certificado

aporta en primer lugar una garantía para el cliente puesto que todo el proceso lo lleva a cabo un tercero independiente, tanto del promotor como del cliente, será el encargado de evaluar y confirmar la certificación. Además, si es un certificado internacional tiene un reconocimiento global, es decir, será reconocido en cualquier lugar del mundo.

El segundo motivo viene dado porque es un elemento diferenciador, esto se traduce en que si dos edificios de viviendas están contiguos y tienen prestaciones exactamente iguales si uno de ellos está certificado y el otro no, el que está certificado se diferencia del resto de edificios ya que tenemos la garantía mencionada en el punto anterior.

El tercer motivo es la guía, los manuales técnicos funcionan también como guías de buenas prácticas, es decir, que el fin último no tiene por qué ser la certificación en sí, sino que también permite establecer unos parámetros que el equipo de diseño tiene que seguir para poder evaluar todas las vertientes de la sostenibilidad.

Como último motivo está el hecho de que todos los procesos de certificación son claros y objetivos, ya que desde el inicio todas las partes involucradas saben cuál es el camino a seguir y qué tienen que hacer para poder conseguir el certificado.

El yeso proyectado, Placo® Hermetic, cuenta con la aprobación de muchos de los certificados que vamos a ver a continuación.

Forma parte de la plataforma Green Business Certification Inc., la cual ofrece su ficha, donde podemos encontrar los parámetros medioambientales en los que el material tiene una contribución específica, así como los créditos obtenidos de las certificaciones VERDE, BREAM y LEED. (ANEXO 1)

También cuenta con la etiqueta "Indoor Air Comfort Gold". Perteneciente al certificado DGNB. (ANEXO 2)

Además Placo® Hermetic es el primer producto en base yeso del mercado que cumple con los requisitos del estándar Passivhaus, es la primera solución en base yeso que obtiene el Documento de Adecuación al Uso (DAU) 20/122 por parte de Itec. Placo® Hermetic posiciona así a Placo dentro del mercado Passivhaus con el primer producto en base yeso dentro del sistema de hermeticidad de la envolvente interior del edificio. (ANEXO 3)

GBCI y GBCe

Pertenecen a la red internacional de World Green Building Council (WorldGBC) (Figura 9.2), con presencia en más de 70 países y 36.000 miembros, que representan a toda la cadena de valor. Los Green Building Councils son organizaciones independientes sin fines de lucro formadas por empresas y organizaciones que trabajan en la industria de la edificación y la construcción.

La Green Business Certification Inc. (GBCI) (Figura 9.3) se fundó en enero de 2008 con el apoyo del U.S. Green Building Council (USGBC) para proporcionar una supervisión independiente de las credenciales profesionales y la certificación de proyectos bajo el sistema de calificación de edificios verdes Leadership in Energy and Environmental Design (LEED).

En la actualidad, GBCI es el único organismo de certificación y acreditación dentro de la industria de la sostenibilidad y los negocios verdes que administra exclusivamente las certificaciones de proyectos y las credenciales profesionales de LEED, EDGE, PEER, WELL, SITES, Parksmart y TRUE. Algunas de las cuales se explican a continuación.



Figura 9.2: Logotipo World GBC.  
Fuente: World Green Building Council 2022



Figura 9.3: Logotipo GBCI.  
Fuente: Green Business Certification Inc. 2022



Figura 9.4: Logotipo GBCe.  
Fuente: GBCe - ICCL 2022

Constituido en 2009, Green Building Council España (GBCe) ([Figura 9.4](#)) o Consejo para la Edificación Sostenible de España es el referente en la transformación hacia un modelo sostenible del sector de la edificación. Además de ser el creador del certificado VERDE, el cual será explicado con más detalle próximamente, tiene alianzas con otros certificados que también serán explicados como BREEAM, DGNB o Passivhaus entre otros.

GBCe cuenta con una plataforma de materiales, este servicio tiene como objetivo facilitar la información ambiental de productos y sistemas constructivos, visualizando sus beneficios, ambientales, sociales y económicos.

La Plataforma presenta de manera ágil y clara la información y documentación exigida por los sellos de certificación VERDE, LEED y BREEAM, para acreditar el comportamiento ambiental de los productos y sistemas, y su contribución a la calidad ambiental de los edificios. De este modo se facilita la labor de profesionales y promotores en la elección y valoración de materiales.

El yeso proyectado, Placo® Hermetic, forma parte de esta plataforma, la cual ofrece su ficha, donde podemos encontrar los parámetros medioambientales en los que el material tiene una contribución específica, así como los créditos obtenidos de las certificaciones VERDE, BREAM y LEED. ([ANEXO 1](#))

#### BREEAM

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) es un método de evaluación y certificación de la sostenibilidad internacionalmente conocido y líder a nivel mundial. Lo creó Building Research Establishment (BRE), entidad británica sin ánimo de lucro fundada en el año 1921, aunque nace en 1990 con la primera versión del certificado. Fue la primera organización orientada a la investigación constructiva en el mundo.

Más de 591.000 edificios han sido certificados en 90 países. Entre los edificios con certificado BREEAM destacan aquellos que son icónicos en el skyline de Londres; todas las sedes de los Juegos Olímpicos de Londres 2012, Sochi 2014 o el mundial de Rusia 2018; la T2 del aeropuerto de Heathrow, Coca-Cola (Francia), Ikea (Suecia), etc.

Este certificado otorga al edificio una visión global de sostenibilidad, al cubrir una gran cantidad de aspectos medioambientales en un sólo análisis, abarcando el ciclo completo del hecho constructivo.

En España, BREEAM desarrolló en el año 2010 una versión adaptada al idioma, normativa, práctica constructiva y características del mercado y la industria españolas, BREEAM ES ([Figura 9.5](#)).

Figura 9.2: Logotipo BREEAM ES.



Figura 9.5: Logotipo BREEAM ES.  
Fuente: Construcción Sostenible BREEAM®ES 2020

BREEAM está basado en un sistema de puntuación, no determina si un edificio es o no sostenible simplemente, existen diferentes grados. En concreto existen cinco clasificaciones que dependen del nivel de cumplimiento de los requisitos, estas clasificaciones son, en orden de menos a más, **correcto** (>30%), **bueno** (>45%), **muy bueno** (>55%), **excelente** (>70%) y **excepcional** (>85%), que sería la mayor clasificación.

A continuación, se explica el proceso de evaluación de la certificación BREEAM, el cual es muy parecido a lo que se debe hacer en el resto de certificados, es por ello que este será el único que se explique detalladamente.

Todo comienza con la decisión del cliente o del promotor de querer certificar sus edificios o su proyecto. Este cliente tiene que entrar en contacto con el asesor, el cual va a ser el encargado de registrar el proyecto y de llevar a cabo el proceso de certificación. En la página web se puede ver el listado de todos los asesores que trabajan en el territorio, clasificados en base al esquema de certificación que están avalados a realizar, a la tipología de proyectos y a su geolocalización.

Una vez que el cliente contacta con el asesor que va a llevar a cabo el proceso de certificación del proyecto, se termina la conexión entre el cliente y el organismo, y es cuando el asesor y el equipo BREEAM empiezan a lidiar con el proceso. Cuando el asesor registra ese proyecto hay dos fases para poder llevar a cabo el proceso de certificación, la primera fase es la fase de diseño, en la que se obtiene el certificado provisional, y la segunda fase es de post construcción, en la que se obtiene el certificado final del proyecto. Todo proyecto se puede iniciar en cualquier fase, pero siempre se recomienda que se inicie en la fase más temprana posible, ya que, evidentemente, siempre hay muchas más ventajas si se comienza en una fase de diseño puesto que se pueden adoptar muchas más medidas de sostenibilidad, en otro momento mucho más avanzado no se podrían adaptar o serían más costosas.

En el momento que se inicia la primera fase, el asesor debe recopilar una serie de evidencias que demuestren el cumplimiento de estos criterios y requisitos que aparecen contemplados en el manual técnico de BREEAM, y en base a eso redactar un informe de evaluación. Este informe de evaluación será emitido al equipo de verificación que comprobará que se cumpla con todo. En caso de que haya que modificar o cambiar algún tipo de redacción el asesor tiene hasta tres oportunidades para poder modificarlo, y una vez que está modificado y el equipo de verificación lo aprueba se emite el primer certificado, el certificado provisional. Después comenzará la segunda fase, la fase de post construcción, una vez que el edificio se está construyendo y está construido, el asesor tiene que hacer la misma operación que en la primera fase, en este caso los datos que recoja serán evidencias objetivas y palpables en base a la construcción del edificio. Generalmente son evidencias in situ, como puede ser un reportaje fotográfico de las características del edificio o del emplazamiento, análisis de técnicos, como pruebas de acústica o de hermeticidad entre otras muchas. Despues de esta recopilación se seguirán los mismos pasos que en la fase de diseño hasta que finalmente se consigue el certificado final.

En este proceso existen tres costes, en primer lugar, los costes de certificación son unas tasas fijas según el tarifario BREEAM, disponible en la página web, que deben ser abonados por el asesor, ya que entre la organización autorizada en España y el cliente final no existe relación, garantizando de esta manera el proceso independiente.

El segundo coste es el coste del asesor, este se rige por el libre mercado ya que cada asesor establece sus propias tarifas en función de su experiencia, su geolocalización, del esquema para el que estén formados, etc. Por ello se recomienda que se pidan varios presupuestos a diferentes asesores para poder hacer una comparación.

Y por último está el coste de medidas, que no siempre son de aplicación ya que dependen mucho del tipo de proyecto. Hay exigencias que su implantación no conlleva ningún tipo de coste adicional, como por ejemplo aquellas relativas a temas de gestión de obra, ya que se otorga puntuación por simplemente informar y monitorizar a los diferentes agentes y trabajadores de la obra, informar de consumos de agua, electricidad y emisiones de CO<sub>2</sub> durante la ejecución de la obra, o por ejemplo en categorías de uso del suelo y la ecología, en las que se premia la reutilización de suelos que hayan sido previamente ocupados o contaminados, previniendo así la nueva utilización de emplazamientos vírgenes.

Se presentan a continuación las características BREEAM, es necesario hacer hincapié en que BREEAM es un certificado holístico, es decir, va más allá de la energía, no es un simple certificado energético, sino que engloba muchas más categorías que un certificado simple de eficiencia energética, aunque también es verdad que la parte de energía es una parte fundamental, ocupa en ponderación un 20 por ciento aproximadamente del total de las categorías.

Hay diez categorías en total que definen toda la metodología.



1. La categoría de **gestión**, donde se evalúan cuestiones como la gestión sostenible, las prácticas de construcción responsable, impactos en las zonas de obras, la participación de las partes interesadas o el coste del ciclo de vida y la planificación de la vida útil.
2. La categoría de **salud y bienestar** se tiene en cuenta el confort visual, el confort térmico, la calidad del aire, la calidad del agua, una eficiencia acústica, un acceso seguro al emplazamiento, etc.
3. En la categoría de **energía** evidentemente se tiene en cuenta la eficiencia energética, la monitorización energética, una iluminación externa y tecnologías bajas en carbono o de cero carbono.
4. En cuanto al **transporte** se tiene en cuenta la accesibilidad al transporte público, una proximidad a diferentes servicios, modos de transporte alternativos o un plan de movilidad.
5. En la categoría de **agua** hay criterios de consumo de agua, de monetización de consumos de agua, detección y prevención de fugas de agua, equipos eficientes en cuanto al consumo de agua, etc.
6. En la categoría de **materiales** tiene importancia sobre todo el impacto del ciclo de vida y el aproximamiento responsable de materiales.
7. La categoría de **residuos** gestiona los residuos de construcción, como los residuos urbanos y también se tiene en cuenta que haya un criterio de áridos reciclados.
8. La categoría de **uso de suelo y ecología** se tiene en cuenta la selección del emplazamiento, el valor ecológico del emplazamiento, la protección de los elementos con valor ecológico, la mejora de la ecología del emplazamiento o el impacto a largo plazo sobre la diversidad, entre otros.
9. En la categoría de **contaminación** se tiene en cuenta impactos de los refrigerantes, emisiones de NOx, una reducción de la contaminación lumínica exterior nocturna o la atenuación de ruidos propios del edificio.
10. Y por último la categoría de **innovación**, se trata de un reconocimiento extra reservado a equipos de diseño y fabricantes de productos que incorporen productos y/o procedimientos de vanguardia que van más allá de lo reconocido por BREEAM, independientemente de la clasificación a la que opte el edificio.

BREEAM tiene diferentes esquemas que permiten la evaluación de todo el ciclo de vida de los proyectos. En fases muy tempranas es posible emplear el esquema **BREEAM urbanismo** (Figura 9.6), haciendo el proyecto de urbanización en una fase de planeamiento, y funciona tanto si están formados por proyectos domésticos como no domésticos, además en esta etapa tan temprana del proyecto también se pueden emplear diferentes

herramientas. La herramienta de preevaluación, por ejemplo, para edificios no domésticos, para poder formar una idea de en qué punto se encuentra el proyecto y después comenzar a aplicar los diferentes esquemas de BREEAM. Que son, **BREEAM nueva construcción** (Figura 9.7), para edificios no residenciales, **BREEAM vivienda** (Figura 9.8), para edificios residenciales, y una vez que el edificio ya esté construido y se encuentre ocupado se deberá emplear el esquema **BREEAM en uso** (Figura 9.9), que permite mejorar el comportamiento y el funcionamiento del edificio. Además, existe **BREEAM a medida** (Figura 9.10), que permite evaluar edificios singulares no incluidos en Nueva Construcción y Vivienda. Lo único que no se puede evaluar de forma independiente es la deconstrucción, aunque es cierto que se tiene en cuenta dentro de un requisito de residuos de la parte de nueva construcción.

BREEAM en uso se diferencia un poco más de los demás, está especializado para edificios no domésticos y que estén construidos con una antigüedad mayor a dos años. Los tres primeros esquemas, urbanismo, nueva construcción y vivienda obtienen, como ya se ha dicho, dos certificados, un certificado provisional en fase de diseño y un último certificado, el certificado final en fase de post construcción, éste no tiene caducidad, es como una fotografía del edificio en el momento que se certifica, a diferencia de estos tres, BREEAM en uso tiene tres partes que se pueden certificar independientemente.

La primera parte corresponde al edificio en sí, su construcción más las instalaciones, la parte dos es la gestión del edificio, por la que se emplean políticas, procedimientos o la gestión de la energía dentro del propio edificio, y por lo tanto son necesarios los consumos o la monitorización del último año natural y que el año anterior el edificio esté ocupado, y por último la parte tres que es la gestión del ocupante, que va enfocada solamente para oficinas. Estas tres partes se pueden certificar de forma independiente, esto quiere decir que se puede tener una de las tres partes, dos o las tres, eso va en función de la estrategia del cliente y de las características del propio proyecto. Además, estos tres certificados independientes tienen una caducidad, que tiene una amplitud de 3 años, porque este esquema está basado en la mejora continua, BREEAM en uso generalmente son edificios que no han implantado medidas de su actividad desde un inicio y por lo tanto han de implementarse poco a poco, esto da la oportunidad de cada año implementar mejoras y por tanto obtener una mayor clasificación.

Una de las grandes cuestiones es la rentabilidad, desde el punto de vista económico hay dos grandes retos a los que se debe hacer frente, la reducción de gastos y el aumento del valor del inmueble, estudios realizados sobre el stock certificado y estudios independientes afirman que ambos puntos se cumplen, y se han obtenido ahorros entre un 7% y un 8% en cuanto a gastos de funcionamiento y mantenimiento, entre un 50% y un 70% en consumos energéticos y hasta un 35% en consumos de agua, también se ha concluido que el valor del inmueble puede incrementar hasta un 7,5%, las tasas de ocupación un 3,5% y las rentas se incrementan un 3%.

Pero, ¿cuánto cuesta diseñar y construir un edificio bajo criterios de sostenibilidad BREEAM?, ¿tiene un coste mayor de desarrollo que un edificio estándar que solo cumple con la normativa vigente? Expertos en costes de construcción y de gestión de proyectos realizaron un estudio que investiga el coste global del diseño y la construcción para mejorar la estabilidad del edificio y conseguir una clasificación BREEAM. El equipo de investigación también examinó el coste de ciclo de vida del edificio en funcionamiento, y se centró sobre todo en consumos energéticos y de agua. Según el estudio los costes varían según el nivel de clasificación que se desea obtener y, por supuesto, el punto de partida, ya que alcanzar certificaciones bajas, como correcto o bueno, puede incurrir en costes muy bajos o incluso nulos, mientras que clasificaciones altas que necesitan aplicar más medidas de sostenibilidad pueden conllevar costes adicionales, normalmente inferiores al 2% del coste de proyecto. El estudio de los costes de funcionamiento



Figura 9.6: Logotipo BREEAM Urbanismo  
Fuente: Construcción Sostenible  
BREEAM@ES 2020



Figura 9.7: Logotipo BREEAM Nueva construcción  
Fuente: Construcción Sostenible  
BREEAM@ES 2020



Figura 9.8: Logotipo BREEAM Vivienda  
Fuente: Construcción Sostenible  
BREEAM@ES 2020



Figura 9.9: Logotipo BREEAM En Uso  
Fuente: Construcción Sostenible  
BREEAM@ES 2020



Figura 9.10: Logotipo BREEAM A medida  
Fuente: Construcción Sostenible  
BREEAM@ES 2020

demuestra que este porcentaje puede ser recuperado entre 2 y 5 años a través de los ahorros de consumos, y más recientemente se ha realizado un estudio para Incasòl, el instituto catalán del suelo, en el que se ha analizado una promoción real los costes que supondría llegar a la clasificación muy bueno, y dice así:

*"Los criterios que hay que añadir a la producción actual para obtener una certificación BREEAM muy bueno, que es muy alta para una promoción de viviendas, supondría incrementar este coste entre un 2% y un 3%"*

Gonçal Marqués, director de Proyectos de Incasòl.



Figura 9.11: Logotipo LEED  
Fuente: U.S. Green Building Council 2022



Figura 9.12: Logotipo LEED certificado  
Fuente: U.S. Green Building Council 2022



Figura 9.13: Logotipo LEED plata  
Fuente: U.S. Green Building Council 2022



Figura 9.14: Logotipo LEED oro  
Fuente: U.S. Green Building Council 2022



Figura 9.15: Logotipo LEED platino  
Fuente: U.S. Green Building Council 2022

## LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) es un sello utilizado y reconocido en todo el mundo (Figura 9.11). El desarrollo de LEED creció a partir de la formación de USGBC en abril de 1993 por parte de tres personas: David Gottfried, Mike Italiano y Rick Fedrizzi, quienes se desempeñaron como presidente, director ejecutivo y presidente fundador de la organización. Convocaron a representantes de 60 empresas y varias organizaciones sin ánimo de lucro a reunirse en la sala de juntas del Instituto Estadounidense de Arquitectos para la reunión de fundación. Fue entonces cuando se compartieron ideas para una coalición abierta y equilibrada que abarque toda la industria de la construcción y para un sistema de clasificación de edificios ecológicos, que luego se convertiría en LEED.

LEED tiene una larga trayectoria en España. Un edificio de operaciones de mando en la Base Naval de Rota fue el primer proyecto del país en registrarse en el sistema en 2005, mientras que un edificio de oficinas, ahora de Merlin Properties, en Madrid fue el primero en certificarse en 2006. A finales de 2021, se han registrado más de 1050 proyectos con LEED, 576 se han certificado y 103 han alcanzado el nivel Platino, el más alto de la certificación LEED. España lidera sobre todos los países europeos en número de certificaciones de proyectos.

LEED es uno de los sistemas de construcción sostenible más utilizados en el mundo, en parte porque se puede adaptar regionalmente sin dejar de proporcionar un estándar global riguroso. Las adaptaciones regionales de LEED para Europa se facilitan mediante rutas alternativas de cumplimiento, conocidas como ACP, y créditos de prioridad regional.

Para conseguir la certificación LEED, un proyecto gana puntos cumpliendo con los requisitos previos y abordando temas como el carbono, la energía, el agua, los residuos, el transporte, los materiales, la salud y la calidad ambiental interior. Los proyectos pasan por un proceso de verificación y revisión por parte del GBCI y se les conceden puntos que corresponden a un nivel de certificación LEED: Certificado (40-49 puntos) (Figura 9.12), Plata (50-59 puntos) (Figura 9.13), Oro (60-79 puntos) (Figura 9.14) y Platino (+80 puntos) (Figura 9.15).

Antes de registrar el proyecto se debe seleccionar un sistema de clasificación LEED. Para ello hay una guía con la que poder ayudarse para hacer esta selección, así como una regla si varios sistemas de clasificación pudieran ser apropiados para el proyecto.

La regla del 40/60, para utilizar esta regla, se debe asignar primero un sistema de clasificación a cada metro cuadrado del edificio y, a continuación, elija el sistema de clasificación más adecuado en función de los porcentajes resultantes. Toda la superficie bruta de un proyecto LEED debe estar certificada bajo un único sistema de clasificación y estar sujeta a todos los requisitos y créditos incluidos en ese sistema de clasificación, independientemente de la construcción mixta o del tipo de uso del espacio.

Si un sistema de calificación es apropiado para menos del 40% de la superficie bruta de un edificio o espacio del proyecto LEED, no debe utilizarse ese sistema de calificación.

Si un sistema de calificación es adecuado para más del 60% de la superficie bruta de un edificio o espacio del proyecto LEED, debe utilizarse ese sistema de calificación.

Si un sistema de calificación es apropiado entre el 40% y el 60% de la superficie bruta, los equipos de proyecto deben evaluar independientemente su situación y decidir qué sistema de calificación es el más aplicable.

Los sistemas de clasificación LEED son los siguientes:

1. **BD+C** (Building Design and Construction), Diseño y Construcción de Edificios: Para construcciones nuevas o renovaciones importantes. Incluye Core & Shell (Para proyectos en los que el desarrollador controla el diseño y la construcción de todo el sistema mecánico, eléctrico, de plomería y de protección contra incendios, pero no el diseño y la construcción del equipamiento del inquilino), y también incluye aplicaciones para escuelas, comercio minorista, hotelería, centros de datos, almacenes y centros de distribución y atención médica.

2. **ID+C** (Interior Design and Construction), Diseño y Construcción de Interiores: permite a los equipos de proyecto, que pueden no tener control sobre las operaciones completas del edificio, la oportunidad de desarrollar espacios interiores que son mejores para el planeta y para las personas.

3. **O+M** (Building Operations and Maintenance), Operaciones y mantenimiento de edificios: Para edificios existentes que se encuentran en obras de mejora o poca o ninguna construcción. Ofrece a los edificios existentes la oportunidad de prestar mucha atención a las operaciones del edificio, al respaldar edificios completos y espacios interiores que han estado en pleno funcionamiento y ocupados durante al menos un año.

4. **ND** (Neighborhood Development), Desarrollo de vecindarios: Para nuevos proyectos de desarrollo de terrenos o proyectos de redesarrollo que contienen usos residenciales, usos no residenciales o una combinación. Los proyectos pueden estar en cualquier etapa del proceso de desarrollo, desde la planificación conceptual hasta la construcción. Fue diseñado para inspirar y ayudar a crear vecindarios mejores, más sostenibles y mejor conectados. Mira más allá de la escala de los edificios para considerar comunidades enteras.

5. **Homes**, Viviendas: Para viviendas unifamiliares, multifamiliares de baja altura (de uno a tres pisos) o multifamiliares de altura media (cuatro o más). Incluye Viviendas, Multifamily Lowrise, Multifamily Midrise. Las casas y los edificios residenciales de más de cuatro pisos también pueden usar LEED BD+C.

6. **Cities and Communities**, Ciudades y comunidades: Para ciudades enteras y subsecciones de una ciudad. Los proyectos LEED for Cities pueden medir y gestionar el consumo de agua, el uso de energía, los residuos, el transporte y la experiencia humana de su ciudad.

7. **LEED Recertification**, Recertificación: ayuda a mantener y mejorar su edificio mientras mantiene su inversión en sustentabilidad. Se aplica para todos los proyectos ocupados y en uso que hayan obtenido previamente la certificación LEED.

8. **LEED Zero**: Disponible para todos los proyectos LEED certificados bajo los sistemas de clasificación BD+C u O+M o registrados para obtener la certificación LEED O+M. LEED Zero es para proyectos con el objetivo de obtener edificios netos con cero emisiones de carbono.

Como el certificado BREEAM, LEED es un sistema holístico que no se centra simplemente en un elemento de un edificio, como la energía, el agua o la salud, sino que tiene en cuenta todos los elementos críticos que funcionan juntos para crear el mejor edificio posible.

De todos los créditos LEED, el 35% están relacionados con el cambio climático, el 20% tienen un impacto directo en la salud, el 15% afectan a los recursos de agua, el 10% a la biodiversidad, el 10% están relacionados con la economía verde, el 5% de los créditos afectan a la comunidad y el último 5% a los recursos naturales.

Con respecto a la rentabilidad económica, como se ha mencionado al comienzo del apartado de certificados, LEED también contribuye a que los edificios con este certificado tengan una ventaja competitiva y atraigan más clientes. Además, como el resto de los certificados, aporta una mejora en la eficiencia de los edificios. Algunos de los datos que muestran esa eficiencia son los siguientes, según una estimación de edificios con certificación LEED de 2015 a 2018, se han registrado en ahorros de energía 1,2 mil millones de dólares, 149,5 millones en ahorro de agua, 715,3 millones en ahorros de mantenimiento y 54,2 millones de dólares en ahorros de residuos.

Además un estudio de UC Berkeley de 2014 encontró que al construir según los estándares LEED, los edificios contribuyeron con un 50 % menos de gases de efecto invernadero (GEI) que los edificios construidos convencionalmente debido al consumo de agua, un 48 % menos de GEI debido a los desechos sólidos y un 5 % menos de GEI debido al transporte.

## WELL



Figura 9.16: Logotipo IWBI  
Fuente: WELL 2020

WELL es la culminación de siete años de investigación rigurosa en colaboración con los principales médicos, científicos y profesionales del sector. El WELL Building Standard fue promovido por Delos, es administrado por el International WELL Building Institute (IWBI) (Figura 9.16), y está certificado por terceros a través de la colaboración de IWBI con GBCI. El estándar de construcción WELL está diseñado para trabajar en armonía con el sistema de clasificación de edificios verdes LEED, el Living Building Challenge y otros estándares de construcción verde líderes en el mundo.

El IWBI está liderando un movimiento global para transformar la salud y el bienestar con un enfoque en el que se pone a las personas primero en edificios, organizaciones y comunidades. Esto se hace utilizando el estándar de construcción WELL, oficialmente llamado WELL Building Standard, una hoja de ruta para crear y certificar espacios que promuevan la salud y el bienestar humanos. Desarrollada a lo largo de 10 años y respaldada por las últimas investigaciones científicas, WELL establece vías para lograr factores que den prioridad a la salud y que nos ayuden a todos a realizar nuestro trabajo de la mejor forma y a ser la mejor versión de nosotros mismos, apoyando nuestra salud física y mental. WELL funciona a cualquier escala, desde un solo espacio interior hasta una organización entera.

Al igual que se ha podido ver en los certificados anteriores WELL también presenta una serie de categorías, en este caso abordadas como conceptos, estos conceptos a su vez exigen una serie de condiciones previas y ponen a disposición del cliente varias optimizaciones. En total hay 10 conceptos, 24 condiciones previas requeridas y 98 optimizaciones disponibles.

Los 10 conceptos que podemos encontrar en WELL son los siguientes:



**1. Aire:** El concepto WELL Air pretende alcanzar altos niveles de calidad del aire interior a lo largo de la vida útil de un edificio mediante diversas estrategias que incluyen la eliminación o reducción de las fuentes de contaminación de aire, estrategias activas y pasivas de diseño y funcionamiento del edificio e intervenciones en el comportamiento humano.

**2. Agua:** El concepto WELL Water abarca aspectos de la calidad, la distribución y el control del agua líquida en un edificio. Incluye características que abordan la disponibilidad y los umbrales de contaminación del agua potable, así como características dirigidas a la gestión del agua para evitar daños en los materiales del edificio y las condiciones ambientales.

**3. Nutrición:** El concepto WELL Nourishment exige la disponibilidad de frutas y verduras y la transparencia nutricional. Fomenta la creación de entornos alimentarios, en los que la elección más saludable es la más fácil.

**4. Luz:** El concepto WELL Light promueve la exposición a la luz y pretende crear entornos de iluminación que favorezcan la salud visual, mental y biológica.

**5. Movimiento:** El concepto de WELL Movement promueve la actividad física en la vida cotidiana a través del diseño ambiental, las políticas y los programas para garantizar que las oportunidades de movimiento se integren en el tejido de nuestra cultura, edificios y comunidades.

**6. Confort Térmico:** El concepto de WELL Thermal Comfort tiene como objetivo promover la productividad humana y proporcionar un nivel máximo de confort térmico a todos los usuarios del edificio mediante la mejora del diseño y el control del sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado y la satisfacción de las preferencias térmicas individuales.

**7. Sonido:** El concepto WELL Sound tiene como objetivo reforzar la salud y el bienestar de los ocupantes mediante la identificación y la mitigación de los parámetros de confort acústico que conforman las experiencias de los ocupantes en el entorno construido.

**8. Materiales:** El concepto de WELL Materials pretende reducir la exposición humana, ya sea directa o a través de la contaminación ambiental, a las sustancias químicas que pueden afectar a la salud durante la construcción, la remodelación, el mobiliario y el funcionamiento de los edificios.

**9. Mente:** El concepto WELL Mind promueve la salud mental a través de políticas, programas y estrategias de diseño que tratan de abordar los diversos factores que influyen en el bienestar cognitivo y emocional.

**10. Comunidad:** El concepto de WELL Community tiene como objetivo apoyar el acceso a la asistencia sanitaria esencial, construir una cultura de la salud que se adapte a las diversas necesidades de la población y establecer una comunidad de ocupantes inclusiva y comprometida.

Los proyectos que persiguen la certificación WELL pueden ganar puntos en función de los resultados de desempeño para diversas políticas, diseños y estrategias operativas y pueden alcanzar uno de los cuatro niveles de certificación: Bronce (Figura 9.17), Plata (Figura 9.18), Oro (Figura 9.19) o Platino (Figura 9.20).

La evaluación para conseguir el certificado WELL funciona de la siguiente manera, el evaluador de un proyecto calificará cada concepto de forma independiente en una escala numérica. Aunque este análisis concepto por concepto se utiliza inicialmente para garantizar que se cumplen todas las condiciones previas de cada concepto, la puntuación final de WELL se calcula en función de las condiciones previas y las optimizaciones totales logradas.



Figura 9.17: Logotipo WELL Bronce  
Fuente: WELL 2020



Figura 9.18: Logotipo WELL Plata  
Fuente: WELL 2020



Figura 9.19: Logotipo WELL Oro  
Fuente: WELL 2020



Figura 9.20: Logotipo WELL Platino  
Fuente: WELL 2020

en todo el conjunto, y no en función de la media de las puntuaciones de los conceptos independientes. Si se cumplen todas las condiciones previas, es posible obtener niveles más altos de certificación. Al evaluar los niveles de adjudicación, todas las características de optimización se tratan por igual.

## EDGE



Figura 9.21: Logotipo EDGE.  
Fuente: GBCI 2022

EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies) (Figura 9.21), una innovación de la Corporación Financiera Internacional, miembro del Grupo del Banco Mundial, es una herramienta que permite a los mercados emergentes ampliar la escala de los edificios eficientes en el uso de los recursos de forma rápida, fácil y asequible.

EDGE permite a los promotores y constructores identificar rápidamente las estrategias más rentables para reducir el uso de energía, el uso de agua y el coste de materiales. Las estrategias que se integran en el diseño del proyecto son verificadas por un auditor EDGE y certificadas por GBCI. El GBCI administra la certificación EDGE en la mayoría de los países del mundo.

