

APORTACIONES DEL SÁNDWICH CERÁMICO A LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA.

Javier V. Lopez Reyman

Reyman Servicios y Asesoramiento, S.L.U. – España.

RESUMEN

La evolución realizada en sándwich cerámico desde la presentación en Qualicer 22 se ha realizado en varias líneas donde creíamos que debíamos mejorar y adaptarnos a las necesidades del sector de la cerámica y de la construcción industrializada principalmente.

Proponemos trabajar con espesores finos de cerámica, eso se traduce en consumir menos recursos naturales, ayudamos a emitir menos **CO2** en la extracción de las materias primas, en la transformación de las materias primas, en el proceso de fabricación y en el de cocción. También ayudamos a la reducción de emisiones en el transporte de los productos acabados, al ser mucho más ligeros.

Además, hemos conseguido otra mejora en el sándwich cerámico, al empezar durante el 2023 a utilizar un nuevo núcleo PET estructural, fabricado con un 80% de material reciclado y además reciclable.

El núcleo PET, es un material **eco-amigable**, que permite reutilizar materiales que normalmente le damos un solo uso en su ciclo de vida y que ahora nos permite incorporarlo al mundo de la construcción, construcción industrializada, decoración y elementos arquitectónicos. Esto nos permite mejorar la huella de carbono en estos sectores, contribuyendo a la reducción de los residuos plásticos en el medio ambiente y a la economía circular al darle una segunda vida a los **materiales reciclados**.

En el apartado de construcción industrializada proponemos sándwiches cerámicos autoportantes para el suelo de baños y cocinas, eliminando las losas de hormigón y mejorando la huella de carbono en la fabricación y transporte. Aligerando los elementos acabados y mejorando el manejo en las instalaciones de fabricación y en obra. Son suelos técnicos hidrófugos.

Proponemos también para la construcción industrializada, revestimientos con el sándwich cerámico, donde con láminas porcelánicas de bajo espesor (entre 3 y 6 mm.), le aporta rigidez y propiedades térmicas y acústicas, permitiendo su colocación mediante sistema de obra seca, eliminando el doble encolado.

Actualmente tenemos un proyecto en desarrollo, para el revestimiento en baños y cocinas industrializadas, donde pretendemos eliminar el uso de paneles de cartón yeso, para reducir tiempos de montaje, sustitución de las colas tradicionales por adhesivos mono componentes o mediante anclajes mecánicos, facilitando una instalación rápida y un procedimiento mucho más sostenible. Todo ello los perjuicios derivados de la falta de mano de obra especializada en el sector de la construcción.

1. INTRODUCCION

La construcción industrializada es una tendencia creciente en la industria de la construcción, impulsada por la necesidad de una construcción más rápida, eficiente, sostenible y solventando la falta de mano de obra especializada. En este contexto, el sándwich cerámico ha podido emerger como una opción prometedora, ayudando a la cerámica a incorporarse a nuevos productos en la tendencia a la industrialización.

Es un producto compuesto por materiales avanzados, que consta de una capa exterior de cerámica y un núcleo PET estructural, de material reciclado, reciclable y aislante tanto térmicamente como acústicamente. Al núcleo PET (tereftalato de polietileno), podemos añadir otras pieles que mejoren las cualidades, ad hoc de las necesidades técnicas del proyecto.

2. CUALIDADES

2.1. SOSTENIBILIDAD

El nuevo núcleo reciclado que utilizamos en el sándwich cerámico ayuda a reducir la dependencia de los materiales de construcción convencionales y a disminuir la cantidad de residuos plásticos en el medio ambiente. Además, el PET reciclado tiene una huella de carbono menor en comparación con otros materiales aislantes, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático.



Figura 01. Foto del sándwich cerámico, con el nuevo núcleo estructural reciclado.

Los productos de PET utilizan un 80% de material reciclado y reciclable, que de lo contrario se habría convertido en desecho de productos de un solo uso.

La huella de carbono de los productos de PET, fabricados por nuestro partner Diab, es de alrededor de 4 kg de CO₂ equivalentes por kg de producto

Y se continúa reduciendo la huella con el objetivo de bajar a 1,5 kg de CO₂ por Kg de núcleo PET.

2.2. RECICLABLE Y RECICLADO



Figura 02. Foto proceso separación materiales. Prueba en laboratorio.

Mediante un proceso innovador se puede realizar la separación de los distintos elementos que conforman el sándwich cerámico y volver a reciclarlos, incluyéndolos en la cadena de fabricación nuevamente.

- Separación de las resinas: con el material reciclado se vuelven a fabricar las resinas recicladas.
- Separación de refuerzos de fibras de vidrio: Este material se vuelve a utilizar dentro del proceso de fabricación de productos de fibra de vidrio.
- Separación de núcleo estructural: Se volvería a introducir en el ciclo de fabricación de los núcleos PET reciclados, como material reciclado de post consumer (después del consumo).
- Separación de la cerámica: Se volvería a introducir dentro del proceso de fabricación de la cerámica, mediante la molturación, etc.

