

NÚMERO

88

## Sistemas, aislantes y terminaciones

CONSTRUYENDO CONFIANZA



ANÁLISIS DE COSTOS DE OBRA

MODELO UNO DE VIVIENDA

LISTAS DE PRECIOS

SALARIOS ACTUALIZADOS

[www.edificar.net](http://www.edificar.net)

# ENTRE LOSA Y LOSA TODO LO QUE NECESITÁS ESTÁ EN MC3



- SISTEMA DE FACHADAS AQUAPANEL
- MATERIALES Y ASESORAMIENTO PARA OBRA SECA
- MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS PARA EL INSTALADOR

NÚMERO

88

## Sistemas, aislaciones y terminaciones.

### DIRECTOR:

Mario Bellón

[mbellon@edificar.net](mailto:mbellon@edificar.net)

### REDACTOR RESPONSABLE:

Mario Bellón

Luis P. Ponce 1443 bis

Cel.: 094 616 697

### DEPARTAMENTO DE COSTOS

[costos@edificar.net](mailto:costos@edificar.net)

### MAQUETA Y ARMADO:

D+B Comunicación

Ponce 1443 bis

[dmasbcomunicacion@gmail.com](mailto:dmasbcomunicacion@gmail.com)

### ASISTENCIA EDITORIAL:

Arq. María Clara Sala Méndez

### FOTOGRAFÍA:

Archivo

### Columnistas invitados:

Guillermo Loblowitz

Bruno Badano

María Domínguez

La opinión de los columnistas no representa necesariamente la de la publicación, siendo responsabilidad del firmante los conceptos vertidos.

NO se autoriza la reproducción total o parcial del "Análisis de Costos de Obra" sin consentimiento por escrito.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos mencionando la fuente.

Los contenidos de la primera parte de la Revista y la Separata Madera se distribuyen GRATIS a través de la web.

El Análisis de Costos de Obra se comercializa por Mercado Pago

Uruguay - Abril de 2024

[www.edificar.net](http://www.edificar.net)

- \* **SUMARIO**
- 2 **EDITORIAL** **La tecnología material**  
Mario Bellón
- 4 **TEMA CENTRAL** **El Sistema constructivo modular Walluminium**  
Informes de la Construcción
- 21 **COLUMNISTAS INVITADOS** **Productividad en la industria de la construcción: Lean Construction**  
Arq. Guillermo Loblowitz / Arq. Bruno Badano
- 24 **TEMA CENTRAL** **Terminaciones en el sistema Steel Framing**
- 51 **ESPACIO DE TECNOLOGÍAS** **Integración tecnológica y productividad**  
La creación del Campo de Exhibición y Experimentación de Materiales y Tecnologías para la Construcción (CEEMTEC)
- 60 **TEMA CENTRAL** **La importancia del aislamiento térmico para la eficiencia energética**  
María Domínguez / Calorfrio.com
- 64 **PRODUCTOS** **Impermeabilización con Membrana Líquida con Poliuretano - SIKA**
- 67 **COSTOS** **ANÁLISIS DE COSTOS DE OBRA**  
Actualizado al 30 de ABRIL de 2024
- 79 **LISTA DE PRECIOS** **PRECIO DE MATERIALES**  
Actualizado al 30 de ABRIL de 2024
- 83 **MODELO UNO** **MODELO UNO "EDIFICAR"**  
Precio de m2 de construcción con aplicación de Análisis de Costos
- 87 **SALARIOS** **LAUDO VIGENTE**  
ACTUALIZADO - Desde el 1º de Abril de 2024

## Las tecnologías materiales

**Mario Bellón**  
Director  
[mbellon@edificar.net](mailto:mbellon@edificar.net)

Cuando hablamos de tecnología aplicada a la industria de la construcción tenemos que diferenciar aquellas que remiten a la materialidad de los proyectos de arquitectura construida de las referidas a las de la información que ya forman parte del menú contemporáneo de la industria.

En este número hablaremos de la aplicación de tecnologías materiales en distintos sistemas constructivos que se van desarrollando en el mundo y que también están siendo aplicados en nuestro país.

El tema elegido es el de las terminaciones y las aislaciones y en ese sentido mostramos sintéticamente algunas formas de resolver estos dos temas de la construcción. Temas significativos ya que implican en muchos casos la durabilidad de las obras de construcción y su comportamiento en esa vida útil.

Los énfasis en la sustentabilidad de los proyectos de arquitectura están condicionando positivamente la inclusión de nuevos materiales y aplicaciones mixtas que tiendan a una

mejora desde el punto de vista acústico y térmico.

Y todas estas nuevas tecnologías y materiales están en la mira para asegurar mejores productos finales.

La investigación, experimentación se transforman en una condición ineludible y en ese sentido el proyecto del CEEMTEC (Campo de Experimentación y Exhibición de Materiales y Tecnologías para la Construcción), impulsado por la Liga de la Construcción, tiene un papel central en la perspectiva de mejora de la industria.

## La arquitectura y el diseño en las tardes de Sarandí

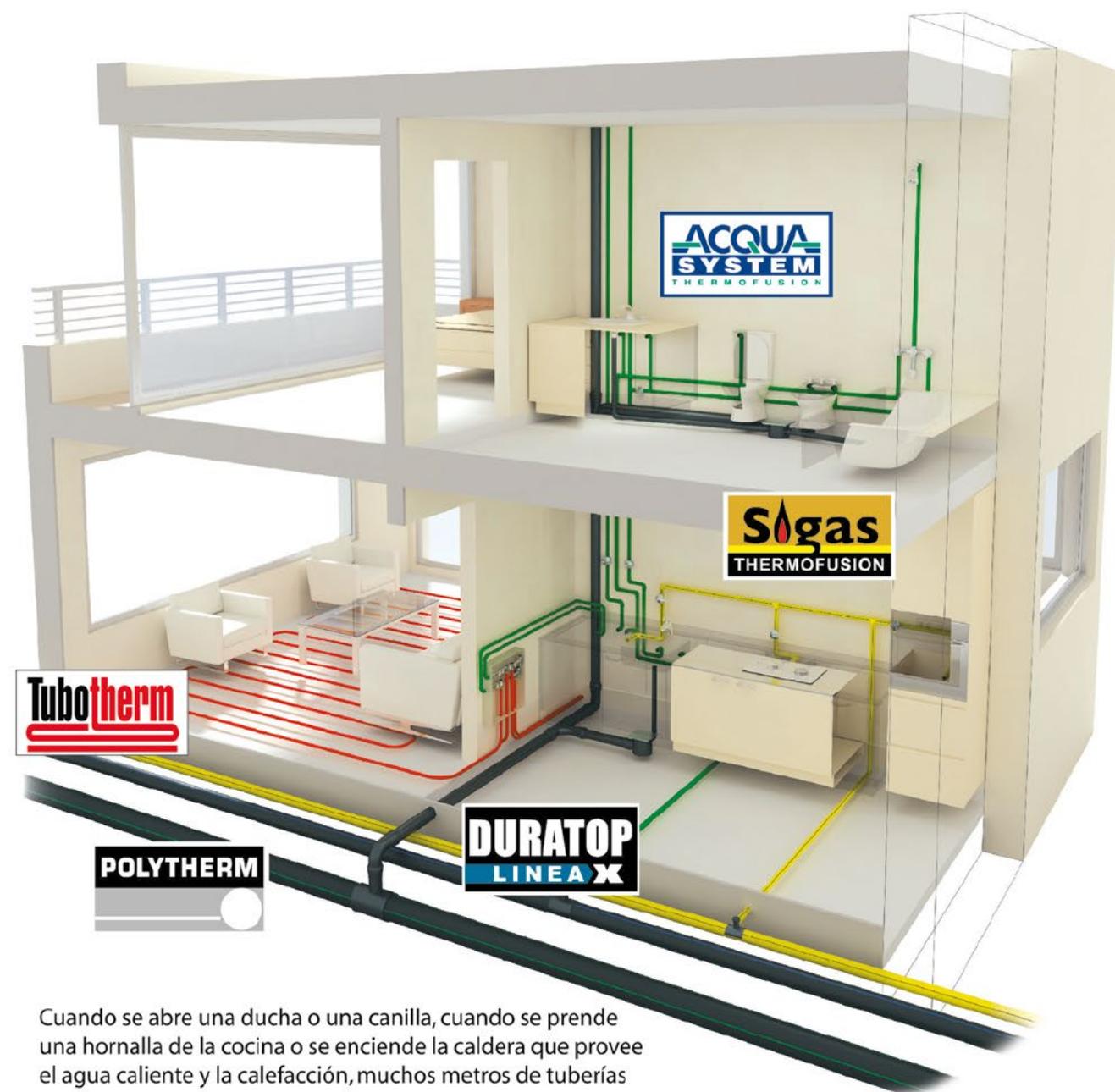
Analizamos la convivencia de la humanidad con el diseño y la arquitectura.

Un espacio plural de opinión, información y debate para escuchar, pensar y compartir sobre temas que nos convocan e influyen como ciudadanos.

**LA COLUMNA**  
ARQUITECTURA - DISEÑO  
RADIO SARANDI

JUEVES 15.30  
VIVA LA TARDE  
SARANDÍ 690

## Diseño del Confort.



Cuando se abre una ducha o una canilla, cuando se prende una hornalla de la cocina o se enciende la caldera que provee el agua caliente y la calefacción, muchos metros de tuberías llevan el confort a todos los rincones de la casa.

Para asegurar ese confort, el Grupo DEMA produce todos los sistemas de conducción de fluidos necesarios, con tecnología de máxima confiabilidad, que se disfruta todos los días.

Un proveedor único. Una calidad superior. Una garantía plena.



Agua, Gas, Desagües y Calefacción, con el máximo respaldo.



Anilco S.A. Gral. Urquiza 2575 - Montevideo - Uruguay  
Te: 2481- 0530 / 2480 - 8215 / 2487-7830 • [anilco@anilco.com.uy](mailto:anilco@anilco.com.uy)

Descargue las librerías BIM para proyectos de instalaciones de agua, gas, desagües y calefacción con Acqua System, Sigas, Duratop y Tubotherm en [www.grupodema.com.ar](http://www.grupodema.com.ar)

# El Sistema constructivo modular Walluminium

Análisis de la envolvente hermética y termoacústica y su sistema de producción.

## 1. INTRODUCCIÓN

Por todos son conocidas las bondades de la construcción off site frente a la construcción convencional, proliferando una gran cantidad de empresas de construcción modular, que presentan solución al desequilibrio entre costos y prestaciones (1). La recuperación de la actividad constructora global de la última década se ha basado principalmente en la Industrialización, la gran mayoría, tratan de despuntar siguiendo alguno de los principios impulsores del mercado global: ahorro de energía y rentabilidad, limitaciones de espacio en las grandes ciudades, tendencia global a la construcción verde (2).

Por otro lado, somos conscientes de que la construcción es uno de los sectores más contaminantes, en el contexto de la Unión Europea, el sector de la edificación representa el 40% del total del consumo energético (3). Y se verá obligado a reducir drásticamente su huella ambiental en las próximas décadas (4). Es por ello que la construcción industrializada tiene la necesidad de

incorporar las cuestiones medioambientales y sociales que son características de nuestro tiempo, tales como el ahorro, la eficiencia, la mejora del confort, la personalización de los productos, etc. (5) Diversas actuaciones de financiación e investigación destacan a nivel Europeo desde hace años, con la apuesta de diferentes gobiernos en el desarrollo de estándares de vivienda modular, de calidad y energéticamente eficientes (6).

De cara al cumplimiento de la Directiva 2010/31/UE, los objetivos 20/20/20 y en el contexto de los nZEB (near Zero Energy Building) (3), nos obliga a replantear la construcción y diseño de los edificios (7) actuando sobre los factores más determinantes en la demanda energética y evitando soluciones únicas, que sean adaptables a diferentes condiciones tipológicas y constructivas. Sumando cada vez más importancia las estrategias pasivas de optimización energética (7, 8).

Cabe destacar, que la integración de estas estrategias es posible con una cons-

trucción flexible y adaptable, algo que tradicionalmente reunía la construcción convencional, pero a costa de la falta de certeza económica y temporal. Así como, tampoco las reúnen diversas alternativas que se están abriendo paso en el mercado de la vivienda, con un número creciente de fabricantes ofreciendo productos de CML (9) con modulación a partir de células tridimensionales prefabricadas.

Por consiguiente, la tendencia del mercado avanza firmemente hacia la construcción modular e industrializada, donde el usuario final demanda la fiabilidad en el precio, rapidez en el plazo, pero sin de dejar de lado la conciencia medioambiental presente en Europa y cada vez más notable en España.

Demandando una mayor eficiencia energética durante la fase de uso de la edificación y que implique a su vez, un consumo mínimo de energía y recursos en su producción (10). Diversos son los que estudios que profundizan en la metodología ACV (Análisis e ciclo de Vida) y el cono-

cimiento de los impactos ambientales asociados a los materiales y procesos de construcción (11). Destacando en esta temática la investigación de Bucios-Sistos et al. (12) con el estudio de diferentes sistemas constructivos para conseguir edificaciones que generen un menor impacto ambiental a la atmosfera.

A su vez, los nuevos avances en construcción de la mano de la metodología BIM han demostrado que permiten una mayor definición y la mejora de la productividad tanto en la redacción del proyecto (13) como en el conjunto de las etapas del ciclo de vida de la edificación (14, 15) permitiendo la planificación y control del proceso constructivo (16, 17) creando modelados que constan de la geometría precisa y datos necesarios para respaldar todas las actividades de construcción, fabricación e instrucciones de montaje, (18, 19), y atendiendo a su vez a criterios de sostenibilidad (20).

En definitiva, el sector de la construcción, debe y está evolucionando hacia la industrialización que asegure un alto estándar de calidad y sostenibilidad, en el que se enmarca esta investigación. Siendo el objetivo de este artículo: el desarrollo y diseño de un sistema específico de envolvente hermética y termoacústica que formará parte de un nuevo sistema constructivo

optimizado de edificaciones modulares, acoplándose al panel modular de aluminio extrusionado, que resuelve la fachada ventilada portante, suponiendo un cambio relevante en la forma de construir e incorporando mejoras frente a la construcción convencional: facilidad de exportación y montaje por operaciones sencillas sin medios auxiliares, flexibilidad de diseño e integración tecnológica que garantice la ecoeficiencia de las edificaciones. Así como, atiende a los criterios propios de la construcción industrializada. A su vez, el objetivo general demandará la definición de objetivos específicos que lo hagan posible, como es la creación de una nueva herramienta informática de diseño, fabricación y elaboración de instrucciones de montaje, asociada al sistema constructivo modular.

## 2. METODOLOGÍA

La metodología empleada en el presente artículo, se determina a través de un proceso de diseño y validación con el estudio teórico y experimental de la envolvente con funciones hermética y termoacústicas integrante del innovador sistema constructivo modular ligero de paneles portantes. Con la verificación del cumplimiento de la normativa estatal y de las prestaciones frente a los condicionantes existentes, definiendo las características constructivas de los

elementos, espesores de cada una de las capas que conforman cada componente industrializado, y resolviendo los encuentros en los puntos conflictivos. Se lleva a la práctica con la prueba de montaje de una vivienda, donde se comprueba su uso en función de los condicionantes de partida, realizando los ensayos oportunos identificando las mejoras a implantar. Por último, se obtienen los resultados que se contrastan con los estudios más actualizados y cercanos a la temática de esta investigación, concluyendo con la confirmación de la viabilidad del sistema constructivo modular pasivo.

## 3. TEORÍA Y CÁLCULOS

### 3.1. Antecedentes

Esta investigación se inicia gracias a la ayuda del programa Neotec, Exp 00084417, Sneo 20151475, CDTI, 08th de julio de 2015, "sistema optimizado de producción de viviendas ecoeficientes", dando lugar a la patente, "Estructura modular para la construcción de edificaciones ES2716889 B2 Proyectopía" (21) que ha sido optimizada y ha evolucionado gracias años de investigación, contando con la experiencia de la ejecución de prototipos anteriores de CML (22-24), y en particular del proyecto Revestop (25).

Tras el montaje del primer prototipo con el panel de

(1) Yin, X., Liu, H., Chen, Y., Al-Hussein, M. (2019). Building information modelling for off-site construction: Review and future directions. *Automation in Construction*, 101, 72-91. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.01.010>.  
 (2) Díaz Piloñeta, M., Ortega Fernandez, F., Díaz Suárez, A., Alvarez Cabal, V. (2018). Presente y futuro de la construcción modular.  
 (3) Sánchez González, J.C. (2016). Construcción modular ligera energéticamente eficiente (Tesis Doctoral, Arquitectura). <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.40342>.  
 (4) Richner, P., Heer, P., Largo, R., Marchesi, E., Zimmermann, M. (2017). NEST-A platform for the acceleration of innovation in buildings. *Informes de la Construcción*, 69(548), e222. <https://doi.org/10.3989/id.55380>.  
 (5) Terrados Cepeda, F.J., Baco Castro, M.L., Moreno-Rangel, D. (2015). Patio 2.12: Vivienda prefabricada, sostenible, auto-suficiente y energéticamente eficiente. Participación en la competición Solar Decathlon Europe 2012. *Informes de la Construcción*, 67(538), 1-11. <https://doi.org/10.3989/ic.13.138>.  
 (6) Salas, J., Oteiza, I. (2009). Estrategias divergentes de industrialización abierta para una edificación pretenciosamente sostenible. *Informes de la Construcción*, 61(513), 11-31. <https://doi.org/10.3989/ic.08.050>.  
 (7) Suárez, R., Frago, J. (2016). Estrategias pasivas de optimización energética de la vivienda social en clima mediterráneo. *Informes de la Construcción*, 68(541), 1-12. <https://doi.org/10.3989/ic.15.050>.  
 (8) Linhares, P., Hermo, V., Meire, C. (2021). Environmental design guidelines for residential NZEBs with liner tray construction. *Journal of Building Engineering*, 42, 102580. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102580>.

(9) Roebuck, S. Primera mitad del s. XX, 1900 a 1945: Propuestas y sistemas industrializados, primeros ejemplos de construcción modular ligera.  
 (10) Saiz Sanchez, P. (2015). La casa industrializada: seis propuestas para este milenio (Tesis Doctoral, Arquitectura). <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.40341>.  
 (11) Bribián, I.Z., Capilla, A.V., Usón, A.A. (2011). Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. *Building and environment*, 46(5), 1133-1140. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.12.002>.  
 (12) Bucio-Sistos, C., López-Sosa, L.B., Morales-Máximo, M. (2022). Análisis multiparamétrico de tres sistemas constructivos considerando indicadores de sustentabilidad: ambientales, económicos y energético-funcionales. *Informes de la Construcción*, 74(567), e461-e461. <https://doi.org/10.3989/ic.87813>.  
 (13) Uriz, A.L., Sanz, C., Sánchez, B. (2019). Aplicación de un modelo Lean-BIM para la mejora de la productividad en redacción de proyectos de edificación. *Informes de la Construcción*, 71(556), e313-e313. <https://doi.org/10.3989/ic.67222>.  
 (14) Tenorio Ríos, J.A., Sotorriño Ortega, G. (2019). Edificios de vivienda industrializados. La transformación digital. [https://www.rilem.net/global/gene/link.php?doc\\_link=media/event/2019103400\\_congreso-conpat-2019.pdf](https://www.rilem.net/global/gene/link.php?doc_link=media/event/2019103400_congreso-conpat-2019.pdf).  
 (15) Faghirinejadfard, A., Mahdiyar, A., Marsono, A.K., Mohandes, S.R., Omrany, H., Tabatabaee, S., Tap, M.M. (2016). Economic comparison of industrialized building system and conventional construction system using building information modeling. *Jurnal Teknologi*, 78(1). <https://doi.org/10.11113/jt.v78.4056>.  
 (16) Trejo Carvajal, N.A. (2018). Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción.  
 (17) Zhang, J., Long, Y., Lv, S., Xiang, Y. (2016). BIM-enabled modular and industrialized construction in China. *Procedia engineering*, 145, 1456-1461. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.183>.  
 (18) Mojica Arboleda, A., Valencia Rivera, D.F. (2012). Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá.  
 (19) He, R., Li, M., Gan, V.J., Ma, J. (2021). BIM-enabled computerized design and digital fabrication of industrialized buildings: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123505. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123505>.  
 (20) Domínguez García, J.M. Implantación del sistema BIM a la industrialización abierta bajo criterios de sostenibilidad.  
 (21) Hermo, V. (2015). Estructura modular para la construcción de edificaciones, Spanish patent, ES 2 716 889 B2 OE PM 2015, n.d.

aluminio en el proyecto experimental MARDESÍA, donde quedaron demostradas sus funciones esenciales; estructural, fachada y envolvente ventilada y captación solar. Surgieron las dificultades asociadas al resto de elementos constructivos carentes de modulación, viéndonos obligados a resolver encuentros y definir soluciones constructivas in situ a medida que avanzaba la obra, con una fabricación muy artesanal. Asimismo, cabe aclarar que los requisitos normativos por ser apartamentos turísticos, así como el uso estacional al que se iban a destinar, los requerimientos no eran tan exigentes como los de una vivienda unifamiliar.

Tras dicho proceso era obvio que el potencial del innovador panel demandaba un sistema constructivo integral acorde a su actualización tecnológica, que garantizase la precisión durante la ejecución, capaz de aunar las ventajas de la arquitectura pasiva industrializada, ofreciendo una construcción de calidad y a que a su vez que asegurase la organización del proceso de forma automatizada, implicando tecnologías avanzadas al proceso integral de diseño, producción y fabricación. Por otro lado, destacamos recientes experiencias I+D en construcción, que han incorporado nuevos componentes constructivos y, a pesar de responder a otros objetivos, han servido para detectar

una oportunidad en su adaptación.

### 3.2. Diseño Sistema Walluminium

Los componentes modulares que forman parte del sistema constructivo Walluminium se diseñan y resuelven de forma rigurosa, para conseguir que las diferentes soluciones constructivas doten de flexibilidad y adaptabilidad al conjunto.

No se trata de construir de forma más o menos artesanal en taller, y luego

resolver tras el transporte unas juntas ajenas al sistema constructivo.

Sino que se debe basar en componentes modulares, que se puedan industrializar en taller, para ubicarse posteriormente en su posición en obra. Por lo tanto, las premisas y condicionantes de partida de los componentes modulares, son las siguientes:

Premisas: mantener la ligereza, la facilidad de montaje en obra, la estética y la economía para asegurar la viabilidad del sistema.

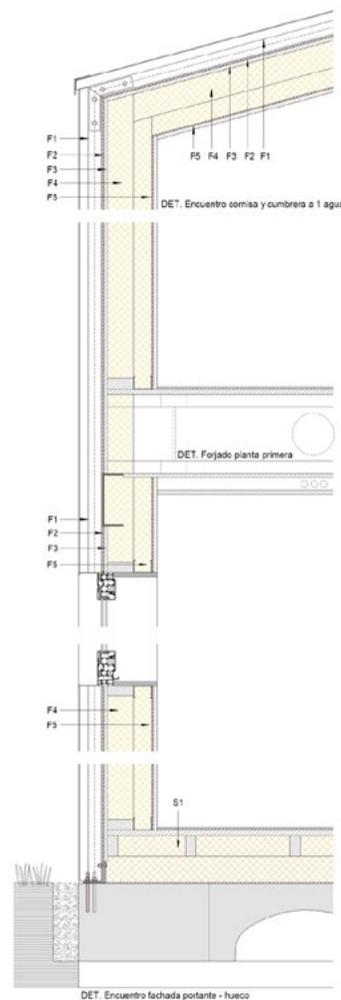


Figura 1. Det. Constructivo Encuentro fachada portante-hueco.

(22) Hermo, V. (2011). Sistema constructivo industrializado in situ COTaCERO: transferencia tecnológica: construcción de depósitos-ejecución de viviendas en altura mediante paneles portantes de acero.  
 (23) Valcárcel, J.P., Hermo, V., Cheda, J.B.R. (2013). Un nuevo sistema constructivo: Aspectos estructurales del sistema COTaCERO. En Estructuras y Arquitectura (pp. 1097-1104). <https://doi.org/10.1201/b15267-149>.  
 (24) Rodríguez Cheda, J.B., Pérez-Valcárcel, J., Hermo, V. (2011). Método para construir edificaciones de varias plantas mediante paneles portantes ligeros desde el nivel del terreno. Spanish Patent, 2370438.  
 (25) Pérez-Valcárcel, J., Muñoz-Vidal, M., Hermo, V. (2020). Construcción izada: Condicionantes estructurales del sistema REVERSTOP. Informes de la Construcción, 72(559), e355-e355. <https://doi.org/10.3989/ic.72993>.