EDGE se utiliza en nuevas construcciones, edificios existentes e importantes renovaciones de diferentes tipos de edificación, como de tipo residencial, comercio, hoteles, oficinas, hospitales, instalaciones educativas e incluso edificios de uso mixto.

EDGE está formado por diferentes componentes, el primero es el software, el cual es gratuito y en línea a través de la página oficial de EDGE. Tiene datos contextuales para diferentes ciudades, incluyendo códigos locales, prácticas de construcción, costes de servicios públicos y datos del clima. Los ahorros son específicos para la ubicación del proyecto ya que la línea base varía según la ciudad seleccionada. Esta perspectiva global del desempeño ayuda a construir un caso de negocio convincente para la construcción sostenible.

El funcionamiento del software es bastante sencillo e intuitivo, además de poder usarse en varios idiomas. Primero se hace un registro y a continuación se elige una de las diferentes tipologías de edificios que pueden certificarse, mencionadas anteriormente, si el uso es mixto está la opción de dividirlo en subproyectos. Lo siguiente que se deberá hacer es ir llenando los campos con los datos que pida el software, y a medida que se vayan implementando estrategias de ahorro se verá, en una franja en la parte superior donde se muestran los resultados, cómo los datos de consumo de energía y agua, así como los costes de servicios públicos, van disminuyendo, y veremos cómo los datos de ahorro de CO<sub>2</sub> y energía incorporada aumentan. Además, muestra el coste incremental, es decir, el precio aproximado de implementar las estrategias de ahorro y el retorno en años de esta inversión.

El segundo componente del standard EDGE es el ahorro, los proyectos tienen que demostrar al menos un 40% de ahorro energético previsto, además de al menos un 20% de ahorro previsto en agua y energía incorporada en los materiales. Si el proyecto cumple o excede el estándar EDGE entonces se puede certificar ese proyecto con GBCI pagando un importe y siendo previamente comprobado por un auditor EDGE.

El tercer componente la certificación, el proyecto será designado como "EDGE Advanced", la certificación EDGE te permite liberar valor sustancial, reduce el riesgo de los inversionistas, atrae a los clientes y hace una declaración de la excelencia empresarial y responsabilidad ambiental, la certificación hace que sea mucho más fácil promover el edificio para aquellos que deseen poseer, alquilar o trabajar en un edificio sustentable, o incluso aquellos que solo quieren ahorrar algo de dinero en sus cuentas. De forma única para los edificios residenciales los certificados EDGE listan los

pisos y viviendas que están certificados, así es fácil para un desarrollador o propietario demostrar a los compradores potenciales e inquilinos los ahorros especulados en las cuentas. Además, existe la certificación "EDGE Carbono Cero", los proyectos que ya han obtenido la certificación EDGE Advanced pueden llegar a ser neutros en cuanto a las emisiones de carbono mediante energías renovables in situ o compensaciones de carbono.

## VERDE

V.E.R.D.E., acrónimo de Valoración de la Eficiencia sobre un Referente De Edificios (Figura 9.22), es una herramienta española, desarrollada por GBCe, como se ha mencionado al comienzo del apartado, por lo tanto, no está adaptada a la reglamentación o la normativa española, sino que está directamente desarrollada junto con esa normativa y para esa normativa. De este modo se consigue que no se dupliquen los trabajos, los documentos de cumplimiento de la normativa sirven directamente para justificar la evaluación, con lo cual la carga de trabajo se reduce.

Está basada en la forma de construir española, los valores de referencia establecidos están totalmente adaptados y pensados desde España. Los criterios contemplan los sistemas, tecnologías y forma de construir en general en España. Pero también es una herramienta europea y global.

La certificación de sostenibilidad VERDE pertenece a las herramientas de segunda generación, es decir, que no es una herramienta tipo check-list, las cuales se basan en una valoración de actuaciones asociada a un sistema de puntuación, como BREEAM y LEED, sino que es una herramienta basada en el cálculo de la reducción de impactos, se realiza un análisis global del ciclo de vida y valoran los resultados obtenidos.

VERDE impulsa el concepto de observar todo el ciclo de vida de los edificios, el análisis del ciclo de vida se basa en tener en cuenta todas las fases de un edificio, desde que se extraen las materias primas, se fabrican, se transportan los materiales a las fábricas, se transportan los materiales a la obra, se construye el edificio, se usa el edificio, se rehabilita, se mantiene y por último qué ocurre cuando deja de utilizarse el edificio, cómo hay que desmantelarlo para poder aprovechar al máximo los materiales que contiene.

Cada ODS tiene un número de metas definidas, VERDE indica que metas se corresponden con sus criterios y en qué grado, si es un grado **sustancial**, porque apoya claramente la consecución de esa meta, **moderado** si apoya solamente algunos de los aspectos que recoge la meta, o **indirecto**, no apoya directamente a la meta, pero de algún modo sí que ayuda a que otros sectores puedan facilitar la consecución de esas metas.

Las hojas de resultados son las que cuentan cómo se comporta el edificio, hay tres informes de resultados, por un lado, el que da una valoración general por áreas y criterios, aquí se puede ver claramente cuál es la valoración del edificio, cuáles son las áreas en las que está peor y en las que está mejor, en cuáles hay que trabajar más, etcétera. Por otro lado, hay una pestaña muy similar con los impactos, no solamente en las áreas, sino también cuánto influye en el cambio climático o en las emisiones a la atmósfera, la tierra, el agua o aspectos de accesibilidad, participación e impacto sobre el vecindario, etcétera. Y por último la pestaña que da valores cuantitativos de indicadores de los resultados, como los kilos de CO<sub>2</sub> que emite nuestro edificio, en qué fases del ciclo de vida lo estamos midiendo, y además valores de referencia para que esos datos no sean valores difíciles de entender, sino que se sepa que valores son habituales en la práctica y si se está por encima o por debajo.

Las áreas que evalúa VERDE y su peso dentro de la herramienta son:



VERDE

Figura 9.22: Logotipo VERDE.  
Fuente: GBCe - ICCL 2022



1. **Parcela y emplazamiento**, 19,03%, aborda temas como la gestión de la biodiversidad, donde veremos cómo ampliar las zonas verdes, cómo utilizar soluciones basadas en la naturaleza para mejorar el comportamiento de nuestro edificio o cómo promocionar el uso de plantas autóctonas. Otro punto es la gestión de la movilidad, que los edificios estén ubicados en sitios que requieran la mínima cantidad de desplazamientos posible y, que los desplazamientos se puedan hacer bien por transporte público o bien con transportes alternativos facilitando el uso de bicicleta o el uso de vehículos eléctricos. Y por último los impactos sobre el vecindario, desde cómo vamos a gestionar los residuos sólidos urbanos a aspectos que se generan en nuestra parcela o en nuestro edificio pero que afectan al entorno cercano como es el efecto isla de calor o la contaminación lumínica.

2. **Energía y atmósfera**, 17,80%, antes era siempre el área más importante en las herramientas de medición de sostenibilidad, pero al lograrse los objetivos de forma bastante exitosa y las reglamentaciones cada vez ser más exigentes es un área que ha ido poco a poco perdiendo peso en beneficio de otras áreas, como considerar el análisis de ciclo de vida completo o cuál es el impacto de los materiales, básicamente se trata de conseguir una buena eficiencia energética en los edificios, de promover la generación de energías renovables y de hacer una elección responsable de los gases refrigerantes que son muy responsables del cambio climático y del efecto invernadero que se produce.

3. **Recursos naturales**, 26,92%, trata el uso y gestión del agua, como cómo calcular y controlar las necesidades de riego en jardines. También habla de cómo hacer una elección responsable de materiales, buscando materiales con alto contenido de reciclados, productos locales y materiales que sí ofrezcan una cadena de custodia, es decir, saber de dónde vienen las materias primas, por qué procesos han pasado, etc. Explica el análisis del ciclo de vida completo, con ayudas para el diseño de la envolvente y la durabilidad y adaptabilidad, cuanto más podamos utilizar el edificio y más adaptable sea a las nuevas necesidades menos recursos se van a demandar.

4. **Ambiente interior**, 26,92%, es un campo muy importante, tiene mucho que ver con la salud, ya que como sea la calidad del aire, la calidad acústica y la calidad lumínica que tenemos en los edificios afectará directamente a nuestra salud.

5. **Sociedad y economía**, 11,37%, es uno de los campos que más se quiere desarrollar, en donde se están poniendo más esfuerzos. Diseñar espacios inclusivos que permitan un acceso universal, espacios de comunicación y que el edificio sea utilizable para todos. Crear edificios con flexibilidad y adaptabilidad, que permitan cambios de usos, cambios constructivos y estructurales, y también el cambio de instalaciones y fuentes de energía puesto que este es un campo que cambia muy rápidamente. A nivel económico analizar el incremento del valor de los edificios, con la calidad de todo el sistema de proyecto del edificio, de construcción y todos los datos que se recogen garantizar la viabilidad comercial del edificio, y tener muy en cuenta que el coste de construcción sea lo más reducido posible, un edificio sostenible no tiene por qué ser más caro que un edificio convencional.

6. **Calidad constructiva**, 13,05%, habla de la custodia de la documentación del proyecto, lo ideal sería hacer proyectos con los sistemas BIM, que nos van a garantizar tener la información disponible, pero si no, podemos hacer protocolos de custodia y trazabilidad de la documentación. Garantizar una puesta en marcha sistemática, que permita garantizar la calidad, que lo que está en proyecto realmente es lo que se ha construido

y además está funcionando correctamente. Por último, la calidad del proyecto, de la construcción, garantizar la calidad de la envolvente, tener un plan de control de calidad y aspectos concretos como la prevención de la humedad intersticial.

En cada una se evalúan distintos aspectos y se establece un sistema de puntos en función de los hitos registrados que se consigan. Al final se realiza la suma de todos los puntos y en función del resultado final se obtiene una categoría u otra de certificación (o no se obtiene).

Estas puntuaciones, y los apartados que incluye cada categoría, dependen de la certificación a la que se vaya a optar, que será la correspondiente al tipo de proyecto que tengamos.

En función del porcentaje de puntos que se obtenga sobre el máximo posible, se obtendrán desde 1 a 5 hojas: 0 Hojas VERDE (<30%) , 1 Hoja VERDE (30%) (Figura 9.23), 2 Hojas VERDE (40%) (Figura 9.24), 3 Hojas VERDE (50%) (Figura 9.25), 4 Hojas VERDE (60%) (Figura 9.26) y 5 Hojas VERDE (>80%) (Figura 9.27).

VERDE ofrece tres tipos de certificados, por una parte, **VERDE residencial** (Figura 9.28), que se puede aplicar tanto a obras de nueva construcción, como a rehabilitación y a edificios existentes, está dedicada a edificios residenciales colectivos, unifamiliares y organizaciones.

Por otro lado, está **VERDE equipamiento** (Figura 9.28), también para nueva obra y rehabilitación, dirigida a edificios de oficinas, equipamientos comerciales, edificios docentes, todo tipo de edificios que no se pueden certificar con la anterior herramienta.

Otra de las herramientas es la de **VERDE polígonos** (Figura 9.28) o parques logísticos, esta herramienta es el inicio para poder certificar a parques industriales o urbanizaciones.



Figura 9.27: Tipos de certificados VERDE.  
Fuente: GBCe - ICCL 2022



Figura 9.23: Logotipo VERDE 1 Hoja.  
Fuente: GBCe - ICCL 2022



Figura 9.24: Logotipo VERDE 2 Hojas.  
Fuente: GBCe - ICCL 2022



Figura 9.25: Logotipo VERDE 3 Hojas.  
Fuente: GBCe - ICCL 2022



Figura 9.26: Logotipo VERDE 4 Hojas.  
Fuente: GBCe - ICCL 2022



Figura 9.27: Logotipo VERDE 5 Hojas.  
Fuente: GBCe - ICCL 2022



Figura 9.29: Logotipo DGNB.  
Fuente: DGNB 2022

El 11 de julio de 2019, GBCe se convirtió en socio oficial del sistema DGNB. GBCe actúa como organismo de certificación para proyectos DGNB en España, con el objetivo general de establecer un entendimiento europeo común de los requisitos de construcción sostenible.

La versión 2018 del sistema de certificación DGNB es el resultado de un examen intensivo por parte de la DGNB de las experiencias de los últimos años, así como de la evolución del mercado y de los requisitos relacionados con el tema de la sostenibilidad y las certificaciones correspondientes. Esto refuerza más que nunca el estatus del sistema DGNB como "referencia mundial para la sostenibilidad". Con la nueva versión, el sistema se ha desarrollado de tal manera que representa más claramente que nunca la forma de entender la sostenibilidad de la DGNB y ayuda como herramienta a encontrar las respuestas adecuadas a las preguntas futuras más importantes en la práctica de la planificación y la construcción. Esto se manifiesta en los siguientes temas centrales:



**1. La atención se centra en las personas**, DGNB construye para las personas que pasan gran parte de su vida en los edificios. En este contexto, es evidente que las personas, con su necesidad de salud y bienestar, están en el centro de las decisiones de planificación y construcción. La DGNB ha anclado este entendimiento básico en su sistema desde el principio.

En la versión actual, esta comprensión elemental se mantiene de forma coherente y se promueve cada vez más. Esto incluye, por ejemplo, el examen crítico de la tecnología utilizada en un edificio y la posible privación de derechos de los usuarios que ello conlleva. La autodeterminación y responsabilidad de los usuarios es un componente necesario y esencial para garantizar un funcionamiento sensato y adecuado del edificio.

**2. Economía circular**, el fomento del uso consciente de los recursos ha sido también uno de los temas centrales de la DGNB desde sus inicios. Esto implica la selección prospectiva de los productos con respecto a sus ingredientes en el contexto de su uso, así como la consideración de posibles cambios estructurales durante el uso. La posterior deconstrucción del edificio también debería tenerse en cuenta como factor de selección de productos ya en la fase de planificación.

Para la presente versión, se ha ampliado sistemáticamente esta área temática y se ha anclado más en el sistema. Con su sistema de certificación, la DGNB se compromete a garantizar que los ciclos de los materiales estén disponibles para su posterior reutilización o uso, de acuerdo con la filosofía "de la cuna a la cuna", a través de nuevos modelos de negocio y de un desarrollo de productos responsable y con visión de futuro. Esto hace que el sistema DGNB sea el primero de su clase en hacer que las soluciones de economía circular sean evaluables y medibles a nivel de edificio. Con el fin de promover nuevos enfoques en este ámbito, estas soluciones se recompensan mediante las correspondientes bonificaciones que repercuten positivamente en el resultado de la certificación.

**3. Diseño y calidad arquitectónica**, la DGNB considera que la calidad del diseño y la cultura de la construcción son parte integrante de la construcción sostenible. Además de las recomendaciones de actuación ofrecidas desde 2016 por una comisión independiente para la calidad del diseño, dirigidas a proyectos en una fase temprana de planificación, se ha establecido una forma de evaluación de este aspecto de la sostenibilidad como complemento a la certificación con el premio "DGNB Diamond".

En esta versión, el desarrollo consecuente del tema en el sistema DGNB

tiene lugar a través del tratamiento más fuerte de temas que consideran la contribución del edificio y su espacio exterior en el contexto urbano. No sólo se han revisado los criterios de "calidad del emplazamiento". En el futuro, también se incluirán directamente en el resultado de la certificación. Además, se dio mayor relevancia a los temas de planificación para promover la forma integral y holística de la planificación. Esto incluye, por ejemplo, la recompensa por la puesta en marcha integral del estudio de arquitectura que ganó el concurso y el equipo asociado de planificadores especialistas. Además, se incluyó un nuevo criterio de planificación compatible con la FM en la calidad del proceso para tener en cuenta también los aspectos del operador ya en la planificación.

**4. Objetivos de Desarrollo Sostenible**, la DGNB apoya los ODS y quiere fomentar una contribución positiva concreta a su consecución mediante la certificación. Para destacar la conexión entre la construcción sostenible y los ODS y hacerla transparente, han comprobado que todos los criterios de esta versión están relacionados con los objetivos de la ONU y los han identificado en consecuencia. Como resultado, cada proyecto que complete con éxito una certificación DGNB recibirá en el futuro una declaración sobre la medida en que ha contribuido a la consecución de los ODS, también como motivación para que los usuarios y operadores se orienten hacia ellos en sus relaciones con el edificio en el futuro. Como incentivo adicional, concedemos "Bonos de la Agenda 2030" en criterios seleccionados para proyectos que contribuyen especialmente a la protección del clima y a la aplicación de los demás Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

**5. Conformidad con la UE**, como ningún otro sistema de certificación, el sistema DGNB y los métodos que utiliza han representado la concepción europea de la sostenibilidad desde su lanzamiento al mercado. La estructura, la selección de temas y la perspectiva del ciclo de vida siguen las normas más importantes para el registro y la evaluación de los impactos de la sostenibilidad de los edificios, como las series de normas ISO 21929 y DIN EN 15643, así como la DIN EN ISO 15392. Un ejemplo es la evaluación del ciclo de vida de todo el edificio, desde la producción y el funcionamiento hasta la deconstrucción, que está anclada en el sistema DGNB de acuerdo con la DIN EN 15978. Es importante que los impactos ambientales calculados y optimizados se evalúen utilizando puntos de referencia definidos científicamente.

En los criterios del sistema DGNB (nueva edificación), también se hace referencia a 36 normas EN o ISO en la evaluación y a contenidos de casi 60.

Para DGNB, apoyar la comprensión europea de la sostenibilidad también significa participar a nivel europeo. Por este motivo, para la DGNB era obvio incluir y destacar los indicadores de sostenibilidad del "Marco de Niveles" recientemente desarrollado por la UE para comunicar el rendimiento de la sostenibilidad de los edificios en los criterios respectivos en cuanto a su conformidad con los planteamientos de la DGNB, apoyando y reforzando así el enfoque europeo. Al mismo tiempo, esto significa que cada proyecto certificado por el DGNB tiene un alto grado de garantía de futuro basado en los principios de la UE.

**6. Innovación**, la sostenibilidad sigue siendo un tema de futuro, y si nos fijamos en los edificios y barrios de hoy, ya hay muchas y buenas implementaciones. Sin embargo, el objetivo de la DGNB es seguir promoviendo lo nuevo y valiente aquí.

En este contexto, en la versión actual se ha integrado un nuevo instrumento en los criterios: los espacios de innovación. Ahora se incluyen en numerosos criterios, con el objetivo de motivar a los planificadores a buscar las mejores soluciones posibles que tengan más sentido para el proyecto. Los espacios de innovación, recién anclados en esta forma, también pretenden contribuir a apoyar una cultura de planificación que se

basa en un compromiso activo con los requisitos de la tarea de construcción específica y contribuye a una individualización de los proyectos.

Los productos de construcción juegan un papel importante en el logro de los objetivos de sostenibilidad establecidos en el edificio o distrito. Contribuyen significativamente al rendimiento general de un edificio por su impacto medioambiental, como las emisiones contaminantes o el consumo de energía durante la producción, el funcionamiento o la destrucción, por los costes de su ciclo de vida, en los que influyen significativamente los costes de inspección y mantenimiento o los esfuerzos de limpieza, por ejemplo, y por su impacto en el confort de los usuarios.

Los certificados de calidad para productos de construcción a menudo se crean y confirman mediante etiquetas de productos de organizaciones que establecen estándares. Estos están destinados a ayudar a los clientes y planificadores a evaluar de manera rápida y confiable si la calidad cumple con sus propios requisitos.

Hay una gran cantidad de etiquetas disponibles para productos de construcción, una de ellas es la etiqueta "Indoor Air Comfort Gold" (Figura 9.30), reconocida por el criterio "ENV1.2 Riesgos para el medio ambiente local" como prueba de los requisitos de emisiones.



Figura 9.30: Logotipo Indoor Air Comfort Gold.  
Fuente: DGNB 2022



Figura 9.31: Logotipo DGNB Bronce  
Fuente: DGNB 2022



Figura 9.32: Logotipo DGNB Plata.  
Fuente: DGNB 2022



Figura 9.33: Logotipo DGNB Oro.  
Fuente: DGNB 2022



Figura 9.34: Logotipo DGNB Platino.  
Fuente: DGNB 2022

de planificación y una inspección in situ, la comisión hace una recomendación a la DGNB. También es posible que la comisión otorgue reconocimiento por el buen diseño y la calidad de la cultura de la construcción.

Además de su logotipo en oro o platino, los edificios con el premio DGNB Diamond también reciben el logotipo "DGNB Diamond" (Figura 9.35) (a la derecha de la imagen), que siempre se muestra en combinación con el logotipo de certificación específico del proyecto para expresar El contexto de los premios.



Figura 9.35: Logotipo DGNB Diamond.  
Fuente: DGNB 2022

## CERTIFICADO ENERGÉTICO

Este certificado, al contrario que los anteriores no es voluntario y el incumplimiento o ausencia de este se considerará infracción en materia de certificación de la eficiencia energética de los edificios y se sancionará de acuerdo con lo dispuesto en el Boletín Oficial del Estado.

En 2002 se aprobó un procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. Y en 2010 se incorporó el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios existentes, teniendo en consideración además la experiencia de su aplicación en los últimos cinco años.

Es en 2013 cuando se establece la obligatoriedad de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética que incluyese información objetiva sobre dicha eficiencia energética y valores de referencia, con el fin de que los propietarios o arrendatarios del edificio o parte del mismo pudiesen comparar y evaluar la misma. Además, este real decreto contribuyó a informar de las emisiones de CO<sub>2</sub> por el uso de la energía proveniente de fuentes emisoras en el sector residencial, lo que podría facilitar la adopción de medidas para reducir dichas emisiones y mejorar la calificación energética de los edificios.

A partir del 31 de diciembre de 2020 se obliga a que los edificios que se construyan sean de consumo de energía casi nulo, en los términos que reglamentariamente se fijen en cada momento a través del Código Técnico de la Edificación, plazo que, en el caso de los edificios públicos, se adelantó dos años.

También se reguló la utilización del distintivo común en todo el territorio nacional denominado etiqueta de eficiencia energética, garantizando en todo caso las especificidades que fueran precisas en las distintas comunidades autónomas. (Ministerio de la Presidencia Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática 2021)

En la página oficial del estado, en el apartado del ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico 2022), podemos encontrar el modelo de etiqueta de Proyecto y el de etiqueta de Edificio Terminado (Figura 9.36), así como documentos de ayuda con los procedimientos para el reconocimiento, los informes, las condiciones técnicas, etc.

La etiqueta de Edificio Terminado cuenta con los siguientes campos a rellenar:

**1. Datos del edificio:** En este apartado se debe de indicar la normativa vigente correspondiente al año de construcción o rehabilitación integral. La referencia catastral es imprescindible además del tipo de edificio (residencial o terciario). Por último, la dirección física del inmueble incluido la Comunidad Autónoma.



Figura 9.36: Etiqueta de Edificio Terminado.  
Fuente: DGNB 2022

2. **Código BIDI:** La etiqueta incluye un código Bidi. En principio redirige al registro público del certificado energético al que está asociada la etiqueta.

3. **Escala de Calificación Energética:** Incluye la calificación o letra asociada a cada uno de los indicadores numéricos. Uno de consumo de energía primaria no renovable. Otro de emisiones de CO<sub>2</sub>. Consiste básicamente en una escala de colores con asignación de la letra de calificación desde la A (verde) hasta la G (roja por peor calificación).

4. **Indicadores numéricos de calificación energética:** Los indicadores numéricos son dos, acompañados de la correspondiente letra en la escala. Uno se refiere a cantidad de kWh/m<sup>2</sup>año de energía primaria no renovable. El otro a la cantidad de KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año de emisiones asociado a dicha energía. Que las emisiones sean mayores o menores para un mismo consumo variará en función del tipo de combustible.

5. **Registro:** Incluye el número de registro en el organismo oficial en la CCAA correspondiente. Es obligatorio para que el certificado sea un documento oficial y le debe de acompañar a la etiqueta.

6. **Caducidad:** La etiqueta energética incluye también la fecha de caducidad. De momento el certificado energético tiene una validez de 10 años. Lo mismo por lo tanto para la etiqueta energética. No obstante, el RD 235/2013 puede ser modificado en breve y en ese caso podría variar de 10 a 7 años el periodo de validez.

#### PASSIVHAUS

El Instituto Passivhaus (PHI) (Figura 9.37) fue fundado en 1996 por el Prof. Dr. Wolfgang Feist y es un instituto de investigación independiente con un equipo interdisciplinario en constante crecimiento. En particular, el PHI fue decisivo para el desarrollo del concepto de casa pasiva: En el primer proyecto de demostración (Passive House Darmstadt-Kranichstein, 1990), se planificó, construyó y controló metrológicamente por primera vez en Europa un edificio de apartamentos habitado regularmente con un consumo de energía de calefacción documentado inferior a 10 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Passivhaus es un estándar de construcción realmente eficiente desde el punto de vista energético, confortable, económico y respetuoso con el medio ambiente al mismo tiempo. No es una marca, sino un concepto de construcción abierto a todos, y que ha demostrado su eficacia en la práctica. La casa pasiva es más que "sólo" una casa que ahorra energía:

Una casa pasiva consume un 90% menos de calefacción que un edificio convencional en condiciones existentes. E incluso en comparación con un edificio nuevo medio, se ahorra más del 75%. El consumo de energía de calefacción de una casa pasiva es muchas veces menor que el de una casa de bajo consumo energético, por lo tanto, la calefacción sigue siendo asequible, incluso en tiempos de crisis. También es posible cubrir fácilmente todo el requerimiento energético regional a partir de fuentes de energía renovables.

Al mismo tiempo, el estándar de Passivhaus se mantiene dentro del ámbito de inversión económicamente razonable para todas las fases de construcción, no es sólo para familias ricas, al contrario, en todo el mundo se han construido casas pasivas extraordinariamente rentables, sobre todo en viviendas sociales.

Esto es posible porque se presta atención a la interacción de los componentes para formar un todo que funcione, no se trata de un simple batiburrillo de accesorios de ahorro energético. Con el paquete de planificación de proyectos de Passivhaus, explicado más adelante, los

planificadores disponen de una herramienta perfecta para coordinar todas las medidas, además es accesible para todo el mundo.

Con la ayuda de unas ventanas especiales y una envoltura de aislamiento térmico eficaz en los muros exteriores, el tejado y el forjado, se mantiene el calor dentro de la casa. La casa pasiva utiliza las fuentes de energía disponibles en su interior, como el calor corporal de las personas o el calor solar incidente.

Además, el confort de la vivienda en una casa pasiva mejora notablemente, el sistema de ventilación garantiza un aire fresco constante y sin corrientes de aire, en el que el sistema de recuperación de calor hace que el calor del aire de salida vuelva a estar disponible. Las altas temperaturas superficiales con bajas diferencias de temperatura con el aire de la habitación garantizan el confort térmico.

Un edificio residencial se considera Passivhaus si cumple los tres requisitos siguientes:

1. Se puede conseguir un clima interior confortable sin un sistema de calefacción independiente y sin aire acondicionado, para ello, la necesidad anual de calefacción debe ser de un máximo de 15 kWh/(m<sup>2</sup>a).

2. Los criterios de confort deben cumplirse en todos los espacios vitales, tanto en invierno como en verano. Esto suele dar lugar a las siguientes cualidades de los componentes:

- Los valores U de los componentes exteriores opacos del edificio deben ser inferiores a 0,15 W/(m<sup>2</sup>K).
- Los valores U de las ventanas y otros componentes translúcidos del edificio deben ser inferiores a 0,8 W/(m<sup>2</sup>K).
- Las superficies translúcidas con orientación oeste o este ( $\pm 50^\circ$ ), así como las superficies translúcidas con una inclinación inferior a 75° respecto a la horizontal, no deben superar el 15% de las superficies útiles detrás de ellas o deben tener una protección solar temporal con un factor de reducción de al menos el 75%. En el caso de las ventanas orientadas al sur, el límite es sólo el 25% de las superficies útiles detrás de ellas.
- Las temperaturas del aire de impulsión en la salida del aire de la habitación no deben ser inferiores a 17°. Debe garantizarse un flujo de aire uniforme a través de todas las habitaciones y en todas las estancias (eficacia de la ventilación). La ventilación debe estar diseñada principalmente para la higiene del aire (DIN 1946). El impacto sonoro del sistema de ventilación debe ser muy bajo (< 25 dBa).
- Las casas deben tener al menos una abertura de aire fresco que se pueda abrir en cada espacio habitable, y debe ser posible que el aire fresco fluya a través de la vivienda (refrigeración gratuita en verano).

3. La demanda de energía primaria renovable (PER, según los procedimientos del PHI) para todos los usos domésticos (calefacción, producción de agua caliente y electricidad doméstica) no debe superar en conjunto los 60 kWh/(m<sup>2</sup>a). El cálculo se hará de acuerdo con el PHPP.

Para la construcción de casas pasivas se aplican cinco principios básicos:

1. **Aislamiento térmico:** Todos los componentes opacos del revestimiento exterior de la casa están tan bien aislados que tienen un coeficiente de transferencia de calor (valor U) de un máximo de 0,15 W/(m<sup>2</sup>K), es decir, se pierde un máximo de 0,15 vatios por grado de diferencia de temperatura y metro cuadrado de superficie exterior.



Figura 9.37: Logotipo Instituto Passivhaus.  
Fuente: Passivhaus Institut 2015

**2. Ventanas para casas pasivas:** Las ventanas (acristalamiento, incluidos los marcos) no deben superar un valor U de  $0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , con valores g en torno al 50% (valor g = transmisión total de energía, proporción de energía solar disponible para la habitación).

**3. Recuperación de calor en la ventilación:** La ventilación de confort con una recuperación de calor muy eficaz proporciona, en primer lugar, una buena calidad del aire interior y, en segundo lugar, sirve para ahorrar energía. En una casa pasiva, al menos el 75% del calor del aire de salida se devuelve al aire fresco a través de un intercambiador de calor.

**4. Estanqueidad del edificio:** Las fugas a través de las juntas no controladas deben ser inferiores a 0,6 volúmenes de vivienda por hora cuando se prueban con una presión negativa/positiva de 50 pascales.

**5. Ausencia de puentes térmicos:** Todos los bordes, esquinas, conexiones y penetraciones deben planificarse y ejecutarse con especial cuidado para evitar los puentes térmicos. Los puentes térmicos que no puedan evitarse deben minimizarse en la medida de lo posible.

El estándar Passivhaus nace en Alemania, es decir, la mayoría de sus estudios de casas pasivas, así como las soluciones constructivas o los valores de aislamiento han sido definidos para un clima frío templado propio del norte de Europa. Es por ello por lo que el Instituto Passivhaus y Rongen Architects han llevado a cabo un proyecto de investigación sobre las casas pasivas y sus requisitos específicos en diferentes zonas climáticas. Basado en 5 lugares que representan diferentes climas que van desde los extremadamente fríos a los muy calurosos y húmedos (Ekaterimburgo, Tokio, Shangai, Las Vegas y Dubai), el proyecto pretendía identificar soluciones técnicas adecuadas y analizar la influencia de diferentes parámetros en el rendimiento energético de un edificio para cada clima. A partir de estos resultados, se desarrollaron ejemplos de edificios para cada uno de estos lugares que cumplen con altos estándares arquitectónicos. El proyecto se completó con una definición global del estándar de casa pasiva, que se aplica a todas las zonas climáticas.

La conclusión más importante de este proyecto es que, independientemente de la ubicación, las casas pasivas pueden construirse de forma rentable en cuanto a los costes de su ciclo de vida, aunque el concepto de minimización constante de la carga de calefacción y refrigeración puede alcanzar sus límites en regiones extremadamente frías o cálidas.

El clima que predomina en España es el clima mediterráneo, ¿cómo se deben construir las casas pasivas en esta zona? El científico Jürgen Schnieders del Passive House Institute aborda esta cuestión en su disertación "Passive Houses in Mediterranean Climates". Según el estudio, las casas pasivas también se pueden realizar en la región mediterránea.