2.3. LIGEREZA

En comparación con otros materiales de construcción, como el hormigón o el hierro, el sándwich cerámico realizado con materiales avanzados permite una mayor libertad en el diseño estructural y reduce la carga sobre la cimentación y estructura.

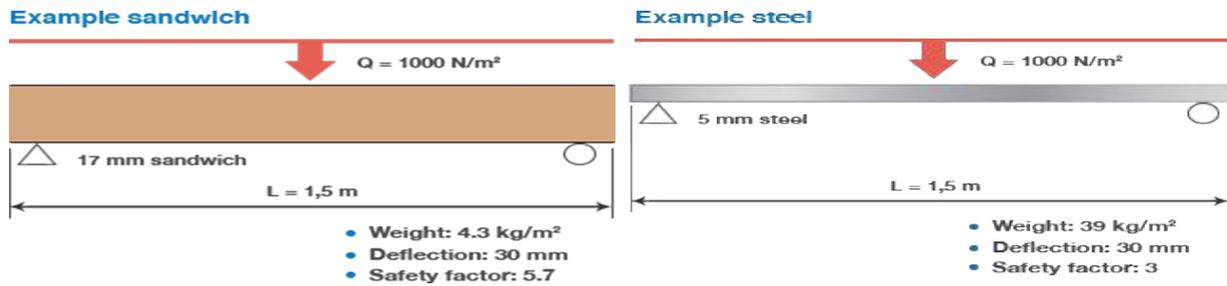


Figura 03. Diferencia entre lámina de acero y sándwich de materiales avanzados.

Los núcleos tienen densidades entre 80 y 250 Kg/m³, en función del proyecto elegiremos la densidad correcta.

3. ENSAYOS

3.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y DE LA FUERZA DE ROTURA.

Determinación de la resistencia de flexión y de la fuerza de rotura. Muestras de sándwiches cerámicos de Reymansa con núcleos de densidad de 135 y 150 Kg/m³.

Respecto a los ensayos presentados en **Qualicer 22**, se ha mejorado en un **35%** el valor de la resistencia a la flexión.

Los ensayos se han seguido haciendo con lamina de porcelánico de 6 mm. y núcleo de 10 mm. de la nueva serie reciclada.

muestra	apoyo	ancho	espesor	kg	kg	Resistencia	Carga de	Fuerza de	Nota
	mm	mm	mm	Kg	corregidos	mecánica	rotura	rotura	
						N/mm ²	N	N	
1A	260	252,4	17,2	204	200,7	10,3	1969	2028	PRIMERA ROTURA
1A	260	252,4	17,2	559,8	550,8	28,2	5402	5565	*
1B	260	253	17,3	198	194,8	9,8	1911	1964	PRIMERA ROTURA
1B	260	253	17,3	557,4	548,5	27,7	5379	5528	*
2A	260	252,1	17,1	183	180,1	9,3	1766	1821	PRIMERA ROTURA
2A	260	252,1	17,1	537,6	529,0	27,4	5188	5350	*
2B	260	252,1	17,1	204	200,7	10,4	1969	2030	PRIMERA ROTURA
2B	260	252,1	17,1	549,1	540,3	28,0	5299	5465	*
1A-1B	PRUEBA NUCLEO DE DENSIDAD 135 - 10mm ESPESOR								
2A-2B	PRUEBA NUCLEO DE DENSIDAD 150 - 10mm ESPESOR								
*	LLEGA HASTA EL FINAL DEL RECORRIDO DE LA MAQUINA SIN PARTIR COMPLETAMENTE								

Tabla 01. Resultados del ensayo de flexión, probetas de 25x28 cm.



Figura 04. Foto prueba flexión sándwich cerámico.

3.2 ENSAYO DE RESISTENCIA AL IMPACTO POR CAÍDA DE BOLA DE ACERO.

Debido a su estructura compuesta, este material ofrece una mayor resistencia mecánica y durabilidad en comparación con los materiales tradicionales. Disponemos de ensayos realizados en el Instituto de Tecnología Cerámica y en distintas empresas.

Superando con máxima calificación el ensayo mediante la norma **UNE 56875 V2 Apdo. 4.7.3.7** "Ensayo de resistencia al impacto por caída de bola. Muebles de cocina".

3.3 ENSAYOS DE EFICIENCIA TÉRMICA Y ACÚSTICA.

El núcleo del sándwich cerámico se comporta como material aislante y contribuye a mejorar la eficiencia energética, lo que reduce el consumo de energía para la calefacción y refrigeración y, por lo tanto, disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero. Ensayos realizados, **UNI EN ISO 354:2003**, **UNI EN ISO 11654:1998** y **ASTM C423 – 09a**.