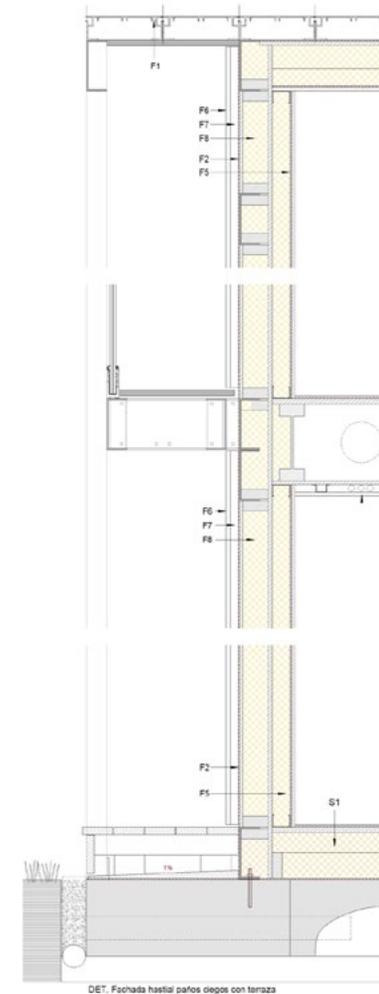


Figura 2. Det. Constructivo fachada hastial.

- 3.2.1. Descripción de los elementos constructivos
- Fachada portante (Trasdosado de cerramiento)
  - Fachada hastial
  - Cubierta (Trasdosado de Cubierta)
  - Forjado 0 (solera)

Fachada portante: formada por paneles extruidos de aluminio 3mm mecanizados y lacados (F1), cámara de aire ventilada 87mm, lámina impermeable-transpirable (F2) incorpó rada a panel formado por, tablero de virutas orientadas OSB 3 de 15mm (F3), trasdosado con aislamiento térmico de lana mineral 100mm (F4), Trasdosado autoportante interior con barrera de vapor en cara caliente del aislamiento térmico de lana de roca 70mm (F5), y tablero de acabado según planos de acabado siendo el más habitual la placa de yeso laminado de 12.5mm Forjado 0: Base de pavimento de planta baja como soporte de pavimento de tarima flotante sobre polietileno espumado, conformado por tacos/rastreles de madera de pino con tratamiento autoclave, y tablero superior de OSB3 de 22mm y relleno de aislante térmico XPS sobre lámina anti capilaridad (S1).

Fachada hastial: Acabado exterior de fachada hastial según planos de acabados siendo habitual acabado de madera termotratada (F6) colocada sobre rastreles de madera, con tratamiento autoclave, 30x80mm (F7) y lámina impermeabletranspirable (F2) sobre panel autoportante arriostrante formado por subestructura en madera y tablero de virutas orientadas OSB 3 de 15mm en ambas caras relleno de lana de roca de 100mm de espesor (F8), Trasdosado autoportante interior con barrera de vapor en cara caliente del aislamiento térmico de lana

de roca 70mm (F5),y tablero de acabado según planos de acabado siendo el más habitual doble placa de yeso de 12.5mm.

Cubierta: Paneles extruidos de aluminio 3mm mecanizados y lacados (F1), cámara de aire ventilada 87mm, lámina impermeable-transpirable (F2), tablero de virutas orientadas OSB 3 de 15mm (F3), trasdosado con aislamiento térmico de lana mineral 100mm (F4), Trasdosado interior con barrera de vapor en cara caliente del aislamiento térmico de lana de roca 70mm (F5), y tablero de acabado según planos de acabado siendo el más habitual la placa de yeso laminado de 12.5mm Forjado 0: Base de pavimento de planta baja como soporte de pavimento de tarima flotante sobre polietileno espumado, conformado por tacos/rastreles de madera de pino con tratamiento autoclave, y tablero superior de OSB3 de 22mm y relleno de aislante térmico XPS sobre lámina anti capilaridad (S1).

Solera ventilada; de hormigón armado sobre encofrado perdido de módulos de polipropileno tipo caviti y viga de borde de 30x50cm. Incluyendo ventilación de solera, mediante tubosde PVC 110mm y remate en T. El espesor de la solera, así como su armado dependerá de las condiciones del terreno, siendo las más habituales un canto de 25+5cm de capa de compresión.

Condicionantes: resolver la continuidad del aislamiento en la envolvente, lograr la suficiente hermeticidad que evite las pérdidas térmicas y asegurando las prestaciones acústicas y térmicas, así como asegurar la ausencia de puentes térmicos.

Siendo también de vital importancia garantizar la impermeabilización, y dominar el comportamiento higrotérmico mediante barreras de vapor que eviten posibles condensaciones intersticiales en el cerramiento.

# ISONEM<sup>®</sup> ANTIFIRE SOLUTION



LLEGÓ LA  
SOLUCIÓN  
DEFINITIVA

La solución ignífuga **ISONEM Anti-fire solution** es un producto que se fabrica con materiales 100% naturales, no daña la salud humana, es 100% soluble en la naturaleza y no contiene materiales prohibidos. Los humos de una sustancia que se aplica en solución ignífuga contienen un 50% menos de dióxido de carbono y monóxido de carbono que el estado natural de la misma sustancia. Además, es 20-25% más rico en términos de humo y nitrógeno. Por lo tanto, el efecto sofocante del humo se reduce a la mitad cuando la superficie no es inflamable.

**Es a base de agua, de un único componente.**

La solución no inflamable rodea las moléculas del material aplicado y desactiva el contacto con el oxígeno.

Gracias a las sustancias activas que contiene **ISONEM Anti-fire solution**, se crea un aislamiento térmico muy fuerte y se evita que alcance la temperatura que podría iniciar el proceso de combustión.

**ISONEM Anti-fire solution NO es un retardador de llama, es un ignífugo total que protege la madera durante 5 años.**

**Para materiales de madera:** Puede aplicarse por rociado, con pincel, con rodillo o impregnación por inmersión con la solución **ISONEM Anti-fire solution** de acuerdo con las características de absorción de la madera.

**Para el sector industrial:** Los materiales absorbentes como telas, algodón, lana, esponjas, etc. se humedecen con **ISONEM Anti-fire solution**, la solución no absorbida se exprime y se seca, como resultado de este proceso, los materiales no son inflamables y son ignífugos durante 5 años.



Wilson Ferreira Aldunate 1171  
Tels.: 2900 8488 - 2902 4083  
[www.lacasadelaengrampadora.com.uy](http://www.lacasadelaengrampadora.com.uy)



la casa de la  
**ENGRAMPADORA**

La envolvente del sistema constructivo definido en las Figuras 1 y 2, permite una continuidad total del aislamiento térmico, resolviendo en aluminio la envolvente portante exterior, con los paneles modulares de aluminio extrusionado, y conformado un trasdosado de unos 20 centímetros de aislamientos (hidráulico, termo-acústico y barrera de vapor) más el acabado interior, que genera un aislamiento continuo que evitará puentes térmicos y condensaciones. Con la intención de mejorar, por tanto, la durabilidad de los materiales y el cumplimiento de las normativas.

3.3. Sistema de producción con herramienta informática de diseño y fabricación de base BIM La producción industrializada del sistema constructivo necesita un

programa de diseño acorde a su actualización tecnológica para la posterior fase de construcción de viviendas y la elaboración de las instrucciones de montaje. Los componentes modulares del sistema constructivo se diseñan con un sistema de producción avanzado basado en un software de modelado y construcción paramétrica (Building Information Modeling-Revit) permitiendo la generación automática de mediciones e instrucciones de montaje.

Así como, la identificación de intersecciones constructivas y posibles problemas de montaje de los componentes modulares, previos a la fase de obra, logrando facilitar posteriormente un mayor grado de control de la ejecución, llevada a cabo con la máxima garantía de calidad y definiendo un

diseño cuidado y preciso.

Se resumen las siguientes fases del modelado arquitectónico-constructivo con la herramienta informática específica.

1. Modelización y parámetros globales que determinan la volumetría: partiendo de las tablas de parámetros globales se inicia la modelización mediante en un sistema de niveles y rejillas, que toman como base el Panel Walluminium de aluminio extrusionado, definiendo luces, desarrollos máximos y ángulos determinados de cubierta.

Se definen módulos tridimensionales sencillos (Figura 3 perspectiva superior), cada uno con su parametrización independiente, de cuya unión resulta la

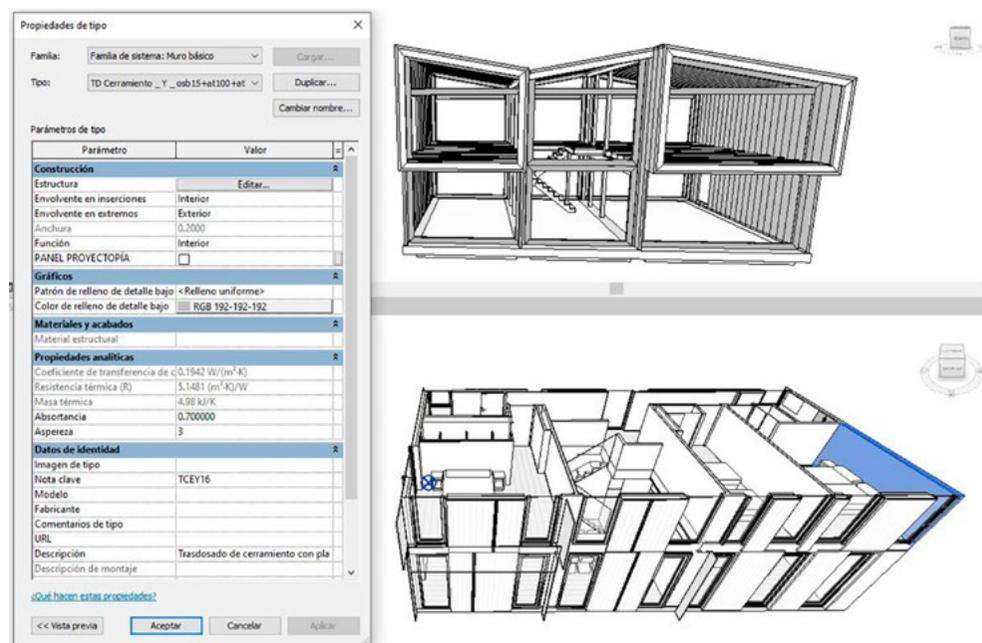


Figura 3. Parámetro compartido panel Walluminium. Capa de trasdosado de cerramiento.

volumetría compleja de la vivienda.

2. Parámetros compartidos y creación de las familias que componen la vivienda: a través del parámetro compartido de muros y cubiertas el programa identifica los muros (Figura 3 perspectiva inferior) que integran el cerramiento de panel y de las fachadas hastiales, volcando la información de cada uno de ellos a la tabla correspondiente. Cada una esas tablas (Figura 3 izquierda) proporcionan la información necesaria para a su fabricación y medición.

Posteriormente a través de la codificación existente dentro de los 3 tipos de familias; Muros/ Cubiertas y Forjados se generarán automáticamente las descripciones de las unidades de obra y mediciones, que a su vez se vinculan con el programa específico de cálculo de presupuestos y de Análisis de ciclo de vida, permitiéndonos evaluar los impactos ambientales de los elementos constructi-

vos definidos durante las etapas A1-A5 (fabricación-transporte y construcción).

3. Sistema de fabricación y mecanizados: con la creación y exportación de láminas parametrizadas para el recorte automatizado en fábrica. A partir de los parámetros de longitud máxima y/o ángulo de cubierta. Para esto, se generaron previamente las distintas familias de sección, alzado y detalle constructivo, por separado, para cada encuentro de fachada y de cubierta.

4. Definición de detalles constructivos: se parametrizan todos los encuentros constructivos posibles según las limitaciones definidas anteriormente, categorizados en siete tipos (cornisa, cumbrera, cumbrera a dos aguas, limahoya, cubierta con fachada a cornisa (Figura 4), cubierta con fachada a cumbrera) y se generan las órdenes de fabricación e instrucciones de montaje.

Dicha información generará automáticamente planos de despieces de la vivienda, presupuestos, entornos virtuales, archivos informáticos de lectura de las máquinas de fabricación automatizada y el manual de montaje. En líneas generales este método de organización del trabajo y producción industrializada se centra en la mejora continua y en la optimización del sistema de producción con la eliminación de

desperdicios y actividades prescindibles, mediante la automatización de procesos a través de la programación, con el objetivo de agilizar los tiempos de fabricación, ejecución y montaje en obra.

3.4. Comprobación teórica CTE

Establecimiento de las exigencias a cumplir de la normativa de aplicación CTE, en función de los condicionantes. Tal y como establece el artículo 5. Condiciones generales para el cumplimiento del CTE. Para justificar que un edificio cumple las exigencias básicas podrá optarse por: Adoptar soluciones técnicas basadas en los DB o adoptar soluciones alternativas, siempre que justifiquen documentalmente que el edificio proyectado cumple las exigencias básicas del CTE porque sus prestaciones son, al menos, equivalentes a los que se obtendrían por la aplicación de los DB, como ocurre en nuestro caso práctico.

Para ello la normativa relativa a los elementos descritos del sistema constructivo que procede justificar su cumplimiento, es la siguiente:

3.4.1. DB-HE Ahorro de energía

La exigencia que nos afecta en el diseño del sistema constructivo Walluminium es la Exigencia básica HE 1: Condiciones del sistema

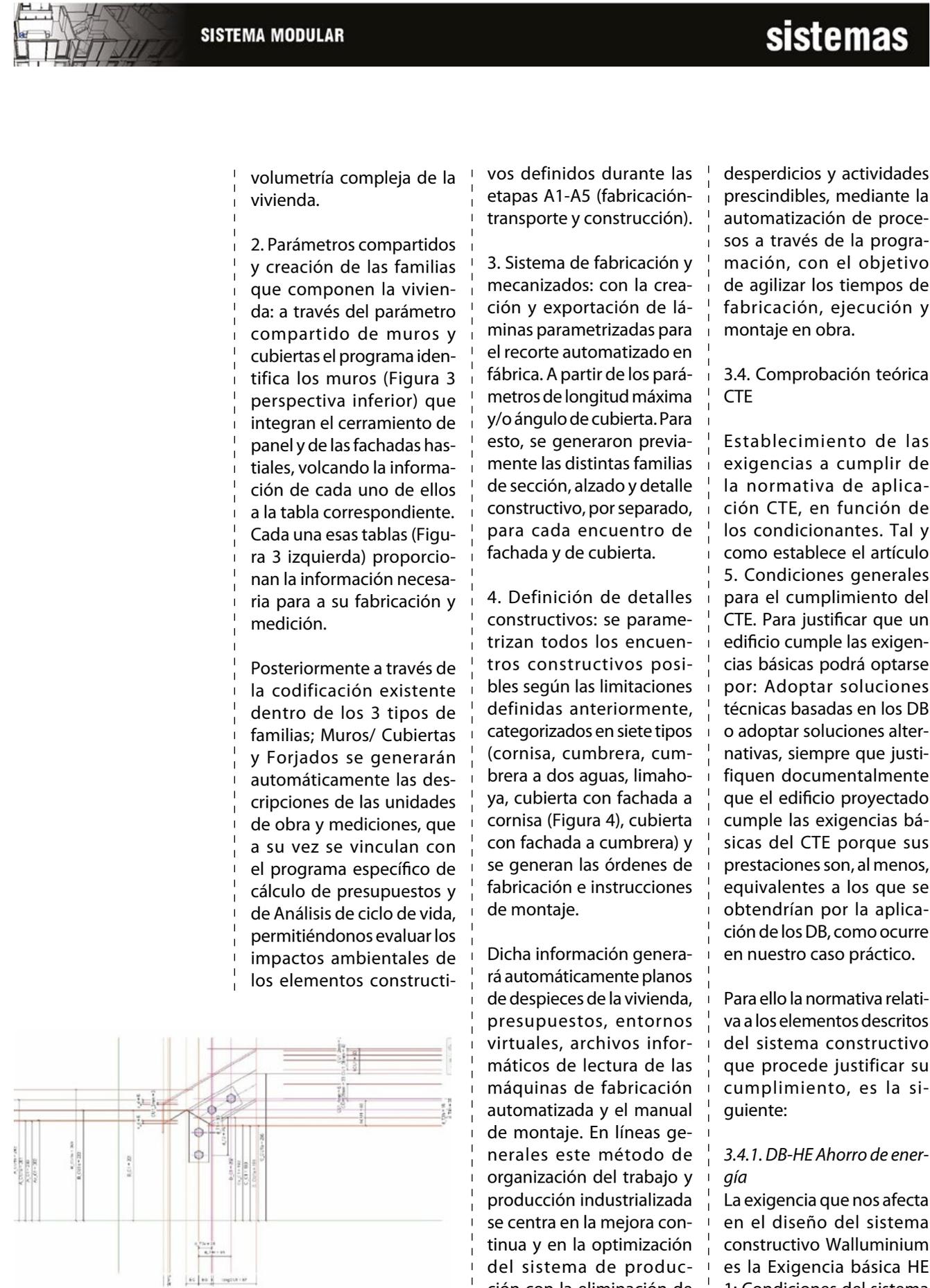


Figura 4. Encuentro Constructivo parametrizado.

constructivo para el control de la demanda energética.

La cual establece que; "Los edificios dispondrán de una envolvente térmica de características tales que limite las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico en función de la zona climática de su ubicación" Siendo nuestro ámbito de aplicación los edificios de nueva construcción. Para la cuantificación de la exigencia, procede el cálculo de la transmitancia de la envolvente térmica: el cálculo de la misma seguirá el método del documento de apoyo DA DB-HE/1 'Cálculo de parámetros característicos de la envolvente'. Y tal y como hemos definido previamente en las Figuras 1 y 2 de detalles arquitectónicos, los elementos constructivos se componen de las siguientes capas (Tabla 1).

Obtenemos la transmitancia térmica U de cada elemento constructivo y los comparamos con los valores máximos exigidos en la Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica, Ulim (W/m²K) del DBHE, determinados para la zona climática C en la que se dispondrá la construcción objeto de estudio, según la tabla del Anejo B, y en función de la provincia y altitud respecto al nivel del mar (h): ubicada en Pontevedra a una altitud de 91 m, siendo por lo tanto inferior a 350m. Y verificamos que, las transmitancias térmicas de los elementos del sistema constructivo diseñado Walluminium, se encuentran muy por debajo de los valores límites que fija la norma (Tabla 2).

**3.4.2. DB-HS Salubridad**  
Comprobación de la limitación de condensaciones

superficiales para la zona climática C. Para el cálculo nos remitimos al documento de apoyo DA DB HE 2, en su punto 4.1.1, en el que se especifica: "El método del factor de temperaturas superficiales permite limitar el riesgo de aparición de condensaciones superficiales usando un criterio simplificado, que consiste en establecer un límite máximo del 80% de humedad relativa media mensual sobre la superficie del cerramiento analizado."

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

Tabla 1. Propiedades de los materiales constituyentes de la envolvente.

| Material  | Espesor, e (mm) | Densidad, d (kg/m³) | Conductividad térmica, λ (W/m·K) | Resistencia térmica, R=e/λ (m²·K/W) |
|---|-----------------|---------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Panel Aluminio  | 3               | 2800                | 160                              | 0,0000186                           |
| Lámina transpirable impermeable tipo Tyvek (polietileno de alta densidad) | 2               | 980                 | 0,50                             | 0,004                               |
| Tablero de virutas orientadas OSB3  | 15              | < 650               | 0,13                             | 0,115                               |
| Aislamiento térmico de lana mineral. 100mm                                | 100             | 20                  | 0,040                            | 2,50                                |
| Aislamiento térmico de lana mineral. 60mm con barrera de vapor interior   | 61              | 20                  | 0,040                            | 1,525                               |
| Placa de yeso laminado  | 15              | 800                 | 0,25                             | 0,06                                |
| Poliestireno Extruído (XPS)   | 200             | 60                  | 0,039                            | 5,128                               |
| Lamina impermeable de polietileno   | 3               | 920                 | 0,33                             | 0,0091                              |

Tabla 2. Transmitancias de los elementos constructivos.

| Elemento constructivo                     | Rt (m²·K/W) | U (W/m²K) | Ulim (W/m²K) | Cumple       |
|---|-------------|-----------|--------------|--------------|
| Fachada portante (Trasdosado cerramiento) | 4,464       | 0,224     | 0,49         | U ≤ (Um lim) |
| Cubierta (Trasdosado de Cubierta)         | 4,404       | 0,227     | 0,40         | U ≤ (Uc lim) |
| Fachada hastial                           | 4,549       | 0,219     | 0,49         | U ≤ (Um lim) |
| Forjado o (solera)                        | 5,4621      | 0,1831    | 0,70         | U ≤ (Ut lim) |

Tabla 3. Limitación de condensaciones superficiales de los elementos constructivos.

| Elemento constructivo | U (W/m²K) | fRsi | Cumple          |
|-----------------------|-----------|------|-----------------|
| Fachada portante      | 0,224     | 0,94 | fRsi > fRsi,min |
| Cubierta              | 0,227     | 0,94 | fRsi > fRsi,min |
| Fachada hastial       | 0,219     | 0,95 | fRsi > fRsi,min |
| Forjado o             | 0,1831    | 0,95 | fRsi > fRsi,min |

Obtenemos de la tabla C.1 del apéndice C del documento de apoyo. Una Humedad relativa media de 74 % y una Temperatura media de 9,9 grados, para el mes de enero en la localidad de Pontevedra.

En los cerramientos y puentes térmicos se comprueba que el factor de temperatura de la superficie interior es superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo. El factor de Temperatura de la superficie interior mínimo, lo obtenemos de a partir de la tabla 1, de dicho documento de apoyo, en función de la zona climática C en invierno y de la clase higrométrica 3 o inferior para edificios de uso residencial, siendo 0,56 fRsi,min. Procedemos al cálculo del factor de temperatura de la superficie interior de los cerramientos fRsi (Tabla 3). Y se constata que cumplimos la condición siendo fRsi > fRsi,min (0,56) en todos los elementos constructivos (Tabla 3).

Además, se garantiza la ausencia de condensaciones intersticiales gracias a la incorporación de una barrera de vapor por la cara caliente del aislamiento térmico.

**3.4.3. DB-HR Protección contra el ruido**

El objetivo es satisfacer las exigencias del CTE en lo referente a la protección frente al ruido y para ello debemos: "alcanzar los valores límite de aislamiento acústico a ruido aéreo y no superar los valores límite de nivel de presión de ruido de impactos que se establecen en el apartado 2.1"

Seguimos el procedimiento de verificación de Protección frente al ruido procedente del exterior para los elementos constructivos interiores de separación, así como las fachadas, las cubiertas, las medianerías y los suelos en contacto con el aire exterior:

Cumpliremos la condición si el aislamiento acústico a ruido aéreo, D2m, nT, Atr, entre un recinto protegido y el exterior no será menor que los valores indicados en la tabla 2.1 "Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo", en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día, Ld, definido en el Anexo I del

Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, de la zona donde se ubica el edificio.

Para ello tomamos el valor del índice de ruido día Ld 60 dBA, por no disponer de datos oficiales, y tomamos como referencia el territorio con predominio de suelo de uso residencial.

Por lo tanto, se establece, que debemos superar el valor exigible de aislamiento acústico ponderado A, para ruido aéreo de 30 dBA.

Determinamos el aislamiento acústico de proyecto del trasdosado mediante equivalencia a una solución semejante. Tomamos como referencia la solución del catálogo de elementos constructivos del CTE (32) perteneciente a la opción de Fachada de entramado estructural de madera, con cámara de aire ventilada, con código F15.3. Que establece un valor de 42 dBA el índice global de reducción acústica, ponderado A, para un ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves.

Cumpliendo así la condición exigida en el DB HR al ser superior a 30 dBA.