El estudio examina 12 lugares en el suroeste de Europa (Italia, sur de Francia y la Península Ibérica). El clima mediterráneo se caracteriza por temperaturas más altas, una radiación solar significativamente mayor y, en algunos casos, una humedad notablemente mayor que en Europa Central.

Los resultados son que las casas pasivas de la región mediterránea requieren menos aislamiento que en Alemania y pueden funcionar con un doble acristalamiento de aislamiento térmico, pero la orientación sur es más importante en este caso. Se ha demostrado que un sistema de ventilación con recuperación de calor también es un componente decisivo para los lugares estudiados. Además, en verano, la protección solar externa y móvil es indispensable. Se recomiendan colores brillantes y reflectantes de infrarrojos para la fachada exterior, pese a que provocan una demanda de calefacción ligeramente mayor en las estaciones frías, ya que estos hacen más llevadero el periodo de calor. El estudio demuestra cómo puede

combinarse un elevado confort con un consumo de energía de calefacción muy bajo y, por lo tanto, los correspondientes bajos costes operativos.

Quien haya construido una casa pasiva o viva en ella ya ha completado la transición energética en este ámbito, la baja demanda energética de las casas pasivas puede cubrirse de forma sostenible con fuentes de energía regionales, además, la estructura de suministro está evolucionando rápidamente, pasando de los combustibles fósiles a las energías renovables. Los antiguos sistemas de evaluación de la demanda energética de los edificios estaban diseñados para el antiguo sistema de suministro y ya no funcionan en la nueva estructura. Por este motivo, el Instituto Passivhaus ha desarrollado un nuevo sistema de evaluación preparado para el futuro con el sistema de "energía primaria renovable" (PER/ Primary Energy Renewable), que también proporciona una evaluación correcta y justa de la producción de energía en el edificio. Sobre la base de este sistema de calificación, hay tres clases de casas pasivas:

**1. Passivhaus Classic (Figura 9.38)**, que corresponde a los requisitos vistos de Passivhaus.

**2. Passivhaus Plus (Figura 9.39)**, que genera energía adicional mediante energía fotovoltaica, por ejemplo. En relación con una vivienda unifamiliar, tiene un balance energético "equilibrado", es decir, en la "visión del equilibrio" -que es ciertamente engañosa- durante todo el año, la suma de la energía generada es aproximadamente igual a la suma de la energía necesaria.

**3. En una Passivhaus Premium (Figura 9.40)**, se genera mucha más energía de la que se necesita. Esto lo convierte en un reto para los especialmente ambiciosos, para los propietarios de edificios y los planificadores que quieren hacer más de lo que las consideraciones económicas y ecológicas sugieren. El Instituto Passivhaus se está centrándolo en seguir aumentando el atractivo del estándar de casas pasivas para esta vanguardia.

El Estándar Passivhaus no siempre se puede alcanzar en la rehabilitación de edificios a un precio razonable. Esto puede deberse, por ejemplo, a la existencia de ineludibles puentes térmicos en muros de sótano. El Instituto Passivhaus ha desarrollado el standard EnerPHit (Figura 9.41) para dichos edificios.

El sello EnerPHit ofrece la seguridad de que el estándar de protección térmica óptima se ha aplicado al correspondiente edificio ya construido. Con el uso de componentes Passivhaus, los edificios certificados EnerPHit ofrecen casi todas las ventajas de un edificio Passivhaus a sus residentes, y al mismo tiempo una óptima rentabilidad.

La rehabilitación EnerPHit incluye el aislamiento de suelo, muros exteriores y cubiertas con espesores de aislamiento Passivhaus, instalación de ventanas Passivhaus y reducción de filtraciones de aire. Asimismo, el sistema de ventilación con recuperador de calor garantiza aire renovado de calidad y, además, los puentes térmicos se reducen en una medida razonable. (Figura 9.42)

El Instituto Passivhaus ofrece el Plan de rehabilitación EnerPHit para rehabilitaciones por fases, así como una garantía de calidad a través de una pre-certificación. (Figura 9.43)

Para casos difíciles existe el estándar para PHI (Figura 9.44) - Edificios de baja demanda energética, está indicado para aquellos edificios que por una serie de razones no pueden alcanzar completamente los rigurosos criterios Passivhaus, como edificios pequeños en lugares fríos con sombra, aquellos situados en países donde los componentes Passivhaus adecuados aún no se encuentran completamente disponibles o aquellos edificios que



Figura 9.38: Certificado Passivhaus Classic.  
Fuente: Passivhaus Institut 2015



Figura 9.39: Certificado Passivhaus Plus.  
Fuente: Passivhaus Institut 2015



Figura 9.40: Certificado Passivhaus Premium.  
Fuente: Passivhaus Institut 2015



Figura 9.41: Sello EnerPHit.  
Fuente: Passivhaus Institut 2015



Figura 9.42: Sello EnerPHit+i (para edificios con aislamiento interno predominante).  
Fuente: Passivhaus Institut 2015



Figura 9.43: Sello de precertificación para la rehabilitación que se lleva a cabo por etapas  
Fuente: Passivhaus Institut 2015



Figura 9.44: Sello PHI para casas de bajo consumo.  
Fuente: Passivhaus Institut 2015



Figura 9.45: Logotipo PHPP.  
Fuente: Passivhaus Institut 2015

aspiran al Estándar Passivhaus pero no logran conseguirlo debido a errores de planificación o ejecución.

Los requisitos de demanda energética, hermeticidad y confort son menores que en los edificios Passivhaus. No obstante, la documentación exigida es la misma que para el Estándar Passivhaus, de modo que la certificación proporciona una evaluación precisa de la demanda energética del edificio.

El Instituto Passivhaus ha desarrollado algoritmos y herramientas informáticas propias para la simulación dinámica de edificios, el cálculo de balances energéticos y la planificación de casas pasivas (Passive House Project Planning Package PHPP) (Figura 9.45). Como organismo independiente, el Instituto Passivhaus prueba y certifica edificios y componentes, como sistemas de construcción, aislamiento, ventanas, puertas, conexiones, sistemas de ventilación, dispositivos compactos, etc. Además, el personal científico del Instituto asesora a los fabricantes en el desarrollo de productos. Los requisitos de alta calidad del estándar Passivhaus también se cumplen por el PHI a través de la certificación personal "Passive House planners y consultores", así como "artesanos de Passivhaus".

En 1998 se publicó por primera vez el PHPP basado en Excel, y se ha ido desarrollando continuamente desde entonces. El núcleo de la herramienta son las hojas de cálculo para los balances de calefacción (métodos anuales y mensuales), para la distribución y el suministro de calor, así como para la demanda de electricidad y energía primaria. Se han añadido sucesivamente módulos importantes para la planificación orientada a la práctica de proyectos de eficiencia en todo el mundo, entre otros, el cálculo de los parámetros de las ventanas, el sombreado, la carga de calefacción y el comportamiento en verano, los requisitos de refrigeración y deshumidificación, la ventilación para grandes propiedades y edificios no residenciales, la consideración de las fuentes de energía renovables, así como la certificación EnerPHit. El PHPP se valida y amplía continuamente en función de los valores medidos y los nuevos resultados de la investigación.

En el marco de una investigación científica complementaria, se compararon los resultados de las mediciones con los resultados de los cálculos en varios cientos de propiedades. Se encontró un alto grado de concordancia entre la demanda determinada con el PHPP y el consumo determinado por los proyectos de medición científica. Con una cuidadosa planificación de la eficiencia del edificio utilizando el PHPP, no se puede detectar ninguna "brecha de rendimiento".



Figura 9.46: Logotipo designPH.  
Fuente: Passivhaus Institut 2015

El designPH (Figura 9.46) es el complemento ideal para el paquete de planificación de proyectos de casas pasivas (PHPP). Se puede usar de complemento para el conocido SketchUP, ofrece la posibilidad de introducir datos del proyecto y la representación de la envolvente del edificio en 3D, realiza un análisis automático y cálculo simplificado de las necesidades de calefacción, tiene además la posibilidad de editar y optimizar el diseño del edificio en 3D y para terminar exporta los datos geométricos de la envolvente del edificio al PHPP.

La versión actual de designPH 2.0 no solo garantiza la compatibilidad con PHPP 10. Las últimas extensiones también incluyen detección automática y determinación de los parámetros de sombreado como parte del análisis con la herramienta 3D. Por lo tanto, la optimización de los parámetros de sombreado de un edificio ya es posible en SketchUP.

## DAU

El DAU, Documento de Adecuación al Uso, es la declaración de la opinión favorable de las prestaciones de un producto o sistema constructivo

innovador con relación a los usos previstos y a las soluciones constructivas definidas, en el ámbito de la edificación y de la ingeniería civil.

Un DAU evalúa la aptitud para el uso previsto de una solución constructiva, tomando como base los niveles objetivos o valores límite exigibles a las obras de construcción y las exigencias funcionales que se establecen en cada caso.

El DAU lo elabora y otorga el ITeC (Instituto de Tecnología de la Construcción), que se inscribe en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como organismo autorizado para la concesión del DAU.

El DAU es un instrumento para el fomento de la innovación y el desarrollo tecnológico en el sector de la construcción, puesto que evalúa la idoneidad técnica de los productos y sistemas constructivos innovadores, para los cuales no existen criterios normativos consolidados. De este modo el DAU hace posible la comercialización y el uso en las obras de estos productos innovadores bajo criterios técnicos documentados y reconocidos.

Placo® Hermetic es el primer producto en base yeso del mercado que cumple con los requisitos del estándar Passivhaus, es la primera solución en base yeso que obtiene el Documento de Adecuación al Uso (DAU) 20/122 por parte de Itec. Placo® Hermetic posiciona así a Placo dentro del mercado Passivhaus con el primer producto en base yeso dentro del sistema de hermeticidad de la envolvente interior del edificio. (ANEXO 3)

## ESTUDIO REAL DEL USO DEL MATERIAL



Figura 10.1: Fachada exterior.  
Fuente: Martínez Garrido 2021



Figura 10.2: Fachada exterior.  
Fuente: Martínez Garrido 2021



Figura 10.3: AEROSANA VISCON.  
Fuente: Martínez Garrido 2021



Figura 10.4: Producto aplicado en todos los encuentros entre materiales distintos.  
Fuente: Martínez Garrido 2021

## 10. ESTUDIO REAL DEL USO DEL MATERIAL

A continuación, se explica un caso real del uso de Placo® Hermetic, se explica cómo se prepara la vivienda para el uso del material, qué supone el uso de este material desde el punto de vista del yesero que lo aplica y cómo se percibe el resultado desde el punto de vista de los arquitectos y el jefe de obra. Además, para ver la eficacia de este yeso compararemos los resultados Blower Door, del antes, el después y de otro yeso proyectado que exige un mayor espesor.

### DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Esta obra se realizó en Valladolid, dentro de la urbanización el Peral, siguiendo los estándares de construcción de Passivhaus. La constructora que llevó a cabo dicho proyecto fue Ezgonsa Proyectos y Obras S.L.

La aplicación de Placo® Hermetic se realizó en la parcela número 12, la cual será comparada con la vivienda de la parcela número 15, ya que tiene el mismo tipo de construcción y los mismos niveles de exigencia, pero no iba a ser certificada Passivhaus, en ella se aplicaron 20mm de Royal Max sólo en las paredes.

Las medidas de la vivienda en la parcela número 12 eran las siguientes:

Tabla 10.1: Medidas vivienda número 12.  
Fuente: Martínez 2021.

PLANTA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	ALTURA (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
Baja	174,5	2,9	506,05
Primera	79,6	2,86	227,66
Escalera	6,5	0,35	2,28

La superficie de fachada de la vivienda de la parcela 12 era de 350 m<sup>2</sup> sin contar los huecos, que serían a mayores 78 m<sup>2</sup>. Estas superficies eran las de la envolvente térmica, sin contar las superficies de la zona de garaje e instalaciones. Volumen total: 735,99 m<sup>3</sup>.

En cuanto al volumen de la vivienda de la parcela 15, también contando sólo lo que estaba en el interior de la envolvente térmica y hermética, eran 632 m<sup>3</sup> y una vez colocados los falsos techos y con la reducción de altura libre que supuso, se quedaron en 570 m<sup>3</sup>.

### PREPARACIÓN PREVIA

En una primera fase de la aplicación, se evalúa la obra, se estudian los puntos problemáticos, los encuentros entre distintos materiales y los huecos.

Se decide proyectar las paredes de ladrillo y hormigón que forman parte de la envolvente del edificio. Es decir, paredes y techos de ambas plantas, incluido el techo de una terraza por ser parte de la envolvente, y exceptuando el techo entre plantas.

La fachada exterior (Figura 10.1 y 10.2) había sido realizada con SATE Marca STO; EPS Grafitado de 16cm y mortero acrílico libre de cemento autolimpiable. Se construyó con dos materiales: hasta unos 40 cm del

suelo, se empleó hormigón celular Yton para romper puente térmico con la solera, de 10 cm, y sobre este material, se colocó ladrillo de ½ pie macizo perforado de 11,5 cm en horizontal unido con mortero y muy bien rejuntado con masa en su perímetro.

El techo era un forjado de bovedilla de prefabricado.

Para garantizar el encuentro entre diferentes materiales tipo: paredes, techos, suelo, pilares y vigas de hormigón, puertas, etc se aplicó un enfoscado de mortero <1 cm para regularizar la superficie, de unos 7-10 cm alrededor de la unión a tratar, y posteriormente, se aplicaron 2 manos de AEROSANA VISCON (Figura 10.3) siguiendo el espesor marcado en la Ficha Técnica del fabricante: Proclima se trata de un producto especial, para garantizar la hermeticidad al aire de estos encuentros y que se aplica como una pintura. En las ventanas se realizó otro tratamiento.

El resultado de la aplicación de este producto quedaba visible en la obra donde se apreciaba esta pintura de color negro en todos los encuentros entre materiales distintos (Figura 10.4).

Para puertas y ventanas se empleó, primero, 12 cm de enfoscado < 1 cm de espesor, y segundo, una cinta especial para hermeticidad al aire, llamada CONTEGA SOLIDO (Figura 10.5), con banda de 7cm.

Se aplicó en todas las ventanas y puertas un tratamiento de hermeticidad, sobre el marco, previo a la colocación de las ventanas (Figura 10.6 y 10.7).

Una vez colocadas las ventanas y puertas y garantizada su hermeticidad se aplica Placo® Hermetic.

Hubo 5 ventanas que no se pudieron colocar los cristales y se optó por cubrirlas herméticamente con plástico en la primera fase.

Posteriormente se aplica Placo® Hermetic en una capa de 5-6 mm.

Tras el secado del yeso el acabado interior de la vivienda fue mediante un trasdosado de 65 mm aislante y perfil de 70 mm. Muy importante, el trasdosado debe estar siempre libre (autoportante y sin arriostrar) para no perforar la capa de hermeticidad.

Trasdosoado que usaron: 88/70H y 85/70H a 400 con LM65mm. Son 88 mm de espesor. Trasdosoado libre con placa de 18mm BA18/PPM15 y de marca Placo

### APLICACIÓN DE Placo® Hermetic

La proyección la realizó la empresa Yesos Proyectados Sanabria, con los aplicadores Angel y Juan, a finales de noviembre 2018.

Se trataba de evaluar el producto y la técnica de aplicación propuesta para esta primera obra. La máquina de proyectar se usó con una camisa verde a 700 l/h, con boquilla de salida de 12 mm y con una lanza de proyección nueva que permitía un buen ajuste del aire. Estos 3 elementos fueron aportados por Placo ya que se consideraban claves para la correcta aplicación del material. Los aplicadores se adaptaron con comodidad a esta nueva técnica que supuso un cambio sustancial en la forma de proyectar.

El producto se comportó exactamente como estaba diseñado. No se agrietó ni siquiera en capas de 2 mm y se pudo proyectar en gotas muy finas que recuerdan al acabado en gotelé.

En cuanto a la parte técnica de aplicación del yeso, se plantearon dos opciones de método de trabajo en una primera fase:



Figura 10.5: CONTEGA SOLIDO.  
Fuente: Martínez Garrido 2021



Figura 10.6: Tratamiento de ventanas y puertas.  
Fuente: Martínez Garrido 2021



Figura 10.7: Tratamiento de ventanas y puertas.  
Fuente: Martínez Garrido 2021



Figura 10.4: Producto aplicado en todos los encuentros entre materiales distintos.  
Fuente: Martínez Garrido 2021

- Opción 1. Proyección en capa fina de 3 mm sin aplastarlo con espátula, dejar evolucionar el fraguado del yeso unos 30 min y aplicar una capa final de 3 mm con acabado en gota fina

- Opción 2. Proyección en capa fina de 3 mm, aplastarlo con la espátula con el objetivo de igualar la superficie y llenar huecos, y posterior aplicación de 3 mm con una segunda proyección con acabado en liso gracias al aplastado con la espátula.

Tras las primeras pruebas quedó relegada la Opción 1 por estética, debido a que, al tener los ladrillos huecos en la zona de unión al otro ladrillo, requería aplicaciones extras de yeso en esos puntos concretos y dejaba un aspecto menos liso de la pared. Además, el nivel sonoro durante el acabado en gota era muy alto y exigía protecciones auditivas. La Opción 2 fue la elegida porque dejaba una superficie lisa y de mejor aspecto, era también más útil ya que facilita el marcado de los niveles.

El producto gustó a los aplicadores, ya que es un producto fácil de aplicar, y a los arquitectos y jefe de obra que quedaron contentos con el resultado ([Figura 10.8](#)).

La máquina estuvo trabajando 6 horas sin necesidad de limpiarla.

Se gastaron 2525 Kg sobre 480m<sup>2</sup>. Rendimiento 5,3 Kg/m<sup>2</sup>. Se proyectaron 480 m<sup>2</sup> en 8 horas, con el reto de que era la primera vez que los aplicadores trabajaban con Placo® Hermetic, lo cual, indica que pueden superar los 500 m<sup>2</sup> por día entre 2 aplicadores.

Una vez acabada la aplicación, se dejó secar por ventilación natural con los huecos de la obra.

Posteriormente se colocaron las ventanas que faltaban de colocar y una vez seco, se realizó el trasdosado de placa de yeso laminado que se ha descrito anteriormente.

#### REALIZACION DEL BLOWER DOOR

Se realizaron para este estudio 3 Blower Door ([Figura 10.9 y 10.10](#)), como se ha mencionado anteriormente, con el objetivo de avanzar en el conocimiento sobre este sistema.

El primer Blower Door fue realizado en la parcela N° 12 con sólo la fábrica de ladrillo y las ventanas tapadas con vidrio, exceptuando 5 ventanas que no fue posible colocar dicho vidrio y se cerraron herméticamente con plástico para la prueba. En cuanto a los preparativos, se tuvieron selladas las aberturas naturales al exterior, o los pasos de instalaciones previstos, tales como desagües, canalizaciones eléctricas, etc.

El segundo Blower Door, fue también realizado en la parcela N° 12 una vez aplicado Placo® Hermetic y colocadas las ventanas. También se sellaron las aberturas naturales al exterior, o los pasos de instalaciones previstos, tales como desagües, canalizaciones eléctricas, etc.

Por último, el tercer Blower Door, se realizó en la parcela N° 15 que tenía una construcción similar, pero donde se habían aplicado 20 mm, sólo en las paredes y acabado en liso, de Proyal Max, otro yeso de Placo también fabricado en Viguera. Esta parcela había sido construida en la misma época y con los mismos materiales y sólo cambiaba el tipo de yeso usado. El aplicador del yeso Proyal Max fue Tito de la empresa Yeconsa. También, estuvieron selladas las aberturas naturales al exterior, o los pasos de instalaciones previstos, tales como desagües, canalizaciones eléctricas, etc.



Figura 10.8: Resultado.  
Fuente: Martínez Garrido 2021



Figura 10.9: Prueba Blower Door.  
Fuente: Martínez Garrido 2021



Figura 10.10: Empresa encargada de los Blower Door.  
Fuente: Martínez Garrido 2021

Los resultados fueron los siguientes:

Vivienda parcela 12; sin aplicar el yeso. Resultado **0,75 ren/h**.

Vivienda parcela 15; aplicados 20 mm Proyal Max. Resultado **0,48 ren/h**.

Vivienda parcela 12; aplicados 6mm yeso Placo® Hermetic. Resultado **0,1 ren/h**.

Haciendo una comparativa de los resultados se ve la gran mejoría de la hermeticidad cuando se aplica el yeso proyectado Placo® Hermetic. Con una buena preparación previa el yeso proyectado Proyal Max también nos ofrece una mejoría de la hermeticidad, pero no alcanza los niveles obtenidos en el caso de Placo® Hermetic y además debemos aplicar un espesor 3 veces mayor, lo que reduce los metros cuadrados de la vivienda y requiere mayor cantidad del material.

## PROBLEMAS DE HERMETICIDAD EN REHABILITACIÓN

## 11. PROBLEMAS DE HERMETICIDAD EN REHABILITACIÓN.

En línea con todo lo visto anteriormente, las actuaciones de mejora en la envolvente tienen una relación directa con el consumo energético y el confort de uso de los edificios.

Las estrategias para el control de las infiltraciones implementadas en un edificio se deben aplicar desde el nacimiento del proyecto, es por ello que existe un gran problema cuando se quieren aplicar a la rehabilitación unos procedimientos inicialmente dirigidos a la obra nueva. Por lo general, las mejoras de la envolvente en proyectos de rehabilitación se producen en la cara exterior de esta.

Una de las actuaciones más comunes en las reformas es la sustitución o mejora de las ventanas. Son uno de los elementos constructivos más importantes de la envolvente, están directamente relacionados con las infiltraciones además de ser un elemento comprometido directamente con la ventilación.

En el documento (A. Meiss, Feijó-Muñoz, and Padilla-Marcos 2016) se muestra como la sustitución de ventanas puede llegar a eliminar en torno al 50% de las infiltraciones. Además, la sustitución de ventanas antiguas influye también en la reducción de la transmitancia a través de los vidrios y marcos.

En este apartado se verá el estudio de un caso de rehabilitación energética llevada a cabo en un conjunto de viviendas sociales en el sur de España, perteneciente al trabajo (Rodríguez-Jiménez, Carretero-Ayuso, and Claro-Ponce 2018). Este trabajo se centra en mostrar la influencia de la hermeticidad de un edificio en la demanda energética de climatización, en un contexto de clima cálido. Para ello se muestran mediciones de infiltraciones in situ y modelizaciones virtuales.

El estudio se lleva a cabo sobre 10 conjuntos residenciales, construidos principalmente en las dos últimas décadas del siglo XX, ubicados en diferentes partes del territorio andaluz los cuales comprenden un total de 615 viviendas, se trata de una muestra ubicada dentro de un programa de Rehabilitación Energética de viviendas sociales de titularidad pública gestionada por la Agencia de la Vivienda y Rehabilitación de Andalucía (AVRA), España.

Las estrategias de rehabilitación energética llevadas a cabo para la mejora de las infiltraciones son las siguientes, en cada conjunto de edificio se aplican algunas de ellas dependiendo de las características del punto de partida de los edificios:

- Colocación de doble ventana, manteniendo la existente.
- Sustitución ventanas.
- Ejecuciones nuevas cubiertas con aislamiento.
- Sistema de aislamiento exterior (SATE).
- Insuflado de aislamiento en cámaras de aire del cerramiento.
- Mejora aislamiento en cubiertas.

La tabla 11.1 recoge los resultados de renovaciones de aire a 50Pa obtenidas en los ensayos Blower Door realizados en una vivienda representativa de cada edificio, antes y después de las intervenciones (estanqueidad al aire inicial y final, respectivamente). Se refleja también la disminución en la demanda de climatización debida a la rehabilitación,

cuyo valor es la diferencia entre la cuantía que esta demanda arroja para el modelo en estado final menos su resultado paralelo en la simulación del estado inicial.

Tabla 11.1: Resultados Blower Door test y disminución de la demanda en los edificios objeto de estudio.

Fuente: Rodríguez-Jiménez, Carretero-Ayuso, and Claro-Ponce 2018

Refº	Estanqueidad al aire inicial (ren/h)	Estanqueidad al aire final (ren/h)	Disminución de la demanda (kWh/m <sup>2</sup> año)
C1	4.00	3.76	4.69
C2	11.44	2.51	24.78
C3	4.83	3.44	9.95
C4	12.85	3.09	44.50
C5	10.15	2.73	50.40
C6	13.46	3.45	27.10
C7	3.80	2.77	3.02
C8	6.22	3.26	6.61
C9	12.92	6.73	24.01
C10	4.08	2.96	9.68

Estos valores demuestran el ahorro de energía provocado por la mejora de la envolvente, pese a no llegar al valor mínimo de 1,0 ren/h que marca el código técnico y menos al 0,6 ren/h de Passivhaus los valores se han reducido más de un 70% en algún caso. Para poder conseguir que estos edificios alcancen estos valores de estanqueidad se propone intentar trabajar desde la cara interior de las viviendas, mejorando y reforzando la solución constructiva con la incorporación del material Placo® Hermetic. Esta solución promete una fácil aplicación y la reducción del espesor del tabique 1cm. El inconveniente es, que para que este proceso sea 100% efectivo hay que trabajar también los puntos con problemas de infiltraciones que hemos visto durante el trabajo. Pese a esto la aplicación de esta solución no sería muy perjudicial para el usuario ya que no requiere de demasiado tiempo y se puede realizar sin el abandono del usuario de la vivienda.

## CONCLUSIONES

## 12. CONCLUSIONES.

Es inevitable oír hablar hoy en día del cambio climático y del grave impacto que este está teniendo sobre el planeta. Sin ir más lejos, el pasado 20 de noviembre finalizó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, COP27, donde hemos podido ver la toma de diferentes decisiones para hacer frente a las emisiones de gases de efecto invernadero y a los efectos del cambio climático ya irreversibles.

Como hemos podido ver a lo largo del trabajo, los edificios son una de las principales fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub>. Se pide por ello habitualmente a los ciudadanos que limiten las temperaturas de sus hogares, que no se haga un uso excesivo de calefacción y aire acondicionado, el problema viene cuando para llegar al confort mínimo de temperatura se sigue contaminando de forma incontrolada y desperdiando enormes cantidades de energía.

Se ha conseguido localizar gran parte de los responsables de estas pérdidas energéticas. Uno de ellos lo conocemos y tenemos controlado desde hace años, la transmitancia térmica. El otro, las fugas de aire, se conocen desde hace tiempo pero no ha sido hasta 2019, en España, cuando se ha controlado de forma más estricta y eficaz.

El paso de los años ha provocado un cambio de vida notable sobretodo en los países más industrializados, no solo se ha visto reflejado en la contaminación si no también en la salud. La evolución de los trabajos ha provocado que la mayoría de las personas permanezcan en espacios cerrados la mayor parte de su tiempo, lo que ha derivado no solo en multitud de casos de obesidad por la falta de ejercicio, también en enfermedades derivadas de un aire viciado, lleno de contaminantes, CO<sub>2</sub> y humedad, lo cual nos afecta a nosotros y también al edificio. Es por ello que se quiere dar gran importancia a la ventilación, ya que al mejorar la hermeticidad de los edificios el problema de un aire interior de mala calidad podría agravarse. No obstante, se muestra cómo una buena ventilación controlada mecánicamente con un recuperador de calor no solo soluciona el problema de la calidad del aire, sino que también nos ayuda a la hora de mantener la temperatura de la estancia, lo que nos permite ahorrar en calefacción y aire acondicionado.

Se ha querido hacer hincapié en el hecho de que para conseguir un edificio de bajo consumo hay que solucionar el aislamiento térmico y la estanqueidad al aire, ambas igual de importantes pero que se solucionan por separado y de formas y con materiales diferentes. Podemos hablar de igual forma de la permeabilidad al vapor de agua, una de las mayores preocupaciones son las humedades que se pueden crear en el interior de los muros, ya que no solo deterioran los materiales de nuestra envoltura, también pueden generar enfermedades muy perjudiciales para la salud. Considero que una capa hermética que debe aplicarse siempre independientemente de la zona donde se encuentra el edificio o de la estancia en la que estemos, con más o menos humedad, debe ser permeable al vapor de agua, ya que habrá ocasiones en que esto sea lo más adecuado, y si por el contrario necesitamos detener el vapor de agua en algún punto del cerramiento utilizar una barrera de vapor creada específicamente para solucionar este problema.

Solucionar la hermeticidad en un edificio puede ser muy laborioso de planear, hemos visto diferentes estrategias que se deben seguir para lograr una buena hermeticidad, qué es lo que se debe hacer y qué es lo que se debe corregir ya que normalmente surgen siempre los mismos problemas. Tener cuidado con los puntos conflictivos y solucionarlos de la manera correcta puede ser clave a la hora de obtener una buena hermeticidad para el edificio.

Para comprobar que nuestras soluciones constructivas cumplen a la hora de ser herméticas, deberemos hacer la prueba Blower Door, indispensable a la hora de calcular las infiltraciones que puede llegar a tener nuestra vivienda.

La solución Placo® Hermetic, ha demostrado ser una de las soluciones más eficaces y fáciles de implementar del mercado. Sus propiedades lo convierten en el material perfecto para solucionar el problema de la hermeticidad, siendo además respetuoso con el medio ambiente, lo que nos permite reducir la demanda energética sin contaminar a la hora de producirlo y aplicarlo.

Pese a ser un producto muy efectivo hay que tener presente que no nos daría los resultados esperados si no se hace un tratamiento previo de los puntos conflictivos, o no se aplica de forma correcta por una persona especializada, pero ningún material sería completamente funcional sin tener esto en cuenta primero.

El Código Técnico ha evolucionado notablemente en los últimos años, cada vez nos acerca más a los edificios de consumo de energía casi nula y a la normativa europea. La nueva normativa obliga a analizar el consumo energético del edificio antes de que se construya, requiere para su cumplimiento una coordinación desde el principio entre proyectistas, ingenieros, arquitectos, etc. la cual siempre debió existir. Se deberá planear paralelamente todo, todos los elementos energéticos del edificio desde los elementos pasivos como es la envoltura hasta los sistemas de climatización, calefacción, producción de agua caliente, sanitaria, etc.

Una de las críticas que se suele realizar hacia el Código Técnico es que te dice lo que tienes que cumplir, pero no cómo cumplirlo, es decir, te exige unos valores que alcanzar pero no te propone soluciones o métodos para ello.

Por el contrario, los certificados energéticos, cada vez más conocidos y exigidos, como Passivhaus, Breeam, Leed, etc. no solo obligan al cumplimiento de normas y valores más estrictos, si no que te ofrecen soluciones para ello, como pueden ser asesores que te ayuden en tu proyecto y te acerquen a conseguir el certificado o listas con materiales del mercado con altas prestaciones y además sostenibles, entre ellos podemos encontrar muchas veces materiales creados por la marca Saint-Gobain, como el producto que ha sido presentado, Placo® Hermetic.

El 94,64% del parque edificado español está obsoleto energéticamente hablando. Actualmente se está rehabilitando únicamente pensando en estrategias relacionadas con el aislamiento térmico. Es necesario, para poder rehabilitar de forma óptima estas viviendas, plantear soluciones que además corrijan las pérdidas energéticas por infiltraciones. Se ha querido demostrar como con pequeños cambios una vivienda rehabilitada puede mejorar su demanda energética más de un 70% y proponer una nueva solución que ayude a la mejora de la hermeticidad, y por lo tanto a la mejora de la demanda energética sin tener que hacer un gran esfuerzo, ni gastar mucho dinero para ello. Pero no solo existe esta nueva solución, también existen otras soluciones nuevas, como la caldera de gas de condensación, que nos indican que es posible y necesario mejorar la mayor parte de edificios de España, los cuales sufren estas pérdidas de energía, sin dejar de mejorar y aprender nuevas soluciones para obra nueva y poco a poco hacer una edificación más sostenible.