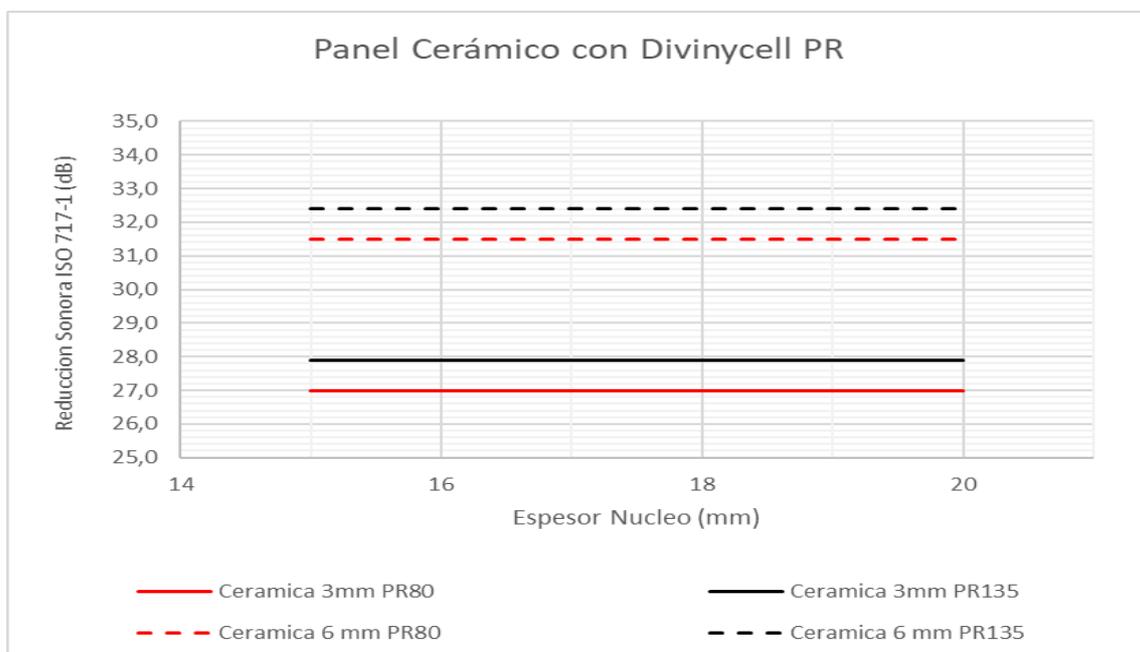


Tabla 02. Estimación de valores de aislamiento termoacústico (Fuente Diab).

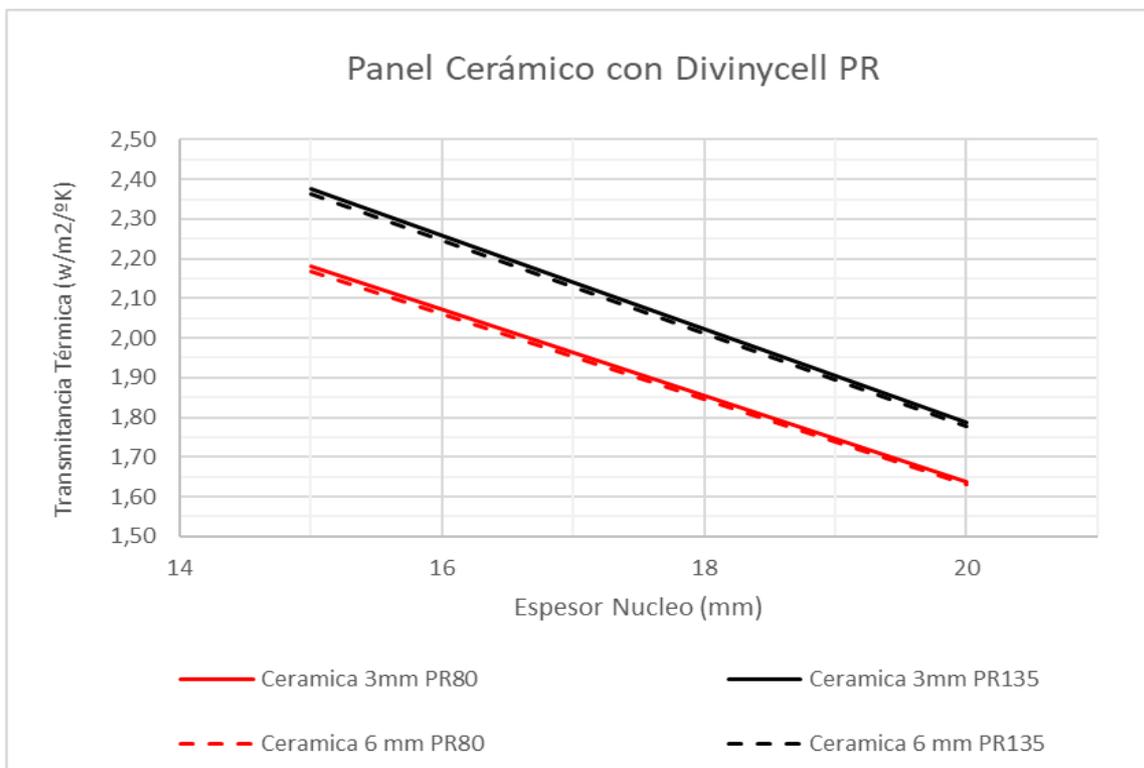


Tabla 03. Estimación de valores de aislamiento termoacústico (Fuente Diab).