**3.4.4. DB-SI Seguridad en caso de incendio**

El objetivo del requisito básico 'Seguridad en caso de incendio' que el El Código Técnico de la Edificación define en su artículo 11 consiste en "reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento".

Para satisfacer este objetivo, el sistema constructivo

modular pasivo objeto de estudio deberá satisfacer la exigencia básica SI6. Resistencia al fuego de la estructura.

Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si: Alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 "Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales" que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la

curva normalizada tiempo temperatura. Siendo en nuestro caso de aplicación, una vivienda unifamiliar aislada de altura inferior a 15 m. Exigiéndose el cumplimiento de R30.

En nuestro sistema constructivo objeto de estudio, la estructura portante se sitúa hacia el exterior de la edificación quedando toda la estructura protegida con entramado autoportante de madera y falso techo de yeso laminado hacia el interior que aporta una



Figura 5. Plantas arquitectónicas vivienda Pontevedra ACG.



SISTEMA PANELIZADO MONTFRÍO

## TU CASA EN PANELES

Un sistema constructivo revolucionario basado en el montaje de paneles EPS autoportantes de pared y cubierta, que destaca por su rapidez de montaje, capacidad aislante y autoportancia.



f /montfrio

@ /montfrio\_ltda

▶ /montfrio

**MontFrío**  
Construyendo el mañana

Barros Arana 5431  
2513 0371  
www.montfrio.com.uy

Tabla 4. Valores bioclimáticos

| Índices microclimáticos  | Valor               | Estrategia asociada   |
|--|---------------------|---|
| <b>Continentalidad</b><br>Cuantifica la amplitud térmica estacional. (Tmax - Tmin) (°C)                        | 2<br>(<11.24)       | Incorporación de mecanismos de adaptación a dos situaciones diferentes.                                     |
| <b>Diurnidad</b><br>Cuantifica la variabilidad térmica diaria. (Tcmax - Tcmin) * 10 (°C)                       | 4<br>(12.0 - 13.28) | Inercia térmica de la edificación, suficiente para minimizar las fluctuaciones térmicas.                    |
| <b>Intensidad del viento</b><br>Determina las pérdidas por infiltración y el potencial de ventilación natural. | 2<br>(4 - 8)        | Hermeticidad de la envolvente con elementos de control y diseño de volumen.                                 |
| <b>Radiación solar</b><br>Capacidad de captación de energía del sol. (Media diaria kWh/m²)                     | 2<br>(3.55 - 3.77)  | Orientación de vivienda, huecos y cubierta para obtener la radiación más adecuada en cada estación del año. |
| <b>Termicidad invernal</b><br>Pondera la intensidad de frío. (T + Mf + mf) * 10 (°C)                           | 1<br>(>308)         | Compacidad de la edificación. Aislamiento de la envolvente. % huecos máx sur, bajo E-O, mín norte.          |
| <b>Termicidad estival</b><br>Ponderar la intensidad de calor. (T + Mc + mc) * 10 (°C)                          | 6<br>(>535)         | Protección solar. Ventilación natural en proporciones adecuadas.  |

resistencia al conjunto estructural mayor de R30 necesario para vivienda unifamiliar, y ventilados tanto por su cara exterior como por su cara interior.

En cuanto a la resistencia al fuego de los elementos de aluminio revestidos con productos de protección con marcado CE, los valores de protección que éstos aportan son los avalados por dicho marcado. Con respecto a los forjados de madera, hay que tener en cuenta que la resistencia estructural necesaria de servicio se cumple con el uso de las vigas, mientras que la necesidad del OSB 22 dispuesto en su parte interior solo es necesario como arriostramiento. Por lo tanto, podemos asimilar dicho tablero como un elemento de protección frente al fuego para las vigas, durante el tiempo estimado para su carbonización.

Según la Tabla de tiempos de carbonización de los

paneles de protección de la Guía de construir con madera (CcM). Documento de aplicación del CTE (33), la solución de tablero de OSB de 22mm + PYL de 10 implican un tiempo superior a 30min, cumpliendo con lo exigido en el DB SI para dicho forjado. En el caso de la estructura de aluminio estaría protegida por el acabado interior (Tablero de yeso de 15 mm + 160mm lana mineral + tablero OSB 15mm), superando igualmente dicha exigencia.

**4. PRUEBA DE MONTAJE VIVIENDA MODULAR PONTEVEDRA ACG**

4.1. Descripción de la edificación  
El edificio proyectado corresponde a la tipología de vivienda unifamiliar aislada, compuesto de dos plantas sobre rasante (Figura 5). El proyecto se plantea a partir de dos criterios de diseño primordiales: la integración en el entorno y la sostenibilidad.

Integración en el entorno: La parcela, de forma irregular, presenta el acceso desde el Norte y se abre entre el sur y el oeste a las vistas del extremo de la ría de Pontevedra.

A ambos lados, otras construcciones colonizan el territorio.

El volumen global de la edificación se organiza en una pieza que sigue la orientación Este-Oeste para el mayor aprovechamiento solar, se respeta la rasante de la parcela, buscando el máximo aprovechamiento del terreno y generando el mínimo impacto del relieve natural. El programa organiza la vivienda en un módulo compuesto por dos plantas; en la planta baja se encuentran los espacios servidores (acceso - lavadero - aseo) y la zona de día (salón-comedor-cocina-habitación) y en la planta primera la zona de noche (dormitorios y baños).

Sostenibilidad: Atendiendo a los criterios de sostenibilidad de la arquitectura bioclimática y construcciones de consumo energético cercano a 0, en el diseño de la vivienda se han tenido en cuenta los índices microclimáticos, siendo el más severo la termicidad estival, el cual se encuentra ligado a las estrategias arquitectónicas de protección solar y ventilación natural. La Tabla 4 recoge los valores de los índices microclimáticos analizados, en una escala de 1 valor mínimo a 6 máximo, donde se han empleado los datos recogidos por el Instituto Gallego de Vivienda y Suelo (IGVS).

Se establece, por tanto, una mayor superficie de parte acristalada en la fachada Sur, buscando las vistas y la optimización de las ganancias solares para mejorar el confort de la vivienda.

No obstante, se proyectan aleros de dimensiones estudiadas que favorecen la

radiación solar en invierno y evitan un soleamiento excesivo en verano. Por otro lado, se definen las instalaciones más eficientes apropiadas a las condiciones climáticas del entorno, con un sistema de renovación de aire y acondicionamiento ambiental, formado por un sistema de ventilación mecánica con recuperador de calor y control de humedad higrotérmico. Incorporando una bomba de calor aerotérmica con distribución por conductos de aire.

Además, se garantizan las mínimas fluctuaciones térmicas, gracias a los elevados espesores de los aislamientos (20 cm), la ausencia de puentes térmicos y la hermeticidad de la envolvente.

4.2. Descripción de la secuencia de montaje del sistema constructivo Walluminium El proceso del montaje (Figura 6, de izquierda a derecha y de arriba a abajo) se inicia con el replanteo y

posterior colocación de los perfiles de cimentación, en concreto perfiles normalizados L80x8. El siguiente paso, es la colocación de los marcos estructurales en planta baja, con perfiles normalizados U200.80.6 mecanizados en las fachadas transversales.

A continuación, se instalarán los paneles de modulares de aluminio extrusionado en las fachadas portantes estructurales y se prosigue con la colocación las vigas y pilares de la estructura de madera, posteriormente se procede con la colocación de las vigas de OSB HB97 300 del forjado. Para servirnos de ellas con el montaje de los marcos estructurales de planta alta y en la colocación de los paneles de cubierta.

Rematando la instalación, estableciendo el montaje de cargaderos y balcones. 4.3. Identificación de mejoras

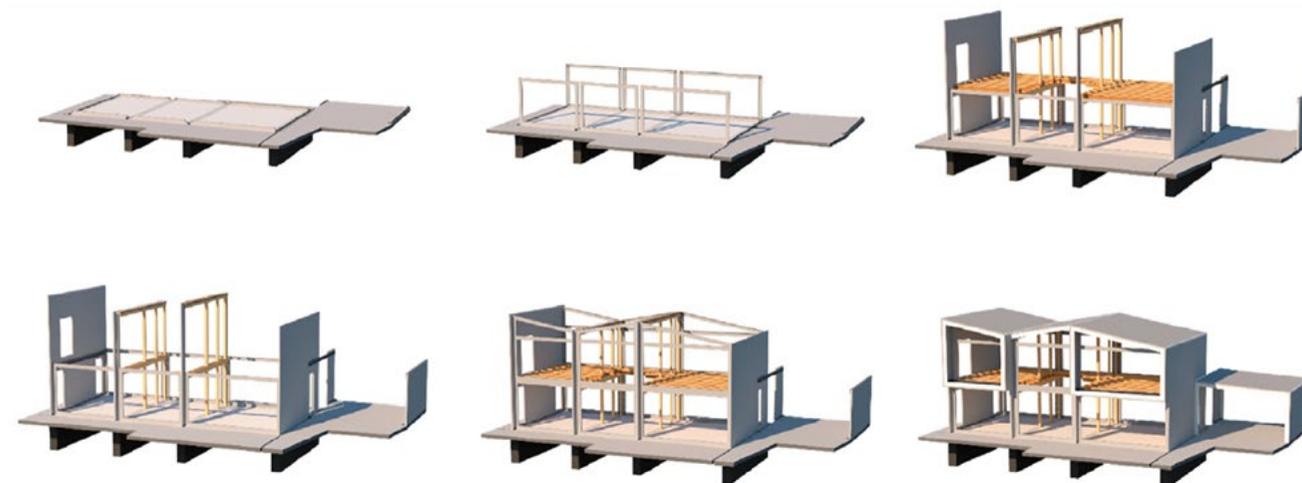


Figura 6. Esquema de montaje 3D vivienda Pontevedra ACG.

En general las mejoras detectadas en los elementos constructivos que definen el sistema tras la prueba de montaje de la vivienda Pontevedra ACG (Figura 7) van de la mano de sacar un mayor partido al potencial, del que ya goza el sistema, del grado de industrialización.

- Configuración de un panel de suelo modular registrable para facilitar el paso de las instalaciones en cuartos húmedos.
- Incorporación de lámina impermeable y traspirable que envuelve toda la envolvente estructural con el siguiente elemento de trasdosado.
- Optimización del pre montaje en taller de los paneles de fachada hastial con la incorporación de la lámina impermeable y traspirable.
- Instalación previa de refuerzos en la sub estructura de placas de yeso laminado de los trasdosados, donde estén proyectados lavabos, tomas de Tv y muebles altos de cocina, que deban ir suspendidos.
- Ejecución previa en taller de los pasos para el trazado instalaciones de clima y ventilación en Forjado intermedio de vigas de OSB.
- Creación de un falso techo, con absorbente acústico y espacio para paso de instalaciones en el forjado intermedio.

En el que, a su vez, se dejará la previsión de la ubicación de los puntos de iluminación s/ planos.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a la eficiencia de la edificación; Los valores para la transmitancia de nuestra envolvente se sitúan en el rango entre 0,18- y 0,227, algo superiores a los valores que resultaron de los estudios de F. J. Terrados-Cepeda et al. (5) en la envolvente del prototipo de la solar decathlon Europe 2012, donde determinaron entre (0,12-0,20 W/m<sup>2</sup>K, en función del elemento, cubierta o cerramiento exterior) considerada una envolvente de diseño con una transmitancia térmica muy baja.

Sin embargo, nuestros valores de transmitancia de fachada portante y fachada hastial son considerablemente inferiores, en la comparativa con un sistema convencional equivalente, como es la fachada de entramado estructural de madera, con cámara de aire ventilada del catálogo de soluciones técnicas del CTE (32) con un valor de transmitancia térmica de 0,386 W/m<sup>2</sup>K. Cabe destacar que los resultados de transmitancia térmica de los elementos del sistema constructivo Walluminium se encuentran muy por debajo de los valores límites exigidos por normativa.

A su vez, se ha procedido al cálculo de la demanda energética anual por superficie útil de la edificación, para la comprobación del cumplimiento del DB HE1

Limitación de la demanda energética. Obteniendo destacables resultados: En concreto, obteniendo un valor para la demanda energética de calefacción de la edificación de 16.4 kWh/(m<sup>2</sup>-año) siendo menor a la demanda de calefacción límite de 25.7 kWh/(m<sup>2</sup>-año).

Y un valor de 7.5 kWh/(m<sup>2</sup>-año) para la demanda de refrigeración, siendo exactamente la mitad que la demanda de refrigeración límite. Señalamos que dichos valores, están en disposición de encajar con los estándares térmicos más restrictivos a nivel internacional, como es el caso del estándar Passivhaus que establece una demanda de en 15 kWh/ m<sup>2</sup>-año Gantolier, 2010 (34).

Además, podemos corroborar que la Construcción Modular Ligera (CML), puede ser energéticamente eficiente, habiendo demostrado en este artículo, la viabilidad tecnológica-industrial que supone la combinación tal y como perseguía Sánchez González, 2016 (3) en su investigación. Se ha demostrado la certidumbre del cumplimiento normativo en el ámbito de la edificación residencial, aportando mejoras sustanciales a algunas de ellas al igual que argumentó V. Gómez Jáuregui, 2009 en su estudio (26) y conclusión similar a la establecida por Tudela, E.A. 2016 (29) en la investigación de su panel técnico.

- (26) Gómez Jáuregui, V. (2009) Habidite: viviendas modulares industrializadas, Informes de la Construcción, 61(513), 33-46. <https://doi.org/10.3989/ic.08.035>.
- (27) Nollens, A.F.B. (2021). Sistema prefabricado de ecofachada termoaislante para el mejoramiento de viviendas sociales construidas en la zona árida centro oeste de Argentina. Informes de la Construcción, 73(561), e377-e377. <https://doi.org/10.3989/ic.74740>.
- (28) Muñoz Gómez, S., Mosquera-Rey, E., Corral, A. (2022). Construcción de una vivienda de madera con el sistema UBUILD. Informes de la Construcción, 74(565), e428. <https://doi.org/10.3989/ic.87025>.
- (29) Tudela, E.A. (2016). Las instalaciones como condicionante del diseño arquitectónico: panel técnico Reverstop (Tesis Doctoral, Universidade da Coruña).
- (30) Xu, L.D., Xu, E. L., L. Li, (2018) Industry 4.0: state of the art and future trends, International Journal of Production Research, vol. 56, n.o 8, pp. 2941-2962, <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>.
- (31) Ovando Vacarezza, G. (2015). Criterios técnicos del proyecto con módulos tridimensionales ligeros: las casas del Solar Decathlon 2005 y 2007 (Tesis Doctoral, Arquitectura) <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.40687>.
- (32) Catálogo de elementos constructivos del CTE. Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción. Ministerio de Fomento, (2010, Marzo).
- (33) Guía de construir con madera (CcM). Documento de aplicación del CTE. Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción. 2010.
- (34) Gantolier, G. (2010). Manual para la certificación "Estándar Passivhaus". Certificado Estándar Passivhaus Dr. Wolfgang Feist. Versión del, 23.

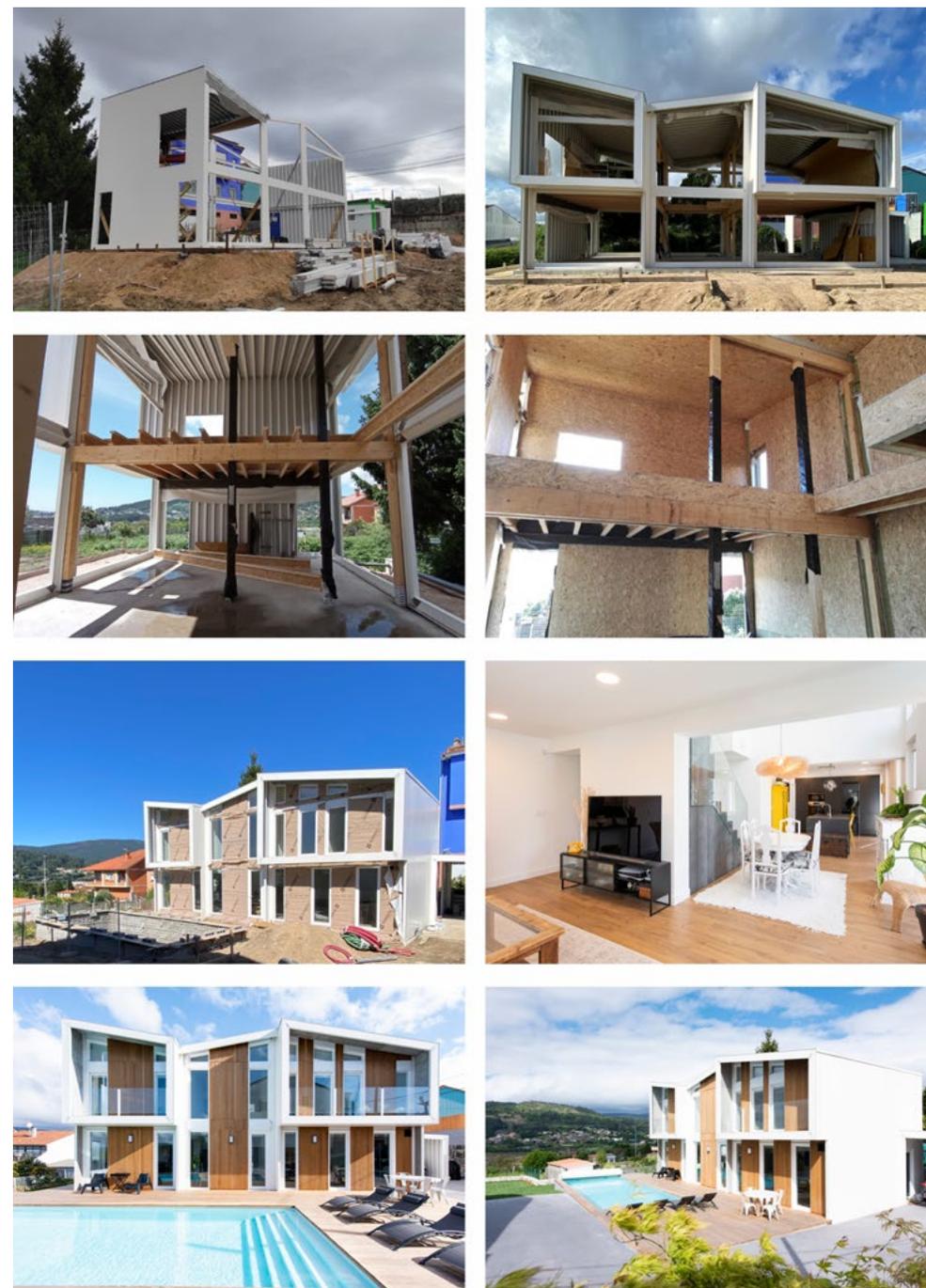


Figura 7. Reportaje fotográfico de la construcción de la Vivienda Pontevedra ACG.

Se garantiza la versatilidad con el sistema constructivo objeto de estudio, garantizando edificaciones no repetitivas. Característica similar a la que detallan García Alvarado et al. 2021

(35) con la variedad de configuraciones arquitectónicas. A mayores, contamos con la posibilidad de elección de diferentes acabados de elevada calidad como en el sistema

desarrollado por V. Gómez Jáuregui, 2009. (26)

La herramienta informática desarrollada, asociada al sistema constructivo consiguió que la información

- (35) García-Alvarado, R., Rojas-Wilckens, I., Vargas-Mosqueda, M. (2021). Análisis de la Modulación Arquitectónica en Edificaciones Menores de CLT; estudio de casos. Informes de la Construcción, 73(562), e387-e387. <https://doi.org/10.3989/ic.77708>.
- (36) Carolina Meire, Patricia Linhares, Víctor Hermo (2023). Método para la dirección de obra de viviendas modulares pasivas. Informes de la Construcción, 75(572), e520. <https://doi.org/10.3989/ic.6452>.

sobre los elementos modulares en cada etapa se recopilase en tiempo real, con las ventajas que ello conlleva.

De forma parecida a la definida en la literatura X. Yin et al. (1) con la Planificación logística habilitada para BIM, describiendo una cadena de suministro típica para un proyecto OSC (off-site construction) A mayores, se he realizado una primera revisión del análisis de ciclo de vida, en las fases A1 a A5, mediante la vinculación del sistema de producción paramétrica desarrollado con los componentes modulares del sistema constructivo, con un software de ACV, que nos ha permitido conocer las emisiones de CO2 equivalente en los procesos de fabricación, transporte y su puesta en obra. Obteniendo conclusiones determinantes acerca de los componentes sobre los que debemos actuar y mejorar. Indicando que las mayores emisiones de Kg de CO2 equivalente corresponden a la solera ventilada de hormigón.

Resultados similares arroja la investigación, aunque más completa y detallada, de Bucio-Sistos et al (12), en la que se especifica los sistemas de construcción convencional, y en concreto los ejecutados en hormigón cuentan con unos indicadores de mayor impacto ambiental frente a los sistemas de construcción modular.

## 6. CONCLUSIONES

Ha sido viable diseñar un sistema hermético y termoacústico ad hoc para completar la fachada portante resuelta mediante el panel modular Walluminium, se ha verificado el cumplimiento de las exigencias normativas, y se ha demostrado su aplicación desde el punto de vista funcional, llevando a cabo la ejecución de una vivienda constituida por un sistema constructivo integral. Se ha conseguido la modularización de casi todos los componentes, creando un sistema constructivo ligero, formado por piezas cuya geometría y peso es menor a 20Kg, garantizando la adaptabilidad formal de las soluciones, la facilidad de transporte y el ágil montaje. No obstante, somos conscientes de que el potencial de optimización e industrialización de los elementos no modulares es considerable, en concreto nos ha condicionado el acabado de placas de yeso laminar en los trasdosados. Y debemos incorporar una solución modular como sistema de apoyo para prescindir de la cimentación tradicional, y que a su vez genere un menor impacto ambiental.

Se ha conseguido el aumento de la productividad y automatización de la información en la fase de diseño a través del software creado explícitamente para este sistema constructivo,

lo que permitió, tras la fase de modelado, que en fábrica se pudiesen conocer en tiempo real las unidades y medidas de todas las piezas necesarias para la construcción.

Se ha verificado la idoneidad de los sistemas pasivos y activos de alta tecnología que han permitido que el consumo energético de la edificación sea cercano a 0. Gracias a su vez, a la flexibilidad de adaptación del sistema constructivo y sus componentes a las necesidades del contexto microclimático.

En la actualidad, cabe destacar que se han ejecutado más de 30 nuevas construcciones ecoeficientes en la geografía gallega con el sistema constructivo Walluminium descrito en esta investigación.

Futuras líneas de investigación: la certificación Passivhaus del sistema. Y el Método para la dirección de obra de CML que asegure la eficacia y productividad de la fase de ejecución (36).

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Consejo General de la Arquitectura Técnica de España (CGATE) su apoyo. Al CDTI por la ayuda del programa Neotec para proyectos de desarrollo tecnológico I+D+I en el que se inició esta investigación. A la empresa Proyectopía por su imprescindible colaboración.

# Productividad en la industria de la construcción

## Lean Construction, filosofía de gestión aplicada

Arq. Guillermo Loblowitz  
Arq. Bruno Badano

La productividad en la construcción es una preocupación no solo para quienes trabajan en el sector, sino también para los responsables de políticas públicas y organizaciones sectoriales.

Es evidente que la productividad en la construcción está lejos de alcanzar niveles óptimos. Las proyecciones y estimaciones rara vez se cumplen, lo que plantea interrogantes sobre las discrepancias entre lo planeado y lo real.

Al planificar los plazos y costos de una obra, es esen-

cial comprender los rendimientos de los recursos disponibles. A menudo, estos rendimientos difieren de los datos históricos o la literatura existente.

Por lo tanto, contar con información precisa sobre la productividad es crucial para determinar el número de trabajadores, el ritmo de avance y, en última instancia, el cronograma del proyecto.

Los niveles de desperdicio en la industria de la construcción son significativamente más altos que en otras industrias manufactureras.

Trabajos rehechos, demoras y resultados inesperados siguen siendo parte de lo cotidiano. A lo largo de los últimos cincuenta años, la productividad en la construcción apenas ha variado, a diferencia de otras industrias que han mejorado constantemente su eficiencia.