## BIBLIOGRAFÍA

## 13. BIBLIOGRAFÍA

- Abalos, Iñaki, and Renata Sentkiewicz. 2015. Ensayos Sobre Termodinámica Arquitectura y Belleza.
- Arnabat, Idoia. 2018. '¿Qué Es y Cómo Funciona La Ventilación Mecánica Controlada? - Infografía - Caloryfrio.Com'. <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/ventilacion/ventilacion-mecanica-controlada-infografia.html> (July 12, 2022).
- Awbi, Hazim B. 2003. 'Ventilation of Buildings'. [www.sponpress.com](http://www.sponpress.com) (November 19, 2022).
- Baracu, Tudor et al. 2017. 'Consideration of a New Extended Power Law of Air Infiltration through the Building's Envelope Providing Estimations of the Leakage Area'. Energy and Buildings 149: 400-423.
- Berger, Wolfgang, and Jesús Soto Alfonso. 2011. Guía Del Estándar Passivhaus. Edificios de Consumo Energético Casi Nulo. [www.madrid.org](http://www.madrid.org).
- Capdevila, Ivan. 2009. 'Los Balances Del CO2'. <https://www.elperiodico.com/es/opinion/20091102/balances-co2-222993> (July 16, 2022).
- Cimadomo, Guido. 2021. ARQUITECTURA ESPAÑOLA Y TECNOLOGÍA. Siete Episodios Clave Del Siglo XX. ed. Recolectores Urbanos Editorial. Malaga.
- Commission of the European Communities. 2008. 'PROPOSAL FOR A RECAST OF THE ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS DIRECTIVE (2002/91/EC)'. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52008SC2865> (November 17, 2022).
- . 2009. 'Estrategia En Favor Del Desarrollo Sostenible'. <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/strategy-for-sustainable-development.html> (September 29, 2022).
- Construcción Sostenible BREEAM©ES. 2020. 'BREEAM®. El Certificado de Construcción Sostenible'. <https://breeam.es/> (July 25, 2022).
- DGNB. 2022. 'Das Zertifizierungssystem | DGNB System'. <https://www.dgnb-system.de/de/system/> (August 1, 2022).
- Feijó-Muñoz, Jesús et al. 2019. 'Energy Impact of the Air Infiltration in Residential Buildings in the Mediterranean Area of Spain and the Canary Islands'. Energy and Buildings 188-189: 226-38.
- Fresno, Miguel. 2015. 'Gestión Del Vapor de Agua En Muros de Paja'. <https://arquiteututecnico.com/2015/02/23/gestion-del-vapor-de-agua-en-muros-de-paja/> (November 14, 2022).
- Galan, Antonio. 2018. 'A1 y A2 ¿Sabes En Qué Se Diferencian?'. [https://elblogdelaseguridadcontraincendios.es/a1\\_y\\_a2\\_sabes\\_en\\_que\\_se\\_diferencian/](https://elblogdelaseguridadcontraincendios.es/a1_y_a2_sabes_en_que_se_diferencian/) (November 13, 2022).
- GBCe. 2022. 'GBCe | Green Building Council España Presenta La Hoja de Ruta Para La Descarbonización Del Sector de La Edificación'. <https://gbce.es/blog/2022/02/10/green-building-council-espana-presenta-la-hoja-de-ruta-para-la-descarbonizacion-del-sector-de-la-edificacion/> (November 18, 2022).
- GBCe - ICCL. 2022. 'GBCe | Misión, Visión y Objetivos de GBCe'. <https://gbce.es/mision-vision-y-objetivos/> (July 29, 2022).
- GBCI. 2022. 'Certificación | EDGE'. <https://edge.gbc.org/certification?language=es> (July 29, 2022).
- Green Business Certification Inc. 2022. 'About GBCI | Green Business Certification Inc.'. <https://www.gbc.org/about#brand> (July 30, 2022).
- Hernández Minguillón, Rufino Javier., Olatz. Irulegi Garmendia, and María. Aranjuelo Fernández Miranda. 2012. Arquitectura Ecoeficiente : Tomo I. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- Ingenieros Asesores. 2021. '¿Qué Es Una Barrera de Vapor? Características y Usos En Los Edificios'. <https://ingenierosasesores.com/actualidad/que-es-una-barrera-de-vapor/> (November 14, 2022).
- ITeC. 2019. 'DAU - ITeC - Instituto de Tecnología de La Construcción'. <https://itec.es/servicios/certificacion/dau/> (August 5, 2022).
- Martínez, Carmelo. 2021. La Hermeticidad Con Yeso.
- Martínez Garrido, Carmelo. 2021. Proyecto Placo® Hermetic Fábrica de Viguera PLACO® HERMETIC OBRA VALLADOLID.
- Meiss, A., J. Feijó-Muñoz, and M. A. Padilla-Marcos. 2016. 'Evaluación, Diseño y Propuestas de Sistemas de Ventilación En La Rehabilitación de Edificios Residenciales Españoles. Estudio de Caso'. Informes de la Construcción 68(542): e148-e148. <https://informesdeconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdeconstruccion/article/view/5291/6120> (November 16, 2022).
- Meiss, Alberto, and Jesús Feijó-Muñoz. 2015. 'The Energy Impact of Infiltration: A Study on Buildings Located in North Central Spain'. Energy Efficiency 8(1): 51-64.
- Ministerio de la Presidencia Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática. 2021. 'BOE.Es - BOE-A-2021-9176 Real Decreto 390/2021, de 1 de Junio, Por El Que Se Aprueba El Procedimiento Básico Para La Certificación de La Eficiencia Energética de Los Edificios.'. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2021-9176#dd> (August 2, 2022).
- Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana. 2022a. 'Documento Básico HS. Salubridad'.
- . 2022b. 'Documento BásicoHE. Ahorro de Energía'.
- Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana. 2020. 'ERESEE 2020, ACTUALIZACIÓN 2020 DE LA ESTRATEGIA A LARGO PLAZO PARA LA REHABILITACIÓN EN EL SECTOR DE LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA'.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. 2022. 'Ministerio Para La Transición Ecológica y El Reto Demográfico - Documentos Reconocidos'. <https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/documentosreconocidos.aspx> (August 3, 2022).
- Muñoz, Feijó. 2013. La Necesidad de Estudiar Las Infiltraciones: Estudio de Caso En Viviendas Sociales de La Urbanización Zabalgana (Vitoria). [www.boletinacademico.com](http://boletinacademico.com).
- Naciones Unidas. 2022. 'Objetivos y Metas de Desarrollo Sostenible - Desarrollo Sostenible'. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> (November 24, 2022).
- Passivhaus Institut. 2015. 'Passivhaus Institut'. [https://passiv.de/de/01\\_passivhausinstitut/01\\_passivhausinstitut.htm](https://passiv.de/de/01_passivhausinstitut/01_passivhausinstitut.htm) (August 3, 2022).

Placo Saint-Gobain. 'Productos | Saint-Gobain Placo'. [https://www.placo.es/productos?f\[0\]=product\\_category%3A9226&block\\_config\\_key=njRyAWFC0SKU\\_dbucbrDfh2nKj6bZP74v6DfR0N61O0&page=1](https://www.placo.es/productos?f[0]=product_category%3A9226&block_config_key=njRyAWFC0SKU_dbucbrDfh2nKj6bZP74v6DfR0N61O0&page=1) (November 10, 2022).

Plataforma Edificación Passivhaus. 2018. 'ALEGACIONES A LA REFORMA DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN'. [inmoley.com](http://inmoley.com) (November 14, 2022).

Redondo Rivera, Óscar. 2013. Manual Práctico de Cálculos Térmicos de Edificios : Eficiencia Energética. Tornapunta.

Rodríguez-Jiménez, C E, M J Carretero-Ayuso, and J C Claro-Ponce. 2018. 'Influencia de Las Infiltraciones En La Rehabilitación Energética de La Envoltura. El Caso Del Plan de Actuaciones En El Parque Público Residencial de Andalucía ; Influence of Infiltrations in the Energy Retrofit of the Envelope. A Case Study from the Action Plans in the Public Housing Stock of Andalusia'. 70: 271.

Serrano Yuste, Paula. 2021. 'Blower Door: Cómo Se Realiza y Aplicación En El Nuevo DB HE 2019'. <https://www.certificadosenergeticos.com/blower-door-como-realiza-aplicacion> (August 6, 2022).

TIENDARECO. 2019. 'MEMBRANA LIQUIDA BLOWERSPROOF BRUSH AZUL 5KG FLEXIBLE HERM.'. <https://tiendareco.com/passivhaus/selladores-espumas-y-membranas/membrana-liquida-blowersproof-brush-azul-5kg-flexible-herm> (November 24, 2022).

TightVent Europe. 2013. 'BUILDING AND DUCTWORK AIRTIGHTNESS SELECTED PAPERS FROM THE REHVA SPECIAL JOURNAL ISSUE ON "AIRTIGHTNESS"'. [www.wienerberger.com](http://www.wienerberger.com) (November 17, 2022).

U.S. Green Building Council. 2022. 'Why LEED Certification | U.S. Green Building Council'. <https://www.usgbc.org/leed/why-leed> (July 26, 2022).

Vázquez Otero, José Luis. 2016. Apeia : Análisis de Pérdidas Energéticas Por Infiltración de Aire. IES, Universidade Laboral de Culleredo.

Villanueva, Luis de., and Alfonso García Santos. 2001. 'Manual Del Yeso'.

Wassouf, Micheel. CPD-Curso Passivhaus Designer Tema 4-1: Hermeticidad al Aire.

WELL. 2020. 'Standard | WELL V2'. <https://v2.wellcertified.com/en/wellv2/overview> (July 28, 2022).

World Green Building Council. 2022. 'Home | World Green Building Council'. <https://www.worldgbc.org/> (July 30, 2022).

## ANEXOS

# YESOS Y PASTAS, Placo®

## Familia de productos

YESOS MANUALES:

**LONGIPS®, IBERPLAST®, DURO THD®.**

YESOS MANUALES ALIGERADOS:  
**PERLINOR®.**

YESOS DE PROYECCIÓN:

**PROYAL®, PROYAL® MAX, PROYAL®XXI,  
PERLINOR® PROYECTAR, PROLITE®.**

YESOS DE TERMINACIÓN:

**IBERFINO®, GAMA MECAFINO®,  
MECAFINO® SUR.**

PASTAS DE JUNTAS (*secado y fraguado*):

**PLACO® SN, PLACO® SN PREMIUN,  
PLACO® PR30, PLACO® PR1, PLACO® PR2,  
PLACO® PR4, PLACO® PR HYDRO, PASTA  
DE FRAGUADO PR MULTI.**

PASTAS DE AGARRE:  
**ADH®, MAP®.**

GYPFILL P X-Ray Protection:  
**GYPFILL® P X-Ray Protection.**

PLACOSTIC®:

**PLACOSTIC® ESTÁNDAR, PLACOSTIC®  
RENOVACIÓN, PLACOSTIC® EXTERIORES,  
PLACOSTIC® CERÁMICO, PLACOSTIC®  
Activ'Air®.**

PEGAMENTOS:  
**IBERCOL®, TABICOL®.**

PRODUCTOS ESPECIALES:

**PLACOSEC®, IGNIVER®, PLACOFINISH®,  
PROROC® MULTIFINISH, PLACO®  
HERMETIC.**

**IBERYOLA®: IBERYOLA®**

# YESOS Y PASTAS

**Placo®**



**Pastas, yesos tradicionales, yesos de proyectar, escayolas y yesos industriales.**

Representante de la familia de productos

Proyal® XXI

**Características funcionales**

Conductividad térmica (W/mK) = 0,18 W/mK

Índice de pureza >70%

## Datos de contacto

Saint Gobain Placo Ibérica, S.A.

<http://www.placo.es/>

Príncipe de Vergara, 132 - 8º - 28002 Madrid

Fecha de emisión: Diciembre 2021

**Tabla resumen: Parámetros medioambientales en los que el material tiene una contribución específica.**  
Detallados en las fichas de las respectivas certificaciones medioambientales VERDE, LEED y BREEAM

Documentos de soporte

Certificaciones : DAP, CSR, REACH

Autodeclaraciones

Potencial

Parcela Movilidad		Índice reflexión material SRI	Gestión agua lluvia	Control lumínico ext.	...			
Energía Atmósfera		Energía embebida	Gases efecto invernadero	Reducción demanda energía	Eficiencia equipos	Otros gases contaminantes	Energía renovable	Gestión energética
Materiales		Localización acreditada	Reciclado pre-consumo	Reciclado post-consumo	Potencial reutilización	Madera Certificada	Residuo obra	Composición química
Aqua		Consumo < referencia	Gestión agua	...				
Ambiente Interior		Baja emisión COVs	Emisión Formaldehídos	Control confort	Confort iluminación	Confort acústico	Calidad del aire	...
Innovación		Innovación Diseño	...					

### NOTAS:

- La información contenida en este documento de cumplimiento de los créditos correspondientes al sistema de certificación ambiental de estudio elegido (VERDE o LEED o BREEAM) se realiza en función de la información que la empresa aporte y proporcione. Para asegurar la posibilidad de cumplimiento de dichos créditos será necesario en el proceso de cualquiera de los sellos verificar la validez de la información y datos aportados por la empresa.
- Este documento no constituye una certificación del producto, ni garantiza el cumplimiento de la normativa local vigente.
- Las conclusiones de este estudio se aplican solamente a los productos mencionados en este informe y está sujeto a la invariabilidad de las condiciones técnicas del producto.
- La validez de este documento está supeditado a la caducidad de los documentos de soporte o variación de normativas y/o versiones de los sellos de certificación ambiental.
- Este documento informa de la posible contribución de los productos estudiados a la obtención de las certificaciones VERDE, LEED y BREEAM. No obstante, la decisión final sobre si un producto cumple o no los requisitos de la certificación LEED es exclusiva del GBCI (Green Business Certification Inc.).

## Índice de contenidos

<b>RESUMEN DE CRITERIOS VERDE .....</b>	<b>4</b>
RECURSOS NATURALES.....	5
• RN05 Uso de Materiales Reciclados.....	5
• RN06 Elección responsable de materiales .....	6
• RN07 Uso de materiales de producción local .....	7
• RN08 El edificio como banco de materiales.....	8
• RN09 Gestión de los residuos de la construcción.....	10
• RN11 Impacto de los materiales de construcción .....	11
• RN12 Ecoetiquetado del producto .....	12
CALIDAD DE AMBIENTE INTERIOR.....	13
• AI 01 Limitación en las emisiones de COVs.....	13
CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN.....	14
• CE01 Diseño Pasivo.....	14
<b>RESUMEN DE CRÉDITOS LEED v4-LEEDv4.1 .....</b>	<b>15</b>
MATERIALES Y RECURSOS (MR) .....	16
• MR Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio / interior.....	16
• MR Optimización de producto y transparencia-Declaración Ambiental de Producto	18
• MR Optimización de producto y transparencia – Origen de las materias primas.....	20
• MR Optimización de producto y transparencia - Componentes del material .....	22
• MR Compras - mantenimiento y renovación del proyecto .....	24
• MR Gestión de Residuos de Construcción y Demolición .....	26
CALIDAD DE AMBIENTE INTERIOR (IEQ) .....	27
• IEQ Materiales de bajas emisiones.....	27
• IEQ Análisis de la calidad del aire interior.....	29
INNOVACIÓN EN EL DISEÑO (ID).....	31
• ID Innovación.....	31
<b>RESUMEN DE REQUISITOS BREEAM .....</b>	<b>32</b>
SALUD Y BIENESTAR.....	33
• SyB 2 Calidad del Aire Interior .....	33
MATERIALES .....	35
• MAT 1 Impactos del ciclo de vida .....	35
• MAT3 – Aprovisionamiento responsable de materiales / productos de construcción	37
RESIDUOS .....	38
• RSD 1 Gestión de residuos de construcción / en obra .....	38
INNOVACIÓN .....	39
• INNOVACIÓN / NIVEL EJEMPLAR .....	39

# RESUMEN DE CRITERIOS

## VERDE



### RECURSOS NATURALES

- RN 05 Uso de materiales reciclados
- RN 06 Elección responsable de materiales
- RN 07 Uso de materiales de producción local
- RN 08 El edificio como banco de materiales
- RN 09 Gestión de los residuos de construcción
- RN 11 Impacto de los materiales de construcción
- RN 12 Ecoetiquetado del producto



### CALIDAD DE AMBIENTE INTERIOR

- AI 01 Limitación en las emisiones de COVs



### CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN

- CE 01 Diseño Pasivo

#### Categorías medioambientales VERDE



Parcela y  
Emplazamiento



Energía y  
Atmósfera



Recursos  
Naturales



Ambiente  
Interior



Aspectos  
Sociales



Calidad de la  
edificación



Innovación

#### Estándares de Certificación VERDE

Edificios 2020

Edificación

DU P

Desarrollos Urbanos Polígonos

# FICHA DE CRITERIOS

## VERDE



### CATEGORÍA RECURSOS NATURALES

#### ◆ RN05 Uso de Materiales Reciclados (VERDE EDIFICIOS 2020)

**Objetivo** Incentivar la elección de productores con niveles más altos de reciclados post-consumo y pre-consumo en sus productos para reducir el agotamiento de materias primas y los impactos asociados a su extracción.

**Datos de cumplimiento** Los yesos Placo® evaluadas contribuyen al cumplimiento de los requisitos del criterio mediante su contenido reciclado:

- Pre-consumo: 0,2 %
- Post-consumo: 0,06%

**Procedimiento de evaluación** Para valorar este criterio se tienen en cuenta los siguientes aspectos, computando cada uno el 50% de la puntuación del criterio:

- El porcentaje en masa de los cerámicos, áridos, pétreos hormigones no estructurales con contenido reciclado post-consumo más el 50% de pre-consumo, respecto al total de cerámicos, áridos, pétreos hormigones no estructurales empleados (computados según su masa), ha de oscilar entre el 40 y el 100 %.
- El porcentaje en masa de los materiales distintos de cerámicos, áridos, pétreos hormigones con contenido reciclado post-consumo más el 50% de pre-consumo, respecto al total de materiales excluyendo cerámicos, áridos, pétreos hormigones (computados según su masa), empleados oscila entre el 10 y el 30 %.

Se considerarán únicamente materiales instalados permanentemente en el edificio o parcela, computados por su masa. En caso justificado (por no disponer el dato o estar utilizando otra certificación que emplea el coste para valorarlo), se puede valorar por coste, descontando mano de obra.

No se incluyen componentes mecánicos, eléctricos o de fontanería, etc. ni elementos especiales como ascensores u otro equipamiento.

Los hormigones estructurales quedan fuera del cálculo de este indicador al estar regulados los contenidos reciclados.

**Ejemplo de análisis** NA

**Documentos de soporte** Certificado ambiental YESOS VERDE

**Estándar de referencia** NA



## CATEGORÍA RECURSOS NATURALES

### ◆ RN06 Elección responsable de materiales (VERDE EDIFICIOS 2020)

<b>Objetivo</b>	Incentivar el uso de materiales cuyo origen y extracción contemple estándares sociales y ambientales reconocidos. El objetivo es proteger los bosques, evitar la explotación infantil y mantener unos estándares de respeto al entorno en la extracción de piedra natural.
<b>Datos de cumplimiento</b>	Placo®, como parte del grupo SAINT GOBAIN cuenta con un informe de responsabilidad social corporativa certificado GRI en el que aborda políticas sostenibles de extracción de materias primas. Contribuyen por lo tanto al cumplimiento de los requisitos del criterio.  Los proveedores de los palés empleados para los productos Yesos y Pastas de Placo® tienen certificado de CoC, contribuyendo al cumplimiento del criterio.
<b>Procedimiento de evaluación</b>	La evaluación del edificio a través de este criterio se establece por medio del cálculo del porcentaje en masa de materiales obtenidos de recursos sostenibles, valorando que:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>70% lineal:</b> Entre el 20 y el 50% en masa de las maderas y materiales que incluyan madera en su composición tenga un certificado de origen de cadena de custodia CoC. Se incluirán las maderas que se utilicen durante la construcción, aunque no vayan a estar instaladas en el edificio de forma permanente, como son los palés.</li> <li>• <b>30% lineal:</b> Entre el 5 y el 15 % en masa de los materiales de la construcción disponen de un documento que recoja la procedencia de las materias primas garantizando los requisitos indicados en el criterio: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Global Reporting Initiative (GRI) Sustainable Report.</li> <li>○ Autodeclaración el fabricante incluyendo: lugar de extracción de las materias primas empleadas en su producto y procedimientos medioambientales responsables durante la extracción y el procesado.</li> <li>○ Documento de política de empresa aprobado por la alta dirección en la que se incluyan los requisitos exigibles a los distribuidores de materias primas que cumplan con los derechos básicos de trabajadores, incluido el trabajo infantil y el respeto ambiental por espacios protegidos o de alto valor ecológico.</li> </ul> </li> </ul>
	Para calcular el porcentaje en masa de los materiales se extraerá del presupuesto el desglose de los materiales descontando la mano de obra y se calculará la masa.
<b>Ejemplo de análisis</b>	NA
<b>Documentos de soporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Informe GRI Saint-Gobain</i></li> <li>• <i>Información adicional a informe GRI</i></li> <li>• <i>Declaración Placo Certificado FSC y PEFC</i></li> </ul>
<b>Estándar de referencia</b>	NA



## CATEGORÍA RECURSOS NATURALES

### ◆ RN07 Uso de materiales de producción local (VERDE EDIFICIOS 2020)

**Objetivo** Incentivar el uso de materiales locales impulsando, de este modo, la economía local y reduciendo los impactos debidos al transporte.

**Datos de cumplimiento** Placo® cuenta con el siguiente centro de producción de pastas:

PLANTA DE PRODUCCIÓN
Gelsa, Zaragoza (España)
WGS84 41.417492, -0.451038

Placo® cuenta con los siguientes centros de producción de yesos:

PLANTA DE PRODUCCIÓN
San Martín de la Vega, (España)
WGS84 40.218676, -3.59785
Gelsa, Zaragoza (España)
WGS84 41.417492, -0.451038
Morón de la Frontera, Sevilla (España)
WGS84 37.124042, -5.431374
Soneja, Castellón (España)
WGS84 39.811533, -0.429880
Viguera, La Rioja (España)
WGS84 42.310047, -2.548622

**Procedimiento de evaluación** La evaluación del edificio a través de este criterio se establece por medio del cálculo del porcentaje en masa de materiales locales cuya planta de producción se encuentre a menos de 200 km de la obra empleados en el proyecto, que ha de oscilar entre el 40% y el 80%.

Para distancias entre 200 y 400 km se aplicará una escala lineal en la que los materiales a 200 km computan al 100 % y los materiales a 400 km al 0 %.

**Ejemplo de análisis** NA

**Documentos de soporte**

- Certificado ambiental YESOS VERDE
- Certificado ambiental PASTAS VERDE

**Estándar de referencia** NA



## CATEGORÍA RECURSOS NATURALES

### ◆ RN08 El edificio como banco de materiales. (VERDE EDIFICIOS 2020)

#### Objetivo

Incentivar los diseños que contemplen y prevean un plan de demolición selectiva al final del ciclo de vida del edificio que permita reutilizar el máximo de materiales posible, así como facilitar el reciclado del resto.

#### Datos de cumplimiento

Las pastas Placo® son reciclables siempre y cuando se encuentren libres de impropios. Las pastas pueden ser recicladas sin necesidad de tratamiento únicamente si están aplicada sobre placa de yeso laminado, al poder ser recicladas junto con ésta; sobre otro tipo de soportes, las pastas serán difícilmente reciclables debido a la dificultad de poder separarlas de dicho soporte..

Los productos en base yeso pueden ser reciclados infinitas veces porque su composición química no varía (el mineral de yeso natural o sulfato cálcico dihidratado es sometido a un proceso de molienda y calcinación para generar sulfato cálcico semihidratado o yeso en polvo. La hidratación posterior da lugar a la formación de sulfato cálcico dihidratado de nuevo).

#### Procedimiento de evaluación

La valoración del criterio se establece en función de los siguientes parámetros:

- El porcentaje en masa de los elementos que favorecen su reciclaje al final del ciclo de vida del edificio oscila entre el 40% y el 60%. La reciclabilidad ha de ser demostrable. Este aspecto tiene un peso en la valoración del criterio del 40%.
- Ponderación de la valoración del criterio en función del porcentaje de sistemas constructivos que favorecen la recuperación de sus elementos al final del ciclo de vida del edificio. Este aspecto tiene un peso en la valoración del criterio del 40%, correspondiendo el 10% a cada uno de los siguientes elementos constructivos:
  - Los sistemas de construcción de los cerramientos exteriores verticales se pueden desmontar, garantizando la posible recuperación de un 60% respecto al total de estos elementos.  
Se incluyen muros exteriores no portantes, revestimientos exteriores e interiores de dichos muros, así como puertas y ventanas asociadas a dichos muros.
  - Los sistemas de construcción de la cubierta se pueden desmontar, garantizando la posible recuperación de un 60% respecto al total de estos elementos. Se incluye la estructura portante, así como los acabados interiores y exteriores.
  - Los sistemas de construcción de la estructura se pueden desmontar, garantizando la posible recuperación de un 60% respecto al total de estos elementos. Se incluyen los elementos verticales y horizontales (SR y BR) que componen los elementos portantes, muros de sótano o muros de carga, cimentaciones, losa o forjado de PB, forjados intermedios BR y SR.
  - Los sistemas de construcción de las divisiones interiores garantizan la posible recuperación de un 60% respecto al total de estos elementos. Se incluyen particiones interiores no portantes, revestimientos de dichas particiones, y las carpinterías interiores asociadas a estos elementos.

- Estudio del posible uso de los materiales después de su desmontaje al final de la vida del edificio. Este aspecto tiene un peso en la valoración del criterio del 40%.

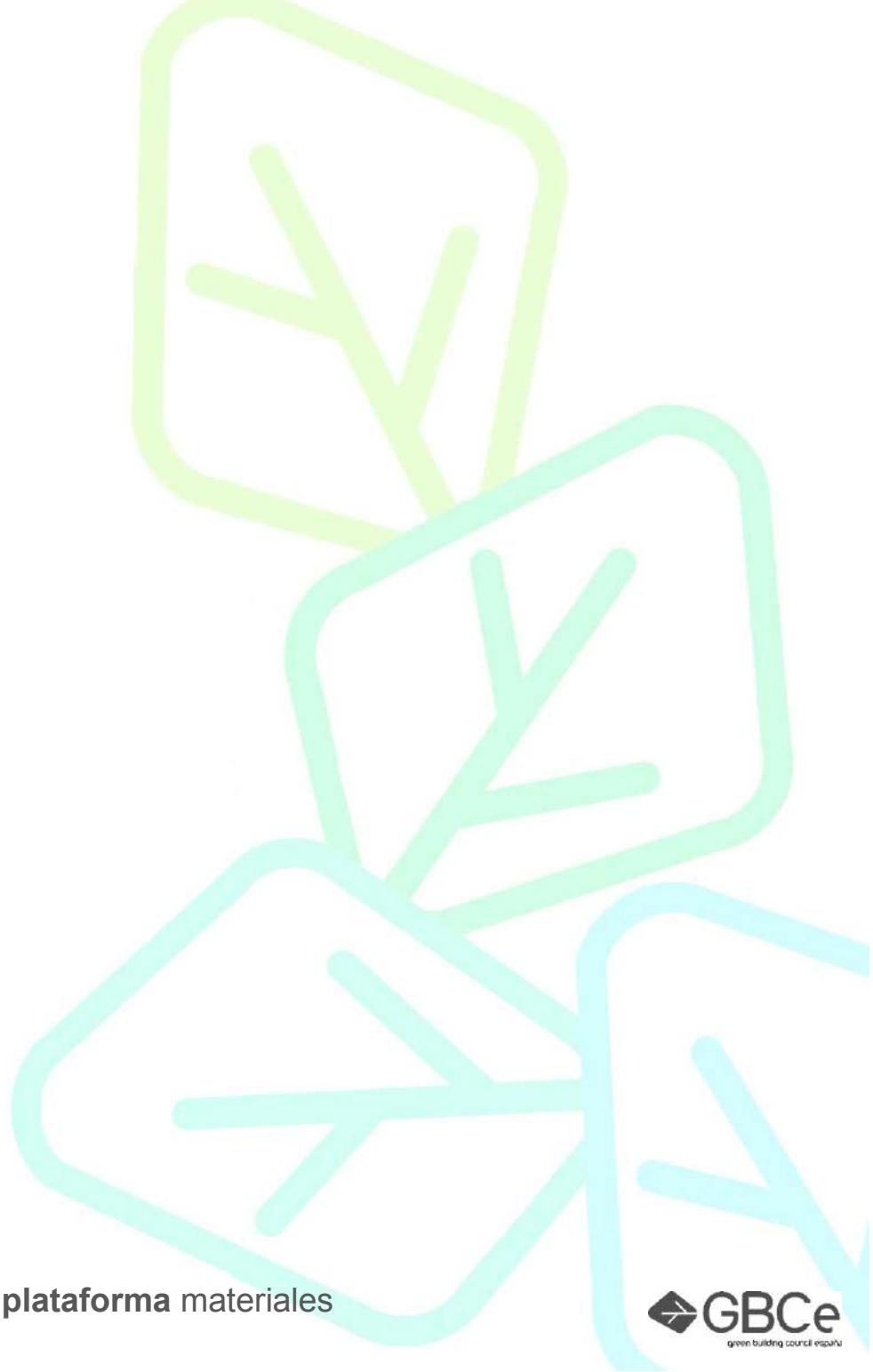
Se considerarán únicamente materiales instalados permanentemente en el edificio o parcela, computados por su masa. En caso justificado (por no disponer el dato o estar utilizando otra certificación que emplea el coste para valorarlo), se puede valorar por coste, descontando mano de obra. No se incluyen componentes mecánicos, eléctricos o de fontanería, ni elementos especiales como ascensores u otro equipamiento.

**Ejemplo de análisis** NA

**Documentos de soporte**

- *Certificado ambiental YESOS VERDE*
- *Certificado ambiental PASTAS VERDE*

**Estándar de referencia** NA





## CATEGORÍA RECURSOS NATURALES

### ◆ RN09 Gestión de los residuos de la construcción (VERDE EDIFICIOS 2020)

**Objetivo**

Reducir los residuos generados durante la obra del edificio, con el uso de elementos prefabricados e industriales, o empleando procesos de obra controlados que minimicen la producción de residuos. Se consideran en este criterio únicamente los residuos generados durante la fase de construcción o rehabilitación.

**Datos de cumplimiento**

Los productos de yesos y pastas Placo® generan en obra los residuos de embalajes indicados a continuación:

Los embalajes empleados son sacos (350-650g/unidad), palet (25kg/unidad aprox.) y film (0,9-1g/cm<sup>3</sup>). Éstos pueden separarse fácilmente y son totalmente reciclables por recicladores especializados.

Además, desde Placo® se desarrolla formación dirigida a profesionales instaladores enfocada en la instalación del producto de la mejor manera posible, permitiendo minimizar así la generación de residuos.

**Procedimiento de evaluación**

La evaluación del edificio a través de este criterio se establece a partir de los siguientes aspectos, contribuyendo cada uno al 50% de la puntuación del proyecto:

- Garantizar la revalorización entre el 50 y el 75% en masa de los residuos generados en obra.
- Realizar un análisis de posibles alternativas a la utilización de los sistemas o materiales de construcción utilizados en el edificio para minimizar la producción de residuos durante la ejecución de la obra.