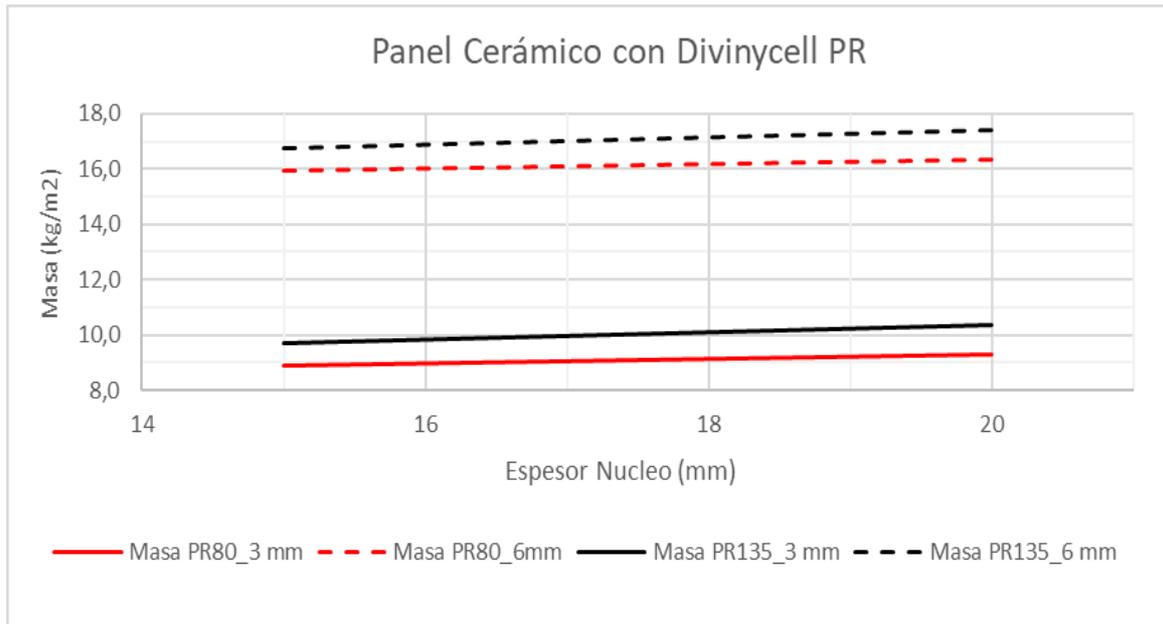


Tabla 04. Estimación de valores de aislamiento termoacústico (Fuente Diab).

Notas

- El cálculo de la masa asume la aplicación de 300 g/m² de adhesivo por cada piel.
- El cálculo de la transmitancia térmica considera 1,75 w/m/°K para la conductividad de la piel (porcelánico).
- Índice de Reducción sonora estimado en base a la Ley de Masas (F.Fahy, "Sound and Structural Vibration Radiation, Transmission and Response", Academic Press, London, 1985)

3.4 HIDROFUGO:

El núcleo, por su composición no se ve afectado por el agua, no presenta deformaciones por la humedad, no se deteriora. Las cualidades técnicas no se ven afectadas.

3.5 ENSAYO DE CLASIFICACIÓN AL FUEGO DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

Inflamabilidad cuando se someten a la acción directa de la llama.

El ensayo del pequeño quemador está basado en una norma europea elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 127 "Seguridad frente al fuego en edificios". Ha sido desarrollada bajo un mandato dado a CEN, por la Comisión Europea y soporta el requisito esencial "seguridad en caso de incendio", de la Directiva de Productos de Construcción (89/106/CEE). AITEX (EN ISO 11925-2:2010/AC:2011).

Fotografías muestra
Samples photographs

Antes
Before



Después. Probeta 1
After. Specimen 1



Figura 05. Foto probetas del ensayo de clasificación al fuego.

El resultado del ensayo es la clasificación: **B-s2,d0**.

3.6 ENSAYO DE RESISTENCIA A LOS DISOLVENTES Y ADHESIVOS.

En los distintos ensayos realizados, el núcleo sándwich cerámico con núcleo estructural PET, no se ve afectados por los disolventes a diferencia de otro tipo de núcleos que existen en el mercado, tipo XPS y núcleos constructivos.

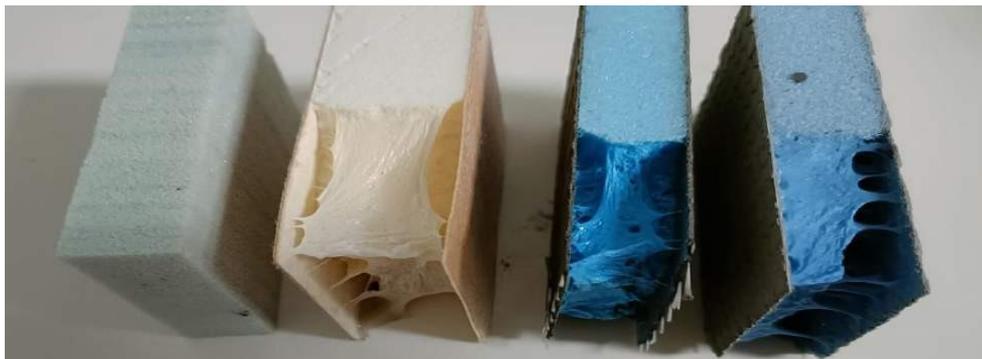


Figura 06. Foto de núcleos afectados por los disolventes o adhesivos.