Es fundamental asociar la medición con la comprensión, no solo con el control. La medición debe proporcionar información para entender y mejorar los procesos, no solo para supervisarlos. Nos va a permitir comprender cómo se





dan los procesos y en definitiva si lo presupuestado coincide en mayor o menor medida con lo que sucede posteriormente.

Es esencial reconocer que la cantidad de recursos necesarios para una tarea está influenciada por diversos factores, algunos de los cuales están más allá del control del ejecutor. Medir la productividad nos ayuda a comprender cómo estos factores afectan nuestra producción y nos acerca a reducir el desperdicio.

La integración de la planificación y la productividad es crucial para mejorar la eficiencia. Esto implica lograr una mayor producción con los mismos recursos.

Para mejorar la eficiencia,

es necesario contar con indicadores de productividad y medir sistemáticamente la productividad en la obra. No se puede mejorar lo que no se mide, por lo que es fundamental obtener información sólida para integrarla en la planificación y crear entornos de trabajo más predecibles.

La industria de la construcción debe encontrar formas de maximizar el valor y reducir el desperdicio para ser más eficiente. La implementación del Lean Construction es una manera de mejorar los procesos de gestión, la incorporación de conceptos como flujo, variabilidad, mejora continua entre muchos otros, son el camino para identificar donde están los problemas, de qué forma resolverlos.

#### ¿Qué es Lean Construction?

Lean Construction es una filosofía de gestión que se originó en la industria manufacturera y se ha adaptado a la construcción. Se centra en la maximización del valor para el cliente mientras se minimizan los desperdicios en todas las etapas del proyecto. A través de la identificación y eliminación de actividades que no agregan valor, Lean Construction busca mejorar la eficiencia y la productividad en el sitio de trabajo. En lugar de utilizar métodos tradicionales de planificación unilateral, el Lean Construction fomenta la colaboración entre todos los miembros del equipo, incluidos arquitectos, ingenieros, contratistas y subcontratistas. La plani-



ficación colaborativa permite identificar y resolver posibles problemas antes de que surjan, lo que reduce los retrasos y los costos adicionales.

Lean Construction es capaz de aumentar la productividad de la industria, generando herramientas para que los proyectos se ejecuten en plazo y con costos más bajos durante el proceso de construcción. Dentro del cajón de herramientas que propone el lean Construction, encontramos el Last Planner System, enfocada en la gestión de la planificación en un entorno de decisiones colaborativas y en definir "lo que debería hacerse", "lo que se puede hacer", "lo que se hará" y, finalmente, "lo que se hizo". Por esta razón, la

participación de todos los agentes involucrados en el proyecto desde las primeras etapas es crucial.

A su vez, trabaja con una técnica de "Pull Planning" que implica la programación inversa, comenzando desde la fecha de finalización del proyecto y trabajando hacia atrás para identificar las tareas necesarias y los plazos para lograr ese objetivo. Esto fomenta una programación más realista y flexible, evitando la sobreproducción y minimizando los tiempos de espera.

Al sumar la medición de la confiabilidad, como propone el Last Planner System, y la medición de la productividad, nos movemos hacia un entorno Lean, ambos procesos desempeñan un

papel crucial para construir más rápido y a menor costo y en este sentido satisfacer las demandas globales de infraestructura y vivienda que están quedando pendientes.

En conclusión, las herramientas del Lean Construction son fundamentales para mejorar la productividad en la industria de la construcción. Al adoptar estas metodologías y filosofías de gestión, las empresas pueden optimizar sus operaciones, reducir los costos y entregar proyectos de manera más eficiente y rentable. En un mundo donde el tiempo y los recursos son escasos, el Lean Construction emerge como un enfoque indispensable para impulsar la excelencia en la construcción.

## Terminaciones en el sistema Steel Framing

### INTERIORES:

Dadas las características propias del material y su facilidad de aplicación, las placas de roca de yeso son el material más comúnmente utilizado para la terminación interior en paredes y cielorrasos de un edificio ejecutado con Steel Framing.

El yeso es uno de los materiales de construcción más antiguos que existen y por sus características ofrece importantes ventajas en lo que se refiere a la protección contra incendio, el aislamiento acústico y el aislamiento térmico.

Fundamentalmente, la característica principal de este material es su alta resistencia al fuego. Además, es un material estable, no tóxico y químicamente neutro. Su efecto regulador de humedad crea ambientes cálidos y confortables.

Las placas se producen en fábrica en línea continua de producción, proceso que comprende desde la molienda y calcinación del yeso hasta el corte de las placas y el embalaje.

Las placas son de aplicación aprobada en tabiques, cielorrasos y revestimientos y permitan obtener superficies lisas con juntas tomadas. De esta manera se

obtiene una base perfecta para la posterior aplicación de pinturas, papel, revestimientos cerámicos y de otros tipos.

Dado que este material está listo para ser montado, se reducen los tiempos de construcción como así también los costos. Las placas se montan fácil y rápidamente, lo que optimiza el trabajo del instalador.

Las placas se atornillan sobre la estructura metálica, conformando la terminación interior de paredes y cielorrasos. Se utilizan tornillos tipo parker con cabeza Phillips, chatos, fresados, autorroscantes, galvanizados.

En síntesis, la utilización de placas de roca de yeso para la terminación interior de una construcción ejecutada en Steel Framing tiene las siguientes ventajas:

1. Resistencia al fuego.
2. Programabilidad para mayor aislación térmica y acústica.
3. Reducción del plazo de obra.
4. Facilidad en el pasaje de instalaciones.
5. Costo final inferior a la construcción tradicional.
6. Racionalidad constructiva con eliminación de las mezclas húmedas.

### Características de las Placas

#### Resistencia a los esfuerzos

Los ensayos pertinentes han sido realizados en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). La natural dureza de la roca de yeso, unida a la resistencia de la celulosa de las láminas de recubrimiento (que actúa como una verdadera armadura de tracción), confiere a las placas una particular solidez.

#### Aislación Térmica

Presenta un coeficiente de conductibilidad térmica = 0,38 Kcal/m h°C. La aislación térmica total estará dada por la composición del multicapa de pared.

#### Aislación Acústica

El control del ruido es el primer medio para lograr un ambiente acústico satisfactorio. Este puede ser controlado por absorción del sonido y por aislación del mismo. La aislación propiamente dicha, es función de los elementos separatorios. Es aquí, donde las paredes de roca de yeso muestran un excelente comportamiento acústico comparado con otros

materiales tradicionales, teniendo en cuenta su reducido peso.

Le incorporación de aislantes como lana de vidrio o láminas de plomo, permite obtener las variantes de reducción acústica que se desean.

#### Resistencia a la combustión

Las placas de roca de yeso son incombustibles porque su núcleo de yeso bihidratado retarda la acción del fuego a causa de las dos moléculas de agua de su composición cristalográfica.

Al estar expuesta a la llama, el agua comienza a desprenderse lentamente.

Durante el proceso de evaporación, que se verifica del lado opuesto a la llama, se mantiene una baja temperatura.

De acuerdo a las normas ASTM 119 en las variantes de paredes divisorias, cielorrasos y revestimientos de paramentos se obtienen resistencias de una hora y media, dos horas y aún mayores con respecto al fuego.

#### Tipos de Placas

Se fabrican placas comunes y placas especiales.

**A. Placas comunes:** son las utilizadas en locales secos. La placa está formada por un núcleo de roca de yeso bihidratado (Ca 004 + 2 H50), cuyas caras están revestidas con papel de ce-

lulosa especial. Al núcleo de yeso se le adhieren láminas de papel de fibra resistente de un espesor de 0,6 mm y de un gramaje aproximado de 300 grs.1m2.

La unión de yeso y celulosa se produce como "amalgama" de moléculas de sulfato de calcio que fraguan, penetrando en el papel especial durante el proceso de fragüe en el tren formador.

**B. Placas Resistentes a la Humedad:** también llamadas comúnmente "placas verdes" por el color característico del papel que las recubre. Se usan en locales con humedad (baños y cocina). La placa de roca de yeso se comporta correctamente en los locales con grado higrométrico elevada, tales como cocinas, baños, lavaderos, etc.

Para aumentar aún más la resistencia a la humedad de la placa que se colocará en estos ambientes húmedos, se fabrica una placa especial. Para combatir la penetración de humedad, el papel multicapa de ambas caras está químicamente tratado y la mezcla de yeso presenta un agregado de componentes siliconados.

La placa es fácilmente reconocible porque el color del papel es verde. Ofrece una excelente base para la aplicación de cerámica, azulejos y revestimientos plásticos. No se recomienda usarla en cielorrasos.

| Espesor mm | Ancho m | Largo m |
|------------|---------|---------|
| 12,5       | 1,20    | 2,40    |
| 12,5       | 1,20    | 2,60    |
| 12,5       | 1,20    | 3,00    |
| 15         | 1,20    | 2,40    |
| 15         | 1,20    | 2,60    |
| 15         | 1,20    | 3,00    |

A) medidas de placas comunes

| Espesor mm | Ancho m | Largo m |
|------------|---------|---------|
| 12,5       | 1,20    | 2,40    |
| 12,5       | 1,20    | 2,60    |
| 12,5       | 1,20    | 3,00    |
| 15         | 1,20    | 2,40    |
| 15         | 1,20    | 2,60    |
| 15         | 1,20    | 3,00    |

B) medidas de placas resistentes a la humedad (verdes)

**C) Placas Resistentes al Agua:** se recurre a este tipo de placas en lugares con gran contenido de hume-

| Espesor mm | Ancho m | Largo m |     |
|------------|---------|---------|-----|
| 13         | 1,22    | 2,44    | 8'  |
| 13         | 1,22    | 2,74    | 9'  |
| 13         | 1,22    | 3,05    | 10' |
| 16         | 1,22    | 2,44    | 8'  |
| 16         | 1,22    | 2,74    | 9'  |
| 16         | 1,22    | 3,05    | 10' |

C) medidas de placas resistentes al agua.

dad y/o agua (duchas, bañeras, lavatorios, etc.). Las placas que cumplen con este requisito son placas del tipo cementicia o placas que por su composición interna y externa no absorben la humedad ni el agua. Su núcleo está formado por un compuesto resistente al

agua, revestido por fibras de vidrio y/o cobertura plástica (no de papel), que son, al igual que el núcleo, incombustibles. Por sus características puede ser utilizada en locales con gran contenido de humedad y también como sustrato exterior no estructural.



**LA COLUMNA**  
ARQUITECTURA - DISEÑO  
RADIO SARANDI

La arquitectura y el diseño se consolidan en la tarde de la radio

Jueves 15.30 h  
en "Viva la Tarde"  
Sarandí 690

Para escuchar, pensar y compartir.

[www.lacolumna.uy](http://www.lacolumna.uy)

# BARBIERI

## Drywall Plus

PERFILES PARA TABIQUES  
Y CIELORRASOS GALVANIZADOS



[adbarbieri.com](http://adbarbieri.com)

**D. Placas Resistentes al Fuego:** Combina todas las ventajas de la placa de roca de yeso standard con la resistencia al fuego adicional, ya que contiene en la mezcla aditivos especiales y mayor cantidad de fibra de vidrio que cuidan la integridad de la placa bajo la acción del fuego.

Cumple con las normas ASTM 36 y ASTM 119. Su uso está indicado para sectores especificados como de alta resistencia al fuego, tales como revestimientos de escaleras, palieres de edificios, divisorios de unidades funcionales, cielorrasos, etc.

Las medidas de las placas son iguales a las de A.

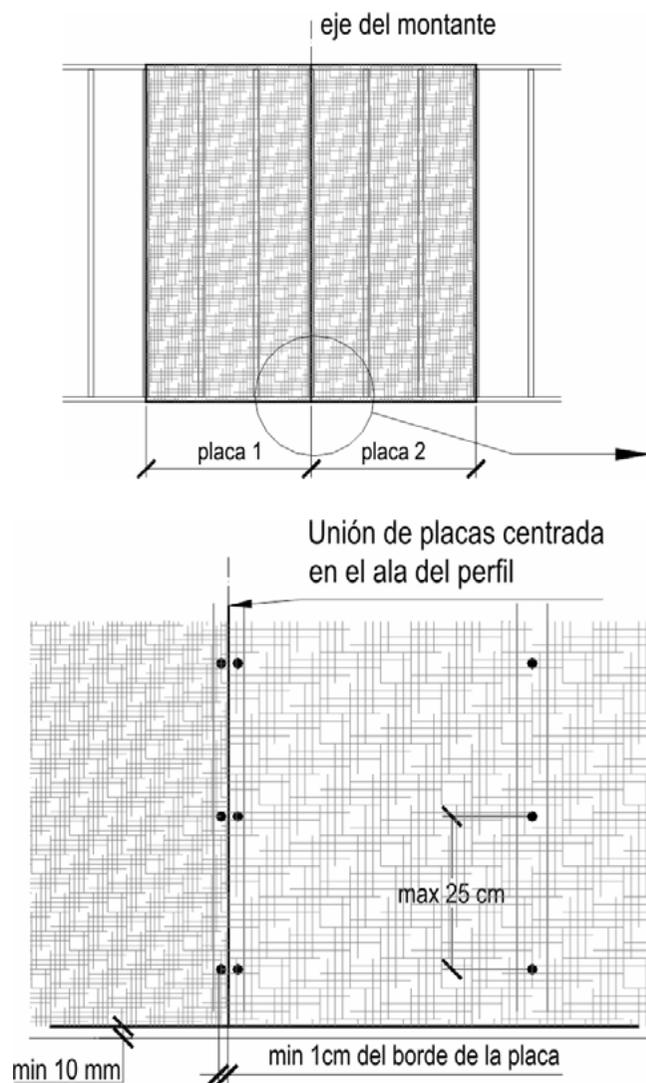
**E. Placas Resistentes a la Humedad y al Fuego:** combinan B+D. Las medidas de las placas son iguales a las de B.

**F. Placas Resistentes al Agua y al Fuego:** combinan C+D. Las medidas de las placas son iguales a las de C.

**Pautas básicas para la Instalación**

10.3.1 Emplacado

· Pared Placa Simple  
Las placas se deben cortar de manera tal, que entren fácilmente, sin forzar, en el lugar asignado. Si bien el corte puede hacerse con medios mecánicos, lo usual es hacerlo con trincheta.

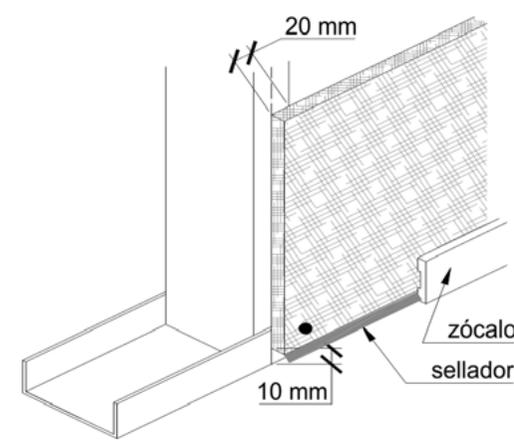


Las placas se colocan generalmente en sentido vertical. Los extremos de las placas deben coincidir con ejes de los montantes. La unión entre una placa y otra que sean adyacentes debe efectuarse sobre el ala de un montante, compartiendo la mitad de la misma entre cada una de las placas.

En el encuentro con el piso debe preverse una separación de 10 a 15 mm, para

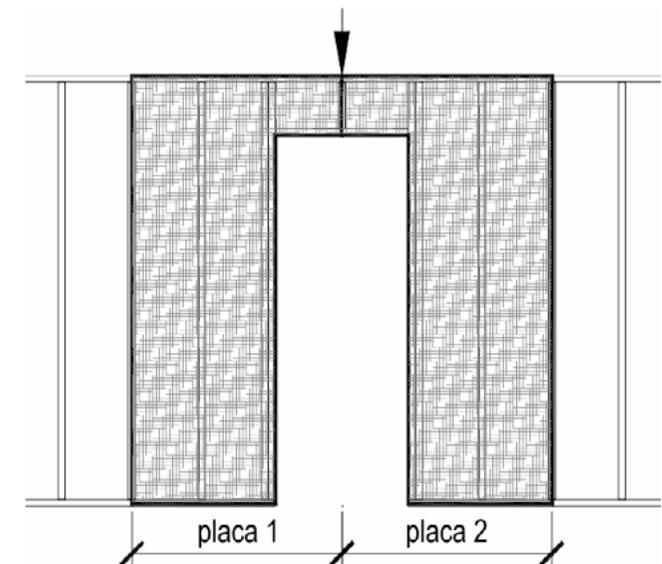
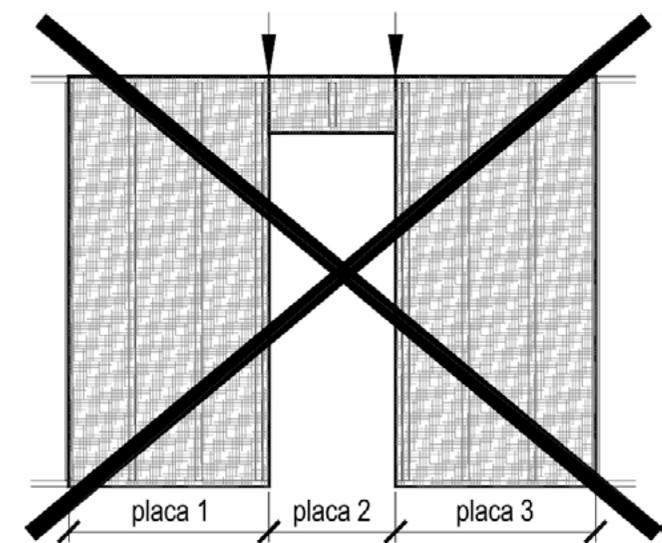
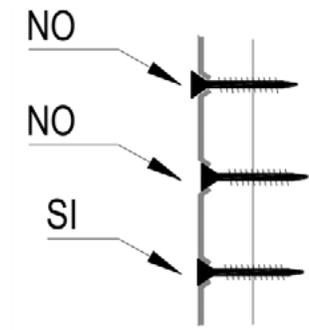
evitar la absorción del agua por capilaridad. Generalmente, este espacio se rellena con un sellador del tipo espuma poliuretánica para evitar el puente acústico. La posterior colocación del zócalo asegura una correcta terminación.

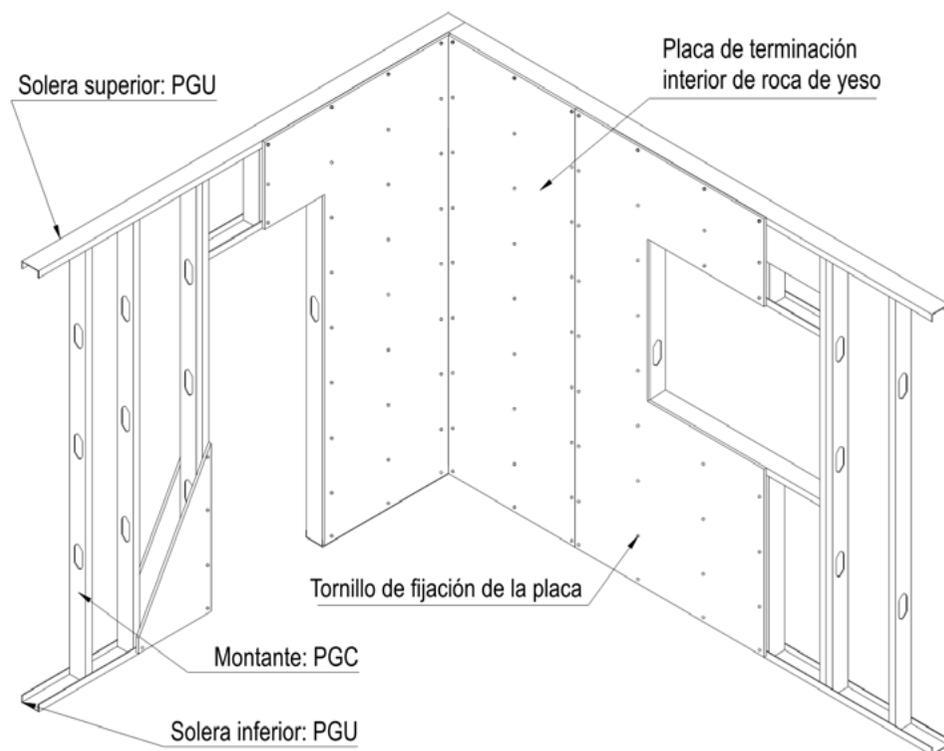
La placa se fija a la estructura con tornillos T2 separados cada 25cm como máximo y dispuestos como mínimo a 1cm del borde de la placa.



No debe haber uniones de placas en coincidencia con los vértices de los vanos, sino que se deben cortar en forma de "C" o "L".

El tornillo debe quedar rehundido, sin torcerse ni romper el papel. De no ser así, se lo debe retirar y colocar otro a centímetros de éste, nunca en el orificio.



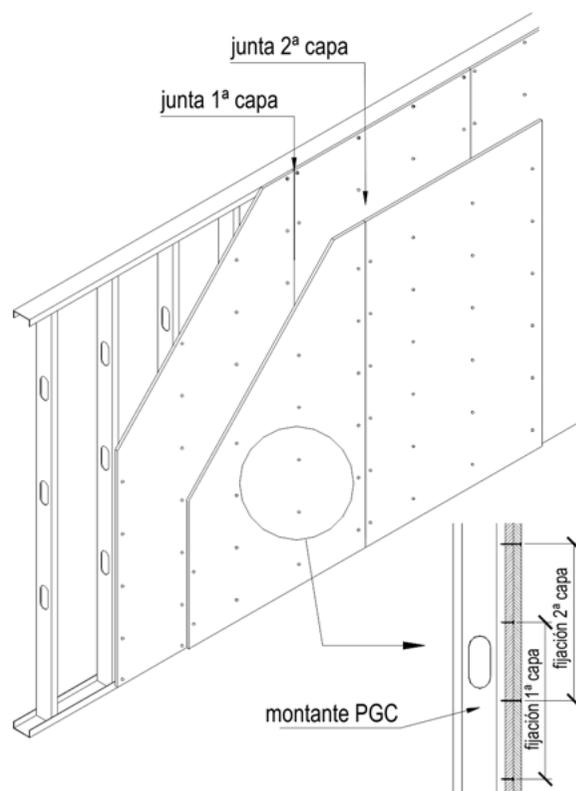


### Pared Doble Placa

En el caso que se requiera mayor aislación acústica o mayor resistencia mecánica, como así también mayor aislamiento ignífugo (por ejemplo paredes divisorias de unidades funcionales o en medios exigidos de salida) podrá recurrirse a la utilización de doble placa para la terminación interior.

La primer capa de placas se fijará a la estructura según las pautas vistas anteriormente.

Al fijarse la segunda capa deberá preverse que las juntas entre placas no coincidan con las de la primera.



Así mismo, los tornillos de la segunda capa de placas deberán desfasarse respecto de la primera.

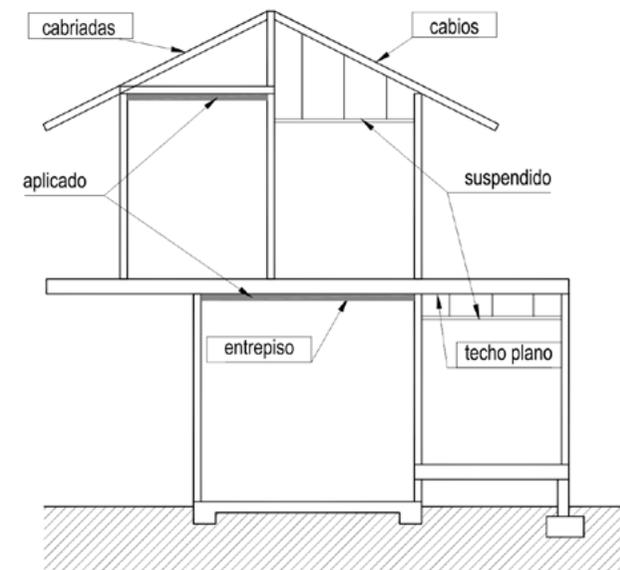
### Cielorraso

El sistema de placas admite para cielorrasos dos variantes:

**Aplicado:** las placas se fijan sobre la estructura de Steel Framing. Esta solución se adopta habitualmente para cielorrasos de entresijos o para una estructura de techos conformada por cabriadas. Las placas se fijan a las vigas o al cordón inferior en el caso de las cabriadas según las pautas vistas anteriormente para paredes.