**Ejemplo de análisis**

NA

**Documentos de soporte**

- *Certificado ambiental YESOS VERDE*
- *Certificado ambiental PASTAS VERDE*

**Estándar de referencia**

LEY 10/1998 de Residuos



## CATEGORÍA RECURSOS NATURALES

### ◆ RN11 Impacto de los materiales de construcción (VERDE EDIFICIOS 2020)

<b>Objetivo</b>	Reducir los impactos asociados a la producción de los materiales de construcción mediante la elección de materiales con bajos impactos durante su proceso de extracción y transformación, así como mediante el uso de materiales reutilizados y/o reciclados
<b>Datos de cumplimiento</b>	<p>Los yesos y pastas Placo® recogidos en el documento “Listado de productos con DAPs” cuentan con DAPs verificadas por una tercera parte independiente, cumpliendo con la ISO 14025 y EN 15804. Se adjunta, además del listado de productos con DAPs, las DAPs correspondientes.</p> <p>Para más información contactar con <a href="mailto:oficinatecnica.placo@saint-gobain.com">oficinatecnica.placo@saint-gobain.com</a></p> <p>Los impactos calculados en la DAP correspondiente pueden utilizarse para la realización del ACV del edificio.</p>
<b>Procedimiento de evaluación</b>	<p>Realizar un ACV de los materiales del edificio durante la elaboración del proyecto de ejecución. El ACV se realizará mediante cualquier herramienta que cumpla los requisitos de la EN 15978.</p> <p>Los impactos empleados pueden obtenerse de DAPs, de bases de datos de los programas de cálculo o aportando documentación justificativa que siga los cálculos normalizados de ACV.</p> <p>El edificio de referencia se construye según el empleado en la calificación energética (ver guía VERDE).</p> <p>El inventario empleado (LCIA) tiene que ser redactado en conformidad con la UNE-EN 15978.</p>
<b>Ejemplo de análisis</b>	NA
<b>Documentos de soporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Listado de productos con DAPs</i></li> <li>• <i>DAPs / EPDs</i></li> <li>• <i>Declaraciones Ambientales de Producto (DAP):</i> <a href="https://www.placo.es/download-center">https://www.placo.es/download-center</a></li> </ul>
<b>Estándar de referencia</b>	NA



## CATEGORÍA RECURSOS NATURALES

### ◆ RN12 Ecoetiquetado del producto (VERDE EDIFICIOS 2020)

**Objetivo** Incentivar el uso de ecoetiquetado de producto Tipo I o Tipo III.

**Datos de cumplimiento** Los yesos y pastas Placo® recogidos en el documento “Listado de productos con DAPs” cuentan con DAPs verificadas por una tercera parte independiente, cumpliendo con la ISO 14025 y EN 15804. Se adjunta, además del listado de productos con DAPs, las DAPs correspondientes.

Para más información contactar con oficinatecnica.placo@saint-gobain.com.

Las pastas y yesos de Placo cuentan además con la ecoetiqueta tipo I Indoor Air Comfort GOLD, contribuyendo con ello al cumplimiento de este criterio. Se adjunta un listado de productos con certificados de COVs y declaraciones con el nivel de emisión de COVs de las pastas y yesos.

#### Procedimiento de evaluación

La valoración del criterio tiene en cuenta los siguientes aspectos:

- El porcentaje en masa de los materiales con ecoetiqueta tipo I está entre el 10 y el 20%.
- El porcentaje en masa de los elementos cerámicos, áridos, pétreos y hormigones con DAPs está entre el 70 y el 100%
- El porcentaje en masa de los materiales, excluyendo los elementos cerámicos, áridos, pétreos y hormigones con DAPs está entre el 20 y el 40%
- Entre los materiales con DAPs se encuentran, al menos, las siguientes familias: elementos estructurales, aislamientos y revestimientos.
- Entre las DAPs aportadas al menos el 50% cuentan con un ACV en todas las fases del ciclo de vida o tienen en cuenta los indicadores que señala la EN 15804.

Se considerarán únicamente materiales instalados permanentemente en el edificio o parcela, computados por su masa. En caso justificado (por no disponer el dato o estar utilizando otra certificación que emplea el coste para valorarlo), se puede valorar por coste, descontando mano de obra. No se incluyen componentes mecánicos, eléctricos o de fontanería, ni elementos especiales como ascensores u otro equipamiento.

#### Ejemplo de análisis

NA

#### Documentos de soporte

- *Listado de productos con DAPs*
- *DAPs / EPDs*
- *Declaraciones Ambientales de Producto (DAP):* <https://www.placo.es/es/download-center>
- *Listado de productos con certificado COVs.*
- *Nivel de emisión de COVs pastas*
- *Nivel de emisión de COVs yesos*

#### Estándar de referencia

NA



## CATEGORÍA CALIDAD DE AMBIENTE INTERIOR

### ◆ AI 01 Limitación en las emisiones de COVs (VERDE EDIFICIOS 2020)

**Objetivo** Reducir la concentración de compuestos orgánicos volátiles (COV) en el aire interior.

**Datos de cumplimiento** Los siguientes productos analizados en la ficha son adhesivos o sellantes:

- Pastas de juntas: SN, SN Premium, PR30, PR1, PR2, PR4, PR Hydro y PR Multi
- Pastas de agarre: ADH, MAP
- Pegamentos: Tabicol, Ibercol

En el documento "Listado de productos con certificado COVs" se recogen las pastas y yesos de Placo® que cuentan con el sello Indoor Air Comfort GOLD.

La certificación Indoor Comfort Gold implica el cumplimiento de la etiqueta francesa A+ entre otros, y está aceptada por VERDE para demostrar cumplimiento del criterio.

**Procedimiento de evaluación** Hay distintas opciones para demostrar el cumplimiento del criterio:

- Test antes de 28 días tras la finalización de las obras siguiendo las especificaciones de las EN ISO 16000-3 y EN ISO 16000-6 y con los resultados:
  - TCOVs máx. 3.000 microg/m<sup>3</sup>
  - Formaldehidos máx. 120 microg/m<sup>3</sup>.
- Las pinturas, barnices, adhesivos, sellantes y derivados de la madera tienen emisiones de COVs nulas.
- Los productos instalados en el edificio tienen la siguiente limitación de COVs (para cada una de las familias valoradas, se debe cumplir que, el 90% de los materiales empleados cumplan el requisito indicado):
  - pinturas y barnices: un tercio de los exigido en la Directiva 2004/42/CE, traspuesta en España por el RD 227/2006. Deben haber sido ensayados según la norma CEN/TS 16516.
  - adhesivos y sellantes: calificación EMICODE EC1Plus / EMICODE EC1 o GREENGUARD Gold, Emissions dans l'air interior A+ o cualquier etiqueta que respete los límites indicados para obtener la calificación EMICODE EC1.
  - derivados de la madera: clasificación E1 (<=8mg/100g) según la UNE-EN\_13986\_2006

La primera opción permite obtener el 100% de la puntuación del criterio, la segunda opción el 80% y la tercera opción el 40%.

NOTA: Los datos de emisiones en COVs deben responder a test realizados con los materiales en su estado acabado, en estancias ventiladas y durante 28 días cumpliendo con las especificaciones de CEN/TS 16516.

**Ejemplo de análisis** NA

**Documentos de soporte**

- *Listado de productos con certificado COVs*
- *Nivel de emisión de COVs Pastas*
- *Nivel de emisión de COVs Yesos*

**Estándar de referencia** NA



## CATEGORÍA CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN

### ◆ CE01 Diseño Pasivo (VERDE EDIFICIOS 2020)

**Objetivo** Facilitar una concepción bioclimática del edificio priorizando las estrategias pasivas para el acondicionamiento del mismo, asegurando a su vez un alto confort térmico y previniendo posibles patologías constructivas.

**Datos de cumplimiento** Placo®Hermetic es un yeso de proyección que se aplica como componente del sistema de hermeticidad de la envolvente de un edificio. Una vez aplicado, crea una capa continua que actúa como una membrana hermética al paso del aire, reduciendo el paso del aire e incidiendo directamente en las renovaciones de aire que soporta un edificio y por tanto reflejándose en una importante disminución del consumo energético del mismo. Mediante la aplicación de Placo®Hermetic se disminuyen las infiltraciones no deseadas, contribuyendo al requisito de reducción de permeabilidad al aire.

**Procedimiento de evaluación** VERDE evalúa distintos aspectos en este criterio, que disminuyen la demanda energética:

- Reducción de la transmitancia de la envolvente térmica Reducción del parámetro de control solar de la envolvente térmica I
- Reducción de la permeabilidad al aire: La evaluación de la estanqueidad al aire de la envolvente térmica se lleva a cabo a través de la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa ( $n_{50}$ ) que no superará el valor límite. Para edificios con más de 1500 m<sup>3</sup> de volumen interior de zonas que van a estar calefactadas, deberán cumplir una exigencia adicional en función del valor de la relación del cambio de aire con una presión de 50 Pa, de las superficies exteriores,  $q_{50} [h^{-1}]$ :
- Limitación de condensaciones superficiales y generación de moho.

**Ejemplo de análisis** NA

**Documentos de soporte** *Contribución de los productos Placo a la hermeticidad*

**Estándar de referencia** NA

# RESUMEN DE CRÉDITOS

## LEED v4-LEEDv4.1



### MATERIALES Y RECURSOS (MR)

- MR Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio / interior
- MR Optimización de producto y transparencia - Declaración Ambiental de Producto (DAP)
- MR Optimización de producto y transparencia – Origen de la materia prima
- MR Optimización de producto y transparencia - Componentes del material
- MR Compras - mantenimiento y renovación del proyecto
- MR Gestión de Residuos de Construcción y Demolición



### CALIDAD AMBIENTE INTERIOR (IEQ)

- IEQ Materiales de bajas emisiones
- IEQ Análisis de la calidad del aire interior



### INNOVACIÓN (ID)

- ID Innovación en el Diseño. Rendimiento ejemplar

#### Categorías medioambientales LEED



(LT)  
Localización  
y Transporte



(SS)  
Emplaza-  
mientos  
Sostenibles



(WE)  
Eficiencia  
uso del agua



(EA)  
Energía y  
atmósfera



(MR)  
Materiales y  
Recursos



(IEQ)  
Calidad del  
Ambiente  
Interior



(ID)  
Innovación  
en Diseño



(RP)  
Prioridad  
Regional

#### Estándares de Certificación LEED (v4)

EB	Existing Building
NC	New Construction
CI	Commercial Interiors
CS	Core & Shell
SNC	School New Construction
SEB	School Existing Building
MMR	Multifamily Mid Rise

RNC	Retail New Construction
REB	Retail Existing Building
RCI	Retail Commercial Interiors
HC	Healthcare
HNC	Hospitality-New Constr.
HEB	Hospitality-Existing Building
HCI	Hospitality-Commercial Int.

DCNC	Data Center NC
DCEB	Data Center EB
WNC	Warehouse NC
WEB	Warehouse EB
NDP	Neighborhood Devel. Plan
ND	Neighborhood Develop.
HM	Homes

# FICHA DE CRÉDITOS

## LEED v4-LEEDv4.1



### CATEGORÍA MATERIALES Y RECURSOS (MR)

**MR Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio / interior (NC, CS, SNC, RNC, HC, HNC, DCNC, WNC, CI, RCI, HCI)**

**Objetivo** Fomentar la reutilización y el empleo de productos y materiales con menos impactos ambientales.

**Datos de cumplimiento** **Opción 4 BD+C:**  
Los yesos y pastas Placo® recogidos en el documento “Listado de productos con DAPs” cuentan con DAPs verificadas por una tercera parte independiente, cumpliendo con la ISO 14025 Y EN 15804. Se adjunta, además del listado de productos con DAPs, las DAPs correspondientes.

Para más información contactar con [oficinatecnica.placo@saint-gobain.com](mailto:oficinatecnica.placo@saint-gobain.com).

Los impactos calculados en la DAP correspondiente pueden utilizarse para la realización del ACV del edificio.

NOTA: El resultado final para determinar los puntos totales depende del cómputo de todos los materiales de envoltorio y estructura.

**Procedimiento de evaluación** **Opción 3 CI: Diseño para la flexibilidad (1 punto)**  
Realizar un diseño que aumente la vida útil del proyecto, mediante la flexibilidad, el uso adaptativo y el reciclaje de materiales de construcción al tiempo que considera la durabilidad.  
Entre las estrategias reconocidas por LEED se encuentra la inclusión de una cláusula de compra de al menos uno de los componentes importantes del proyecto, la exigencia del empleo de un programa de recogida (take back system).

**Opción 4 BD+C: Análisis de ciclo de vida del edificio (estructura y cerramiento)**

Realizar el ACV (de la cuna a la tumba) del cerramiento y la estructura del edificio que demuestre una reducción, comparada con un edificio de referencia, de al menos el 10% en un mínimo de tres de los seis impactos enumerados abajo. Uno de los tres ha de ser necesariamente el potencial de calentamiento global (emisión de gases invernadero):

- Potencial de calentamiento global (CO<sub>2</sub> eq.)
- Destrucción de la capa de ozono estratosférica (kg de CFC-11)
- Acidificación del suelo y fuentes de agua (moles H<sup>+</sup> o kg SO<sub>2</sub>)
- Eutrofización (kg de N o PO<sub>4</sub>)
- Formación de ozono troposférico (kg NO<sub>x</sub> o kg de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)
- Agotamiento de fuentes de energía no renovables (MJ)

Ninguna categoría de impacto evaluada dentro del ACV, puede incrementarse más de un 5% respecto al edificio de referencia. El ACV ha de cumplir la ISO 14044.

**Requisitos de Rendimiento Ejemplar (EP<sup>\*</sup>):** Mejorar los umbrales requeridos de las seis medidas de impacto.

\*EP: Exemplary performance: Rendimiento ejemplar (Punto adicional)

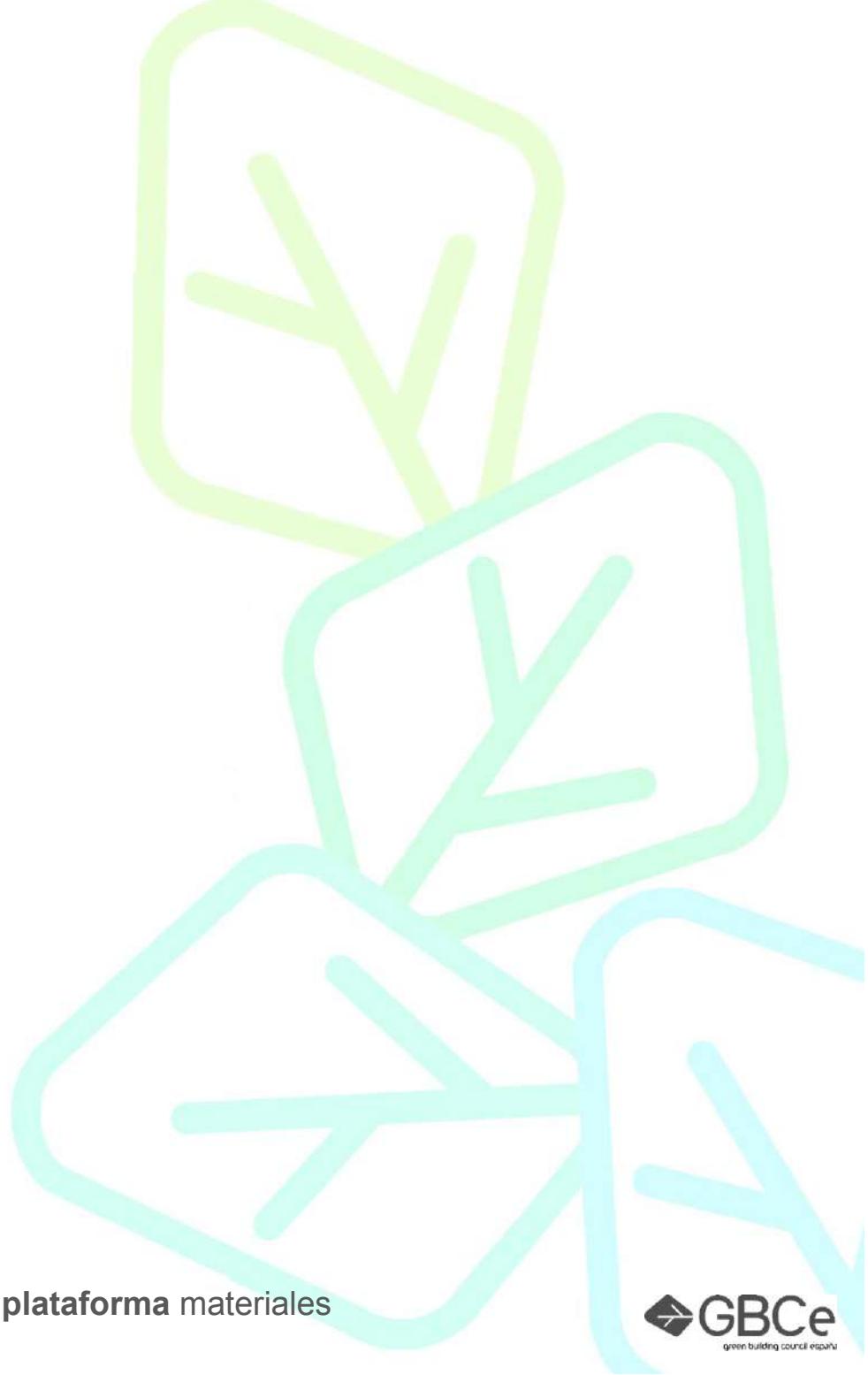
**Ejemplo de análisis** N/A

**Documentos de soporte**

- *Listado de productos con DAPs.*
- *DAPs / EPDs*
- *Declaraciones Ambientales de Producto (DAP):* <https://www.placo.es/es/download-center>

**Estándar de referencia**

- ASHRAE 90.1 (edificio de referencia)
- ISO 14044
- ISO 14025-2006 / ISO 14040-2006 / UNE-EN 15804+A1/UNE-EN 15804+A2





## CATEGORÍA MATERIALES Y RECURSOS (MR)

### ◆ MR Optimización de producto y transparencia-Declaración Ambiental de Producto (NC, CS, SNC, RNC, HC, HNC, DCNC, WNC, CI, RCI, HCI)

**Objetivo** Fomentar el uso de productos y materiales que disponen de información sobre su ciclo de vida y que demuestran una reducción de los impactos asociados al mismo.

**Datos de cumplimiento**

**OPCIÓN 1:**

Las placas y yesos Placo® recogidos en el documento “Listado de productos con DAPs” cuentan con DAPs verificadas por una tercera parte independiente, cumpliendo con la ISO 14025 y EN 15804. Se adjunta, además del listado de productos con DAPs, las DAPs correspondientes.

Para más información contactar con [oficinatecnica.placo@saint-gobain.com](mailto:oficinatecnica.placo@saint-gobain.com).

Dichos productos contribuyen por lo tanto en un 100% al cumplimiento del crédito según LEEDv4 y un 150% según LEEDv4.1.

#### OPCIÓN 2 (LEEDv4.1):

Placo® ha elaborado un plan de acción para la disminución del carbono incorporado en sus productos y optimizar el ACV, pudiendo contribuir al cumplimiento de la opción 2 para la versión LEEDv4.1 (fase piloto).

#### Procedimiento de evaluación

##### Opción 1. Declaración Ambiental de Producto (DAP)

Utilizar un mínimo de 20 productos de los instalados permanentemente en el edificio (de 5 fabricantes diferentes) que cumplan uno de los siguientes criterios:

- Declaración específica del producto: Los productos que cuenten con un Análisis de Ciclo de Vida “de la cuna a la puerta”, realizado según la norma ISO14044, revisado y público. Estos productos computan en un 25% para el cálculo de cumplimiento del crédito.
- DAP genérica: productos certificados por una tercera parte independiente y verificada externamente, donde el fabricante sea reconocido como participante por el operador del programa (program operator). Estos productos computan en un 50% para el cálculo de cumplimiento del crédito.
- DAP específica del producto: productos certificados por una tercera parte independiente y verificada externamente, donde el fabricante sea reconocido como participante por el operador del programa (program operator). Estos productos computan en un 100% para el cálculo de cumplimiento del crédito.

**EP\* Opción1:** instalar 40 productos (de al menos 5 fabricantes) que cumplan los requisitos.

##### Opción 2. Optimización de características

Utilizar un 50% (computado según el coste) de los productos instalados de manera permanente en el edificio que estén certificados por una tercera parte independiente y que demuestren una reducción de impactos, con respecto a la media de la industria, en al menos tres de las siguientes categorías:

- Potencial de calentamiento global (CO<sub>2</sub> eq.)
- Destrucción de la capa de ozono estratosférica (kg de CFC-11)
- Acidificación del suelo y fuentes de agua (moles H<sup>+</sup> o kg SO<sub>2</sub>)

- Eutrofización (kg de N o PO<sub>4</sub>)
- Formación de ozono troposférico (kg NO<sub>x</sub> o kg de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)
- Agotamiento de fuentes de energía no renovables (MJ)

Los productos provenientes (por extracción, manufactura y compra) de un radio menor a 160 km del lugar del proyecto se computarán en un **200%** (Location Valuation Factor MR.)

**EP\* Opción2:** Comprar el 75% de productos que cumplan los requerimientos.  
 \*EP: Exemplary performance: Rendimiento ejemplar (Punto adicional)

#### Requisitos LEEDv4.1 (Piloto):

##### **Opción 1. Declaración Ambiental de Producto (DAP)**

Utilizar un mínimo de 20 productos de los instalados permanentemente en el edificio (de 5 fabricantes diferentes) que cumplan uno de los siguientes criterios:

- Análisis de Ciclo de Vida y Declaración Ambiental de Producto (estos productos computan en un 100% para el cálculo de cumplimiento del crédito):
  - Productos que publiquen un Análisis de Ciclo de Vida según la norma ISO14044, con revisión crítica y alcance mínimo de la cuna a la puerta.
  - DAP específica del producto con revisión interna según la norma 14071, y cumplimiento de los estándares ISO 14025 y EN 15804 o ISO 21930, con un alcance al menos de la cuna a la puerta.
  - DAP genérica de la industria certificadas por una tercera parte independiente y verificada externamente, donde el fabricante sea reconocido como participante por el operador del programa (program operator). Han de cumplir los estándares ISO 14025 y EN 15804 o ISO 21930, y tener un alcance al menos de la cuna a la puerta
- DAP específica del producto, en cumplimiento de los estándares ISO 14025 y EN 15804 o ISO 21930, con un alcance al menos de la cuna a la puerta, certificadas por una tercera parte independiente y verificada externamente. Estos productos computan en un 150% para el cálculo de cumplimiento del crédito.

##### **Opción 2. Carbono incorporado / Optimización de ACV**

Emplear productos que tengan un informe de optimización de carbono incorporado o un plan de acción independiente al ACV o DAP.

#### Ejemplo de análisis

N/A

#### Documentos de soporte

- *Listado de productos con DAPs.*
- *DAPs / EPDs*
- *Declaraciones Ambientales de Producto (DAP):*  
<https://www.placo.es/es/download-center>
- *Plan de Acción de reducción del impacto del ACV Placo®*

#### Estándar de referencia

ISO 14021–1999/ ISO 14025–2006/ ISO 14040–2006/ ISO 14044–2006



## CATEGORÍA MATERIALES Y RECURSOS (MR)

### ◆ MR Optimización de producto y transparencia – Origen de las materias primas (NC, CS, SNC, RNC, HC, HNC, DCNC, WNC, CI, RCI, HCI)

**Objetivo** Premiar la selección de productos de fabricantes que hayan sido extraído u obtenidos de una manera responsable con el medioambiente y la sociedad

**Datos de cumplimiento** **Opción 1:** Placo®, como parte del grupo Saint-Gobain, ha publicado un informe de responsabilidad social corporativa según el marco GRI, contribuyendo al cumplimiento de la opción 1.

En este informe RSC se tratan, entre otros asuntos, los siguientes:

- Compromiso con el uso ecológicamente responsable del suelo en el largo plazo. Todas las canteras de Placo® son operadas y luego restauradas con el objetivo de preservar el medio ambiente de acuerdo con las normas locales (Informe RSC, pag.70, capítulo 3, punto 2.2.3: *Biodiversity and soil use*).

- Compromiso de reducir los daños medioambientales derivados de los procesos de extracción y/o fabricación. Existe un sistema de reporte y análisis de incidentes medioambientales EvE, así como el establecimiento de acciones correctivas y preventivas (Informe RSC, pág. 68, capítulo 3, punto 2.2.3 *Environmental protection* y pag. 66, capítulo 3, punto 2.2.1. *The WCM program at the heart of the industrial excellence strategy*).

- Compromiso de cumplimiento de los estándares o programas voluntarios que aborden las prácticas de extracción responsables. Se trabaja con varios sistemas voluntarios, como ISO 14001:2004 and OHSAS 18001, el sistema de mejora continua *World Class Manufacturing* (Informe RSC, pág.66, capítulo 3, punto 2.2.1 *The WCM program at the heart of the industrial excellence strategy*) y sistemas internos de auditorías EHS (Informe RSC, pág. 209, punto 2.5.3 *Environment, Health and Safety (EHS) Reference Manual*).

El informe de sostenibilidad corporativa de Saint-Gobain, por la magnitud del grupo, no incluye los lugares de extracción de toda la materia prima. Los lugares de extracción de la materia prima de Placo® se anexan en la declaración "Información complementaria a informe GRI".

Los productos Placo® pueden contribuir por lo tanto al presente crédito, computando en un 50%.

**Opción 2:** Los yesos Placo® evaluadas contribuyen al cumplimiento de los requisitos del criterio mediante su contenido reciclado:

- Pre-consumo: 0,2 %
- Post-consumo: 0,06%

**Procedimiento de evaluación** **Opción 1. Informes de procedimientos de extracción de la materia prima**

Utilizar un mínimo de 20 productos de los instalados permanentemente en el edificio (de 5 fabricantes diferentes) que tengan publicado un informe de sus proveedores de materia prima que incluya: lugares de extracción de la materia prima, compromiso a largo plazo de uso de la tierra de forma ecológicamente responsable, compromiso de reducir el daño medioambiental de la extracción y/o de los procesos de fabricación y compromiso de seguir los estándares

aplicables o los programas voluntarios que aborden la extracción responsable de materiales.

Los productos con CSRs, informes de sostenibilidad corporativa, verificados por terceros (*Third-party verified corporate sustainability reports CSR*) que incluyan los impactos asociados a la extracción, operaciones y actividades tanto de la fabricación como de la cadena de suministro del producto, **computarán en un 100% para el cálculo de cumplimiento del crédito**. Los CSR deberán estar en uno de los marcos normativos aceptado por el USGBC, como es el GRI.

Las autodeclaraciones computan en un 50%.

**EP\* Opción1:** instalar 40 productos (de al menos 5 fabricantes) que cumplan los requisitos.

### Opción 2: Prácticas de extracción

Usar un mínimo del 25% de productos que cumplan con algunos de los criterios de extracción responsable aceptados por el USGBC.

Entre los criterios de extracción sostenible se encuentra el contenido reciclado (valorados dichos productos en el % correspondiente a su contenido reciclado) y la participación en programas de Responsabilidad extendida del productor – EPR, en que se responsabiliza de la recogida y reciclaje de sus productos al final de su ciclo de vida (estos productos se valorarán en un 50%).

**EP\* Opción2:** Comprar el 50% de productos que cumplan los requerimientos.

Los productos provenientes (por extracción, manufactura y compra) de un radio menor a 160 km del lugar del proyecto se computarán en un **200%** (*Location Valuation Factor MR*)

\*EP: Exemplary performance: Rendimiento ejemplar (Punto adicional)

Ejemplo de análisis	N/A
---------------------	-----

Documentos de soporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Informe GRI Saint-Gobain</b></li> <li>• <b>Información adicional a informe GRI</b></li> <li>• <b>Certificado ambiental YESOS LEED_BREEAM</b></li> </ul>
-----------------------	---

Estándar de referencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Global Reporting Initiative (GRI) Sustainability Report: <a href="http://globalreporting.org/">globalreporting.org/</a></li> <li>• Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Guidelines for Multinational Enterprises: <a href="http://oecd.org/daf/internationalinvestment/guidelinesformultinationalenterprises/">oecd.org/daf/internationalinvestment/guidelinesformultinationalenterprises/</a></li> <li>• U.N. Global Compact, Communication of Progress: <a href="http://unglobalcompact.org/cop/">unglobalcompact.org/cop/</a></li> <li>• ISO 26000—2010 Guidance on Social Responsibility: <a href="http://iso.org/iso/home/standards/iso26000.htm">iso.org/iso/home/standards/iso26000.htm</a></li> <li>• Sustainable Agriculture Network: <a href="http://sanstandards.org">sanstandards.org</a></li> <li>• ASTM Test Method D6866: <a href="http://astm.org/Standards/D6866.htm">astm.org/Standards/D6866.htm</a></li> <li>• International Standards ISO 14021-1999, Environmental Labels and Declarations —Self Declared</li> <li>• Environmental Claims (Type II Environmental Labeling): <a href="http://iso.org/catalogue_detail.htm?csnumber=23146">iso.org/catalogue_detail.htm?csnumber=23146</a></li> </ul>
------------------------	---



## CATEGORÍA MATERIALES Y RECURSOS (MR)

### ◆ MR Optimización de producto y transparencia - Componentes del material (NC, CS, SNC, RNC, HC, HNC, DCNC, WNC, CI, RCI, HCI)

<b>Objetivo</b>	Fomentar el uso de productos y materiales que disponen de información sobre su ciclo de vida y que demuestran una reducción de los impactos asociados al mismo. Premiar la selección de productos que tengan información sobre los ingredientes químicos contenidos en los mismos (según una metodología aceptada y verificada) para minimizar el uso y generación de sustancias potencialmente dañinas. También para premiar a los fabricantes de productos con reducción de impactos en su ciclo de vida (verificados).
<b>Datos de cumplimiento</b>	<p><b>Opción 1:</b> Placo® publica la composición de sus productos, hasta un 0,1%, indicando su función, cantidad y el nivel de riesgo (Hazard screen) según el programa “Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals rev.6 (2015) (GHS)”.</p> <p><b>Opción 2:</b> Los yesos y pastas de Placo® no contienen sustancias de la lista de Autorización REACH (Anexo IV) de la lista de restricción, ni de la lista de sustancias candidatas a incluirse (SVHC Candidate list).</p>
<b>Procedimiento de evaluación</b>	<p><b>Opción 1. Transparencia en la composición del producto</b> Utilizar un mínimo de 20 productos de los instalados permanentemente en el edificio (de 5 fabricantes diferentes) que indiquen la composición del producto en uno de los formatos aceptados por USGBC.</p> <p><b>EP*:</b> Comprar al menos 40 productos del edificio instalados permanentemente que cumplen el criterio del crédito.</p> <p><b>Opción 2. Mejora de los componentes del material. Procedimiento alternativo para proyectos internacionales - REACH</b> Utilizar un mínimo del 25% de productos instalados permanentemente en el edificio (% según el coste) que no contengan sustancias de la lista de Autorización REACH (Anexo IV), de la lista de restricción, ni de la lista de sustancias candidatas a incluirse (SVHC Candidate list), habiéndose analizado a 100ppm. Estos productos computan en un 100% para el cálculo de cumplimiento del crédito. Los productos provenientes (por extracción<sup>1</sup>, manufactura<sup>1</sup> y compra) de un radio menor a 160 km del lugar del proyecto se computarán en un 200% (Location Valuation Factor MR).</p> <p><b>EP*:</b> Comprar al menos el 50% evaluado por coste de todos los productos del edificio instalados permanentemente que cumplen el criterio del crédito.</p>
<b>Ejemplo de análisis</b>	N/A
<b>Documentos de soporte</b>	<i>Declaración de componentes productos Placo®</i>
<b>Estándar de referencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemical Abstracts Service: cas.org/</li> <li>• Health Product Declaration: hpdcollaborative.org/</li> </ul>

- Cradle-to-Cradle CertifiedCM Product Standard:  
[c2ccertified.org/product\\_certification](http://c2ccertified.org/product_certification)
- Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals  
(REACH):[echa.europa.eu/support/guidance-on-reach-and-clp-implementation](http://echa.europa.eu/support/guidance-on-reach-and-clp-implementation)
- GreenScreen: [cleanproduction.org/Greenscreen.v1-2.php](http://cleanproduction.org/Greenscreen.v1-2.php)





## CATEGORÍA MATERIALES Y RECURSOS (MR)

### ◆ MR Compras - mantenimiento y renovación del proyecto (EB, SEB, REB, HEB, DCEB, WEB)

**Objetivo** Reducir el daño ambiental de los materiales utilizados en la renovación de edificios.

**Datos de cumplimiento** Los productos evaluados contribuyen a la opción 1 mediante:

- Los yesos y pastas Placo® recogidos en el documento “Listado de productos con certificado COVs” cuentan con el sello Indoor Air Comfort GOLD, que garantiza el cumplimiento del estándar AgBB. Se adjunta, además del listado de productos con certificados de COVs, las declaraciones con el nivel de emisión de COVs de las pastas y yesos.
- Los yesos y pastas de Placo® no contiene sustancias consideradas según el REACH como sustancias altamente preocupantes.