3.7 ENSAYO DE RESISTENCIA AL CHOQUE TÉRMICO DE CERÁMICA.

Se realizan distintos ensayos siguiendo el método descrito en la norma **UNE -EN ISO 10545-9: 2013** "Baldosas Cerámicas – Parte 9: Determinación de la resistencia al choque térmico.

Ensayo con inmersión: para baldosas con absorción de agua menor o igual del 10%. Consiste en sumergir 5 baldosas en agua a $15 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 15 minutos.

A continuación, se introduce en estufa a $145 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta que alcance una temperatura uniforme. Este proceso se repite 10 veces. En cada ciclo aplicamos azul de metileno para verificar posibles fisuras y no se aprecian ningún defecto durante los ciclos de los diferentes ensayos.

Los núcleos constructivos tipo XPS, soportan solo hasta los 75 ó 80°C .



Figura 07. Foto de probetas durante los ensayos.

3.8 ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ADHESIÓN ENTRE CAPAS.

La determinación de la adherencia se realiza mediante tracción. Las probetas estaban formadas por una fracción de lámina cerámica y un núcleo de 10 mm. El método de determinación de la adherencia a la tracción está basado en la norma **UNE-EN 12004- 2:2017**. Consiste en pegar sobre la cara vista de las láminas, un cabezal de acero y un bloque de sujeción sobre la cara anterior donde se encuentra pegado el núcleo PR135/10mm., para ello se empleó, un adhesivo epoxi que se presupone con mayor resistencia que el adhesivo de unión de la lámina y la malla y sobre el cual se puede ejercer una fuerza perpendicular a la superficie de pegado, tal y como se muestra en la figura 08.

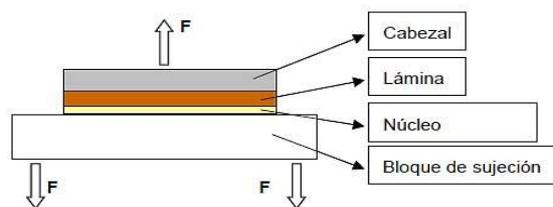


Figura 2. Esquema del ensayo de tracción.

Figura 08. Descripción del ensayo.

Los ensayos se realizaron en una máquina de ensayos mecánicos a una velocidad de deformación constante de 10 mm/min. Sobre las 10 probetas.

Resultados del ensayo:

Los resultados obtenidos se detallan a continuación.

Determinación de la adherencia a tracción.

- Muestra: Sándwich cerámico con porcelánico de 3 mm. – núcleo PR135/10mm. pegado con resina Core System 02.

Probeta	Adherencia a la tracción (N/mm ²)	Tipo de rotura*
1	1,09	AF-T
4	1,43	CF-A / AF-T
5	1,28	AF-T
6	1,60	CF-A / AF-T
7	1,36	AF-T
9	1,55	CF-A / AF-T
10	1,16	AF-T
Valor medio	1,35	
Desviación estándar	0,19	

*AF-T: Rotura adhesiva entre la baldosa y el núcleo PR135/10mm.

*CF-A: Rotura cohesiva en el núcleo PR135/10mm

Tabla 05. Resultados del ensayo de resistencia a la adhesión



Figura 09. Foto de las probetas del ensayo de resistencia a la adhesión.

3.9 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y DE LA FUERZA DE ROTURA PARA SUELOS DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA.

Realizamos con distintos ensayos de flexión, para encontrar la combinación correcta que se ajustar a los requerimientos del proyecto. Este ensayo se ha realizado siguiendo el método descrito en la norma **UNE-EN ISO 10545-4: 2019** "Baldosas Cerámicas – Parte 4: Determinación de la resistencia a la flexión y de la fuerza de rotura".



Figura 10. Foto ensayo flexión del sándwich técnico.

PIEZA	APOYO (mm)	ANCHO (mm)	Espesor (mm)	Modulo (N/mm ²)	Kg	Kg corregido	Carga (N)	Fuerza (N)
1B	270,0	201,1	12,5	36,1	291,8	285,7	2802	3761
1A	270,0	200,9	12,4	46,0	365,4	357,7	3508	4715
2B	270,0	199,0	12,6	38,0	308,8	302,3	2965	4023
2A	270,0	200,9	12,5	49,0	395,4	387,1	3796	5102
3B	270,0	201,0	12,3	34,7	271,1	265,4	2603	3496
3A	270,0	201,1	12,4	34,0	270,5	264,8	2597	3487

Tabla 06. Resultados del ensayo sin cerámica.

3.10 ENSAYO DE RESISTENCIA AL CHOQUE TÉRMICO DE CERÁMICA DEL SUELO PARA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA DE BAÑOS Y COCINAS.

Se realizan distintos ensayos siguiendo el método descrito en la norma **UNE-EN ISO 10545-9: 2013** "Baldosas Cerámicas – Parte 9: Determinación de la resistencia al choque térmico.