**Suspendido:** se utiliza en los casos en los que es necesaria una estructura secundaria para la fijación de las placas. En un techo plano, por ejemplo, la gran dilatación a la que se ven sometidas las vigas afectaría a las placas fijadas a las mismas. Por ello, para un techo plano nunca podrá emplearse un cielorraso aplicado, siendo necesario generar una cámara de aire entre las placas y las vigas de modo de evitar las posibles fisuras en las juntas.

La estructura secundaria también se utilizará cuando la propia estructura del edificio no otorgue una superficie de sujeción adecuada para las placas, como en el caso de requerirse un cielorraso horizontal para un techo de cabios o cuando se quiera bajar el nivel de cielorraso.



### Revestimiento

Ante la necesidad de dar una terminación de placas a una pared de construcción tradicional preexistente (por ejemplo, una medianera), en general, se procede al emplacado de la misma de dos modos posibles:

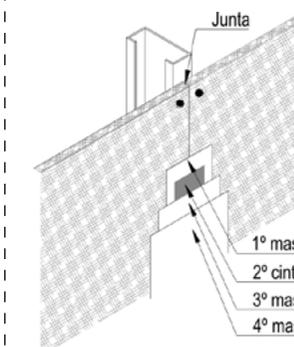
- fijando las placas mediante un adhesivo directamente sobre la pared
- disponiendo sobre la pared una estructura de perfiles omega que funcionan como clavadera para las placas.

### Tomado de junta y masillado

- Se cubren las juntas y las improntas de los tornillos o clavos con una capa fina de masilla aplicada con espátula sacando el material sobrante.

- Se carga la junta con masilla, sobre la cual se pega la cinta de papel. El exceso de masilla se quita con espátula, procediendo del centro hacia los bordes. Dejar secar 24 hrs.

- Se cubre la cinta con masilla, usando una espátula



ancha sin dejar material sobrante. Dejar secar 24 hrs.

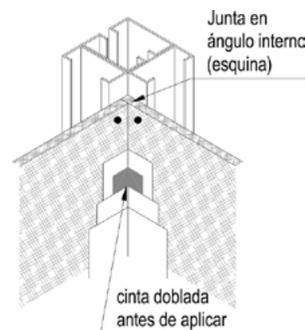
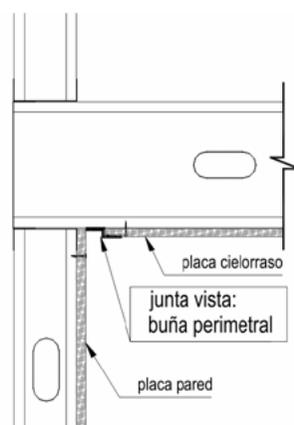
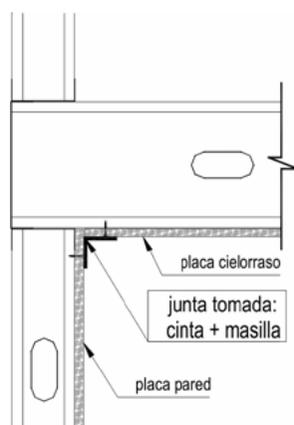
- Se coloca una segunda capa de masilla, cubriendo una superficie mayor, usando una llana sin dejar material sobrante. Dejar secar 24 hrs.

### Ángulo interno

En los encuentros entran-tes (pared-pared y pared-cielorraso), se procede apli-cando la masilla sobre cada lado del ángulo. La cinta deberá doblarse antes de ser aplicada para tomar los dos planos del encuentro.

En el caso del encuentro entre pared y cielorraso, además de la junta tomada con cinta, hay otras dos maneras de resolver el encuentro:

- Junta vista, con buña perimetral metálica
- Junta con moldura (de madera o de EPS)



### Ángulo externo

Los cantos vivos o ángulos salientes deben ser protegidos por cintas armadas o ángulos metálicos, que una vez aplicados son comprimidos y recubiertos de masilla. La masilla se aplicará a cada lado del ángulo usando el canto del perfil como guía de la espátula.

#### Acabados Superficiales

##### • Pintura

Se realiza de acuerdo a los métodos y normas tradicionales, siendo las superficies resultantes aptas para recibir cualquier tipo de pintura. Se recomienda la aplicación de una primera mano de sellador previa a la pintura.

En el caso de utilizarse pinturas tipo epoxi, esmalte o similares, y/o si se prevé una iluminación rasante, se recomienda realizar un enduido total, a cargo del pintor. Este masillado no será necesario si se emplean pinturas látex.

##### • Empapelado

Se procede igual que sobre superficies tradicionales.

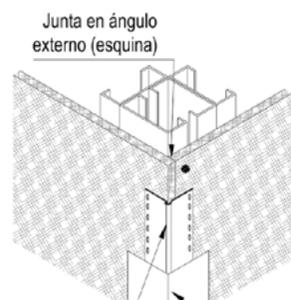
##### • Azulejado

El pagamento cementicio se aplica con una llana dentada directamente sobre la placa. El azulejado se realiza en la forma habitual, cuidando el empastinado de las juntas entre azulejos, broncería, etc.

### Manipulación y Acopio de las placas

Las placas deben ser transportadas siempre en forma horizontal una a una o cuando vienen cintadas de dos en dos. De preferencia deben ser colocadas próximas a los locales de aplicación.

Las pilas de placas deben ser acopiadas en lugar techado, seco y en suelo plano. Las placas siempre deben colocarse sobre apoyos, con largo mínimo de 0.10m y espaciados cada 0.40m. En esas condiciones se pueden acopiar hasta 5 pilas de placas.



### TERMINACIÓN EXTERIOR

#### Conceptos Generales:

Una de las características que diferencia al Steel Framing respecto de otros sistemas constructivos es que las posibilidades de sus terminaciones exteriores son totalmente abiertas. El sistema admite cualquier tipo de envolvente exterior, no solo las tradicionales que utilizan a la mampostería y los revoques cementicios, sino también, otros sistemas de cerramiento exterior.

Fundamentalmente, una de las condiciones que debe cumplir un sistema de terminación exterior apto para el Steel Framing, es poseer gran capacidad de aislación térmica por fuera de la estructura, evitando los puentes térmicos que se podrían producir en el ala de los perfiles, para determinadas condiciones de temperatura. Aunque el interior de la pared perimetral habitualmente contiene algún tipo de aislación térmica, esta no aísla la cara exterior del perfil, por lo que se hace necesario colocar algún tipo de aislación por fuera de los mismos.

Los acabados mas comunes que resuelven este problema son: Sidings (cualquiera sea su tipo), colocado por sobre planchas de EPS, o una pared de mampostería separada por una cámara de aire de la pared metálica. Esta última podrá ser

a la vista o revocada, con el inconveniente que para lograr la terminación de revoque se debe efectuar la base de mampostería (ladrillo común o cerámico).

Si bien esta pared mixta no tiene grandes problemas de puentes térmicos para la mayor parte de los climas, esta no solo es una tarea "húmeda" sino que además es "pesada y lenta" comparada con los otros componentes habituales del Steel Framing.

Para aquellos proyectos con acabados tipo revoque que por una razón u otra deban ser ejecutados en forma seca, liviana, rápida, con formas exteriores elaboradas y con posibilidad de tener grandes superficies sin juntas, la mejor opción a lo tradicional es el EIFS.

Esta "piel" que por sobre el E.P.S. conforman el Base Coat, la Malla y el Finish Coat, tiene la capacidad de resistir el paso del agua exterior, permitir el paso del vapor de agua a través de ella, y la capacidad de absorber las tensiones que por dilatación y contracción se producen en su plano, sin necesidad de juntas de trabajo y sin que aparezcan micro fisuras.

En cuanto a la terminación exterior de techos, al igual que en las paredes, el Steel Framing puede adaptarse a cualquier tipo de cubierta,

admitiendo las mismas variantes que un sistema tradicional.

Teniendo en cuenta que los techos o cubiertas de techo son la primera línea de defensa contra el clima, los mismos cumplen un papel muy importante en la protección del interior del edificio contra lluvia, nieve, viento, sol y demás agentes climáticos. Así mismo, colaboran en la aislación térmica y el control de la condensación en el edificio, mediante la ventilación.

Siendo que el techo es la parte más expuesta del edificio a las condiciones climáticas, deberá tenerse especial cuidado en la materialización de la cubierta, sea cual sea el sistema adoptado.

Fundamentalmente, lo techos pueden ser clasificados en dos grupos: aquellos que tienen pendiente para escurrimiento rápido y los que tienen poca pendiente, comúnmente identificados como techos "planos". Según la solución adoptada, se presentarán diferencias básicamente del tipo constructivas y materiales.

En el caso de las cubiertas con pendiente, la propia inclinación de la cubierta genera una superficie en la que es poco probable que el viento y el agua traspasen hacia el interior. De todos modos, la eficacia de la cubierta dependerá de la

correcta conformación del subsistema de multicapa. Los componentes del mismo, es decir, los materiales adoptados, sus características y disposición, podrán variar como en el caso de cualquier sistema tradicional. Otros factores a tener en cuenta son minimizar los efectos de expansión y contracción y generar en la misma cubierta un espacio para la ventilación de los materiales del multicapa.

Por otro lado, los techos de escasa pendiente o planos tienen drenaje de agua en forma relativamente lenta respecto de su superficie y por lo tanto las posibilidades de filtración del agua son mayores. En este caso, los movimientos de dilatación y contracción son sumamente relevantes pudiendo deteriorar los materiales hidrófugos, membranas y demás materiales y como consecuencia determinar un mal funcionamiento de la cubierta. Sin embargo, este tipo de techos poseen ciertas ventajas como la posibilidad de cubrir grandes superficies de un modo económico, o bien de generar superficies de cubiertas que además sean transitables. Como ya se ha mencionado anteriormente en el capítulo de Estructura de Techos, la resolución de una cubierta plana con Steel Framing es básicamente igual a la del entrepiso húmedo.

Para los techos inclinados existen diversos materiales de terminación exterior y, a

su vez, una gran variedad de formas de resolver el multicapa de cubierta. Por lo tanto, en este capítulo no desarrollaremos cada tipo de cubierta, cuya solución no difiere de la de cualquier sistema tradicional.

De entre los materiales más comúnmente utilizados, chapa, tejas cerámicas y tejas asfálticas, nos dedicaremos a este último dado que es un material muy interesante y probablemente el menos conocido.

#### Placas Exteriores

A excepción del cerramiento de mampostería, los sistemas de terminación mencionados anteriormente requieren de un substrato que posibilite su aplicación sobre la estructura de acero.

Para tal fin, será necesario colocar placas exteriores por fuera de la estructura, pudiendo ser éstas:

- placas estructurales, que son aquellas que a su vez rigidizan la estructura.
- placas no estructurales, si sólo cumplen la función de substrato.

#### Placas Estructurales

En aquellos casos en los que la rigidización de la estructura se resuelva con un Diafragma de Rigidización, éste mismo cumplirá la función de substrato.

Los Diafragmas de Rigidización tienen grados o

clasificaciones:

- Calificación de exposición al clima: contempla el grado de exposición a la intemperie y su durabilidad

- Exterior: para aplicaciones en forma permanente al clima exterior.

- Exposición 1: para aplicaciones de forma no permanente al clima (95% de los usos)

- Exposición 2: para aplicaciones con protección al clima y que no estén expuestos a la humedad (poco uso)

- Interior: para aplicaciones de interior.

- Calificación de capacidad estructural: determina según el espesor, los plies y la separación de fijación su destino y capacidad estructural. al máximo de separación de los parantes del soporte del diafragma (ej.: 32/16", 48/24", etc.). (el.: A, B, C), que está impreso en cada lado. La calificación más alta es grado A y la más baja es grado C, para utilización en el exterior.

- Calificación del tipo de madera: sobre la tipología de madera :Grupo 1: la más dura, Grupo 2, etc.

Dentro de las placas estructurales se encuentran:

#### Multilaminado Fenólico (Plywood)

Las placas de multilaminado fenólico están compuestas por delgadas láminas de madera denominadas "plies". Los plies o capas están dispuestos de forma alternada en cuanto a la orientación de las vetas de la madera, conformando el panel "multilaminado".

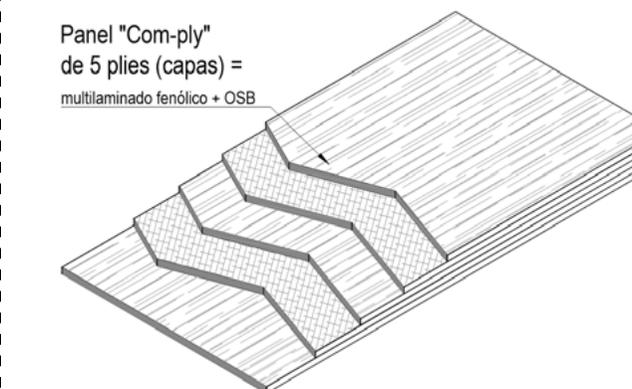
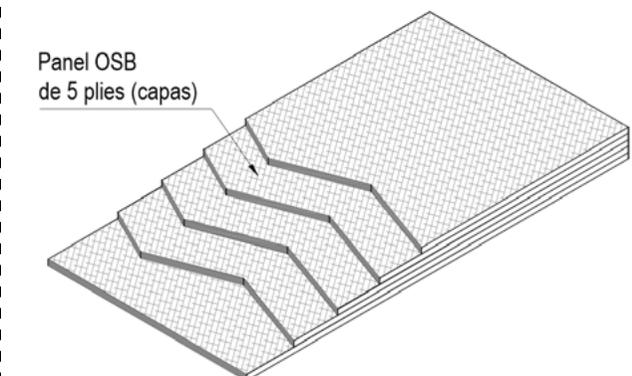
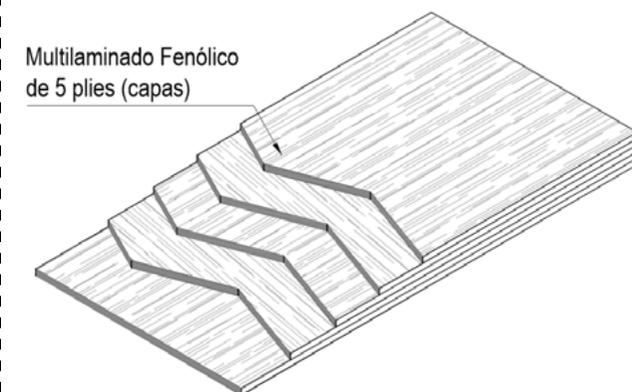
La conformación se efectúa mediante tratamientos de la madera para otorgarle las distintas características de resistencia, humedad, etc. Los plies se unen entre sí por un adhesivo fenólico totalmente resistente al agua.

El Multilaminado Fenólico es la placa estructural original, es decir: la precursora.

El primer multilaminado fenólico data de 1905 pero hasta 1930 no tenía características de resistencia al agua y se delaminaban fácilmente debido a la calidad de los adhesivos. Fue durante la segunda guerra mundial que comenzaron a utilizarse resinas sintéticas repelentes al agua. Las técnicas de unión comenzaron en 1950 y hacia 1960 con los avances tecnológicos en los productos adhesivos tomaron características definitivas.

#### Paneles OSB

El Tablero de Virutas Orientadas, conocido como OSB (por sus siglas en inglés), es un panel estructural



de madera, técnicamente elaborado y compuesto de virutas de madera rectangulares colocadas en capas que forman ángulos rectos unas con otras. Las virutas no son producto de desecho de otro proceso de fabricación de productos de madera; se crean específicamente para obtener el máximo rendimiento de la

construcción del panel de OSB. Por lo tanto, como el tablero contrachapado, el OSB tiene las características de resistencia de la laminación cruzada de las capas.

El OSB se une con adhesivos totalmente resistentes al agua. La mayoría de los tableros también son tratados con un agente sellante

en los bordes de los paneles para proteger contra la penetración de la humedad durante el transporte.

Como una característica adicional, con frecuencia los paneles son texturados por lo menos en un lado para proporcionar una superficie antideslizante.

El primer intento de lo que hoy se conoce como OSB comenzó en 1963. Las primeras placas de OSB datan de 1983.

#### Com-ply

El com-ply es una combinación de Plywood y OSB.

#### MDF hidrorresistente (fibro fácil)

El tipo de conformación y características de estas placas no difiere en gran medida del multilaminado fenólico.

El Fibro- Fácil es un tablero de fibra de madera de densidad media conocido como MDF, de composición homogénea a través de todo su espesor. Posee características de resistencia estructural, estabi-

lidad y uniformidad de su superficie además de su condición de resistencia a la humedad.

#### Placas no Estructurales

La utilización de placas no estructurales en paneles exteriores será posible sólo cuando la rigidización de la estructura a las cargas laterales esté dada por otro elemento, como las Cruces de San Andrés. Las placas no estructurales que funcionan como substrato para exterior son:

##### • Placa Cementicia

Estas placas están conformadas mediante un proceso continuo de agregado de lechada de cemento con polímeros recubiertos, una malla de fibra de vidrio rodeando completamente los bordes y las dos caras.

Dado su comportamiento resistente al agua, las placas cementicias pueden utilizarse como substrato exterior o en locales húmedos. En el caso de utilizarse en el exterior, la fijación del EPS puede ser mediante adhesivo o fijación me-

cánica. Deberá preverse una pequeña separación (2mm) entre placa y placa para permitir la dilatación de las mismas sin dañar el material.

##### • Placa Resistente al Agua

Este tipo de placas están conformadas por una composición uniforme de yeso y fibras. Las caras externas de estas placas pueden terminar con el mismo material interno o bien con fibras. Por lo tanto, a diferencia de aquellas placas que tienen un papel como terminación, la placa resistente al agua no tiene delaminación, dada su conformación homogénea.

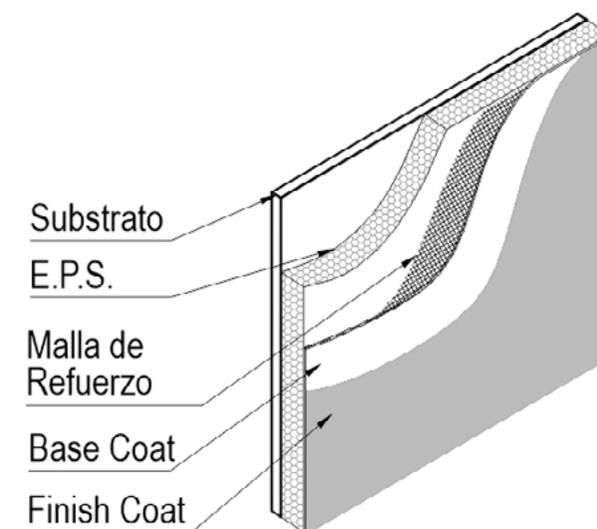
Dadas sus condiciones de buena resistencia al agua, es una placa apropiada para uso en exteriores y en locales húmedos, recordando que a pesar de utilizarse como substrato exterior de ningún modo cumple la función de diafragma de rigidización. En este caso, no será necesario prever un espacio entre las placas para la dilatación.

“Sistema de Aislación Exterior y Acabado Final”.

El EIFS (por sus siglas en inglés) es un sistema multicapa que permite realizar cerramientos exteriores en construcciones nuevas, tanto como renovación de las existentes. El sistema se origina en Alemania después de la II Guerra Mundial, luego de la aparición en ese País de lo que hoy conocemos como E.P.S. (Expanded PoliStyrene) o “Poliestireno Expandido”. Este material de características ideales para la Aislación Térmica, tiene como desventaja que no puede quedar expuesto como revestimiento exterior, dado que no tiene la resistencia mecánica, ni la textura requerida para ese uso. De ahí que se comenzara a buscar una piel exterior que le agregue al EPS estas características necesarias para cualquier cerramiento exterior de una construcción. Si bien en Europa se lo utilizo con distintos tipos de acabados desde esa época, recién en los años '70 en los EEUU el Sr. Frank Morsili, fundador de la Empresa DRYVIT, desarrolla el sistema tal como lo conocemos en la actualidad.

La denominación del sistema nos da una idea de sus características más destacables:

Aislación Exterior (cuanto mas afuera de la pared exterior se encuentre la aislación, mas eficiente será su performance), y Acabado



exterior (piel con textura y color ilimitados, que agrega características mecánicas e hidrófugas). En general, la E.I.M.A (Exterior Insulation Manufacturers Association / Asociación de Fabricantes de EIFS de los EEUU), divide las pieles que revisten al EPS en dos tipos diferentes, según las características que se mencionan a continuación.

Luego, desarrollaremos el Sistema EIFS tipo PB, al ser el más comúnmente utilizado.

#### Sistemas tipo P.M. (Polymzer Modified)

- La capa de aislación generalmente es X.P.S. (Extruded PoliStyrene) o Poliostireno Extruido, con un proceso de fabricación, una densidad, y otras características que lo diferencian del E.P.S.

- La malla que se coloca en su capa de base para dis-

tribuir uniformemente las tensiones que se generan, es por lo general un tejido de alambre galvanizado, con trama hexagonal tipo gallinero.

- El espesor de la capa de base y del revestimiento final es de por lo menos 20 mm, teniendo una gran resistencia mecánica al impacto y la abrasión.

- Tanto la capa de base como el revestimiento final son una mezcla de áridos con ligantes cementicios, a los que se los modifica con el agregado de un pequeño porcentaje de Polímeros Acrílicos. Su capacidad de absorber dilataciones y contracciones es pequeña, por lo que se hace necesario colocar juntas de dilatación.

- Dado su espesor y poca plasticidad, no es apropiado para la ejecución de molduras.



CAMPO DE EXPERIMENTACIÓN  
Y EXHIBICIÓN DE MATERIALES  
Y TECNOLOGÍAS  
PARA LA CONSTRUCCIÓN

Desde la Liga de la Construcción del Uruguay apoyamos el desarrollo tecnológico y los procesos productivos que mejoren la calidad de las construcciones, impulsando este proyecto colectivo como vector convocante de saberes y experiencias diversas de la industria, abierta a todos los aportes.



Comunicate con nosotros al email  
campo@ligaconstruccion.org



**Sistemas EIFS tipo P.B.  
(Polymer Based)**

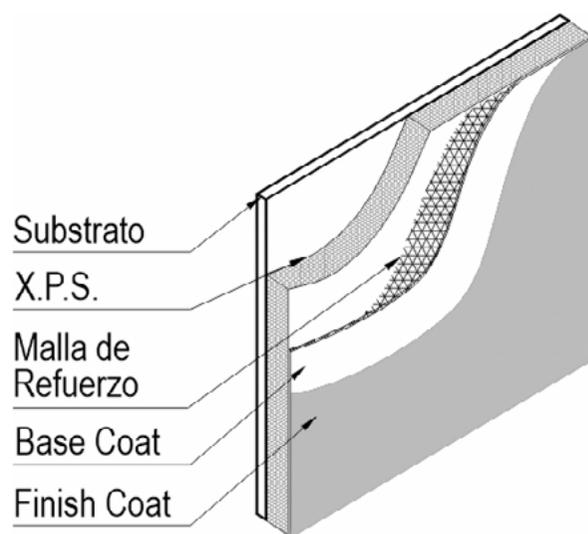
- La capa de aislación generalmente es E.P.S. (Expanded Polystyrene) o Poliestireno Expandido, con un proceso de fabricación, una densidad, y otras características que lo diferencian del X.P.S. (Extruded Polystyrene o Poliestireno Extruído).

- La malla que se coloca en su capa de base para distribuir uniformemente las tensiones que se generan, es un tejido de fibra de vidrio, con trama ortogonal tipo mosquitero.

- El espesor de la capa de base y del revestimiento final es de unos 4 mm, teniendo muy poca masa y por lo tanto muy poca inercia térmica.

- La capa de base es una mezcla en partes iguales en peso de Polímeros Acrílicos con cemento Portland tipo I, resultando en una mezcla completamente hidrófuga y muy plástica para su aplicación. Su capacidad de absorber dilataciones y contracciones es importante, por lo que no se necesita colocar juntas de dilatación.