**Procedimiento de evaluación** Opción 1. Productos y materiales.

Comprar el 50% (según coste) de los materiales para mantenimiento y renovación que cumplan al menos uno de los siguientes criterios:

- Contenido reciclado.
- Productos de madera certificados FSC.
- Materiales biológicos con Sustainable Agriculture Standard del Sustainable Agriculture Network's.
- Reutilización de materiales (productos recuperados, restaurados o reutilizados).
- Responsabilidad extendida del productor. Productos cuyo fabricante participa en un programa de responsabilidad extendida del productor o es directamente responsable de la responsabilidad extendida del productor. Dichos productos se valoran al 50% de su costo.
- GreenScreen v1.2 Benchmark. Productos con inventario de componentes químicos (a 100 ppm) y documentan no tener riesgos
- Productos certificados Cradle to Cradle.
- REACH. Productos que no contengan sustancias consideradas según el REACH como sustancias altamente preocupantes.
- Fabricante de productos que participan en programas validados y sólidos de seguridad, salud, riesgo y riesgo en la cadena de suministro que, como mínimo, documentan al menos el 99% (en peso) de los ingredientes utilizados para elaborar el producto. Dichos programas han de estar verificados por una tercera parte independiente.
- VOCs:
  - Productos no emisores de VOCs. Los productos aplicables son aislamiento térmico y acústico, solados y acabados de solados, pastas y acabados de techos, paredes y acabados de pared. Han de ser no emisores por naturaleza o deben estar analizados según uno de los siguientes estándares:
    - California Department of Public Health Standard Method V1.1–2010, utilizando el escenario de exposición aplicable.
    - AgBB (2010).
  - Productos de aplicación húmeda: Además de cumplir con los requisitos descritos en el punto anterior, no deben contener

niveles de COVs superiores a los definidos por LEED para cada caso.

- Mobiliario fijo de compuestos de madera ha de ser de baja emisión de formaldehído: ULEF o NAF según California Air Resources Board.

Los productos provenientes (por extracción, manufactura y compra) de un radio menor a 160 km del lugar del proyecto se computarán en un 200% (Location Valuation Factor MR).

**EP\* Opción 1:** El 95% de los materiales han de cumplir los requisitos de crédito.

\*EP – Exemplary performance: Requisitos para el Rendimiento ejemplar (ver categoría Innovación en el Diseño)

#### Ejemplo de análisis

N/A

#### Documentos de soporte

- **Listado de productos con certificado COVs.**
- **Nivel de emisión de COVs pastas**
- **Nivel de emisión de COVs yesos**
- **Declaración de componentes productos Placo®.**

#### Estándar de referencia

- ASTM Test Method D6866
- Forest Stewardship Council
- Sustainable Agriculture Network
- 
- ISO Guide 65
- ISO 17025
- ISO 16000-3:2011- Indoor air -- Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor air and test chamber air -- Active sampling method
- ISO 16000-6:2011- Indoor air -- Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID
- ISO 16000-11:2006- Indoor air -- Part 11: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing -- Sampling, storage of samples and preparation of test specimens
- German AgBB Testing and Evaluation Scheme (2010)
- California Air Resources Board (CARB) 93120 Airborne Toxic Control Measure (ATCM) for formaldehyde emissions from composite wood products
- South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) Rule 1168
- South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) Rule 1113
- European Decopaint Directive
- Canadian VOC Concentration Limits for Architectural Coatings
- Hong Kong Air Pollution Control Regulation
- GreenScreen
- Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)
- ANSI/BIFMA M7.1–2011
- ANSI/BIFMA e3–2011 Furniture Sustainability Standard
- DIBt testing method (2010)



## CATEGORÍA MATERIALES Y RECURSOS (MR)

### ◆ MR Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (NC, CS, SNC, RNC, HC, HNC, DCNC, WNC, CI, RCI, HCI)

**Objetivo** Reducir los residuos de construcción y demolición depositados en vertederos e incinerados por medio de la recuperación, reutilización y reciclaje.

**Datos de cumplimiento** Los productos de pastas Placo® generan pocos residuos en obra, siendo éstos revalorizables.

Además, desde Placo® se desarrolla formación dirigida a profesionales instaladores enfocada en la instalación del producto de la mejor manera posible, permitiendo minimizar así la generación de residuos.

Los embalajes habitualmente empleados, sacos (350-650g/unidad), palet (25kg/unidad aprox.) y film (0,9-1g/cm<sup>3</sup>), pueden separarse fácilmente y son totalmente reciclables por recicladores especializados.

#### Procedimiento de evaluación **Opción 1. Reciclaje de los Residuos generados en obra**

Reciclar el 50-75% de los residuos generados en obra, incluyendo el reciclaje de 3-4 productos diferenciados.

#### **Opción 2. Reducción de los Residuos generados en obra**

No generar más de 12,2 kilogramos de residuos de construcción por metro cuadrado de edificio construido.

**EP\* Cumplir además la Opción 1:** Reciclar el 50-75% de los residuos de obra, incluyendo 3-4 tipos de residuos.

\*EP – Exemplary performance: Requisitos para el Rendimiento ejemplar (ver categoría Innovación en el Diseño)

**Ejemplo de análisis** N/A

**Documentos de soporte**

- Certificado ambiental PASTAS LEED\_BREEAM
- Certificado ambiental YESOS LEED\_BREEAM

**Estándar de referencia**

- European Commission Waste Framework Directive 2008/98/EC
- European Commission Waste Incineration Directive 2000/76/EC
- EN 303-1—1999/A1—2003
- EN 303-3—1998/AC—2006
- EN 303-4—1999
- EN 303-5—2012
- EN 303-6—2000
- EN 303-7—2006



## CATEGORÍA CALIDAD DE AMBIENTE INTERIOR (IEQ)

### ◆ IEQ Materiales de bajas emisiones (NC, CS, SNC, RNC, HCNC, HNC, DCNC, WNC, CI, RCI, HCI)

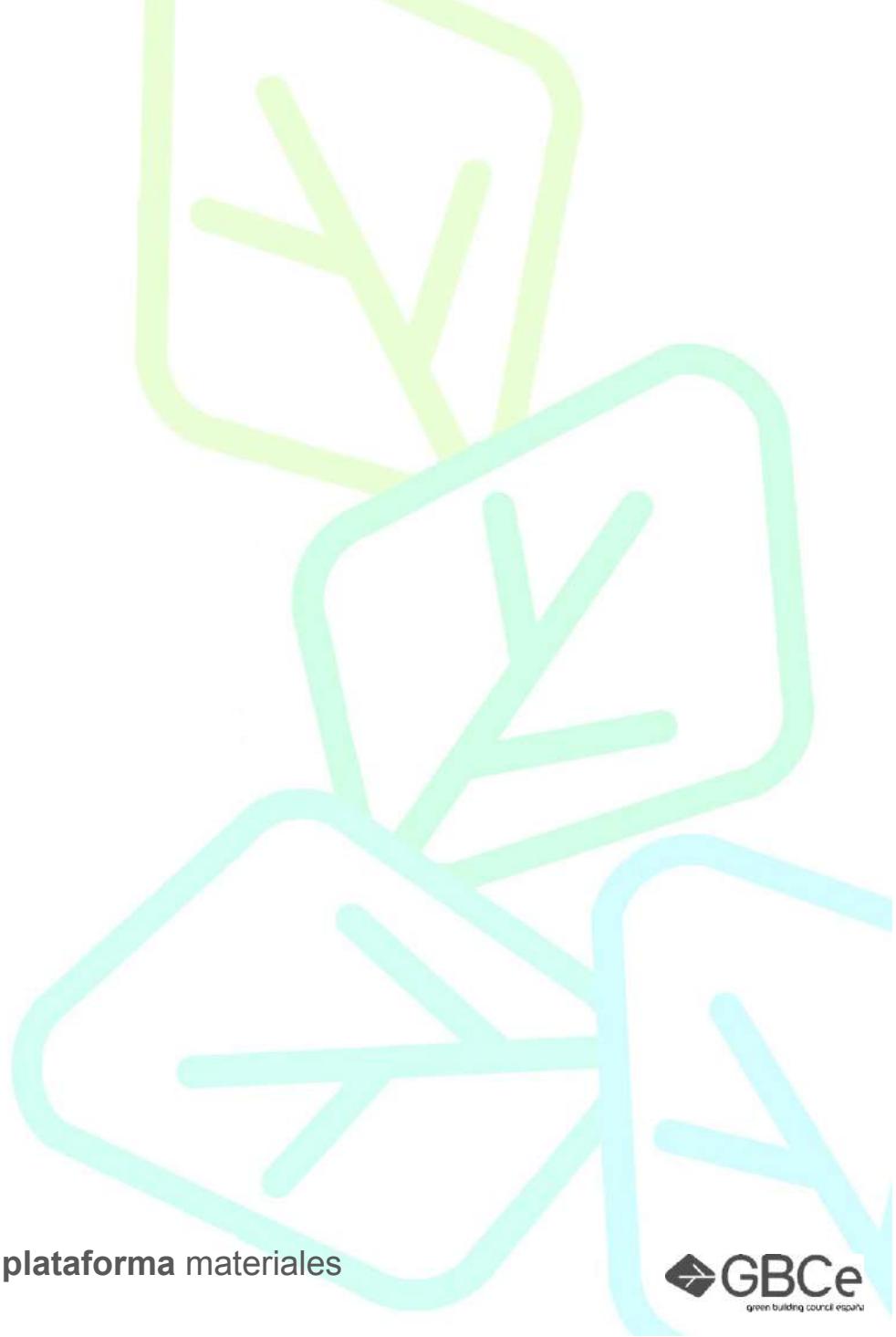
<b>Objetivo</b>	Reducir las concentraciones de contaminantes químicos que pueden dañar la calidad del aire, la salud y la productividad de los ocupantes, así como el medio ambiente.
<b>Datos de cumplimiento</b>	<p>Las pastas y yesos de Placo® recogidos en el documento “Listado de productos con certificado COVs” cuentan con el sello Indoor Air Comfort GOLD. Se adjunta, además del listado de productos con certificados de COVs, las declaraciones con el nivel de emisión de COVs de las pastas y yesos.</p> <p>La certificación Indoor Comfort Gold implica el cumplimiento de AgBB y la etiqueta francesa A+ entre otros, y está aceptada por LEED para demostrar cumplimiento de la <i>Evaluación General de Emisiones</i>. Por lo tanto, pueden contribuir al cumplimiento de los requisitos del crédito.</p>
<b>Procedimiento de evaluación</b>	<p>El objetivo de este crédito es el empleo de productos para la construcción del edificio, con muy bajas emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles.</p> <p>Existen dos opciones disponibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Opción 1:</b> define varias categorías de productos y otorga puntos según el número de categorías que cumplan los requisitos de bajas emisiones de COVs.</li> <li>• <b>Opción 2:</b> Si algún producto en alguna categoría no cumple con los criterios, puede emplearse la opción 2 para realizar un cálculo ponderado, y computar el cumplimiento parcial de varias categorías.</li> </ul> <p>Los <b>productos para la formación de muros</b> han de cumplir los siguientes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Evaluación general de emisiones:</i> realizar un ensayo de emisiones en un laboratorio acreditado, según algunos de los estándares aceptados por USGBC.</li> <li>• <i>Contenido en COVs para los productos de aplicación líquida:</i> Cumplir con el límite de contenido en COVs fijado por los estándares reconocidos por USGBC.</li> </ul> <p>Los productos que inherentemente no son emisores de COVs cumplen con los requisitos del crédito sin necesidad de presentar ensayos, siempre que no tengan recubrimientos, aglutinantes o sellantes de base orgánica.</p> <p>En hospitales y centros educativos existen además requisitos extra para mantas de aislamiento y algunos productos ubicados en el exterior del edificio como son adhesivos, sellantes, revestimientos, cubiertas y materiales de impermeabilización de aplicación in situ.</p> <p><b>EP* Opción 1:</b> Conseguir la máxima puntuación y cumplimiento del 100% de los productos.  <b>EP* Opción 2:</b> Cumplimiento del 100% de los productos.</p>
<b>Ejemplo de análisis</b>	N/A

**Documentos de soporte**

- *Listado de productos con certificado COVs.*
- *Nivel de emisión de COVs pastas*
- *Nivel de emisión de COVs yesos*

**Estándar de referencia**

- CDPH Standard Method v1.1–2010: cal-iaq.org
- ISO 17025, ISO Guide 65 e ISO 16000 partes 3, 6, 7, 11: iso.org
- AgBB-2010: umweltbundesamt.de/produkte-e/bauprodukte/agbb.htm
- South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) Rule 1168 y Rule 1113: aqmd.gov
- European Decopaint Directive: ec.europa.eu/environment/air/pollutants/stationary/paints/paints\_legis.htm
- Canadian VOC Concentration Limits for Architectural Coatings: ec.gc.ca/lcpe-cepa/eng/regulations/detailReg.cfm?intReg=117
- Hong Kong Air Pollution Control Regulation: epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/air\_maincontent.html
- CARB 93120 ATCM: arb.ca.gov/toxics/compwood/compwood.htm
- ANSI/BIFMA M7.1 Standard Test Method for Determining VOC Emissions from Office Furniture Systems, Components and Seating y ANSI/BIFMA e3–2011 Furniture Sustainability Standard: bifma.org





## CATEGORÍA CALIDAD DE AMBIENTE INTERIOR (IEQ)

### ◆ IEQ Análisis de la calidad del aire interior (NC, SNC, RNC, HCNC, HNC, DCNC, WNC, CI, RCI, HCI)

**Objetivo** Establecer una mejor calidad del aire interior en el edificio después de la construcción y durante la ocupación.

**Datos de cumplimiento** Las pastas y yesos de Placo® cuentan con el sello Indoor Air Comfort GOLD. Se adjunta un listado de productos con certificados de COVs y declaraciones con el nivel de emisión de COVs de las pastas y yesos.

La certificación Indoor Comfort Gold implica el cumplimiento de AgBB y la etiqueta francesa A+ entre otros, y está aceptada por LEED para demostrar cumplimiento de la *Evaluación General de Emisiones*.

Por lo tanto, pueden contribuir al cumplimiento de los requisitos del crédito.

**Procedimiento de evaluación** **Opción 2:**

Análisis de la calidad del aire según los estándares ASTM, compendio EPA o ISO aceptados por LEED para cada tipo de contaminante.

Ha de medirse la concentración, en todos los espacios con ocupación habitual, de los siguientes contaminantes: Formaldehido, partículas PM10 y PM 2.5, ozono, VOCs considerados en el listado de CDPH Standard Method v1.1 (Tabla 4-1) y monóxido de carbono. No podrán superarse las concentraciones mínimas establecidas por LEED para cada caso.

El laboratorio que realice el ensayo ha de estar acreditado según ISO/IEC 17025.

**Ejemplo de análisis** N/A

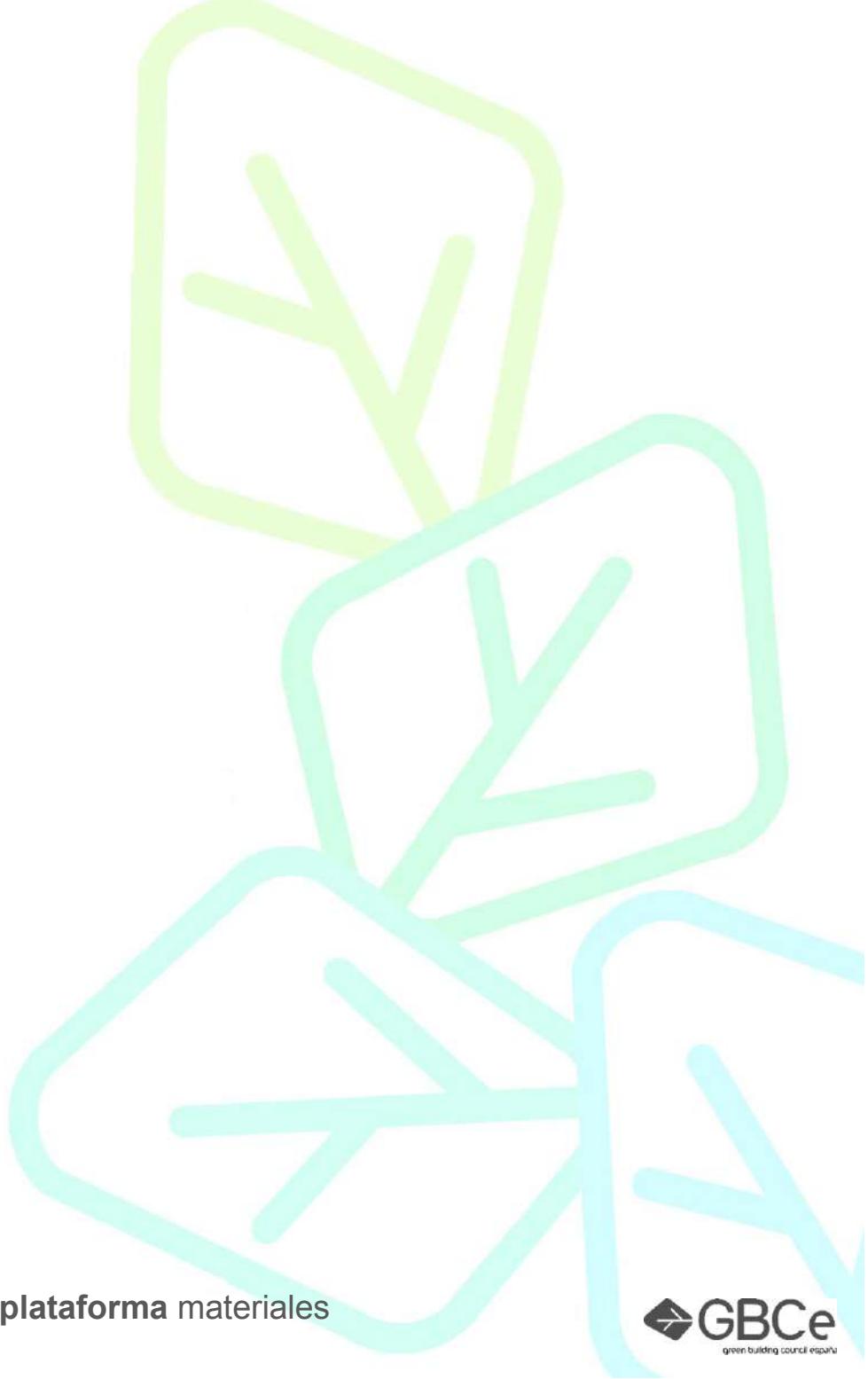
**Documentos de soporte**

- *Listado de productos con certificado COVs.*
- *Nivel de emisión de COVs pastas*
- *Nivel de emisión de COVs yesos*

**Estándar de referencia**

- ASTM D5197–09e1 Standard Test Method for Determination of Formaldehyde and Other Carbonyl Compounds in Air (Active Sampler Methodology): [astm.org/Standards/D5197.htm](http://astm.org/Standards/D5197.htm)
- ASTM D5149–02(2008) Standard Test Method for Ozone in the Atmosphere: Continuous Measurement by Ethylene Chemiluminescence: [astm.org/Standards/D5149](http://astm.org/Standards/D5149)
- ISO 16000-3, Indoor air—Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor air and test chamber air—Active sampling method: [iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=51812](http://iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=51812)
- ISO 16000-6, Indoor air—Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID: [iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=52213](http://iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=52213)
- ISO 4224 Ambient air—Determination of carbon monoxide—Nondispersive infrared spectrometric method: [iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=32229](http://iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=32229)

- ISO 7708 Air quality—Particle size fraction definitions for health-related sampling:  
[iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=14534](http://iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=14534)
- ISO 13964 Air quality—Determination of ozone in ambient air—Ultraviolet photometric method:  
[iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=23528](http://iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=23528)
- U.S. EPA Compendium of Methods for the Determination of Air Pollutants in Indoor Air, IP-1: Volatile Organic Compounds, IP-3: Carbon Monoxide and Carbon Dioxide, IP-6: Formaldehyde and other aldehydes/ketones, IP-10: Volatile Organic Compounds: [nepis.epa.gov](http://nepis.epa.gov)
- U.S. EPA Compendium of Methods for the Determination of Inorganic Compounds in Ambient Air, TO-1: Volatile Organic Compounds, TO-11: Formaldehyde, TO-15: Volatile Organic Compounds, TO-17: Volatile Organic Compounds: [epa.gov/ttnamti1/airtox.html](http://epa.gov/ttnamti1/airtox.html)
- California Department of Public Health, Standard Method for the Testing and Evaluation of Volatile Organic Chemical Emissions from Indoor Sources using Environmental Chambers, v1.1–2010: [cal-iaq.org/separador/voc/standard-method](http://cal-iaq.org/separador/voc/standard-method)





## CATEGORÍA INNOVACIÓN EN EL DISEÑO (ID)

### ◆ ID Innovación

**(NC, CS, SNC, RNC, HC, HNC, DCNC, WNC, CI, RCI, HCI EB, SEB, REB, HEB, DCEB, WEB)**

#### Objetivo

Premiar los proyectos que alcanzan un rendimiento excepcional o innovador en el cumplimiento de los requisitos LEED.

#### Datos de cumplimiento

Los paneles de yeso laminado Placo® pueden contribuir a cumplir los requisitos del rendimiento ejemplar en los créditos:

- MR - Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio
- MR - Optimización de producto y divulgación - Declaración Ambiental de Producto
- MR - Optimización de producto y divulgación - Extracción de los Materiales
- MR - Optimización de producto y divulgación - Ingredientes del material
- MR – Compras, mantenimiento y renovación del proyecto
- EQ - Materiales de bajas emisiones

#### Procedimiento de evaluación

##### Opción 3: Rendimiento ejemplar (Exemplary Performance – EP)

Algunos créditos LEED dan la opción de obtener un punto extra por Rendimiento Ejemplar (EP) si se superan las exigencias de dicho crédito, alcanzando los valores definidos por LEED como Rendimiento ejemplar (EP).

#### Ejemplo de análisis

N/A

#### Documentos de soporte

Ver crédito correspondiente.

#### Estándar de referencia

Ver crédito correspondiente.

# RESUMEN DE REQUISITOS BREEAM



## SALUD Y BIENESTAR

SyB 2 Calidad del aire interior



## MATERIALES

MAT 1 Impactos del ciclo de vida

MAT 3, Aprovisionamiento responsable de materiales / productos de construcción



## RESIDUOS

RSD 1 Gestión de residuos de construcción / en obra

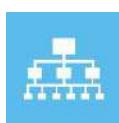


## INNOVACIÓN

INNOVACIÓN / NIVEL EJEMPLAR



### Categorías medioambientales BREAM ES



Gestión



Salud y bienestar



Energía



Transporte



Agua



Materiales



Residuos



Uso del suelo y ecología



Contaminación



Innovación

### Estándares de Certificación BREAM ES

UR BREAM ES Urbanismo

NC BREAM ES Nueva Construcción

VIV BREAM ES vivienda

USO BREAM ES En Uso

# FICHA DE REQUISITOS

## BREAM ES



### CATEGORÍA SALUD Y BIENESTAR

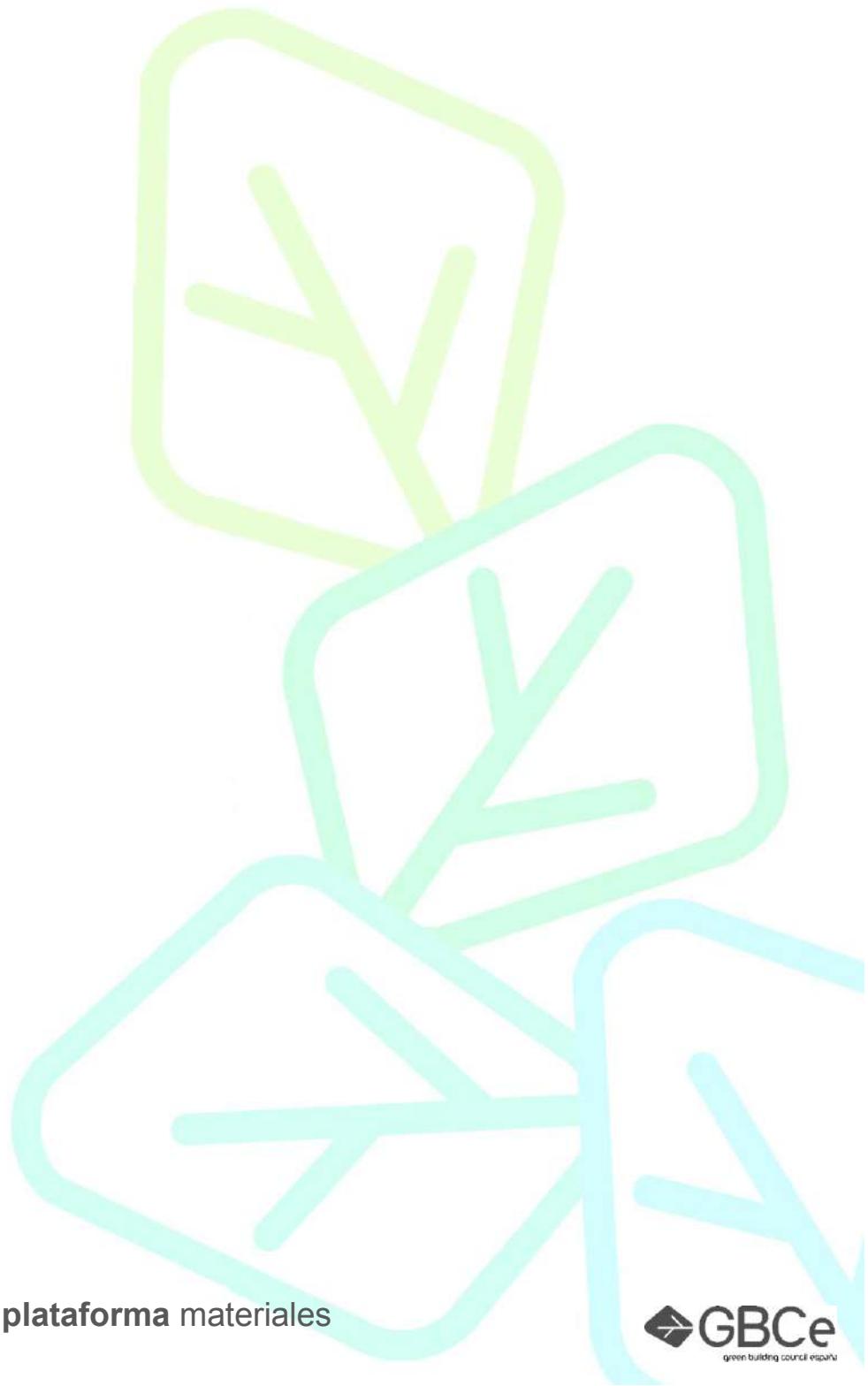
#### ◆ SyB 2 Calidad del Aire Interior (BREEAM ES VIVIENDA 2020)

<b>Objetivo</b>	Reconocer e incentivar un entorno interno saludable mediante la especificación y la instalación de sistemas de ventilación, equipos y acabados adecuados.
<b>Datos de cumplimiento</b>	<p>El contenido COVT de los yesos y pastas de Placo ® es &lt; 100µg/m<sup>3</sup> (&lt;1.0mg/m<sup>3</sup> por lo tanto), como recoge el documento "Nivel de emisión de Compuestos Orgánicos Volátiles".</p> <p>Muchos de los yesos y pastas de Placo cuentan con el sello Indoor Air Comfort GOLD para evaluar su emisión de COVs, como se recoge en el Listado de productos con certificado COVs.</p> <p>La certificación Indoor Comfort Gold está reconocida por BREEAM para la justificación del criterio, según se refleja en la nota técnica NT 24. Por lo tanto, pueden contribuir al cumplimiento de los requisitos del crédito.</p>
<b>Procedimiento de evaluación</b>	<p>BREEAM valora, entre otros aspectos, la inclusión de productos con bajas emisiones de compuestos orgánicos (criterio 3 – Compuestos Orgánicos Volátiles).</p> <p>BREEAM Vivienda valora las siguientes categorías de productos en este requisito:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pinturas y barnices interiores y revestimientos</li> <li>• Productos derivados de la madera</li> <li>• Materiales de suelos (incluyendo nivelaciones y suelos de resina)</li> <li>• Materiales de techos, paredes y materiales acústicos y aislamientos térmicos</li> <li>• Adhesivos interiores y sellantes (incluidos adhesivos de suelos)</li> </ul> <p>Para justificar el cumplimiento del criterio, los fabricantes habrán de aportar ensayos justificando el cumplimiento de sus productos o certificados de sistemas reconocidos para las emisiones de productos de construcción (según nota técnica NT 24).</p> <p>El fabricante también debe confirmar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (i) los productos cumplen con el límite máximo relevante de contenido de COVT especificado en el manual técnico;</li> <li>• (ii) los productos destinados a ser utilizados en zonas húmedas (por ejemplo, baños, cocinas, cuartos de servicio) protegen contra el crecimiento de moho.</li> </ul>
<b>Ejemplo de análisis</b>	NA
<b>Documentos de soporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Listado de productos con certificado COVs</i></li> <li>• <i>Nivel de emisión de COVs pastas</i></li> </ul>

- *Nivel de emisión de COVs yesos*
- *Declaraciones A+*

**Estándar de referencia**

- UNE-EN ISO 140 (Serie). Acústica. Medición del aislamiento acústico de los edificios y de los elementos de construcción.
- UNE-EN ISO 3382-2:200822 Acústica. Medición de parámetros acústicos en recintos. Parte 2: Tiempo de reverberación en recintos ordinarios
- UNE-EN ISO 3382-3:201223 Acústica. Medición de parámetros acústicos en recintos. Parte 3: Oficinas diáfanas
- UNE EN 12354
- UNE EN ISO 140
- UNE EN 717





## CATEGORÍA MATERIALES

### MAT 1 Impactos del ciclo de vida (BREEAM ES NUEVA CONSTRUCCIÓN 2015, BREEAM ES VIVIENDA 2020)

**Objetivo** Reconocer e impulsar el uso de herramientas robustas y adecuadas para el análisis del ciclo de vida y, por consiguiente, la especificación de materiales de construcción con un bajo impacto ambiental (también en términos de carbono incorporado) a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio.

**Datos de cumplimiento**

**Opción 1, DAPs:**

Los yesos y pastas Placo® recogidos en el documento “Listado de productos con DAPs” cuentan con DAPs verificadas por una tercera parte independiente, cumpliendo con la ISO 14025 y EN 15804. Se adjunta, además del listado de productos con DAPs, las DAPs correspondientes

Para más información contactar con [oficinatecnica.placo@saint-gobain.com](mailto:oficinatecnica.placo@saint-gobain.com)

Las DAPs de pastas son DAPs de 1 producto que se fabrica en un único emplazamiento. Contribuyen por lo tanto al cumplimiento del criterio con una valoración de 1,5 para el esquema de BREEAM Vivienda 2020.

Las DAPs de yesos son DAPs de 1 producto que se fabrica más de un emplazamiento. Contribuyen por lo tanto al cumplimiento del criterio con una valoración de 1,25 para el esquema de BREEAM Vivienda 2020.

Nota: El cumplimiento de este requisito dependerá además de la disposición de DAPs del resto de productos reconocidos por BREEAM.