Ensayo con inmersión: para baldosas con absorción de agua menor o igual del 10%. Consiste en sumergir 5 baldosas en agua a $15 \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 15 minutos.

A continuación, se introduce en estufa a $145 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta que alcance una temperatura uniforme. Este proceso se repite 10 veces y no se aprecia laminación entre las capas durante los ciclos de los diferentes ensayos.



Figura 11. Foto de las probetas después de los ensayos realizados

3.11 ENSAYO DE RESISTENCIA A CICLOS DE CALOR / FRIO DEL SÁNDWICH CERÁMICO PARA SUELO DE CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA.



Figura 12. Probetas sometidas al ensayo de Frio / Calor.

En este ensayo, las probetas se someten a ciclos de calor a 75°C en estufa, seguidos de frío a -15°C . Dejamos un mínimo de 30 minutos, tanto en la estufa como en el congelador, para permitir alcanzar la temperatura de trabajo. Las muestras aguantan bien 30 ciclos de calor - frío, no hay grietas ni deformaciones.

Podemos ver como las distintas capas se mantienen unidas, porcelánico al núcleo PET y la piel de composite plano al núcleo PET. Sin ningún tipo de defecto en el sistema de adhesión.

4. INDUSTRIALIZACION DE PROCESOS PRODUCTIVOS.

La producción en masa del sándwich cerámico permite un mayor control de calidad y una construcción más rápida y eficiente en comparación con los métodos de construcción tradicionales.

Ya se están trabajando a nivel industrial en grandes empresas, donde se está industrializado el proceso de unión entre el núcleo estructural y la lámina de porcelánico, permitiendo un volumen de fabricación importante a unos costes ajustados.



Figura 13. Representación de línea de industrialización para sándwich cerámico.

El uso de láminas de cerámica de espesor fino también ofrece flexibilidad en el diseño y posibilidades de optimización estructural, lo que permite una mayor creatividad arquitectónica.

Una vez producidos los sándwiches cerámicos, permiten ser manipulados con mayor facilidad y trabajarlos con distinta maquinaria para realizar los productos finales.



Figura 14. Fotos láminas de sándwich cerámico, para revestimiento de obra seca.

Permite enlazar los diseños BIM con las máquinas para la elaboración en las medidas y mecanizados que se han diseñado, consiguiendo una perfecta integración entre el diseño y el producto acabado.



Figura 16. Foto de sándwich cerámico cortado con wáter jet de cinco ejes.

5. NUEVOS USOS PARA EL SANDWICH CERAMICO.

5.1 SUELO TÉCNICO ESTRUCTURAL CON SÁNDWICH CERÁMICO.

Sándwich cerámico autoportante para suelo de baño industrializado. Sustituye a losa de hormigón de 6 cm de espesor, con un grosor de 1,2 cm., más cerámica de 10 mm.

Material	Espesor (mm)	Peso (Kg/m2)
Panel sándwich cerámico	22,4 + 10	34,65
Losa de Hormigón	60 + 10	178
Panel CLT	60 + 10	58

Tabla 07. Tabla comparativa de pesos de los suelos en la construcción industrializada.

Las diferencias de peso entre el panel sándwich cerámico y los materiales que hoy en día se utilizan (hormigón o CLT), demuestra que hay una gran diferencia de peso.

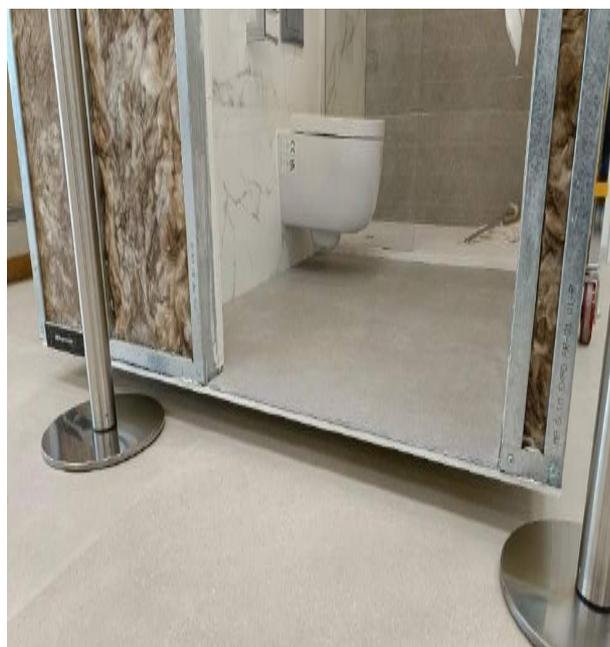


Figura 17. Foto de sándwich cerámico en un suelo de baño industrializado (1,2 cm).