Es esta capa de base la que le otorga al sistema la característica de hidrófugo tipo "barrera", dado que no es por masa u espesor que se impide el paso del agua, sino por la continuidad con se aplica esta capa, envolviendo toda la superficie del cerramiento exterior.



- El revestimiento final es una mezcla de áridos de distinto diámetro, que le dan la textura, con Polímeros Acrílicos, que le dan una gran elasticidad, y pigmentos que le otorgan el color.

- Dado su poco espesor y gran plasticidad, es apropiado para la ejecución de molduras, formas, etc.

**Usos habituales:**

**- Renovación de fachadas:**

El sistema EIFS es especialmente eficiente para la renovación de fachadas existentes a las que se les deba modificar su estilo, forma, color y/o textura, o reparar su condición de impermeabilidad ante la aparición de rajaduras, grietas, revoques saltados, etc.

Todo esto podrá realizarse sin la necesidad de interrumpir las actividades que se desarrollen en el interior de esa construcción, y sin agregar carga por peso pro-

pio a la estructura resistente calculada originalmente para el cerramiento exterior existente. Esto es posible dado que no hace falta demoler el cerramiento existente, sino que el EIFS es una "piel" que se le aplica sobre este, con muy bajo peso propio.

**- Cerramientos Exteriores:**

Para aquellas construcciones nuevas donde se necesite ejecutar un cerramiento exterior con una alta prestación en sus posibilidades estéticas, térmicas, y de bajo peso propio, el EIFS es un sistema muy apropiado.

En el caso de las estructuras de Steel Framing donde los puentes térmicos son un problema importante a resolver, la utilización de este sistema resuelve este efecto no deseado debido a la aplicación de una capa continua de EPS por fuera de los perfiles, obteniéndose una aislación

térmica continua. En otros métodos, en los que se aísla térmicamente la cavidad de la pared en el espacio que separa los perfiles, la aislación pierde la continuidad al llegar al alma de los mismos, sin cubrir su ala exterior.

**Características del Sistema:**

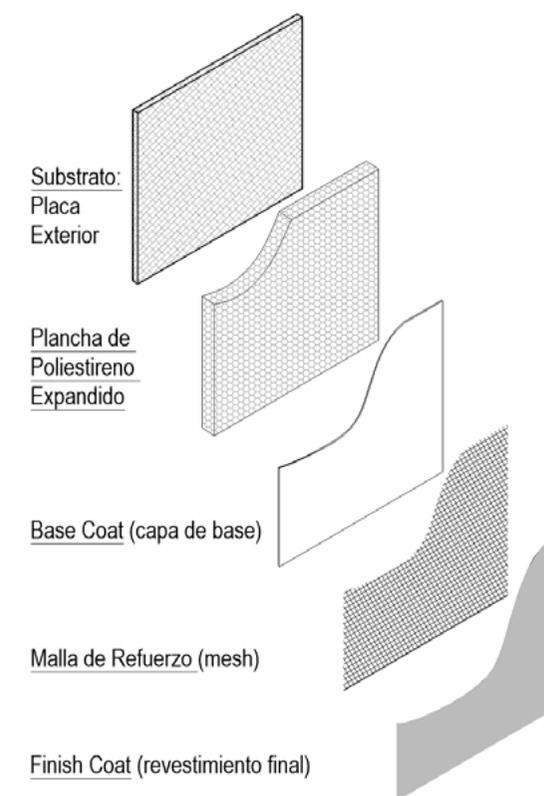
Los sistemas EIFS a base de polímeros (P.B) se los denomina "sistemas" porque están compuestos por un conjunto de elementos aplicados en varias capas, no siempre todas necesarias para los diferentes usos y aplicaciones que se les puede dar.

- Substrato
- E.P.S.(Poliestireno Expandido)
- Base Coat (Capa de Base)
- Malla de Refuerzo (Mesh)
- Finish Coat (Revestimiento Final)

Al conjunto de capas formado por el Base Coat, la Malla y el Finish Coat se lo denomina "Piel".

**- Substrato**

Es aquella superficie sobre la que se aplicaran las demás "capas" del sistema, debiendo este tener la suficiente capacidad estructural como para resistir los empujes laterales con una deflexión menor a L/240 (ej.: viento), y soportar sobre sí, el peso propio del nuevo revestimiento.



Los substratos pueden ser de distinto tipo debiendo tener, cualesquiera sea el utilizado, además de la deflexión máxima ya mencionada, una superficie plana libre de imperfecciones y completamente monolítica.

- Deflexión Máxima: el sistema actúa correctamente siempre y cuando la deflexión máxima ortogonal a su plano sea menor que L/240. Esto se debe a que la "elasticidad" del mismo, si bien importante, es limitada. Valores mayores que los especificados pueden llegar a generar fisuras que traerán problemas estéticos, de resistencia al paso del agua, o inclusive de delaminación.

- Planitud: si el substrato no es lo suficientemente plano (máximo 5 mm en una superficie de diámetro 1 m), habrá problemas para adherirle la plancha de EPS, o esta "copiará" la protuberancia o depresión del mismo.

- Monolítico: si los distintos materiales que componen el substrato no se encuentran sólidamente unidos, es posible que existan problemas de delaminación del sistema, ya que este quedo adherido a una capa que se encuentra ya "despegada" del substrato.

- Tipos de substratos: los mas habituales sobre los que se aplica el sistema EIFS son : Mampostería (revo-

da o no), Hormigón, Chapa y Placas de exterior para cerramientos sobre estructuras de acero o madera.

**E.P.S.**

Son planchas de Poliestireno Expandido que se adhieren al sustrato, para luego aplicar sobre estas el Base Coat y el Finish Coat.

Las planchas de Poliestireno Expandido utilizadas generalmente, son de 60 cm x 120 cm y 20 mm de espesor (mínimo), con una densidad de 15 o 20kg/m<sup>3</sup> (fácilmente "lijable" y de mayor "resiliencia" que uno mas denso), tipo "F" (difícilmente inflamable según normas AAPE). Se pueden utilizar otras medidas de planchas aunque en obra éstas se hacen muy difíciles de manejar y generan un mayor desperdicio. Las planchas de mayor densidad tienen el inconveniente de ser más difíciles de lijar.

Según sea el tipo y el estado del sustrato, la fijación del EPS se ejecuta por medio de un adhesivo o con sistemas de fijación mecánica (washer).

Según el tipo de fijación del EPS deberá preverse la correcta ubicación de la barrera de agua y viento, siendo que en el caso del EPS adhesivado, la misma debe colocarse por debajo del sustrato.

El EPS es un componente fundamental en el sistema,

dado que es el elemento que permite absorber (resiliencia) las tensiones que se crean en la piel por dilatación y contracción de la misma ante los cambios de temperatura. Se debe tener presente que la "Piel" del sistema es muy fina (de 4 a 7 mm), y por lo tanto, tiene muy poca masa y muy poca inercia térmica. Esto significa que pequeños cambios de temperatura serán "copiados" por la piel en forma casi instantánea produciéndose tensiones por contracción y dilatación.

Dado que el EPS aísla térmicamente al sustrato, este no sufre variaciones dimensionales, por lo que el EPS debe tener la capacidad (Resiliencia) de estar firmemente vinculado en una de sus caras al sustrato sin movimiento, y en la otra, la piel poder dilatarse y contraerse libremente.

Debido al proceso de fabricación de las planchas y a la necesidad de "replanar" hasta cierto punto el plano de un sustrato, una vez colocado el EPS se lo deberá lijar. Para que no pierda su capacidad de "Resiliencia" al ser replanado, el espesor que debe tener el EPS como mínimo en cualquier parte de la superficie es de 20 mm.

**• Base Coat (capa de base)**

Es una mezcla en partes iguales (por peso) de Polímeros Acrílicos con Cemento Portland tipo I, que aplicados en forma continua

sobre el EPS, forman una barrera contra el paso del agua a través del sistema. Sobre esta capa se aplica el Finish Coat o Revestimiento Final.

En muchos casos este material es el mismo que se utiliza también como adhesivo del EPS al sustrato. Esta capa de 2 a 5 mm de espesor se compone de la mezcla (realizada en obra) de: el balde que viene de fábrica con Polímero Acrílicos y Cemento Portland tipo I (50% de cada uno en peso).

- *Resistencia al paso de agua:* si bien todas las capas que forman el sistema tienen características hidrofugas, es el Base Coat la verdadera y principal barrera contra el paso del agua a través del sistema.

- *Resistencia al impacto:* la componente de cemento y la malla de refuerzo que se encuentra embebida en la Capa de Base le otorgan una gran resistencia al impacto, dependiendo del espesor de malla utilizada, el espesor final y la resistencia de esta capa.

- *Superficie Lisa:* dada su gran plasticidad es posible lograr durante su aplicación una superficie continua y lisa sobre la que se aplicara el Finish Coat o Revestimiento Final.

- *Adhesivo:* esta misma mezcla de Polímeros acrílicos y cemento portland tipo I se utiliza también como adhesivo para fijar el EPS al sustrato.



**Malla de Refuerzo (Mesh)**

Tramado balanceado de fibras de vidrio que embebidas en el Base Coat le otorgan capacidad de absorber impactos, al mismo tiempo que distribuyen en toda la superficie las tensiones que se generan en ese plano.

Estos tramados no anudados y con igual cantidad de fibras en ambas direcciones vienen en forma de rollo de distintos largos, brindando al sistema una resistencia al impacto según sea su peso por unidad de superficie.

**• Finish Coat (Revestimiento Final)**

Mezcla de áridos de distinto tipo y diámetro, pigmentos que le otorgan color, y Polímeros Acrílicos que actúan de ligantes. Las distintas combinaciones de áridos, pigmentos y formas de aplicación, brindan una gran variedad de texturas y colores a esta capa que, por ser la final, es la que queda a la vista. Si bien la mayoría de estos se aplica con llana de acrílico, existen algunos que se pueden aplicar con pistola de aire, debiéndose poner especial atención a la cantidad de material proyectado por unidad de medida.

**Reglas básicas para la Aplicación**

- Colocar las planchas de E.P.S. trabando las hiladas horizontales entre si, tanto en el plano de la pared

como en las esquinas exteriores e interiores.

- Lijar el E.P.S. para evitar que el Base Coat y el Finish Coat "copien" las irregularidades del mismo. El lijado no debe ser excesivo y se realizará 24 horas después que las planchas se adhieren al sustrato con adhesivo, o en forma inmediata, si se utilizo fijación mecánica.

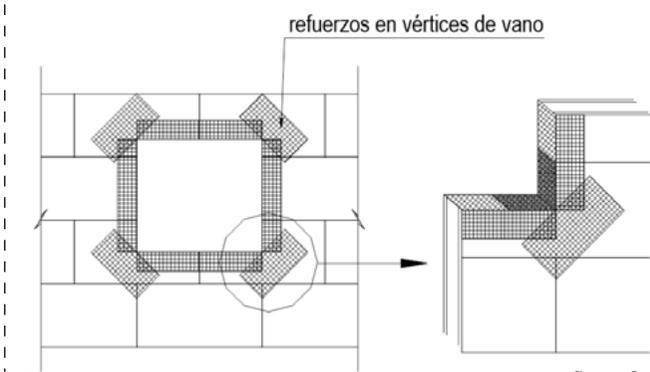
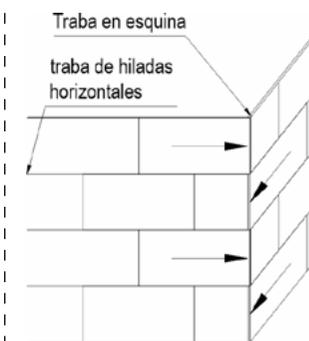


figura 3

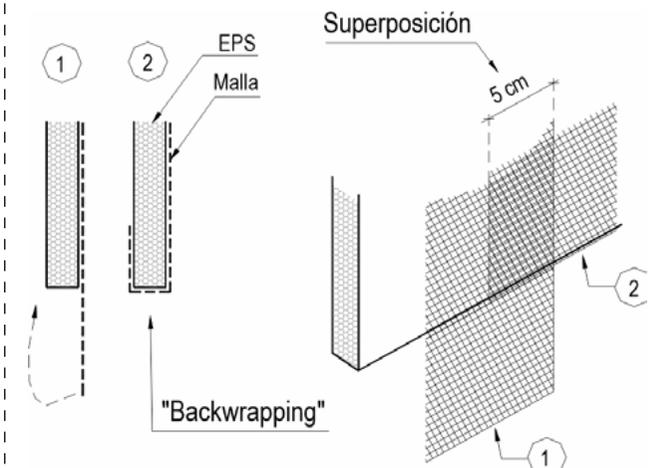
- Superponer los bordes de la Malla de refuerzo entre rollo y rollo.

- Colocar refuerzos de Malla en los vértices de los vanos para absorber las tensiones concentradas en los mismos).

- Ejecutar el "Backwrapping" o volcado sobre los bordes

de terminación de las planchas de E.P.S.

- No dejar los baldes de Base Coat o Finish Coat expuestos a la intemperie con temperaturas por debajo de los 4° C. o por encima de los 35° C.



- No aplicar el Base Coat o el Finish Coat sobre una pared cuando esté expuesta al sol fuerte, para que no se altere el tiempo de fragüe necesario de los materiales.

- Respetar la proporción en peso de la mezcla de 50 % de Base Coat sacado del balde y 50 % de Cemento Portland tipo I.

- Mezclar correctamente el Base Coat, evitando el exceso o la falta de batido, con la paleta mezcladora adecuada.

- No usar marcas distintas de Cemento en una misma aplicación, para evitar que el color del Base Coat tenga distintos tonos de gris, que luego se "mapearán" en un sobre tono del Finish Coat.



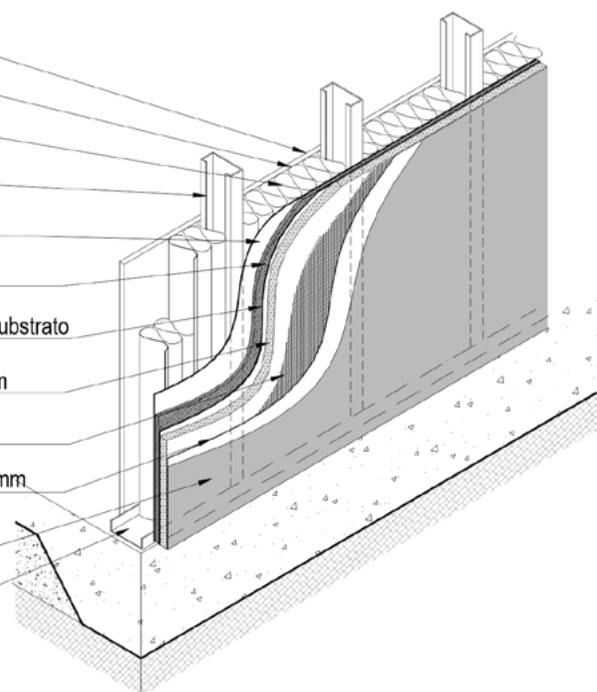
- No aplicar el Finish Coat sobre el Base Coat hasta que éste no haya secado completamente (24 hrs.), ni mientras llueva, aunque sea moderadamente.

- Si bien existen distintas maneras efectuar el fratazado del Finish Coat para igual o diferente textura a lograr, todos los operarios deben hacerlo con el mismo sentido.

- Si bien el Finish Coat se aplica tal cual como viene en el balde, su estibado o transporte puede producir una decantación de los áridos que contiene el mismo, por lo que es necesario batirlo previamente a la aplicación.

- Nunca reemplazar la llana plástica por una llana metálica al fratazar el Finish Coat.

- Placa interior de roca de yeso
- Barrera de vapor
- Aislante Térmico (lana de vidrio)
- Montante de Panel: PGC
- Barrera de agua y viento
- Substrato: multilaminado fenolico
- Base Coat para adhesión del EPS al substrato
- Poliestireno expandido (EPS): e=25mm
- Malla de refuerzo tipo 6
- Base Coat con malla de refuerzo: e=2mm
- Finish Coat o revestimiento de terminación: e=1mm
- Solera inferior: PGU



### Siding Vinílico

#### Conceptos Básicos

El Siding o tingladillo es un acabado exterior que fue muy utilizado en nuestro país durante los años 60, especialmente para la terminación de los tímpanos o mojinetes de las viviendas denominadas "chalets".

Este trabajo se ejecutaba combinado con el de revoque tradicional, siendo una tarea que requería mucho oficio y tiempo de ejecución.

Actualmente, existen varios tipos de Siding tales como el de madera maciza, el de madera compensada, el de fibra celulósica, el cementicio y el vinílico. Por cuestiones practicas nos referiremos únicamente a este ultimo.

El Siding Vinílico es una alternativa económica y de bajo mantenimiento, constituida por un material resistente y liviano que puede ser manipulado y cortado muy fácilmente, permitiendo una instalación sin mayores complicaciones.

Debido a que toda la masa del material tiene un mismo color, el Siding Vinílico no requiere ser pintado al instalarse, ni tampoco a lo largo del tiempo.

#### Características del Sistema

- *Facilidad de Mantenimiento:* las bondades del material

permiten su lavado con agua y detergente, con el consiguiente en pinturas y/o tratamientos exteriores.

- *Durabilidad:* buena resistencia a los rayos ultravioleta.

- *Expansión y Contracción:*

El vinilo es un material que se expande y se contrae con los cambios de temperatura provocados por el ambiente exterior al que esta expuesto. Para asegurar la eficiencia de la instalación del Siding Vinílico hay que colocar las tablillas de manera de no restringir dicho movimiento.

Es conveniente tener en cuenta la temperatura ambiente al momento de la instalación del Siding para determinar el espacio requerido entre las tablillas y los accesorios de forma de permitir la dilatación del material.

- *Comportamiento ante el Fuego:* El Siding Vinílico esta constituido por materiales orgánicos que se queman muy fácilmente si se los expone al fuego, por lo tanto hay que tomar las precauciones necesarias, manteniendo a las fuentes generadoras de fuego lo mas alejadas posible.

En contacto con el fuego el vinilo se ablanda, pierde su forma, se derrite o se quema, dejando expuestos los materiales que se encuentran por debajo del mismo. Sin embargo, es un material que no propaga la llama y

se autoextingue cuando la misma desaparece.

- *Facilidad de Corte:* El Siding Vinílico se puede cortar muy fácilmente con tijera y trincheta. Los cortes mas precisos se ejecutan con una sierra circular sobre una mesa de corte.

- *Facilidad de Instalación:* las tablillas se clavan o atornillan sobre el substrato exterior.

La instalación del Siding es muy sencilla y se ejecuta en el siguiente orden:

- 1) Aplicación del EPS sobre el substrato
- 2) Determinación de la Línea de Nivel Inferior
- 3) Instalación de los Accesorios
- 4) Instalación de las Tablillas

- Perfil de arranque: se usa para asegurar la primera hilera de tablillas sobre la pared.

- Perfil "J": se instala alrededor de puertas y ventanas y donde la pared se junta con los aleros. Las tablillas se insertan en el canal para quedar aseguradas en su lugar.

- Perfil "F": los paneles del alero son insertados en un receptor en "F" y asegurados en su lugar.

- Perfil de esquina interior: las tablillas convergentes se insertan en el poste de esquina interior.

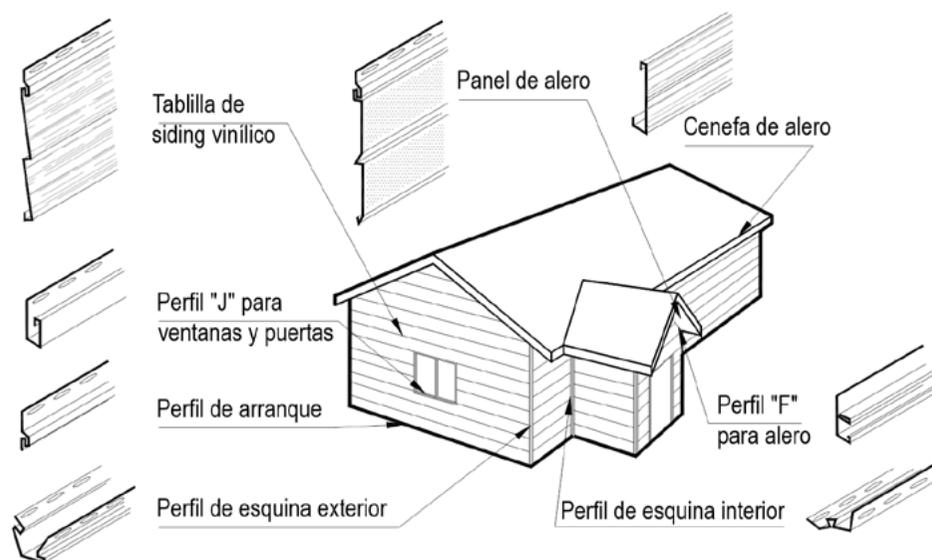
- Perfil de esquina exterior: el borde de la tablilla es

insertado en los postes de esquina de dos paredes que convergen.

- Panel bajo alero: vienen con "respiraderos" para permitir la ventilación.

- Cenefa de alero: una tabla plana de acabado que se coloca a lo largo de toda la línea del techo.

• Piezas para Accesorios



Reglas Básicas para la Instalación

- Las tablillas de Siding se fijan al substrato mediante clavos o tornillos galvanizados para no sufrir problemas de corrosión.

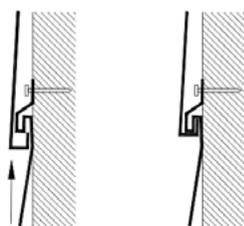
- Antes de la fijación del Siding la tablilla debe encastrarse correctamente en el perfil de arranque o en la tablilla inferior. Luego se la clava o atornilla empezando por el centro de la

misma y continuando hacia sus extremos, para mantener mas fácilmente la línea de nivel.

- Las tablillas se clavan cada 40 cm y los accesorios cada 25 o 30 cm.

- Se dejara aproximadamente 1mm entre la cabeza del clavo o tornillo y el vinilo permitiendo la expansión y la contracción de las tablas. Por la misma razón, es preferible que el clavo

Encastre de tablillas



quede lo mas centrado como sea posible con respecto al agujero de clavado cuya forma es ovalada para permitir el desplazamiento de la tabla.

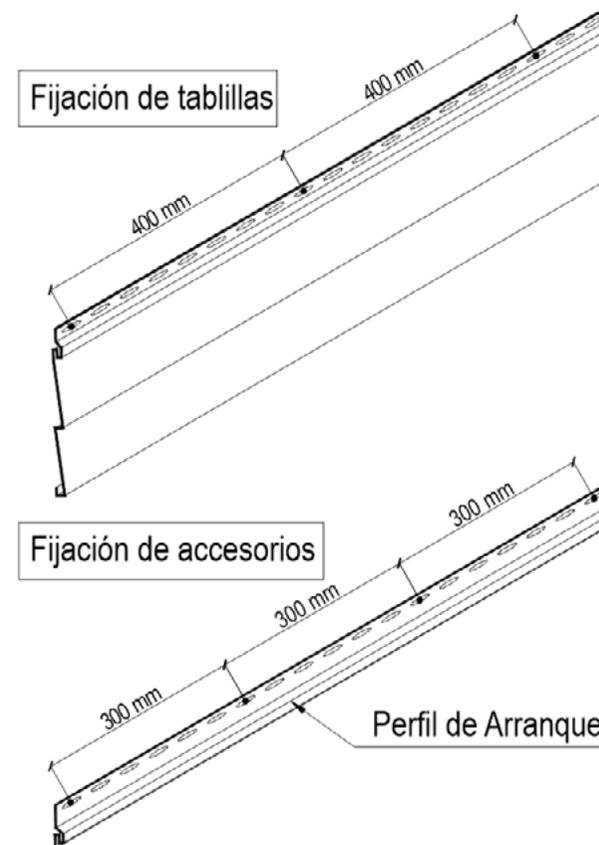
- Se debe procurar que los clavos o tornillos entren al substrato perpendicularmente para evitar que las tablas sufran deformaciones al ser encastradas unas con otras.

- Dejar espacios de 5 mm en los encuentros de las tablillas con perfiles o accesorios, para permitir la dilatación.