#### **Opción 2, Análisis de Ciclo de Vida:**

Los impactos evaluados en las DAPs pueden emplearse para la realización del ACV contribuyendo de esta forma al cumplimiento de los requisitos BREEAM respecto al análisis de ciclo de vida. Los datos de las DAPs están verificados con la norma ISO 15804 y cuentan con numerosos indicadores disponibles de impactos ambientales, generación de residuos, consumo de agua y consumo energético.

NOTA: El resultado final para determinar los puntos totales depende de los sistemas constructivos utilizados para la estructura y los cerramientos del edificio.

#### **Procedimiento de evaluación**

##### **OPCIÓN 1**

Se han especificado productos con Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) en las siguientes categorías:

- Maderas, compuestos o tableros de maderas
- Hormigón o cementos
- Metales
- Piedras o gravas
- Cerámicas o materiales basados en arcillas (ladrillos, baldosas y otras cerámicas)
- Yesos laminados y escayolas
- Vidrios
- Plásticos, polímeros, materiales bituminosos y además, en VIV 2020, resinas, pinturas y químicos.

- Fibra o piel animal, fibra de celulosa (No considerado en NC 2015)
- Aislamiento (No considerado en VIV 2020)
- Otros

Si un producto de construcción está compuesto por más de un material, se tiene que seleccionar dentro de las categorías de materiales el que represente la mayoría del producto (por volumen).

BREEAM Vivienda otorga distinta valoración a las DAPs en función de los siguientes aspectos:

- 0.50: DAPs sectoriales.
- 1.25: DAPs una familia de productos de un solo fabricante (o de un solo producto que se fabrique en más de un emplazamiento).
- 1.50: DAPs de un producto.

## OPCIÓN 2

El proyecto emplea una herramienta de análisis del ciclo de vida (ACV), según las especificaciones BREEAM, para medir el impacto ambiental del ciclo de vida de los elementos del edificio.

El análisis incluirá, como mínimo fachadas, ventanas, pavimentos interiores, forjados, particiones interiores verticales, medianerías y cubiertas. La inclusión de elementos de paisajismo (pavimentos y muros exteriores), estructura, protecciones solares, techos, pasamanos, puertas y ventanas interiores, paramentos interiores e instalaciones es optativa.

La puntuación obtenida en este criterio depende del rigor del análisis del ciclo de vida en términos de la calidad de la calculadora/método de evaluación, así como de sus datos y del ámbito incluido en la evaluación (en relación con los elementos de construcción).

### Nivel ejemplar (1 punto extra):

- BREEAM ES Vivienda: Se obtiene el 85% de los puntos tanto para obra nueva como para rehabilitación según la calculadora BREEAM.
- BREEAM ES Nueva Construcción: Se han realizado ACVs rigurosos en los que se incluye la mayoría de los elementos del edificio.

<b>Ejemplo de análisis</b>	NA
<b>Documentos de soporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Listado de productos con DAPs.</b></li> <li>• <b>DAPs / EPDs</b></li> <li>• <b>Declaraciones Ambientales de Producto (DAP):</b> <a href="https://www.placo.es/es/download-center">https://www.placo.es/es/download-center</a></li> </ul>
<b>Estándar de referencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>UNE-EN 15804:2012. Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción.</i></li> <li>• <i>UNE-EN 15978:2012. Sostenibilidad de la construcción. Evaluación del comportamiento ambiental de los edificios. Métodos de cálculo.</i></li> </ul>



## CATEGORÍA MATERIALES

### ◆ MAT3 – Aprovisionamiento responsable de materiales / productos de construcción (BREEAM ES NUEVA CONSTRUCCIÓN 2015, BREEAM ES VIVIENDA 2020)

**Objetivo** Reconocer e impulsar la especificación y aprovisionamiento responsable de los productos de construcción.

**Datos de cumplimiento** Placo® contribuye a este requisito mediante su certificado ISO 14001 que incluye tanto la fabricación como la extracción en canteras Placo®. Engloba por lo tanto el proceso clave y el proceso de la cadena de suministro, valorado por BREEAM con 2 puntos.

**Procedimiento de evaluación** La concesión de puntos se asigna a diferentes elementos de construcción.

Para justificar el cumplimiento, cada producto deberá estar certificado de acuerdo con cualquiera de los sistemas de aprovisionamiento responsable aprobados por BREEAM, según se enumeran en la nota técnica NT 25, entre los que se encuentra la ISO 14001.

A cada uno de los materiales aplicables se les asignará un nivel de certificación de aprovisionamiento responsable con su puntuación correspondiente. Dicho nivel dependerá del sistema empleado para la certificación y el ámbito de certificación.

Nivel ejemplar para BREEAM ES:

Exceder los requisitos de aprovisionamiento responsable valorados por BREEAM, alcanzando el 50 % (VIV 2020) o 70 % (NC 2015) de los puntos de aprovisionamiento responsable disponibles.

**Ejemplo de análisis** NA

**Documentos de soporte** CERTIFICADO ISO 14001

**Estándar de referencia**

- UNE-EN ISO 14006:2011. Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño.
- ISO 14001



## CATEGORÍA RESIDUOS

### ◆ RSD 1 Gestión de residuos de construcción / en obra (BREEAM ES NUEVA CONSTRUCCIÓN 2015 y BREEAM ES Vivienda 2020)

**Objetivo** Incentivar la eficiencia de los recursos mediante una gestión eficaz y apropiada de los residuos de construcción.

**Datos de cumplimiento** Los productos de yesos y pastas de Placo® generan pocos residuos en obra, siendo éstos revalorizables.

Además, desde Placo® se desarrolla formación dirigida a profesionales instaladores enfocada en la instalación del producto de la mejor manera posible, permitiendo minimizar así la generación de residuos.

Los embalajes habitualmente empleados, sacos (350-650g/unidad), palet (25kg/unidad aprox.) y film (0,9-1g/cm<sup>3</sup>), pueden separarse fácilmente y son totalmente reciclables por recicladores especializados

**Procedimiento de evaluación** BREEAM ES valora, entre otras, las siguientes estrategias:

#### Desvío de recursos del vertedero:

Reciclaje o reutilización de residuos un 10% por encima de la tasa nacional. Una cantidad significativa de residuos de demolición y de construcción no peligrosos generados en el proyecto se han desviado del vertedero de acuerdo con las cifras incluidas en la Tabla 30 que se muestra a continuación:

Tabla 30: Objetivos BREEAM en materia de desvíos del vertedero del acuerdo a la tasa nacional de recuperación de residuos de construcción y demolición

Tasa nacional de recuperación	Tipo de residuos	Un punto	Nivel ejemplar
		Tasas objetivo BREEAM en materia de desvíos del vertedero	
>70% (por peso)	Construcción	Superar en más de un 10% la tasa nacional	Superar en más de un 25% la tasa nacional
>70% (por peso)	Demolición	Superar en más de un 10% la tasa nacional	Superar en más de un 25% la tasa nacional

Los materiales de desecho se deberán clasificar en grupos de residuos independientes a través de un gestor de recuperación autorizado.

A partir de los datos recopilados, se documentará lo siguiente:

- El destino de los residuos no peligrosos retirados del emplazamiento (es decir, la planta y su dirección).
- El nivel de residuos desviado del vertedero expresado como un porcentaje del total generado; O los m<sup>3</sup> de residuos por 100 m<sup>2</sup>; O las toneladas de residuos por 100 m<sup>2</sup>.

#### Criterios de nivel ejemplar:

Cumplir todos los requisitos del criterio y superar en un 25% el porcentaje de residuos de construcción y demolición no peligrosos desviados del vertedero, respecto a la tasa nacional.

**Ejemplo de análisis** N/A

**Documentos de soporte**

- Certificado ambiental PASTAS LEED\_BREEAM

**Estándar de referencia** N/A



## CATEGORÍA INNOVACIÓN

### INNOVACIÓN / NIVEL EJEMPLAR (BREEAM ES NUEVA CONSTRUCCIÓN 2015, BREEAM ES VIVIENDA 2011)

**Objetivo** Incentivar la innovación dentro del sector de la construcción a través del reconocimiento de mejoras en el ámbito de la sostenibilidad que no se recompensen a través de los Requisitos estándar.

**Datos de cumplimiento** Placo® puede contribuir a cumplir con el rendimiento ejemplar en los requisitos:

- SyB 2, Calidad del Aire Interior
- MAT 1, Impactos de ciclo de vida
- MAT 3, Aprovisionamiento responsable de materiales
- RSD 1, Residuos

#### NOTAS:

- Ver criterios de nivel ejemplar en el requisito correspondiente.
- BREEAM ES Nueva Construcción reconoce los puntos de nivel ejemplar en la categoría de Innovación. BREEAM ES Vivienda reconoce los puntos de nivel ejemplar como puntos extraordinarios, pero no están recogidos en una categoría de innovación. No obstante, se han recogido aquí para facilitar la lectura de la ficha.

**Procedimiento de evaluación** Pueden obtenerse hasta un máximo de 10 puntos en innovación por una combinación de las opciones siguientes:

#### Nivel ejemplar en los Requisitos existentes

Algunos créditos BREEAM dan la opción de obtener puntuación extra por demostrar una eficiencia ejemplar a través de la consecución de los criterios de nivel ejemplar definidos en dichos créditos.

#### Innovaciones aprobadas

Se podrá obtener un punto extraordinario por cada Solicitud de Innovación Aprobada por BREEAM ES siempre que se cumplan los criterios definidos en un formulario de solicitud de innovación aprobado.

**Ejemplo de análisis** NA

**Documentos de soporte** Ver Requisitos correspondientes

**Estándar de referencia** NA



# Certificate

## Indoor Air Comfort Gold

PLACO® HERMETIC

*Certified Product*

SAINT GOBAIN PLACO IBERICA SA

*Applicant*

The product complies with Indoor Air Comfort Gold requirements for product type, version 7.0 (2020). These include both inspections of factory production according to DIN 18200 and VOC testing according to EN 16516 by an ISO 17025 accredited laboratory, at regular interval.

Indoor Air Comfort Gold certification ensures that low product emission requirements are fulfilled and is a sign of the applicant's focus on quality and contribution to a healthy indoor environment.

Product type: Levelling compound (wall)

Certificate number: IACG-400-10-25

Issue date: 14 August 2020

Validity date: 14 August 2025

This certificate is valid as specified if regular surveillance and testing is done.

Compliance with Indoor Air Comfort Gold means compliance with VOC requirements on low emitting products of:

Belgium regulation, France VOC class A+, Germany (AgBB/ABG), BREEAM international, BREEAM NOR, BREEAM NL, LEED, WELL Building, SKA Rating, French HQE certification, Italian CAM Edilizia, BVB (Sweden), Eco Product Norway, DGNB, EMICODE EC1Plus, M1, Danish Indoor Climate Label, very low emitting products according to EN 16798-1, Singapore Green Label, GreenTag Australia

A handwritten signature in black ink that reads "Thomas Neuhaus".

Thomas Neuhaus

Head of Certification Body

eurofins

Product Testing

# DAU

**20/122 A**

## Documento de adecuación al uso

---

Denominación comercial

**Placo®  
Hermetic**

---

Tipo genérico y uso

Sistema de enlucido interior de cerramientos discontinuos verticales y cerramientos horizontales, destinado a mejorar la estanqueidad al aire de los mismos.

---

Titular del DAU

**SAINT-GOBAIN PLACO  
IBÉRICA S.A.**

Príncipe de Vergara 132, 8<sup>a</sup> planta  
ES-28002 Madrid (Madrid)  
Tel. 902 253 550 – 902 296 226  
[www.placo.es](http://www.placo.es)

---

Planta de producción

Término Vado s/n  
ES-26121 Viguera (La Rioja)

---

Edición vigente y fecha

A 18.12.2020

---

Validez (condicionada a seguimiento anual [\*])

Desde: 18.12.2020  
Hasta: 17.12.2025

---

[\*] La validez del DAU 20/122 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](http://itec.es) y a través del siguiente código QR).




---

Este documento consta de 24 páginas.  
Queda prohibida su reproducción parcial.

**ITeC**

## Control de ediciones

Edición	Fecha	Naturaleza de los cambios respecto a la edición anterior del DAU y apartados afectados
A	18.12.2020	Creación del documento.

# 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.	Limitaciones de uso	5
1.4.	Resumen de prestaciones del producto	5
2.	Componentes del sistema	7
2.1.	Enlucido de yeso	7
2.2.	Pretratamiento de superficie	7
3.	Fabricación y control de producción	9
3.1.	Fabricación	9
3.1.1.	Materias primas	9
3.1.2.	Proceso de fabricación	9
3.1.3.	Presentación del producto	9
3.2.	Control de producción	9
3.2.1.	Control de la materia prima	9
3.2.2.	Control del proceso de fabricación	9
3.2.3.	Control del producto final acabado	9
4.	Almacenamiento, transporte y recepción en obra	10
4.1.	Almacenamiento	10
4.2.	Transporte	10
4.3.	Control de recepción en obra	10
5.	Criterios de proyecto	10
5.1.	Criterios de diseño	10
5.1.1.	Criterios generales	10
5.1.2.	Soluciones herméticas para puntos singulares	10
5.2.	Seguridad en caso de incendio	11
5.2.1.	Reacción al fuego	11
5.2.2.	Resistencia al fuego	11
5.3.	Salubridad	11
5.3.1.	Limitación de condensación	11
5.3.2.	Estanqueidad al aire	11
5.4.	Protección frente al ruido	11
5.5.	Ahorro de energía y aislamiento térmico	12
5.5.1.	Aislamiento térmico	12
5.5.2.	Inercia térmica	12
5.6.	Durabilidad	12
6.	Criterios de ejecución	14
6.1.	Operaciones previas	14
6.2.	Condiciones de aplicación	14
6.3.	Preparación de la superficie	14
6.4.	Condiciones de seguridad	14
6.5.	Ejecución de puntos singulares	14
6.5.1.	Zonas de encuentro	14
6.5.2.	Juntas de dilatación	14
6.5.3.	Superficies de hormigón	14
6.5.4.	Otros puntos singulares	15
6.6.	Preparación de la máquina de proyectar	15
6.6.1.	Elección de la bomba de presión	15
6.6.2.	Elección de boquilla	15
6.7.	Aplicación	15
6.8.	Acabados	15
6.9.	Otras consideraciones	15
7.	Otros criterios	16
7.1.	Criterios de mantenimiento o conservación	16
7.2.	Medidas para la protección del medio ambiente	16

7.2.1.	Tratamiento de residuos	16
7.2.2.	Vertidos	16
8.	Referencias de utilización y visitas de obra	16
8.1.	Referencias de utilización	16
8.2.	Visitas de obra	16
9.	Evaluación de ensayos y cálculos	17
9.1.	Reacción al fuego	17
9.2.	Permeabilidad al vapor de agua	17
9.3.	Estanqueidad al aire	17
9.4.	Identificación del yeso	17
10.	Comisión de Expertos	19
11.	Documentos de referencia	19
12.	Evaluación de la adecuación al uso	21
13.	Seguimiento del DAU	22
14.	Condiciones de uso del DAU	22
15.	Lista de modificaciones de la presente edición	23

# 1. Descripción del sistema y usos previstos

## 1.1. Definición del sistema constructivo

El objeto de este DAU es el sistema de enlucido interior de cerramientos discontinuos verticales y cerramientos horizontales Placo® Hermetic, destinado a mejorar la estanqueidad al aire de los cerramientos, con un espesor reducido de 5-6 mm aplicado en dos capas.

El sistema está formado por los siguientes componentes.

- Enlucido a base de yeso Placo® Hermetic con funciones de estanqueidad al aire. Este producto se clasifica como tipo B1 bajo el marcado CE según UNE EN 13279.
- Pretratamiento de superficies.

## 1.2. Usos a los que está destinado

El sistema Placo® Hermetic puede ser aplicado sobre elementos discontinuos de fábrica de ladrillo, hormigón y paneles cementosos o de yeso, con o sin imprimaciones especiales para ello.

Placo® Hermetic se emplea para mejorar la estanqueidad al aire de las paredes y techos de la

envolvente del edificio de acuerdo a los más altos estándares de estanqueidad establecidos en edificación.

## 1.3. Limitaciones de uso

El sistema Placo® Hermetic está limitado a usos de revestimiento en el interior de edificios. El enlucido se aplica en la cara interior de fábrica de ladrillo cerámico, hormigón y paneles cementosos o de yeso, y separado del trasdosado de placa de yeso laminado o de ladrillo, y no expuesto a la intemperie (véanse las figuras 1.1a, 1.1b y 1.2).

## 1.4. Resumen de prestaciones del producto

En la tabla 1.1 se resumen, de forma sintética, las prestaciones que ofrece el sistema Placo® Hermetic para su uso como enlucido de interior para la mejora de la estanqueidad al aire, así como los apartados del DAU vinculados a éstas.

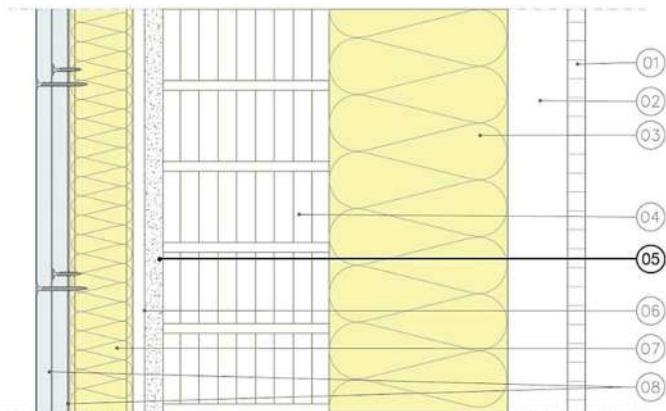
Para la correcta interpretación de la información del presente apartado y correcto uso del producto objeto del DAU, es necesario consultar la totalidad del texto del DAU y, particularmente, los capítulos 4 a 7 que especifican los criterios de proyecto y ejecución que se han de respetar para asegurar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

Exigencia	Característica	Prestación
SE	Resistencia mecánica y estabilidad	No aplicable al sistema Placo® Hermetic. En el capítulo 9 se aportan los datos de resistencia a flexión y compresión del enlucido de yeso del sistema Placo® Hermetic.
	Reacción al fuego	Clase A1. Véase el apartado 5.2.1.
	Resistencia al fuego	No aplicable exclusivamente al sistema Placo® Hermetic. Véase el apartado 5.2.2.
	Limitación de condensaciones	No aplicable exclusivamente al sistema Placo® Hermetic. Véase el apartado 5.3.1.
SI	Estanqueidad al aire	No aplicable exclusivamente al sistema Placo® Hermetic. Véase el apartado 5.3.2. En el capítulo 9 se aportan los datos de mejora de la estanqueidad al aire del sistema Placo® Hermetic.
	Aislamiento a ruido aéreo procedente del exterior	No aplicable exclusivamente al sistema Placo® Hermetic. Véase el apartado 5.4.
HR	Aislamiento térmico	No aplicable exclusivamente al sistema Placo® Hermetic. Véase el apartado 5.5.

Tabla 1.1: Resumen de prestaciones del sistema Placo® Hermetic.

A continuación, se muestran a modo de ejemplo las secciones verticales de unas soluciones de fachada con el fin de ubicar el sistema de enlucido interior Placo® Hermetic. Este sistema es aplicable a cualquier

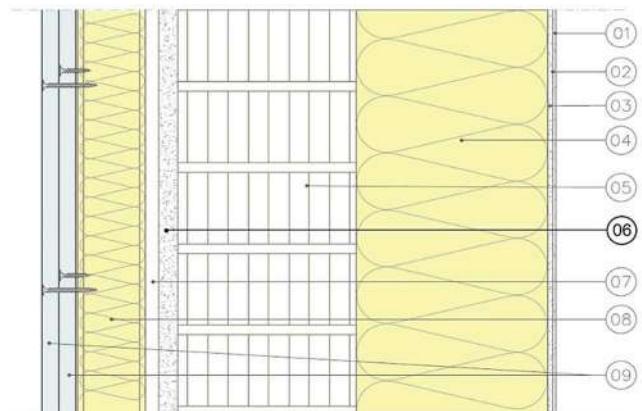
tipo de solución de fachada y no únicamente a los que están representados más abajo.



Leyenda:

- 01 - Revestimiento exterior (madera, cerámica, composite...).
- 02 - Cámara de aire.
- 03 - Lana Mineral.
- 04 - Muro base.
- 05 - Placo® Hermetic.**
- 06 - Cámara de aire.
- 07 - Lana Mineral.
- 08 - Placa Placo® BA13.

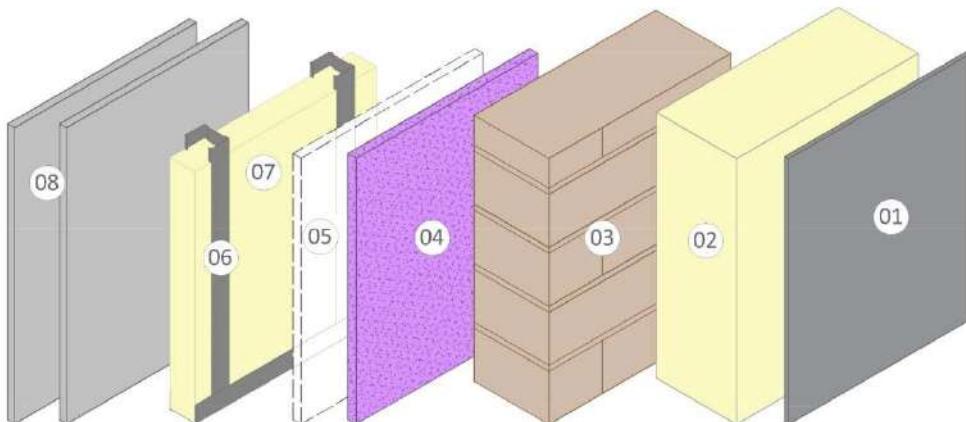
**Figura 1.1a:** Sección vertical de un ejemplo de uso de Placo® Hermetic en fachada ventilada.



Leyenda:

- 01 - Mortero de cal.
- 02 - Malla.
- 03 - Mortero cementoso.
- 04 - Aislamiento térmico.
- 05 - Muro base.
- 06 - Placo® Hermetic.**
- 07 - Cámara de aire
- 08 - Lana Mineral.
- 09 - Placa Placo® BA13.

**Figura 1.1b:** Sección vertical de un ejemplo de uso de Placo® Hermetic en fachada con acabado SATE.



Leyenda:

- 01 - Acabado.
- 02 - Aislamiento térmico.
- 03 - Muro base.
- 04 - Placo® Hermetic.**
- 05 - Cámara de aire.
- 06 - Estructura metálica del trasdosado interior.
- 07 - Lana Mineral.
- 08 - Placa Placo® BA13.

**Figura 1.2:** Perspectiva de un ejemplo de uso de Placo® Hermetic en fachada con acabado SATE.

## 2. Componentes del sistema

### 2.1. Enlucido de yeso

El componente principal del sistema de Placo® Hermetic es el enlucido de yeso Placo® Hermetic.

Placo® Hermetic, producto a base de yeso B1 de construcción para su aplicación mecánica para revestir paredes y techos en el interior de edificios, con marcado CE según UNE EN 13279 - 1:2008, que se aplica como componente del sistema de hermeticidad de la envolvente del edificio.

Las principales características del enlucido Placo® Hermetic son las indicadas en las tablas 2.1 y 2.2.

- Puente de adherencia Ibercontak® para unir revestimientos de yeso sobre superficies típicas de obra con poca o nula absorción (hormigón liso o poliestireno) (véase la tabla 2.3).
- Imprimación Iberprimer® para homogeneizar la absorción en soportes con elevada, media o excesiva variación de absorción, previamente a la aplicación de enlucido de yeso (véase la tabla 2.3).
- Pasta de agarre MAP®, que se emplea para llenar todo tipo de huecos de los paramentos para preparar la superficie antes de la aplicación de Placo® Hermetic. Se trata de una pasta de agarre en base a yeso, con marcado CE según UNE EN 14496, cuyas especificaciones se indican en la tabla 2.4.

### 2.2. Pretratamiento de superficie

El sistema Placo® Hermetic consta de los siguientes componentes para el pretratamiento de las superficies:

Característica	Referencia	Valor declarado
Tipo genérico	UNE EN 13279 - 1	B1
Presentación	----	Polvo
Color	----	Azul
Espesor de enlucido (mm)	----	5 - 6
Densidad del producto en suministro (kg/m <sup>3</sup> )	UNE 102042	890
Granulometría	UNE EN 13279 - 2	28
% retenido sobre el tamiz de 200 µm		39
% retenido sobre el tamiz de 100 µm		
Densidad aparente en fresco (kg/m <sup>3</sup> )	----	1371
Densidad en seco del producto endurecido (kg/m <sup>3</sup> )	UNE 102042	1041
Resistencia a flexión (N/mm <sup>2</sup> )	UNE EN 13279 - 2	≥ 1
Resistencia a compresión (N/mm <sup>2</sup> )	UNE EN 13279 - 2	≥ 2
Adherencia (N/mm <sup>2</sup> )	UNE EN 13279 - 2	> 0,1
Dureza superficial (Shore C)	UNE 102042	> 45
Reacción al fuego	UNE EN 13279 - 1	A1
Conductividad térmica λ, (W/m·K))	Apdo. 9.4	0,18
Coeficiente a la difusión del vapor de agua μ	UNE EN 1015 - 19	3
Espesor de capa de aire equivalente a la difusión de vapor de agua, S <sub>d</sub> (m) (valor para un espesor de enlucido de 5 mm a 6 mm)	UNE EN ISO 12572	0,015 - 0,018

Tabla 2.1: Características declaradas para el producto Placo® Hermetic.

Característica	Valor declarado
Relación agua/yeso	56% (en masa) (11,2 litros / saco 20 kg)
Consumo medio por espesor de aplicación	6 kg/m <sup>2</sup>
Tipo de amasado	Mecánico
Tiempo de fraguado	30 min - 60 min
Tiempo de secado	2 semanas (*)
Tipo de proyección	Mecánica
Espesor mínimo de aplicación	5 mm
Espesor máximo de aplicación	20 mm
Tiempo abierto	Máximo 90 min
Acabados	Liso Gota

(\*) En buenas condiciones de ventilación.

**Tabla 2.2:** Características declaradas por el fabricante para la puesta en obra del producto Placo® Hermetic.

Característica	Valor declarado
Nombre comercial	Ibercontak®
Tipo genérico	Puente de adherencia
Presentación	Líquido
Consumo	300 g/m <sup>2</sup>
Aplicación	Manual Mecánica
	Brocha y rodillo ---- ----
Tiempo de uso una vez mezclado	1,5 h
Temperatura para su correcto uso	> 5 °C
Contenido y emisiones de COV's	3 g/l

**Tabla 2.3:** Características declaradas para el puente de adherencia y la imprimación.

Característica	Referencia	Valor declarado
Tipo genérico	UNE EN 14496	B3
Presentación	----	Polvo
Tiempo de uso una vez mezclado	----	1,5 h
Temperatura para su correcto uso	----	> 5 °C
Tiempo de reposo de la mezcla	----	10 min
Factor de amasado (agua/yeso)	----	13-15 l/25 kg
Reacción al fuego	UNE EN 14496	A1

**Tabla 2.4:** Características declaradas para la pasta de agarre MAP®.

## 3. Fabricación y control de producción

### 3.1. Fabricación

El enlucido en base yeso Placo® Hermetic es fabricado por Saint-Gobain Placo Ibérica SA en sus instalaciones de Viguera (La Rioja).

Todos los componentes del sistema Placo® Hermetic son fabricados y distribuidos por Saint-Gobain Placo Ibérica SA.

#### 3.1.1. Materias primas

Las materias primas que se utilizan para la fabricación del enlucido en base yeso Placo® Hermetic son agua, yeso y aditivos.

#### 3.1.2. Proceso de fabricación

El proceso de fabricación del enlucido en base yeso Placo® Hermetic consta de las siguientes etapas: extracción de materia prima, molienda, calcinación, molienda, dosificación, mezcla, ensacado, paletización y embalaje.

#### 3.1.3. Presentación del producto

Los componentes de los sistemas se presentan tal y como se indica en la tabla 3.1.

### 3.2. Control de producción

Saint-Gobain Placo Ibérica SA controla que el enlucido de yeso Placo® Hermetic sea conforme con las especificaciones indicadas en el capítulo 2 mediante la aplicación del Plan de Control acordado con el ITeC.

#### 3.2.1. Control de la materia prima

El producto de enlucido en base yeso está sujeto a una primera inspección de las materias primas y una inspección posterior del producto final.

#### 3.2.2. Control del proceso de fabricación

Los procesos relativos a la deshidratación, dosificación de componentes, mezclado y envasado se controlan, de la manera indicada en las instrucciones correspondientes que se incluyen dentro del sistema de calidad.

#### 3.2.3. Control del producto final acabado

Estos controles se llevan a cabo en el laboratorio propio del fabricante.

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

Componente	Tipo de paquete	Cantidad por paquete	Información del etiquetado
Enlucido Placo® Hermetic	Saco	20 kg	Nombre de la empresa / Fecha de fabricación / Color / Centro de fabricación / Hora de fabricación / Número de bote o saco / Peso / Modo de empleo / Etiquetas de peligrosidad / Marcado CE
MAP®	Saco	25 kg	Nombre de la empresa / Fecha de fabricación / Color / Centro de fabricación / Hora de fabricación / Número de bote o saco / Peso / Modo de empleo / Etiquetas de peligrosidad / Marcado CE
Ibercontak®	Bote	15 kg	Nombre de la empresa / Fecha y código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Peso / Características técnicas
Iberprimer®	Bote	12 kg	Nombre de la empresa / Fecha y código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Peso / Características técnicas

Tabla 3.1: Presentación de los componentes del sistema Placo® Hermetic.

## 4. Almacenamiento, transporte y recepción en obra

### 4.1. Almacenamiento

Los sacos deberán ser almacenados sobre superficies planas y nunca a la intemperie, manteniendo el material a cubierto resguardado de la luz solar y de la humedad. El período de almacenamiento es de 6 meses en su embalaje original sin abrir.

### 4.2. Transporte

El transporte de los componentes del sistema 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.

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

### 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:

- De los sacos: ni roturas ni rasgados, ni humedecimientos.
- De los botes: ni abolladuras ni hinchamientos importantes.

Además de una revisión del etiquetado, se recomienda que el fabricante o suministrador presente certificados conforme a que el producto suministrado es el especificado en el proyecto.

## 5. Criterios de proyecto

### 5.1. Criterios de diseño

#### 5.1.1. Criterios generales

Como criterios generales, para una correcta aplicación y el aseguramiento del posterior desempeño del enlucido de yeso interior Placo® Hermetic, se deberá considerar lo siguiente:

- El edificio en el cual se aplique la solución de hermeticidad Placo® Hermetic no debe presentar asentamientos u otros movimientos estructurales que provoquen una posible fisuración en el tiempo de los cerramientos. Estas fisuraciones se manifestarían, además, en la capa de enlucido interior aplicada sobre dichos cerramientos, por lo que dañarían sus prestaciones de estanqueidad.
- Para un secado correcto del revestimiento Placo® Hermetic, es necesario asegurar una ventilación homogénea, evitando el uso de equipos portátiles como estufas o ventiladores, ya que un secado demasiado rápido puede provocar una retracción del producto y por tanto dar lugar a su fisuración.
- De igual modo, se debe planear la preparación de los soportes con los componentes de pretratamiento de superficies (véanse las tablas 2.3 y 2.4 y el apartado 6.3).