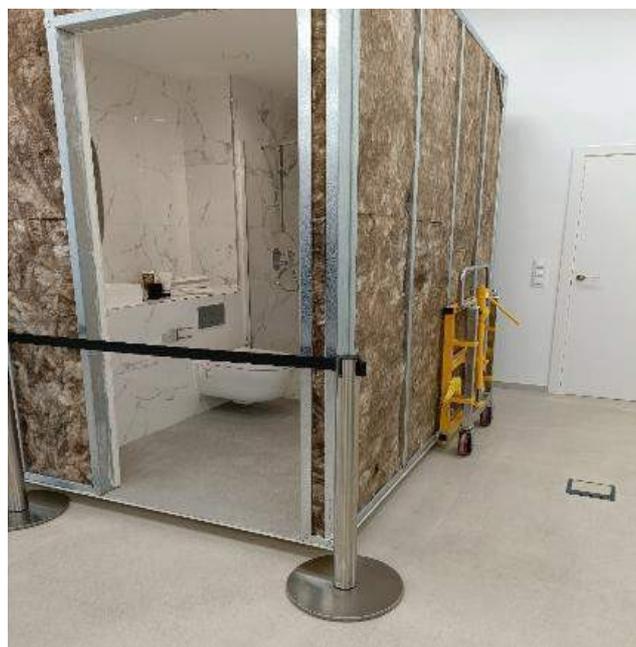


Figura 18. Foto baño industrializado.

5.2 REVESTIMIENTO DE OBRA SECA CON PANEL SÁNDWICH, PARA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA.

Permite utilizar espesores finos de cerámica, aportando propiedades térmicas y acústicas. Agiliza los procesos de colocación, mediante obra en seco o anclajes mecánicos. Reduce pesos y procesos frente a los métodos tradicionales y aumenta la sostenibilidad dentro del sector de la construcción. Permite dar rigidez a la lámina de porcelánico.



Figura 19. Revestimiento de obra seca.



Figura 20. Revestimiento de obra seca.

Ensayos realizados:

	ENSAYO	ENTIDAD	PAIS	RESULTADO	VALORES
1	Resistencia a la flexión	ITC - AICE.	España	✓	
2	Choque térmico calor / congelador	Urbatek.	España	✓	> 25 ciclos
3	Resistencia a la flexión	Xtone.	España	✓	
4	Resistencia al impacto por caída de bola	Reymansa	España	✓	> 2 Julios
5	Choque térmico calor / agua	Urbatek.	España	✓	> 70 ciclos
6	Medición de la absorción sonora	Z Lab, S.R.L.	Italia	✓	
7	Resistencia de un aplique de baño	Urbatek.	España	✓	> 10 Kilos

5.3 FACHADA VENTILADA.

En la fachada ventilada se han realizado una serie de ensayos, para dar validez técnica a este producto. Realizando los ensayos que se creían necesarios para validar el conjunto del sistema de la fachada, no solo el sándwich cerámico.



Figura 21. Fachada multicapa.



Figura 22. Fachada multicapa.

Ensayos realizados:

	ENSAYO	ENTIDAD	PAIS	RESULTADO	VALORES
1	Reacción al fuego	Aitex	España	✓	B-s2,d0
2	Choque térmico	Ginger / CEBTP	Francia	✓	
3	Envejecimiento	Ginger / CEBTP	Francia	✓	
4	Fatiga al viento	Ginger / CEBTP	Francia	✓	
5	Resistencia a la carga del viento	Ginger / CEBTP	Francia	✓	
6	Flexión	Ginger / CEBTP	Francia	✓	
7	Impacto	Ginger / CEBTP	Francia	✓	
8	Resistencia remaches	Ginger / CEBTP	Francia	✓	
9	Separadores	Ginger / CEBTP	Francia	✓	

5.4 SUELOS SOBRE ELEVADOS LIGEROS



Figura 23. Foto de suelo sobreelevado.

Los suelos sobreelevados fabricados con sándwich cerámico permiten ser muy ligeros frente a las propuestas convencionales. Son más sostenibles, siendo muy resistentes al impacto y la flexión, además de tener propiedades térmicas y acústicas.

Disponemos de núcleos estructurales PET, con retardante al fuego.

Ensayos realizados:

	ENSAYO	ENTIDAD	PAIS	RESULTADO	VALORES
1	Resistencia a la flexión /Opción F+	ITC - AICE	España	✓	> 13.680 N
2	Choque térmico calor / congelador	URBATEK	España	✓	> 25 ciclos
3	Resistencia a la flexión	BUTECH	España	✓	> 16.000 N
4	Resistencia al impacto por caída de bola	REYMANSA	España	✓	> 2 Julios
5	Choque térmico calor / agua	URBATEK	España	✓	> 70 ciclos

5.5 Balcón Industrializado Plegable (BIP)

Dentro de la industrialización, realizamos una propuesta innovadora con sándwich cerámico para revestir los BIP (balcones industrializados plegables), presentados en la feria Cevisama 2022 (figura 24), aportando ligereza y decoración a un elemento arquitectónico básico en las composiciones de fachada. Estos balcones ligeros se proponen, tanto para obra nueva como para el mercado de la rehabilitación, de manera que puedan agregarse o anclarse a las fachadas como grandes estanterías. Así se puede subsanar la carencia de muchos edificios actuales y ofrecerles estos dispositivos de salida y contacto con el exterior.

Inicialmente se pensó que el revestimiento idóneo para recubrir la estructura metálica sería la madera, pero el nuevo sándwich cerámico es prácticamente igual de ligero que la madera, mucho más resistente al sol y con mucho menor mantenimiento.