- Nunca se deberá clavar directamente sobre la tablilla. Al cortar la tabla en su borde superior, se remueve la tira de clavado de la misma. En esos casos, las tablillas debe calarse a 6mm por debajo del borde superior y a intervalos de 15 cm de manera de permitir su clavado.

- Luego de completar la primera hilera de Siding, se podrá continuar con la segunda y las subsiguientes, siempre trabajando de atrás hacia adelante de la vivienda y de abajo hacia arriba.

- Cuando el largo de una sola tablilla no sea suficien-



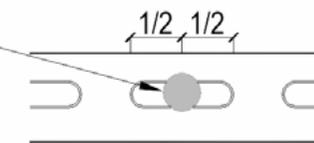
te para cubrir la luz que se requiere se dispondrán más de una tablilla. En estos casos, la junta entre tablillas deberán solaparse 25 mm.

- Las juntas entre tablillas de una misma hilera deben estar desfasadas al menos

50mm, con respecto a la hilera siguiente. Para que las juntas no coincidan, se intercalan los largos de las tablas a medida que se avanza en la olocación hacia arriba.

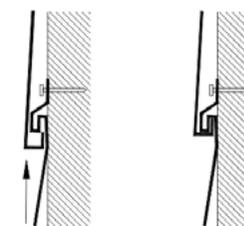


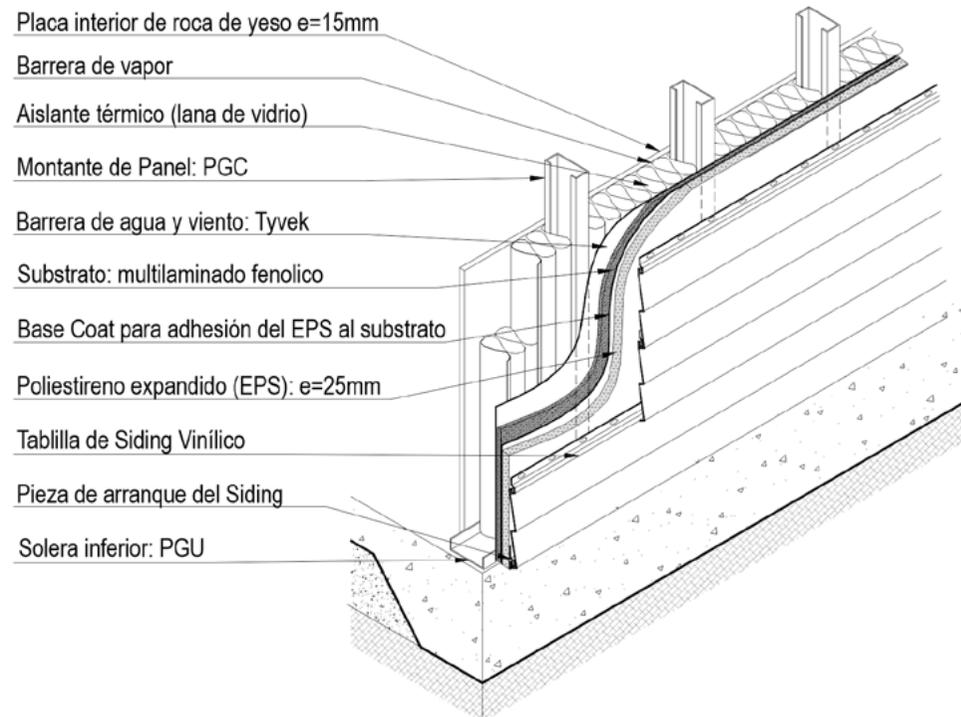
fijación en el centro de la ranura



espacio para permitir dilatación

Encastre de tablillas





### Mampostería

#### Conceptos Básicos

La terminación con mampostería cuenta con una diferencia fundamental respecto de los dos sistemas mencionados anteriormente, EIFS y Siding. Mientras que ambos sistemas necesitan de un substrato de aplicación que va fijado a la estructura, la mampostería, al tratarse de una pared "independiente", la misma deberá vincularse al panel de Steel Framing en vez de aplicarse. En este caso ya no es necesario el substrato, lo cual de ningún modo implica la ausencia de un elemento de rigidización estructural, y por lo tanto podrá optarse por una rigidización del tipo Cruces de San Andrés.

La ventaja de este sistema es la posibilidad de generar una cámara de aire entre el panel de estructura y la pared de terminación, con el fin de mejorar la aislación térmica y de reducir el puente térmico. La colocación de algún material aislante dentro de la cámara aumentará la efectividad de la misma.

#### Características del Sistema

Al igual que en una construcción tradicional la utilización de mampostería ofrece una serie de variantes de ladrillos o mampuestos, que se diferencian básicamente por el tipo de tratamiento final y su consecuente terminación superficial. Siendo que la elección del mismo deter-

minará la apariencia exterior final del edificio, ésta será una decisión del tipo proyectual.

Las tres tipologías más comúnmente utilizadas son: ladrillo común, ladrillo hueco y bloques de cemento.

Respecto de la mampostería de ladrillos comunes su terminación final dependerá según una decisión de proyecto, si es ladrillo enrasado, ladrillo visto, el tipo de traba, etc.

La elección de ladrillos cerámicos huecos determinará el uso de un revoque para el acabado final de la pared. Si los revoques de terminación son cementicios se ejecutará un revoque grueso con mordiente (llaneado) para lograr su adhesividad.

En cambio, en el caso de un revoque de terminación elastoplástico con color, el revoque grueso se ejecutará fratazado y sobre el mismo se aplicará una imprimación con color del tipo revoque final.

Finalmente, en la utilización de los bloques de cemento se tienen en cuenta las juntas de control que éstos requieren y debido a la variedad de bloques y sus terminaciones las decisiones también serán del tipo proyectual.

#### Reglas Básicas para la Instalación

La reglas del arte y las especificaciones componen

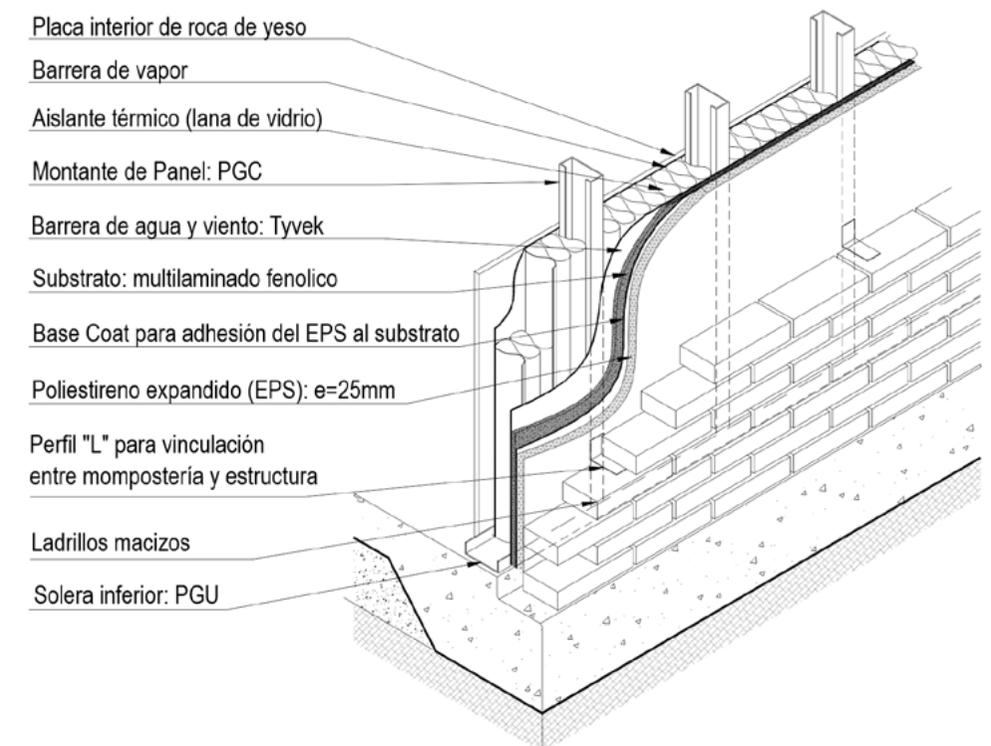
las reglas básicas para la ejecución de paredes de mampuestos pero respecto de la vinculación de éstos con la estructura de acero existen algunas recomendaciones que a continuación se desarrollan.

- Los elementos de vinculación deben disponerse de modo tal que coincidan con los montantes del panel, requiriéndose por cada dos de éstos una fijación. Por lo tanto, la separación entre las fijaciones en el sentido horizontal dependerá de la modulación de la estructura, siendo cada 80 o 120cm según sea una modulación de 40 o 60cm respectivamente.

- En cuanto a la modulación de las fijaciones en el sentido vertical, para bloques de cemento y ladrillo hueco será cada cuatro hiladas, es decir 0,80mts. y en ladrillo común cada 10 hiladas, es decir 0,70mts.

- Respecto de los refuerzos de dinteles y de armaduras de refuerzo en las mamposterías los criterios son los que marcan las reglas del arte.

- Retomando un concepto ya visto en el capítulo de Aislaciones es recomendable, además de generar una cámara de aire entre paramentos de acero y mampostería, la colocación de placas de EPS o algún material aislante que garantice el corte del puente térmico y el efecto de "ghosting".



### Tejas Asfálticas

#### Conceptos Básicos

La teja asfáltica es una alternativa económica y de bajo mantenimiento, constituida por un material resistente y liviano que puede ser manipulado y cortado muy fácilmente, permitiendo una instalación sin mayores complicaciones.

La teja asfáltica está compuesta por fibras orgánicas o inorgánicas saturadas con asfalto y recubiertas por material mineral de granulometría pequeña.

#### Componentes y Características del sistema

- **Durabilidad:** Durabilidad garantizada entre 20 y 40 años, dependiendo del tipo de tejas.

- **Comportamiento ante el Fuego:** Resistencia ante el fuego clase A.

#### Facilidad de Corte

- **Facilidad de Instalación:** Liviana, fácil de transportar y colocar. Las tejas se clavan sobre el substrato exterior de la cubierta.

- Resistencia ante el viento: resistencia de hasta 60 mph.

#### Componentes de las Tejas Asfálticas

- **Lámina de fibra de vidrio/orgánica:** protege las tejas de las inclemencias del clima brindándole mayor

resistencia ante el fuego y mayor durabilidad.

- **Membrana asfáltica:** contiene el granulado de la teja y funciona como barrera para el agua.

- **Granos minerales:** de variados colores que ayudan a reflejar los rayos del sol además de brindar al techo una terminación estética.

- **Material adhesivo:** activado mediante el calor; sella firmemente las tejas en una única unidad resistente al agua.

#### Reglas Básicas para la Instalación

- Para su colocación es necesario contar con una superficie plana y ventilada.

- Las tejas no pueden ser utilizadas en pendientes menores a 7°.

- Para impedir el ingreso de agua al techo por los bordes, se debe colocar una moldura metálica en las

orillas de los aleros antes de colocar la aislación hidrófuga sobre el multilaminado, impidiendo así posibles filtraciones. Las molduras metálicas no deben extenderse más de 7.5cm del borde del alero, y se clavan cada 20 o 25cm de la orilla.

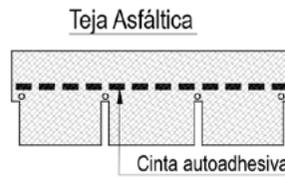
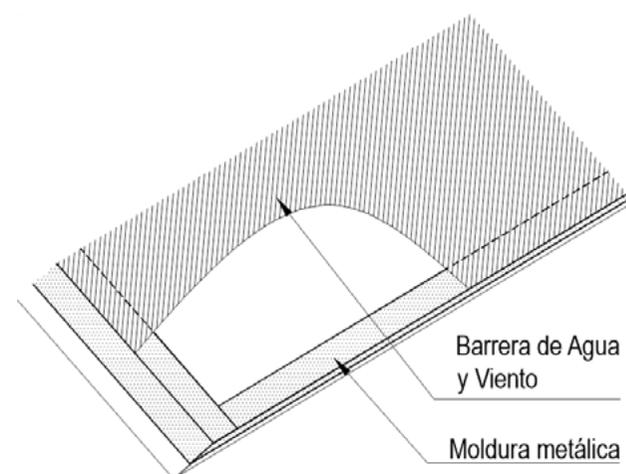
- Para la fijación se utilizan clavos galvanizados de cabeza ancha (10mm de diámetro) y de largo proporcional al espesor de la superficie de apoyo.

- Se aplican 4 clavos por teja alineándolos por debajo de la cinta autoadhesiva.

Los clavos laterales se fijan a 2.5cm de los bordes, quedando los otros dos en la misma línea de las caladuras.

En zonas de fuertes vientos, o en pendientes superiores al 60% se colocan 6 clavos por teja.

Cuando las pendientes exceden los 60% las tejas



deben ser cementadas para prevenir su levantamiento.

- Antes de la colocación se marca con una tiza cada hilera para mantener una línea paralela con los aleros.

- La colocación comienza desde una esquina inferior del faldón.

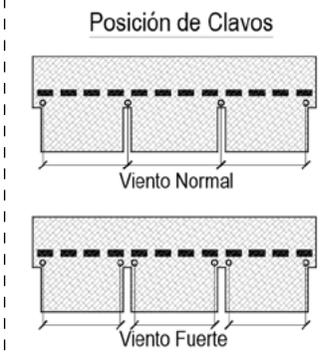
- **Línea de arranque:** se recortarán la cantidad de tejas necesarias para cubrir el largo total del faldón. Es en la única línea de tejas que los clavos quedan arriba del autoadhesivo.

- Nunca clavar sobre la cinta autoadhesiva.

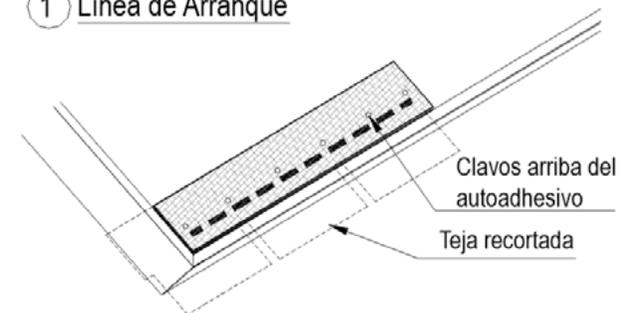
- Se comienza y continúa clavando las tejas enteras de la primera línea, cuidando de alinear la orilla con la línea de arranque.

Las tejas deben ir bien juntas, pero no encimadas.

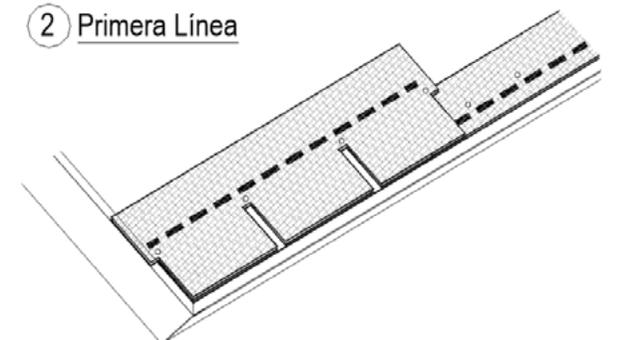
- Las uniones entre tejas de una y otra hilera deben estar desfasadas con respecto a la hilera siguiente. Para que las juntas no coincidan, la primera teja de la segunda línea deberá cortarse,



#### 1 Línea de Arranque



#### 2 Primera Línea



#### 3 Segunda Línea



procediendo de igual forma en las filas alternadas.

- Al llegar a la línea de cumbrera se pliegan los sobrantes de las tejas sobre el faldón opuesto del techo. Se cortan por la caladura las tejas necesarias para cubrir la longitud de la cumbrera. Para colocarlas se doblan por la mitad y se montan sobre el quiebre del techo, clavándolas de cada lado 12.5cm de los bordes.

- En aquellos casos en los que se utiliza una ventilación de cumbrera, se procederá primero a la instalación de la misma y posteriormente, a la colocación de las tejas de cumbrera o de una pieza de terminación, de zinguería, por ejemplo.

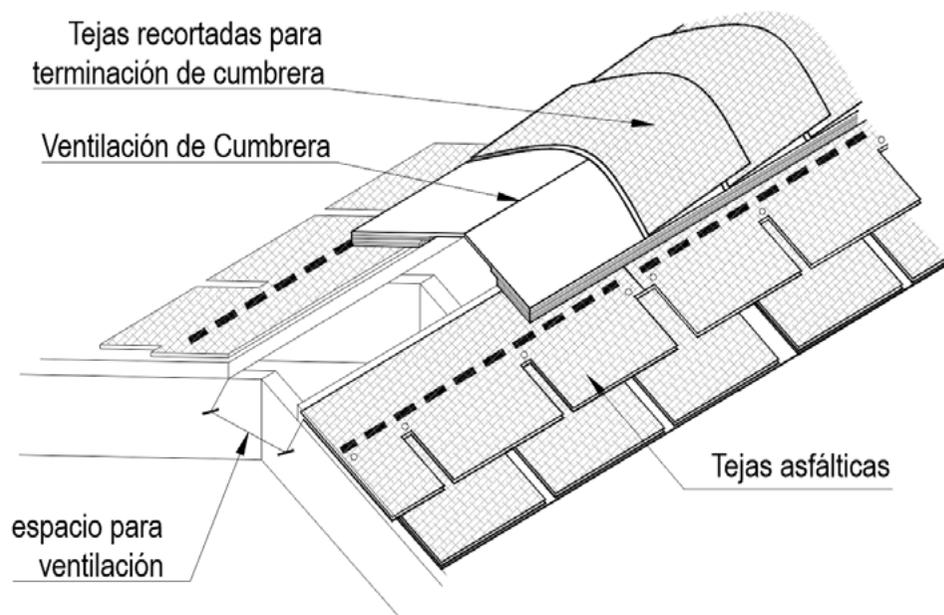
Para resolver las Limetasas se procede del mismo modo que en la cumbrera.

- El encuentro de un valle o Limahoya se puede resolver de dos modos:

abierto o entretejido, de-

biendo preverse, en cualquiera de estos casos, un refuerzo de la aislación hidrófuga en el encuentro entre las dos pendientes.

Éste podrá generarse agregándose un tira adicional de barrera de agua y viento o con la colocación de un material del tipo zinguería.



## La arquitectura, la construcción y el diseño en las tardes de Radio Sarandí.

LA COLUMNA

Jueves 15.30 h  
VIVA LA TARDE  
Sarandí 690

## Integración tecnológica y productividad

La creación del Campo de Experimentación y Exhibición de Materiales y Tecnologías para la Construcción (CEEMTEC).

Pensar en la productividad de la industria de la construcción implica integrar, además de las tecnologías, las herramientas de transformación digital que definen la Construcción 4.0

Ya no alcanza con mirar la mano de obra como factor fundamental de la falta de productividad. Es necesario el reconocimiento de la responsabilidad compartida de todos los actores que intervienen en la cadena productiva.

El diseño de arquitectura, el proyecto ejecutivo, la gestión de los subcontratos, y la propia ejecución de la mano de obra, tienen incidencia en el producto final

y por tanto en la relación de costos y tiempos que marcan la productividad.

En todas estas etapas, la transformación digital juega un papel determinante como parte de un sistema que define su propio desarrollo y los pasos siguientes, realizando las previsiones necesarias para articular tareas con el mayor rendimiento posible.

Esta nueva época marca la necesidad de concebir las obras de arquitectura desde la integralidad de factores que hacen a su materialización. Lo cual implica una sinergia entre todos los actores participantes, basada en el conocimiento

y concepto de complementariedad.

### Un Campo como respuesta colectiva

Resulta difícil forjar el avance de toda la industria pensando en un camino que desarrolle exclusivamente iniciativas o esfuerzos a nivel particular.

Por esta razón, el Consejo Directivo de la *Liga de la Construcción del Uruguay* lanzó en noviembre de 2022 la idea de creación de un "Campo de Experimentación y Exhibición de Materiales y Tecnologías para la Construcción" (CEEMTEC) que se transforme en un catalizador de

Maqueta de proyecto CEEMTEC, Arq. Marcelo Ballón



Imagen de la "Muestra Viva" en la Feria de la Construcción 2023.



los avances e innovaciones para la industria.

Este Campo está proyectado como un espacio físico que tiene como primera finalidad exponer procesos, desarrollar la integración tecnológica, registrar los procedimientos de construcción de sistemas constructivos con prototipos a escala real, desarrollar gemelos digitales en la plataforma BIM y disponer de información en detalle en un sitio web de acceso público.

Esta idea, impulsada por un gremio que representa una rama de actividad privada, se concibe como un espacio de integración de saberes y de trabajo abierto a todos los sectores vinculados con la construc-

ción, tanto públicos como privados, en una sinergia positiva que tenga como centro la mayor productividad de la industria.

#### La experiencia en la Feria de la Construcción 2023

Sabemos que no alcanza solo con las ideas, sino que éstas necesitan un espacio de verificación material que demuestren su viabilidad.

Unir el trabajo de los diferentes actores no es una tarea fácil y por eso la "Muestra Viva" realizada en el stand de la Liga de la Construcción en la última Feria, resultó un testeo y un gran impulso desde la perspectiva del hacer, demostrando que la idea se podía llevar adelante con la participación de la

academia (estudiantes y docentes, universitarios y de UTU), empresas privadas e instituciones que apoyaron e hicieron posible la exhibición.

Junto al Departamento de Producción, del Instituto de Tecnologías de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU) se coordinó la construcción de 12 prototipos, a escala real, de cerramientos de sistemas constructivos cuya realización estuvo a cargo de un grupo de más de 200 estudiantes y docentes del curso "Construcción 3" y de materias transversales de arquitectura en madera y arquitectura en tierra.

Los estudiantes de primer año de los Talleres de Proyecto de la FADU participa-

ron mediante un concurso de equipamiento basado en materiales que forman parte del sistema constructivo Steel Framing.

Con los estudiantes y docentes de la Tecnicatura con salida en Construcción en Seco del Instituto de Enseñanza de la Construcción (IEC, UTU) se construyó un baño accesible en el mismo sistema.

En ambos casos se contó con el apoyo del Instituto Uruguayo de la Construcción en Seco (IUCOSE).

La Facultad de Ingeniería estuvo presente con el "Grupo de Hormigón Estructural" mostrando una loseta armada con barras de GFRP (Glass Fibre Reinforced Polymer) y con macro fibras estructurales, que es uno de sus proyectos de investigación en curso.

Para concretar todo el armado se recibió el aporte de empresas privadas y el financiamiento de la Liga de la Construcción que complementó la inversión de las instituciones educativas a través de las horas docentes dedicadas.

Esta experiencia no sólo demuestra que el objetivo de este proyecto es posible, sino que confirman muy satisfactoriamente el enriquecimiento que genera su implementación.

Transversalidad, conocimiento, interacción y reconocimiento son algunos de los valores que esta actividad expresó en forma contundente. La acción conjunta entre estudiantes, docentes, profesionales y técnicos de empresas, en la resolución de desafíos reales, generó un intercambio de saberes, en un sistema

horizontal donde todos trabajaron por el mismo objetivo.

#### Un éxito de convocatoria

El pasaje de miles de visitantes, por el stand de la Liga, dejó en evidencia la potencia de la idea del Campo y lo acertado de la propuesta de materialización, a través de la "Muestra Viva", que nos permitió acercar la idea a las autoridades gubernamentales, académicas, gremiales y empresariales.

En la inauguración tuvimos la presencia del Ministro de Vivienda y Ordenamiento Territorial, Raúl Lozano y del subsecretario Tabaré Hackenbruch; del presidente de la Agencia Nacional de Vivienda, Arq. Klaus Mill Von Metzen; de la presidenta del Banco Hipotecario del Uruguay, Casilda



Autoridades presentes en el lanzamiento de la "Muestra Viva" en la Feria de la Construcción 2023.

Echevarría; del secretario general del Sunca, Daniel Diverio; de los decanos de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Udelar, Arq. Marcelo Danza y el de Facultad de Arquitectura de la Universidad ORT, Arq. Gastón Boero.