#### 5.1.2. Soluciones herméticas para puntos singulares

El sistema Placo® Hermetic debe completarse con la selección de soluciones herméticas para puntos singulares tales como: zonas de encuentro entre diferentes materiales, esquinas, ventanas, unión con el techo, unión con el suelo, zonas de difícil acceso, tuberías, etc. En el mercado existen soluciones concretas para cada tipo de necesidad o de punto singular, por ejemplo, elementos elastómeros para la unión con los enchufes y el paso de los cables. Para resolver la hermeticidad en algunos de los puntos citados, se propone el empleo de las siguientes soluciones:

- Cinta hermética al aire con zona de enlucido, para marcos de ventanas y puertas en el interior u otros usos (véanse las figuras 5.1 y 5.2).
- Membrana hermética de pintura que se aplica con rodillo o brocha, y una vez seca se convierte en una membrana flexible aplicable en todo tipo de encuentros (véanse las figuras 5.1 y 5.2).

Con el objetivo de que puedan ser elegidos convenientemente según las necesidades propias de cada proyecto, estos componentes de sellado de juntas no forman parte del sistema Placo® Hermetic. El proyectista deberá seleccionar la cinta hermética al aire

y la membrana hermética de pintura adecuadas, de suficiente fuerza de adhesión a los sustratos y resistencia al envejecimiento.

La evaluación de los componentes de sellado de juntas queda fuera del alcance del presente DAU. No obstante, sus especificaciones mínimas se indican en la tabla 5.1.

## 5.2. Seguridad en caso de incendio

### 5.2.1. Reacción al fuego

El enlucido de yeso Placo® Hermetic tiene una clasificación de reacción al fuego A1 sin necesidad de ser ensayado tal como se establece en el cuadro 1.2-1 del Real Decreto 842/2013, la Decisión 96/603/CE y sus modificaciones.

### 5.2.2. Resistencia al fuego

La característica de resistencia al fuego es una característica aplicable al conjunto de componentes que forman la fachada y la cubierta y no individualmente al sistema Placo® Hermetic.

El sistema tiene una contribución positiva en la resistencia al fuego del cerramiento sobre el cual se aplica.

En todos los casos la composición y diseño de la hoja principal deberá asegurar la limitación de resistencia al fuego según se establece en la sección SI2 *Propagación exterior* del Documento Básico de Seguridad en caso de incendio del CTE.

## 5.3. Salubridad

### 5.3.1. Limitación de condensación

La limitación de condensaciones es una característica prestacional que es aplicable y debe verificarse para el conjunto de capas que forman la envolvente, incluido el enlucido de hermeticidad al aire Placo® Hermetic, y con especial importancia de la permeabilidad al vapor de agua del revestimiento exterior. Asimismo, la evaluación de la ocurrencia de condensaciones, además de la configuración de la envolvente, también debe tener en cuenta la estrategia y régimen de renovación mecánica del aire interior previsto en el edificio.

El cerramiento completo deberá garantizar la limitación de condensaciones superficiales e intersticiales indicadas en la sección HS1 *Protección frente la humedad* del Documento Básico de Salubridad del CTE. Para ello, en cada proyecto se deberán realizar las comprobaciones necesarias, 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 utilizados en el cerramiento.

Para realizar estas comprobaciones se podrá seguir lo indicado en el Documento de Apoyo HE1/2 del Documento Básico de Ahorro de Energía HE1 del CTE.

Se han establecido las características para la realización de los cálculos higrotérmicos indicados en el CTE, dichas características son: conductividad térmica, densidad absoluta, calor específico y factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, con el fin de poder calcular el riesgo de condensaciones en la fase de proyecto.

### 5.3.2. Estanqueidad al aire

La estanqueidad al aire es una característica prestacional que es aplicable a la envolvente en su conjunto (conjunto de capas de la envolvente, así como de sus puntos singulares).

Se deben cumplir los límites de estanqueidad de la sección HE1 *Condiciones para el control de la demanda energética* del Documento Básico de Ahorro de Energía del CTE. El proyecto puede estipular grados de estanqueidad más elevados que los reglamentarios.

El sistema Placo® Hermetic (formado por el enlucido en base yeso Placo® Hermetic junto con las soluciones de los puntos singulares y encuentros con huecos) da respuesta a las exigencias de hermeticidad al aire del CTE y del estándar Passivhaus (máximo de 0,6 renovaciones de aire por hora con un diferencial de presión de 50 Pa,  $n_{50} < 0,6$  ren/h), si se emplea y ejecuta correctamente con arreglo a las prescripciones de ejecución del fabricante recogidas en el presente DAU y siempre que se garantice la hermeticidad de todo el conjunto de la envolvente del edificio, incluyendo la correcta resolución de la hermeticidad de los detalles y puntos singulares, que son ajenos al sistema Placo® Hermetic.

La tabla de 9.2 del DAU (véase el apartado 9.3) recoge las verificaciones de hermeticidad del sistema Placo® Hermetic llevadas a cabo en obra.

## 5.4. Protección frente al ruido

La protección frente al ruido es una característica prestacional que es aplicable al conjunto de componentes que forman la fachada y el techo y no individualmente al sistema Placo® Hermetic.

El sistema tiene una contribución positiva en el aislamiento al ruido aéreo del cerramiento sobre el cual se aplica.

En cualquier caso, debe considerarse que en general el aislamiento acústico de la envolvente recae en buena medida en el aislamiento de sus aberturas (ventanas y puertas). En este sentido el sistema Placo® Hermetic puede contribuir también al aislamiento acústico de la envolvente no solo en términos de reducción de la transmisión directa a través del cerramiento, sino también mediante el sellado de los encuentros con los huecos.

## 5.5. Ahorro de energía y aislamiento térmico

### 5.5.1. Aislamiento térmico

Este requisito es aplicable al conjunto de componentes que forman la fachada y el techo y no individualmente al sistema Placo® Hermetic.

En todos los casos, la composición y diseño del conjunto del sistema constructivo, deberá garantizar la exigencia respecto al aislamiento térmico según se establece en el Documento Básico de Ahorro de energía del CTE.

### 5.5.2. Inercia térmica

Los datos relevantes para el cálculo de la inercia térmica son:

- Calor específico, J/(kg·K).
- Masa superficial, kg/m<sup>2</sup>.
- Densidad, kg/m<sup>3</sup>.

- Resistencia térmica, m<sup>2</sup>·K/W, o transmitancia térmica, W/m<sup>2</sup>·K.

Estos datos pueden obtenerse a partir de la información de las tablas 2.1 y 9.3 de este DAU.

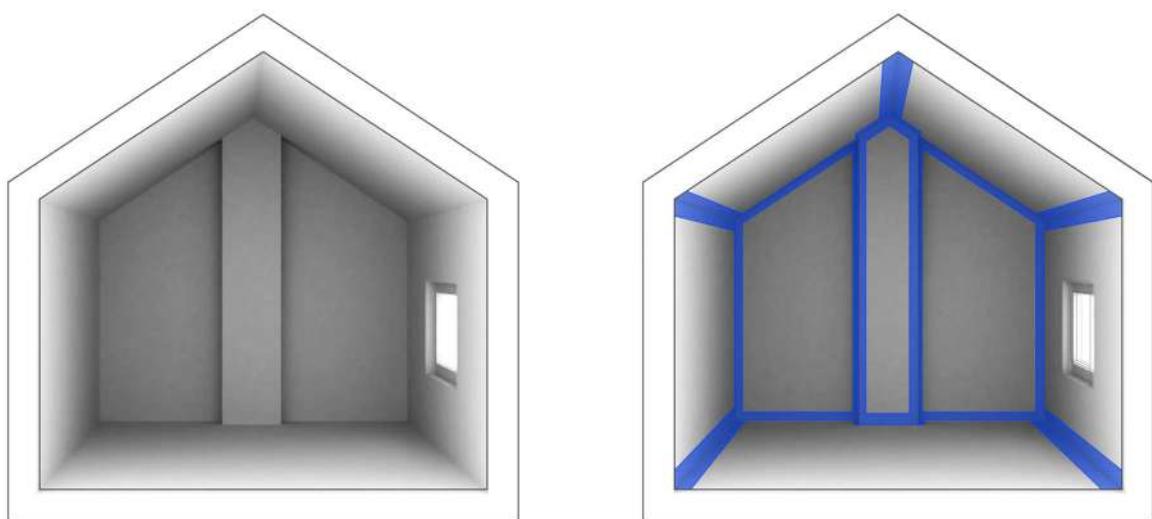
## 5.6. Durabilidad

La durabilidad del sistema Placo® Hermetic se asegura con buenas medidas de diseño en el proyecto (véase el apartado 5.1) y una correcta ejecución, prestando especial atención a la resolución de los puntos singulares (véanse los apartados 6.5 y 6.7).

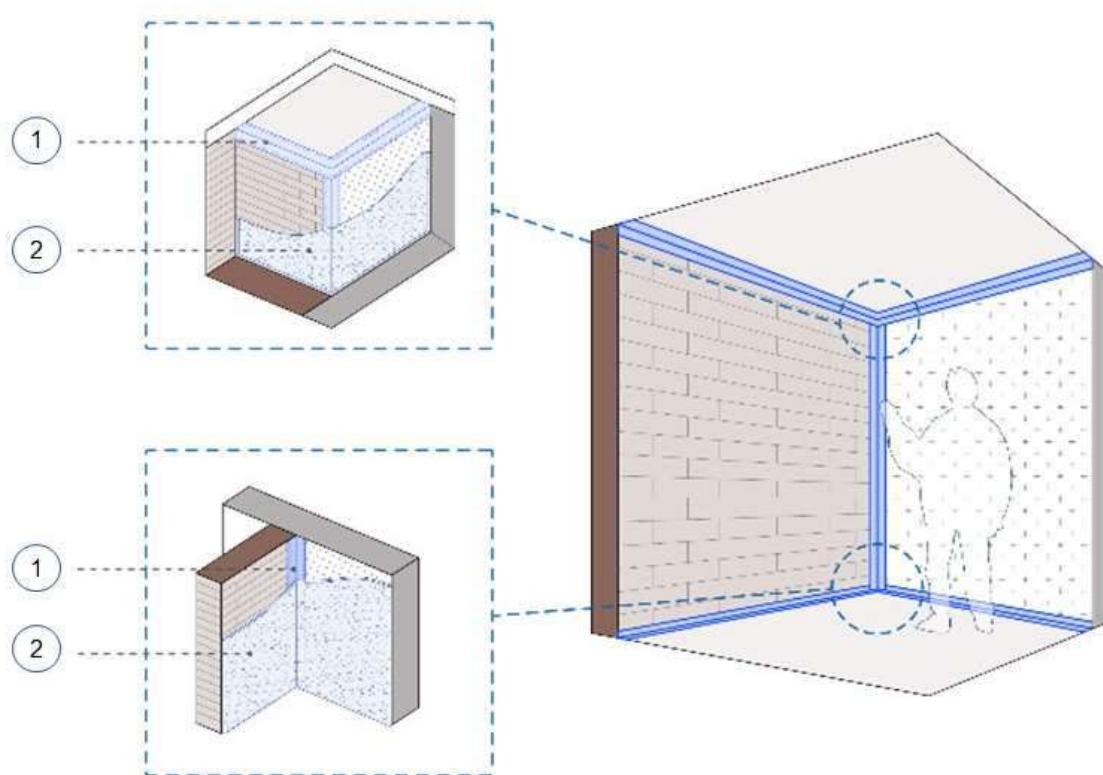
La característica más relevante para la evaluación de la durabilidad es la estanqueidad al aire. Para ello, el sistema no tiene que presentar fisuración ni en la capa del enlucido ni en los puntos singulares, cosa que haría disminuir la hermeticidad del sistema.

Característica	Referencia	Valor declarado
Tipo genérico	----	Cinta hermética Membrana hermética
Presentación	----	Cinta Líquida
Permeabilidad al aire en la junta, Q <sub>50</sub> , (m <sup>3</sup> /h·m)	UNE EN 12114	≤ 0,3
Resistencia a la temperatura	----	-40 °C a 80 °C
Temperatura de trabajo	----	≥ - 10 °C
Comportamiento al fuego	UNE EN 13501 - 1	Clase E
Resistencia a la tracción (N / 50 mm)	UNE EN 12311 - 1	> 50 ----
Elongación hasta rotura (%)		> 70 ----
Soporte	---	Madera, metal plástico, hormigón con celdillas, ladrillo silicocalcáreo, acero, mampostería, PVC, mortero ligero, enlucido ligero, asfalto/EPDM, material apto para proyectar mortero sobre su superficie.

**Tabla 5.1:** Características requeridas de los componentes de sellado de juntas.



**Figura 5.1:** Sellado de esquinas con cinta o membrana hermética.



**Figura 5.2:** Sellado de los encuentros entre diferentes materiales con cinta o membrana hermética.

## 6. Criterios de ejecución

### 6.1. Operaciones previas

La consecución del grado de hermeticidad deseada exige esmero en la ejecución de los enlucidos y, en particular, de todos y cada uno de los puntos singulares (juntas entre elementos, con carpinterías, huecos, mecanismos, etc.) que pueda presentar el cerramiento o envolvente térmica a tratar, ya que una mala ejecución de cualquiera de ellos puede comprometer el resultado global de hermeticidad deseado.

### 6.2. Condiciones de aplicación

Los productos deben almacenarse en lugares secos. El yeso no debe aplicarse con tiempo frío (temperatura del aire inferior a 5 °C) ni muy caluroso (temperatura del aire superior a 40 °C).

### 6.3. Preparación de la superficie

Los soportes considerados en el DAU para el enlucido en base yeso Placo® Hermetic son soportes de obra nueva y rehabilitación, de fábrica de ladrillo cerámico, hormigón y paneles cementosos o de yeso.

Se realizará una primera comprobación del estado del soporte. Éstos deberán estar limpios y estables. En caso de presentarse huecos o desperfectos se deberá reparar la superficie.

Las fisuras o irregularidades menores del soporte se pueden llenar con el propio producto de enlucido: se llenan los agujeros, se aplana con llana o espátula y finalmente se aplica el sistema Placo® Hermetic.

Los huecos o irregularidades de mayor tamaño se deben cubrir con la pasta de agarre MAP®. Este producto se amasa manualmente o con batidor, y se aplica con paleta y llana. Se llenan los huecos y se nivela la superficie rascándola. Cuando la superficie está nivelada, se deja que fragüe. No se debe aplicar el enlucido Placo® Hermetic mientras esa superficie no haya endurecido.

Para unir revestimientos de yeso sobre superficies con poca o nula absorción se debe aplicar previamente el puente de adherencia Ibercontak® (véase el apartado 6.5.3).

Para los soportes de hormigones o ladrillos muy porosos, superficies de elevada absorción, se requerirá la aplicación de la imprimación Iberprimer®. Este producto se presenta concentrado, por lo que deberá diluirse previamente a su aplicación. La dilución dependerá de la absorción del soporte. Así, sobre soportes como hormigones o ladrillos muy porosos la dilución será de 1 kg de Iberprimer® por 5 litros de agua. Si por el contrario la porosidad no es muy elevada, la dilución será de 1 kg de Iberprimer® por 3 litros de agua.

### 6.4. Condiciones de seguridad

Para la proyección del enlucido en base yeso Placo® Hermetic se deben usar los siguientes EPIs: guantes, gafas y protectores auditivos, tal que se minimicen los posibles riesgos debidos a:

- El pH del producto es alcalino y ataca a la piel.
- Según las condiciones de fluidez con las que se ajusta la pasta, ésta puede salpicar mucho en la pistola.
- Durante la proyección estas máquinas pueden alcanzar altos niveles sonoros.

En el envase del producto y en las fichas de datos de seguridad (hojas de seguridad), se especifican los riesgos, las advertencias y las medidas que hay que tomar en relación con el manejo del mismo.

En las hojas de seguridad también puede encontrarse información relacionada con otros aspectos del producto (transporte, medidas contra incendios, aspectos medioambientales, etc.).

### 6.5. Ejecución de puntos singulares

Antes de aplicar el enlucido en base yeso Placo® Hermetic se debe resolver la hermeticidad en todos los puntos singulares. En los siguientes apartados se describen soluciones particulares propias del sistema objeto del DAU.

#### 6.5.1. Zonas de encuentro

Para cualquier tipo de encuentro: entre distintos materiales, esquinas, ventanas, unión con el techo o suelo, zonas de difícil acceso, tuberías, etc., se debe usar una solución hermética, ya sea en forma de cinta especial para yeso o membrana en pintura.

#### 6.5.2. Juntas de dilatación

Las juntas de dilatación de un edificio deben acabarse aplomadas y limpias, listas para la aplicación del relleno y del sellado (apartado 5.1.3.6 Condiciones de los puntos singulares, del capítulo 5 Ejecución, sección HS1 *Protección frente la humedad* del Documento Básico de Salubridad del CTE,); antes de sellar se comprobará que no hay suciedad, polvo, humedad, aceite, grasa o cualquier elemento que pueda impedir la correcta adhesión del sellador.

Se podrá aplicar cualquier sistema de tratamiento de juntas de dilatación siempre y cuando cumpla con las condiciones de estanqueidad, continuidad y libertad de movimiento. Sobre la solución escogida, se proyectará Placo® Hermetic, por lo que dicha solución también deberá ser apta para la adhesión sobre ella del yeso.

#### 6.5.3. Superficies de hormigón

Se evaluará en primer lugar el grado de hermeticidad de la propia superficie de hormigón. Si la superficie ya se considera como un cierre hermético, entonces, únicamente se requerirá aplicar la cinta o membrana

hermética en los encuentros de distintos materiales y una posterior aplicación del yeso Placo® Hermetic de más de 5 mm para garantizar su unión.

En caso contrario, se deberá proyectar el enlucido Placo® Hermetic sobre la totalidad de la superficie de hormigón, empleando el pretratamiento Ibercontak® para garantizar una correcta unión del yeso al hormigón.

#### 6.5.4. Otros puntos singulares

En caso de que existan puntos de acceso complicado o puntos singulares complejos, éstos deben ser los primeros en rellenarse con el enlucido en base yeso Placo® Hermetic, junto con la cinta hermética, si procede, de este modo no condicionarán la posterior proyección en continuo.

Estos puntos singulares se aplastan con llana o espátula. Posteriormente se proyectan, como el resto.

### 6.6. Preparación de la máquina de proyectar

La preparación se realiza mezclando continuamente el producto y el agua usando una máquina de proyección de yeso. Los parámetros que se regularán en la máquina son los descritos en los siguientes apartados.

#### 6.6.1. Elección de la bomba de presión

El enlucido de yeso es de granulometría fina, por tanto, se debe garantizar un tiempo de batido suficiente para que el producto se bata completamente, evitando así la formación de grumos. Esto se consigue con la selección de bomba de presión de bajo rendimiento y con la revisión del estado del batidor.

Saint-Gobain Placo Ibérica SA dispone de *Instrucciones de aplicación de Placo® Hermetic* donde se indican, entre otros aspectos, las recomendaciones de selección, preparación y modo de empleo de la máquina de proyectar que deberán ser seguidas para la correcta aplicación del enlucido de yeso.

#### 6.6.2. Elección de boquilla

Según el nivel de acabado que se decida previamente, se pueden colocar las siguientes boquillas:

- Boquillas de 8 mm - 10 mm de diámetro. Para un acabado de gota muy fina. Presenta alto nivel sonoro, por lo que se requieren protecciones acústicas para su manejo.
- Boquillas de 12 mm - 18 mm de diámetro. Para un acabado de gota gruesa o un acabado liso. Presenta bajo nivel sonoro.

### 6.7. Aplicación

Antes de empezar la proyección también hay que considerar:

- La ubicación de la máquina: se aconseja colocarla en un lugar accesible para no tener que mover el material y para que la manguera de proyección llegue a todos los puntos de la superficie de trabajo.

- La comprobación del buen estado de la máquina y de sus accesorios.

Se aconseja que la proyección comience marcando la cuadrícula donde se va a proyectar, a modo de pequeñas divisiones, usando la misma proyección del producto. La distancia recomendada de proyección es de 30 cm a 80 cm.

Para una correcta proyección, se debe proyectar de arriba a abajo o de abajo a arriba, y de un lado a otro, capa a capa. En cualquier caso, se tiene que dejar una superficie granulada con 3 mm de capa de enlucido de yeso Placo® Hermetic homogénea y bien repartida.

Para la proyección en techos o paredes altas se precisará de un caballete, de una lanza más larga o de zancos.

Una vez proyectada la primera capa, se alisa inmediatamente con una regla, con una llana grande o con la cuchilla, de modo que se rellenen todos los huecos y quede una capa lisa continua sin que se den pérdidas de espesor y, por tanto, se mantengan los 3 mm iniciales.

Pasados entre 30 min y 60 min, se proyecta la segunda capa de Placo® Hermetic, de entre 2 mm y 3 mm, sobre una base completamente cubierta de yeso. De este modo, el yeso proyectado en la primera tanda ya habrá adquirido cierta dureza superficial.

### 6.8. Acabados

Para el acabado final de la segunda capa se plantean dos posibilidades:

- Alisado superficial. Se alisa la segunda capa de yeso con cuchilla quedando, de este modo, una superficie completamente lisa.
- Acabado en gota. Este sistema deja el aspecto tal y como queda tras la proyección.

Tras el acabado, se garantizará un secado del enlucido en las condiciones ambientales adecuadas para este tipo de producto. Placo® Hermetic precisa una elevada ventilación para su secado, especialmente, en esquinas y áreas de escasa ventilación.

La velocidad de secado será más lenta en períodos de baja temperatura o de elevada humedad. Antes de colocar el trasdosado se debe asegurar el secado completo del enlucido.

### 6.9. Otras consideraciones

Una vez finalizada la proyección, se debe limpiar la cámara de mezcla con el rascador.

Al acabar, es recomendable realizar una revisión meticulosa de toda la obra asegurándose que toda superficie quede totalmente cubierta por el enlucido de yeso.

## 7. Otros criterios

### 7.1. Criterios de mantenimiento o conservación

Dada la naturaleza del producto, una vez aplicado el sistema de enlucido interior para la estanqueidad al aire Placo® Hermetic, no es requerido ningún tipo de mantenimiento posterior.

### 7.2. Medidas para la protección del medio ambiente

Deberá optimizarse el consumo de material con objeto de evitar sobrantes y minimizar los residuos. En este sentido, deberán seguirse las indicaciones de la hoja de seguridad del producto.

#### 7.2.1. Tratamiento de residuos

En virtud de la Decisión 2014/955/UE, que modifica la Decisión 2000/523/CE, sobre la lista de residuos, y de conformidad con la Directiva 2008/98/CE, y de sus modificaciones, donde se establece la Lista Europea de Residuos (LER), es obligatorio que los productos tengan asignado un código LER que permita 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).

Componentes del sistema	Código LER	TR
• Placo® Hermetic	170802	No especial
• Ibercontak®	080111	Especial
• Iberprimer®		
• MAP®	170802	No especial
<b>Otros materiales/envases</b>		
• Envases contaminados	150110	Especial
• Palés de madera	150103	
• Sacos y envases compuestos	150101	No especial
• Botes de plástico	150102	

Tabla 7.1: Códigos LER declarados.

#### 7.2.2. Vertidos

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

## 8. Referencias de utilización y visitas de obra

### 8.1. Referencias de utilización

El sistema Placo® Hermetic se lleva ejecutando en pruebas de validación desde el año 2018.

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

- Obra de una vivienda unifamiliar en Valladolid.
- Obra de una vivienda unifamiliar en Oviedo.

### 8.2. Visitas de obra

Las obras mencionadas en el apartado 8.1 fueron objeto de seguimiento cuya finalidad ha sido verificar la correcta aplicación de las *Instrucciones de aplicación de Placo® Hermetic* proporcionadas por Saint-Gobain Placo Ibérica SA.

## 9. Evaluación de ensayos y cálculos

Se ha evaluado la adecuación al uso del sistema Placo® Hermetic en relación con el cumplimiento del *Procedimiento Particular de evaluación del DAU 20/122*.

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 tanto directamente en la obra como en laboratorios (internos y externos), sobre muestras de la planta de producción que Saint-Gobain Placo Ibérica SA tiene ubicadas en Viguera (La Rioja).

Los ensayos de identificación del producto fueron llevados a cabo en el laboratorio interno de la planta de producción en Viguera (La Rioja).

Todos los informes de ensayo y de cálculos, así como el informe de toma de muestras, quedan recogidos en el *Dossier Técnico del DAU 20/122*.

En los siguientes apartados se presentan las características aplicables y evidencias consideradas para la evaluación del sistema Placo® Hermetic.

### 9.1. Reacción al fuego

De acuerdo con la Decisión 96/603/CE y sus modificaciones posteriores, Placo® Hermetic se clasifica como clase A1 de reacción al fuego, dado que no contiene más de un 1,0% (en masa y/o volumen) de materia orgánica.

### 9.2. Permeabilidad al vapor de agua

Se han aportado ensayos de permeabilidad al vapor de agua del enlucido en base yeso Placo® Hermetic según la norma UNE EN 1019 - 15 (informe de ensayo de determinación de la permeabilidad al vapor de agua de Placo® Hermetic).

El coeficiente de difusión del vapor de agua,  $\mu$ , para Placo® Hermetic se detalla en la tabla 9.1.

### 9.3. Estanqueidad al aire

Se han aportado ensayos de estanqueidad al aire en edificios de vivienda plurifamiliar (ensayo Blower Door

según la UNE EN 13829) con la aplicación del sistema Placo® Hermetic (informe de ensayo de una vivienda de Valladolid e informe de ensayo de una vivienda de Oviedo).

Estos ensayos determinan el valor de la relación del cambio de aire a 50 Pa,  $n_{50}$ , de un edificio.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 9.2 y confirman el cumplimiento de los límites de estanqueidad de la sección HE1 *Condiciones para el control de la demanda energética* del Documento Básico de Ahorro de Energía del CTE y del estándar Passivhaus.

### 9.4. Identificación del yeso

Se han aportado ensayos de identificación de las características principales del producto Placo® Hermetic.

Los resultados de estos ensayos confirman las características de los componentes, indicadas en la tabla 2.1 (véase el apartado 2.1 de este documento).

Los resultados de los ensayos de caracterización de Placo® Hermetic se detallan en la tabla 9.3.

Yeso	Permeabilidad al vapor de agua, $W_{vp}$ [kg/(m·s·Pa)]	Permeancia al vapor de agua, $\Lambda$ [kg/(m <sup>2</sup> ·s·Pa)]	Coeficiente a la difusión del vapor de agua, $\mu$
Placo® Hermetic	$5,78 \cdot 10^{-11}$	$3,60 \cdot 10^{-9}$	3

**Tabla 9.1:** Resultados de permeabilidad al vapor de agua del producto Placo® Hermetic.

Vivienda ensayada	Acondicionamiento de la parcela ensayada	$V_{50}$ (m <sup>3</sup> /h) (i)	$n_{50}$ (ren/h) (ii)
Vivienda Oviedo	Con Placo® Hermetic	106	0,22
Vivienda Valladolid (Parcela 12)	Sin Placo® Hermetic	573	0,67
	Con Placo® Hermetic	19	0,02

(i) Caudal de aire a 50 Pa.

(ii) Relación de cambio de aire a 50 Pa.

Nota: como referencia, el estándar voluntario Passivhaus contempla que las renovaciones de aire por hora con un diferencial de presión de 50 Pa sean  $n_{50} < 0,6$  ren/h.**Tabla 9.2:** Renovaciones de aire por hora de parcelas con y sin el sistema Placo® Hermetic.

Característica	Referencia	Valor declarado
Densidad del producto en suministro (kg/m <sup>3</sup> )		892
Densidad en seco del producto endurecido (kg/m <sup>3</sup> )	UNE 102042	1.041
Dureza superficial (Shore C)		55
Granulometría	% retenido sobre el tamiz de 200 µm	28,24
	% retenido sobre el tamiz de 100 µm	39,36
Resistencia	UNE EN 13279 - 2	
	a flexión (N/mm <sup>2</sup> )	1,52
	a compresión (N/mm <sup>2</sup> )	3,40
Calor específico $c_p$ (J/kg·K)	Método interno	900
Conductividad térmica $\lambda$ , (W/m·K)		0,18

**Tabla 9.3:** Resultados de los ensayos de caracterización del producto Placo® Hermetic.

## 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](http://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 de 17 de marzo de 2006. Documentos Básicos del CTE: DB SE (diciembre 2019), DB SE AE (abril 2009), DB SI (diciembre 2019), DB HS (diciembre 2019), DB SUA (diciembre 2019), DB HR (diciembre 2019) y DB HE (diciembre 2019).

DA DB HE/1. Enero 2020. Documento de apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.

DA DB HE/2. Octubre 2013. 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.

RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

RD 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.

UNE EN 13279 - 1. Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 1: Definiciones y especificaciones.

UNE EN 13279 - 2. Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 2: Métodos de ensayo.

UNE EN 12114. Prestaciones térmicas de los edificios. Permeabilidad al aire de componentes y elementos de los edificios. Método de ensayo de laboratorio.

UNE EN 12311 - 1. Láminas flexibles para impermeabilización. Parte 1: Láminas bituminosas para la impermeabilización de cubiertas. Determinación de las propiedades de tracción.

UNE EN 14496. Adhesivos a base de yeso para transformados de placa de yeso con aislante térmico/acústico y placas de yeso. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo.

UNE EN 1745. Fábrica de albañilería y componentes para fábrica. Métodos para determinar las propiedades térmicas.

UNE EN 13829. Aislamiento térmico. Determinación de la estanquedad al aire en edificios. Método de presurización por medio de ventilador (anulada por UNE EN ISO 9972:2019).

UNE EN ISO 9972. Prestaciones térmicas de los edificios. Determinación de la permeabilidad al aire de los edificios. Método de presurización con ventilador. (ISO 9972:2015).

UNE EN 13501 - 1. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.

UNE EN ISO 10456. Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores tabulados de diseño y procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño. (ISO 10456:2007).

96/603/CE. Decisión de la Comisión de 4 de octubre de 1996 por la que se establece la lista de productos clasificados en la clase A <sin contribución al fuego> previsto en la Decisión 94/611/CE por la que se aplica el artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo sobre los productos de construcción.

## 12. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 20/122 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU 20/122*, elaborado por el ITeC:

- resultados de los ensayos y cálculos,
- control de producción en fábrica,
- instrucciones para la puesta en obra,
- criterios de proyecto y ejecución del sistema,

y teniendo en cuenta la metodología prescrita por el *Reglamento del DAU*, la autorización y registro del ITeC para la concesión del DAU\* y lo indicado en el apartado 5.2 del artículo 5 del *Código Técnico de la Edificación*, relativo a la evaluación de productos y sistemas constructivos innovadores, se considera que el ITeC tiene evidencias para declarar que el sistema

Placo® Hermetic, compuesto por productos definidos en el capítulo 2, y ejecutados de acuerdo con las instrucciones que constan en este DAU, es adecuado para su uso como:

- enlucido interior de cerramientos discontinuos verticales y cerramientos horizontales, destinado a mejorar la estanqueidad al aire de éstos.

puesto que da respuesta a los requisitos reglamentarios relevantes en materia de protección contra incendios, aislamiento acústico y térmico, salud e higiene, así como los requisitos de durabilidad y servicio.

En consecuencia, y una vez sometido este documento a la consideración de la Comisión de Expertos y recogidos los comentarios realizados por la Comisión, el ITeC otorga el DAU al sistema Placo® Hermetic fabricado por Saint-Gobain Placo Ibérica SA.

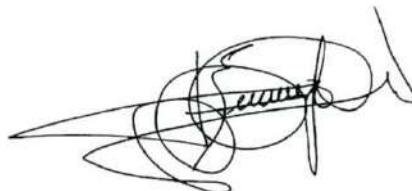
La validez del DAU queda sujeta a las acciones y condiciones de seguimiento que se especifican en el capítulo 13 y a las condiciones de uso del capítulo 14.

(\*) 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: [www.codigotecnico.org/index.php/menu-04-registro-general-organismos/menu-organismos-autorizados](http://www.codigotecnico.org/index.php/menu-04-registro-general-organismos/menu-organismos-autorizados).

---

**DAU** 20/122  
Documento  
de adecuación al uso

**ITeC**



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](http://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 A del DAU 20/122, 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](http://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