Figura 24. Foto de prototipo de BIP (Balcón Industrializado Plegable), Cevisama 2023. Revestido de lámina de porcelánico, gracias al sándwich cerámico estructural.

6. CONCLUSIONES

El sándwich cerámico ofrece gran flexibilidad en términos de diseño y arquitectura. La capa o capas de cerámica pueden tener diferentes acabados lo que permite una amplia variedad de opciones de diseño y estilos arquitectónicos. También ofrece una combinación única de sostenibilidad, rendimiento y ligereza, en la construcción industrializada.

Como material avanzado, tiene el potencial de contribuir a la construcción de edificios más sostenibles y eficientes, impulsando la innovación y el progreso en la industria de la construcción.

En construcción industrializada, el suelo de sándwich cerámico puede suponer una reducción importante en la huella de carbono, al sustituir las losas de hormigón.

En los revestimientos para construcción industrializada, además de la contribución en cuanto a ligereza del conjunto, huella de carbono, también tratamos de eliminar los cuellos de botella que hoy en día se han trasladado del edificio en construcción, a las naves donde se fabrican los baños y cocinas industrializadas. A causa de seguir utilizando procedimientos de colocación de la cerámica de forma tradicional y a la falta de personal especializado en estos oficios.

Otro objetivo es contribuir a la utilización de los materiales cerámicos a distintas propuestas arquitectónicas o decorativas, que de otra forma sería muy complicado o imposible.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Asociación Española de Normalización, UNE-EN ISO 10545-4: 2019 "Baldosas Cerámicas – Parte 4: Determinación de la resistencia a la flexión y de la fuerza de rotura".
- [2] Asociación Española de Normalización, UNE 56875 V2 Apdo. 4.7.3.7. "Ensayo de resistencia al impacto por caída de bola. Muebles de cocina".
- [3] Asociación Española de Normalización, UNE-en 12004-2: 2017. "Ensayo de determinación de la resistencia a la adhesión entre capas".
- [4] Asociación Española de Normalización, UNE-EN ISO 10545-4: 2019 "Baldosas Cerámicas – Parte 4: Determinación de la resistencia a la flexión y de la fuerza de rotura".
- [5] Laboratorio de Control de Producto Acabado – Departamento de Calidad de Xtone – Porcelanosa, S.A.U. (ISO 90001 - 14.001), Informe 20230619 (19/06/2023) – "Resistencia mecánica a la flexión del sándwich cerámico".
- [6] Instituto de Tecnología Cerámica – AICE. C 213479, "Ensayo de resistencia al impacto por caída de bola de acero".
- [7] Z Lab, S.R.L., Informe CA_003 – "Medición de la adsorción sonora en cabina alfa, basado en la norma UNI EN ISO 354:2003, UNI EN ISO 11654:1998 Y ASTM C423 – 09a".
- [8] AITEX 2019AN2895, "Ensayo de clasificación de reacción al fuego de: productos de construcción".
- [9] Laboratorio de Control de Producto Acabado de Urbatek Ceramics, S.A.U. (ISO 90001 - 14.001), Informe 20210721-RM0159 (17/09/2021) – "Choque térmico calor - agua".
- [10] Instituto de Tecnología Cerámica – AICE. C 232985, "Ensayo norma UNE-EN 12004-2:2017.: Determinación de la resistencia a la adhesión entre capas".
- [11] Laboratorio de Control de Producto Acabado de Urbatek Ceramics, S.A.U. (ISO 90001 - 14.001), Informe 2021 (19/03/2021) – "Resistencia mecánica a la flexión de pavimento técnico". Aplicado sobre sándwich técnico para suelo de baños y cocina industrializadas.
- [12] Laboratorio de Control de Producto Acabado de Urbatek Ceramics, S.A.U. (ISO 90001 - 14.001), Informe 20210721-RM0159 (17/09/2021) – "Choque térmico calor - agua". Aplicado sobre sándwich técnico para suelo de baños y cocina industrializadas, para ver resultado de la adhesión del porcelánico a sándwich técnico.
- [13] Laboratorio de Control de Producto Acabado de Urbatek Ceramics, S.A.U. (ISO 90001 - 14.001), Informe 20210721-RM0159 (17/09/2021) – "Choque térmico calor - agua". Aplicado sobre sándwich técnico para suelo de baños y cocina industrializadas. Determinación del comportamiento entre los distintos materiales que conforman el sándwich cerámico.
- [14] Laboratorio de Control de Producto Acabado de Urbatek Ceramics, S.A.U. (ISO 90001 - 14.001), Informe 20210917-RM024 (17/09/2021) – "Determinación de la resistencia de un aplique de baño, basado en la norma UNE 67100".
- [15] Instituto de Tecnología Cerámica – AICE. C 210535, Cahier CSTB 3778 -V4:2020 Anenexe 12.: Resistencia a la flexión – Opción F+.
- [16] Laboratorio de Control de Producto acabado – Departamento de Calidad de Xtone – Porcelanosa, S.A.U. Informe 20230727-RM001 (27/07/2023) – "Resistencia mecánica a la flexión del sándwich cerámico".