Participaron también las más altas autoridades de la Universidad del Trabajo del Uruguay, junto a docentes y estudiantes, y una nutrida presencia de gerentes y técnicos de empresas privadas que formaron parte del desafío planteado.

Esta demostración material estuvo complementada con una instancia de presentación, por parte de la ANV y del MTOP, del trabajo que se viene realizando con la integración tecnológica y la innovación a través de la utilización de las herramientas virtuales de gestión, la plataforma BIM. La

presencia del consultor del BID para la implementación BIM, Nayib Tala, marcó un punto alto de intercambio entre el trabajo que se viene realizando en la administración pública y el potencial de desarrollo que puede brindar el CEEMTEC para la industria.

El corolario de todo este esfuerzo, impulsado por la Liga en la Feria de la Construcción, ha sido el ofrecimiento por parte del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) de un terreno para la instalación definitiva del Campo.

En este sentido, es de orden el agradecimiento al asesor del MTOP Ing. Carlos Oribe González y al propio ministro José Luis Falero que tomaron la decisión de apoyar este proyecto aportando el espacio para su implantación.

#### Los pilares del proyecto

Resulta fundamental definir los contenidos del Campo y marcar las prioridades para el trabajo, una vez concretado el acuerdo con el MTOP por el terreno, determinando inversiones y participantes en cada etapa.

Los que siguen son los 5 pilares que componen la propuesta

#### 1 - Capacitación

Para el desarrollo del proyecto resulta indispensable una estrategia muy clara en el ámbito de la capacitación. Para ello se propone, con prioridad, la construcción de un espacio físico (un galpón de unos 400 m2 con salones para cursos y demás servicios) que permita desarrollar esta tarea en el menor tiempo posible.



Nayib Tala, consultor del BID para la implementación BIM en Uruguay.

PRODUCTO DESTACADO

# DESAGÜES LINEALES PARA PISO

DURATOP XR



## Una solución estética y práctica

- ✓ Ideales para resolver el desagüe de la ducha, en cocinas, en lavaderos, en patios o en balcones.
- ✓ Ofrecen una mayor área de captación de agua, son fáciles de instalar y más prácticos de limpiar.

## La versatilidad necesaria para adaptarse a la instalación sanitaria de cualquier proyecto

Están fabricados con el mismo material de Duratop XR por lo que tienen gran resistencia e insonoridad, pueden apoyarse en cualquier superficie gracias a sus cuatro patas de nivelación y facilitan la colocación de la cerámica ya que no es necesario realizar cortes en diagonal, como en las rejillas convencionales, porque la pendiente va en un solo sentido.



Kit longitudinal salida horizontal



Kit transversal salida horizontal



Kit transversal salida vertical



Kit dual salida horizontal



Kit longitudinal salida vertical



Kit dual salida vertical



Gral. Urquiza 2575 - CP 11600  
Montevideo - Uruguay



2481 05 30 | 240 82 15 | 2487 78 30  
anilco.com.uy

Los primeros destinatarios de la capacitación serán aquellos profesionales que tienen la tarea, en los organismos estatales, de controlar los procesos constructivos de los programas de vivienda pública. También, aquellos que forman parte de los institutos asesores cuya responsabilidad inicia en el proyecto y culmina en el proceso de construcción.

Los mandos medios, encargados de la ejecución de las obras, tendrán en el CEEMTEC un espacio de aprendizaje y respaldo en los procesos de materialización, fundamentalmente de sistemas constructivos no tradicionales.

El sistema educativo formal, universitario y técnico, también contará con programas de trabajo que

incluya la mirada material y el respaldo teórico necesario para su desarrollo. Los acuerdos con Facultades y escuelas técnicas permitirán complementar eficientemente las necesidades de acercamiento con las tecnologías y su aplicación en la industria.

En este sector será imprescindible la sinergia de actores públicos y privados que compongan una propuesta integral de conocimientos, aprovechando los saberes acumulados en el país por todos los actores. La formación de equipos docentes, universitarios, técnicos y del ámbito empresarial, será uno de los desafíos en este sentido.

Esta política de capacitación permanente deberá vincular el trabajo con In-

efop y Focap, utilizando las estructuras generadas para potenciar los resultados.

Además del enfoque material se deberá abordar todo lo relativo a las nuevas herramientas digitales, que marcan una nueva relación de las personas con el objeto construido y su proceso. La capacitación y la profundización en los aspectos prácticos de su aplicación será uno de los programas principales a llevar adelante, aprovechando para ello el apoyo de los organismos internacionales, como el BID, y el financiamiento de instituciones estatales de promoción del desarrollo.

## 2 - Prototipos

Otro de los objetivos principales planteados es el de acercar materialidad e



Encuentro de directivos de la Liga con el Ing. Luis Segura (FING/UdelaR), los decanos Marcelo Danza (FADU/UdelaR) y Gastón Boero (FARQ ORT) en la "Muestra Viva" en la Feria de la Construcción 2023.

Maqueta de proyecto CEEMTEC, Arq. Marcelo Ballón



información de calidad a todos los actores que intervinieren en la construcción.

Se trata de registrar el proceso constructivo de cada sistema, determinar claramente sus componentes y hacer énfasis en los detalles constructivos que hay que controlar para resolver el potencial de desempeño, a fin de evitar todo tipo de patologías. Este registro partirá de la construcción de un gemelo digital en la plataforma BIM y se complementará con videos y gráficos que muestran los puntos críticos a cuidar.

La materialización se hará a través de prototipos a escala real que tendrán una dimensión de entre 25 y 32 m<sup>2</sup>, componiendo un espacio representativo de cada sistema, integrando las instalaciones correspondientes. En todos los casos contarán con los recaudos digitales y de detalle.

Esta construcción se hará en acuerdo con empresas privadas y organizaciones promotoras de sistemas constructivos constituyendo un núcleo primordial del CEEMTEC la demostración, verificación y estudio sobre lo construido.

En esta área trabajarán equipos multidisciplinarios, integrando investigación y desarrollo, y abriendo la posibilidad de medir el comportamiento de los sistemas, presentando alternativas de mejoras.

## 3 - Innovación

La industria de la construcción necesita un impulso mayor en el área de la innovación. Para ello es necesario articular programas de financiamiento que activen la investigación y el desarrollo, integrando las nuevas tecnologías, convocando a una sinergia positiva entre las empresas privadas y los equipos de

investigación e innovación, tanto públicos como privados.

Para esto será fundamental generar espacios de intercambio, a fin de potenciar a quienes ya vienen investigando en tecnologías y materiales, propendiendo a consolidar acuerdos que pongan en valor el conocimiento y lo proyecten en favor de la productividad del sector.

Se deberá acercar el trabajo académico al técnico empresarial y establecer, en conjunto con las organizaciones promotoras de investigación e innovación, líneas de trabajo a los cuales poder presentar propuestas concretas. Resulta vital el papel que puedan jugar la ANNI, ANDE y otras organizaciones en esta proyección.

Asimismo, articular la unidad de acción entre las empresas consolidadas de



la industria y los equipos de jóvenes emprendedores, que se traduzca en la posibilidad cierta de un camino común de desarrollo en todos los sectores de la construcción.

La transformación digital tiene un papel sustantivo en el avance de la industria. En ese sentido, se deberá hacer énfasis para integrar nuevos actores a las empresas, que logren intermediar entre el conocimiento técnico más duro y las formas de expresión y control que la digitalización nos permite.

La meta es lograr la generación de empleo genuino, integrando nuevos actores en tareas de apoyo tecnológico, que permita aggiornar las relaciones empresariales y potenciar la productividad de las empresas.

Las empresas constructoras y los subcontratos serán

un objetivo en la elaboración del programa de implementación BIM y de transformación digital de sus procesos productivos, generando pilotos que integren el conocimiento acumulado, las experiencias conjuntas y los protocolos desarrollados por las instituciones estatales.

#### 4 - Exhibición permanente

Otra de las premisas que ha llevado a fortalecer este proyecto está vinculada con el concepto de permanencia que se le quiere atribuir a todas las actividades incluidas.

Ya vivimos la experiencia, en la edición anterior de la Feria de la Construcción, de construir una vereda de hormigón permeable con un sistema de recuperación de agua, en conjunto con la Facultad de Ingeniería y con empresas privadas,

cuyo destino era mostrar las bondades del material. Esta muestra duró los 5 días de la Feria y luego se tuvo que demoler, perdiendo el material y la posibilidad de ser mostrado a otras personas que no pasaron esos días por la exposición.

De ahí nace el concepto de la permanencia. Significa tener un espacio que pueda exhibir materiales y tecnologías aplicadas, a lo largo del tiempo y disponible para su acceso durante todo el año. En este sentido, se trabajará para hacer del CEEMTEC un espacio de muestra permanente de nuevos materiales, tecnologías e innovación, que sirva como una referencia para la industria de la construcción en general y una oportunidad para las empresas fabricantes e importadoras. Este espacio estará abierto también para la experimentación, la búsqueda de nuevos usos y la interacción entre diversos materiales.

#### 5 - Información de calidad [www.ceemtec.uy](http://www.ceemtec.uy)

La implementación de un sitio web del CEEMTEC implicará generar un repositorio completo con Manuales y Guías de acceso gratuito y universal. Este dispositivo tendrá como objetivo respaldar las tareas en obra y la capacitación en los ámbitos académicos.

Su contenido se construirá con el registro de los procesos de cada sistema

constructivo prototipado, complementado con información de ensayos de materiales y las normas que cumplen, solos o como parte del sistema.

Esta web será un canal de divulgación y un unificador de información disponible en la red acerca de materiales, procesos, ensayos y normativas.

Ya se ha adquirido el dominio y se ingresa en el proceso de armado de la información.

#### A manera de conclusión

El Campo de Experimentación y Exhibición de Materiales y Tecnologías para la Construcción (CEEMTEC) va en línea con las estrategias que han adoptado muchos países desarrollados, y en

vías de desarrollo, para potenciar a la industria de la construcción, integrando al conocimiento acumulado, las nuevas tecnologías y los métodos modernos de construcción (MMC) con el objetivo de aumentar la productividad.

Uruguay tiene el gran desafío de colocarse al nivel de los mejores países que ya han concretado la construcción de estos espacios catalizadores del conocimiento.

La Liga de la Construcción del Uruguay tiene claro su papel en este momento histórico y es por esa razón que ha definido al CEEMTEC como su proyecto insignia para esta época, donde la construcción colectiva será la clave para el desarrollo y la productividad de la industria de la construcción.

Este proceso se suma al de la construcción de los acuerdos necesarios para su desarrollo, poniendo énfasis en el trabajo coordinado con los sectores académicos, gubernamentales y empresariales.

También en la articulación con las demás gremiales de la industria de la construcción con el compromiso de construir espacios de intercambio sobre el tema de la productividad del sector que ha sido postergado desde hace mucho tiempo y que ahora ha tomado un nuevo impulso.

Impulso que deberá integrar la perspectiva del cambio tecnológico virtual y el material, ambos con peso significativo en el resultado final de las obras de construcción.

**CEEMTEC**

CAMPO DE EXPERIMENTACIÓN  
Y EXHIBICIÓN DE MATERIALES  
Y TECNOLOGÍAS  
PARA LA CONSTRUCCIÓN

*Estamos construyendo un espacio colectivo que integra saberes  
y trabajo para mejorar la industria de la construcción.*

LIGA DE LA  
CONSTRUCCIÓN  
DEL URUGUAY

info@ceemtec.uy

## La importancia del aislamiento térmico para la eficiencia energética

**María Domínguez**

Aislamiento térmico, eficiencia energética y construcción sostenible.

www.calorfrio.com

El aislamiento térmico es una de las herramientas más eficaces de la construcción sostenible para ahorrar energía.

Pero también es imprescindible para la rehabilitación energética del parque construido de viviendas que se calcula mayoritariamente deficitario en su comportamiento energético.

La instalación de aislamiento térmico es esencial para la reducción de las emisiones de las edificaciones vinculadas al consumo energético.

En este sentido los edificios representan el 40% del consumo de energía final de la UE. Además, la rehabilitación energética es una fuente de empleo y una herramienta eficaz para luchar contra la pobreza energética, al reducir hasta un 30% la factura.

El mayor ahorro energético se logra aislando fachada y cubierta. Así, aislar térmicamente es clave para reducir las emisiones en las ciudades y revalorizar los inmuebles.

Es más, una actuación de aislamiento térmico se

amortiza en pocos años (entre 3 y 5) y no necesita mantenimiento durante la vida útil del edificio.

El ahorro de energía que se consiga con la intervención dependerá del espesor de la capa aislante (en viviendas pasivas es mucho mayor que en las estándar), las prestaciones del material y la calidad de la instalación.

Cómo elegir el mejor aislante térmico

Antes de decidir qué material de aislamiento es el más adecuado es necesario valorar en qué zona geográfica se encuentra la edificación (según el CTE los mínimos de aislamiento varían de un lugar a otro), así como determinar la viabilidad técnica, el tipo de actuación (aislar la envolvente, eliminar puentes térmicos, aislar paredes, techos o suelos, etc.) y el costo.

A todos estos criterios para elegir el aislamiento térmico hay que añadir las prestaciones del material. Deben observarse las siguientes:

**Baja conductividad térmica ( $\lambda$ ).** Indica cuál es la

capacidad del material para transmitir calor y con qué facilidad lo conduce. Por tanto, cuanto más bajo sea, más eficiente será a la hora de evitar la pérdida de calor.

**Alta resistencia térmica (R).** Es la capacidad de un material de oponerse al flujo de calor. Cuanto más alta sea, más eficaz será el aislamiento.

**Resistencia al paso del vapor de agua.** Tiene que ver con el espesor y la permeabilidad del material. Resulta clave para evitar condensaciones.

**Buen comportamiento ante el fuego.** Es un factor directamente vinculado con la seguridad, que se indica con las Euroclases (de la A a la F), clasificadas en la normativa europea UNE-EN 13501-1:2007+A1:2010.

**Aislamiento acústico.** Sin duda, que el material posea capacidad de absorción del ruido es un plus.

El mejor aislante térmico será el que reúna las siguientes prestaciones:

**Baja conductividad y alta resistencia térmica:** para



protegerse contra el frío y el calor.

**Aislamiento acústico:** si posee fibras amortiguas y absorbe el ruido.

**Una alta resistencia al paso del calor (R):** para retrasar la entrada del calor en verano. (R entre 2 y 2,5 es un buen aislante)

Un buen comportamiento contra el fuego, para mejorar la seguridad en tu hogar.

La elección del aislamiento más adecuado dependerá por un lado de la viabilidad técnica y económica de una u otra solución. Posteriormente y para la elección del aislamiento térmico se deberán valorar sus prestaciones térmicas atendiendo a su conductividad, espesor y factor de resistencia a la difusión del vapor.

El usuario también podrá valorar otros factores como la capacidad de aislamiento acústico, el contenido de material reciclado en el propio aislante, su capacidad para ser reciclado al final de su vida útil o su origen sintético, inorgánico o bien natural orgánico. En cualquier caso deberá de hacerlo siempre asesorado por un profesional especializado.

**Tipos de materiales de aislamiento térmico**

En el mercado existe una variedad muy amplia de materiales aislantes, como la espuma fenólica, el corcho, la fibra de madera, el vidrio celular, la celulosa, las espumas elastoméricas, las espumas de polietileno, el aerogel... Además, se pueden aplicar morteros aislantes y pinturas acrílicas termoaislantes para

conseguir un aislamiento térmico eficaz. Sin embargo, estos son los materiales de aislamiento térmico más frecuentes:

**Poliuretano**

La espuma rígida de poliuretano (PU) incluye materiales de poliuretano (PUR) y de poliisocianurato (PIR).

Se usa como material de aislamiento térmico y acústico, así como impermeabilizante. Es un material inerte, que se fabrica in situ a partir de la reacción de dos componentes líquidos (poliol e isocianato) a través de dos sistemas:

**Poliuretano inyectado o aplicado in situ por colada.**

Se batan ambos elementos y se introducen en una cavidad, en donde se expande. No reduce el espacio habitable.



**Poliuretano proyectado o aplicado in situ por proyección.** Consiste en la pulverización de los dos componentes a la vez sobre el sustrato.

Además, se emplean productos de poliuretano para aislamiento como:

#### Planchas de poliuretano.

Son elementos rígidos en forma de planchas que pueden estar también revestidas de otro material (lámina de aluminio, poliéster, etc). **Paneles sándwich de poliuretano.** Es una plancha

revestida por ambas caras de una capa metálica.

**Poliuretano conformado.** La espuma rígida se presenta como piezas moldeadas con distintas formas.

Entre las ventajas del aislamiento con poliuretano se encuentra que permite conformar una única capa sin juntas ni solapes, garantizando una total estanqueidad.

A esto hay que añadir que aísla e impermeabiliza a la vez, se adapta a cualquier geometría y permite una



instalación rápida y sin obra. Asimismo, tiene una alta resistencia y durabilidad y es 100% reciclable.

#### Lana mineral (MW)

Es un material compuesto de filamentos inorgánicos entrelazados para conformar un tejido. Con esta premisa se consigue un material muy ligero con muy buenas prestaciones como aislante térmico y acústico.

También aporta una excelente protección contra el fuego al ser incombustible y no generar gases tóxicos al contacto con la llama.

Encontramos lana de vidrio (elaborada fundiendo arena), lana de roca (elaborada fundiendo rocas basálticas) y fibra de vidrio en varios formatos:

#### Planchas de lana mineral.

Producto rígido o semirrígido sin o con revestimiento en una de sus caras de distintos materiales (papel kraft, lámina de aluminio, lámina asfáltica, placa de yeso laminado, etc.).

Manta de lana mineral. En forma de rollos, es un producto flexible que puede contar también con revestimiento de papel kraft o de velo mineral en una de sus caras.

#### Paneles sándwich de lana mineral.

La plancha de lana mineral se reviste por ambas caras



con una lámina rígida (metálica o de madera).

Los productos autoportantes como las planchas y paneles son muy empleados para la rehabilitación de fachadas con aislamiento por el interior, para sistemas de fachadas ventiladas, además de para revestir cubiertas por el interior.

Así, la instalación de aislamiento de lana mineral no exige andamiaje ni tiempos de espera para el secado de materiales, por lo que no se compromete la habilidad durante el proceso. Con la actuación se pueden solucionar los defectos de los muros, eliminar puentes

térmicos (en la aplicación por el exterior) y reducir el ruido aéreo y de impactos.

#### Placas de yeso laminado (PYL)

El yeso es un material sostenible, infinitamente reciclable, incombustible y sin sustancia tóxica alguna, es resistente a la humedad y al moho, evita las condensaciones y reduce el ruido de impacto y el aéreo.

Las placas de yeso laminado están compuestas de un núcleo de yeso unido a dos láminas de celulosa por ambas caras, conformando de este modo placas rectangulares listas para instalar en tabiques, techos, trasdosados, suelos...

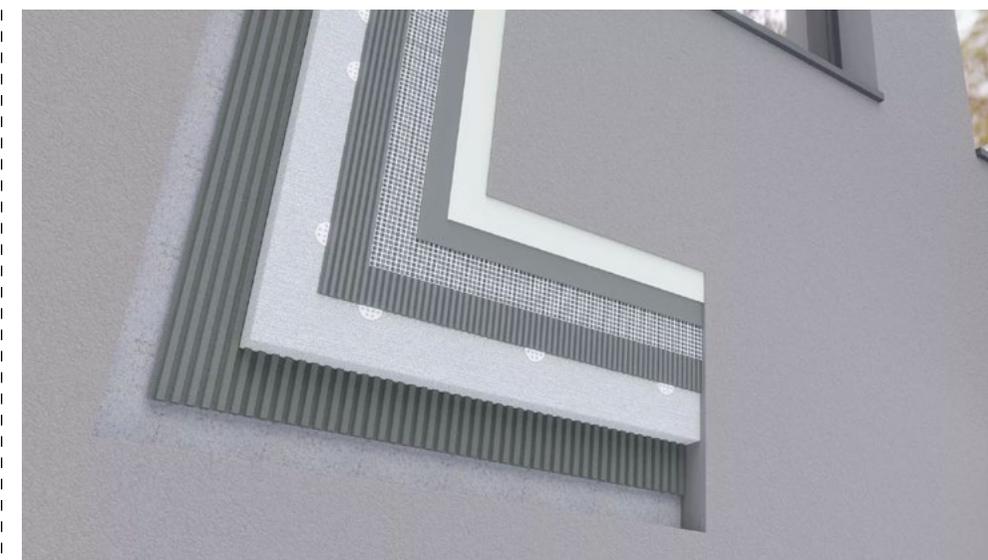
Son sistemas ligeros y manejables, que eliminan fácilmente puentes térmicos, con resistencia a los golpes, una clasificación A1 frente al fuego y una instalación rápida y sencilla.

Las placas de yeso laminado se suelen combinar con la lana mineral para lograr un óptimo aislamiento térmico. Además, se emplean en actuaciones en fachadas por el interior (trasdosado directo, que es rápido de montar, o bien autoportante) y por el exterior (trasdosado autoportante). Se usan también como solución para aislar cubiertas con un sistema de techo suspendido con placa de yeso laminado, así como para forjados.

#### Poliestireno expandido (EPS)

Es un material plástico espumado, rígido, que se fabrica a partir de gránulos de poliestireno expandible o de uno de sus copolímeros.

Se moldea muy fácilmente y es muy versátil, lo que permite obtener productos de poliestireno expandido para el aislamiento térmico como los siguientes:



Planchas de poliestireno expandido. Son elementos rígidos rectangulares, con un espesor único o variable. Perlas de poliestireno a granel. Se usan para, mezcladas con un aglomerante, inyectarlas a través de unos orificios practicados en la fachada en cámaras de aire, como relleno.

Productos compuestos. A la plancha de poliestireno se le suma una plancha de otro material, por ejemplo, de yeso laminado. Son muy empleados en SATE (según ANAPE, cerca del 85% de los sistemas SATE utilizan EPS como aislamiento térmico).

El poliestireno expandido ofrece una gran resistencia térmica y conductividad térmica, es un material ligero, resistente al agua y a los golpes, fácil de manejar y de instalar. Tiene un gran desempeño como

aislante térmico para cubiertas, suelos y fachadas. Además, ayuda a resolver puentes térmicos y suma en el aislamiento acústico.

Se incluye poliestireno expandido en soluciones de aislamiento por el exterior (SATE), por el interior y en cubiertas bajo teja.

#### **Poliestireno extruido (XPS)**

Es una espuma termoplástica, rígida, de estructura celular cerrada, que se obtiene a partir del poliestireno o alguno de sus copolímeros a través de procesos de extrusión y expansión.

Destaca por su excelente resistencia mecánica y altas prestaciones como aislante térmico y protección frente a la humedad.

Es un material versátil que se presenta en estos formatos:

Planchas de poliestireno extruido. Es un producto rígido, de espesor uniforme y forma rectangular normalmente, con bordes de distintas formas.

Productos compuestos. Es la unión de una plancha de XPS con otra de un material como madera o yeso laminado.

Resulta un gran aliado frente a la humedad, puesto que apenas absorbe agua y no necesita barrera de vapor. Además tiene una gran resistencia mecánica, una elevada durabilidad y se puede reciclar en un alto porcentaje. Se usa en el aislamiento de la envolvente, con un gran desempeño en el aislamiento de cubiertas planas e inclinadas, en fachadas por el exterior (SATE) y el interior, así como en suelos.

La importancia del instalador de aislamiento térmico profesional

Para conseguir una rehabilitación energética de calidad, con la que mejorar de forma eficaz la eficiencia de las edificaciones, no basta con elegir el mejor material aislante.

Resulta imprescindible una instalación de aislamiento térmico profesional, con perfiles técnicos con la formación adecuada y experiencia en el sector.



## Impermeabilización con Membrana Líquida con Poliuretano.

La protección contra la humedad es fundamental para la integridad de cualquier estructura. Las membranas líquidas se han convertido en una opción popular para la impermeabilización, y entre ellas, las que contienen poliuretano se destacan por sus características únicas. Es preciso puntualizar que la cantidad de poliuretano presente en la membrana es un factor determinante para que se manifiesten sus propiedades.

Ventajas diferenciales del poliuretano:

#### 1. Elasticidad Superior:

Las membranas líquidas con poliuretano poseen una

elasticidad excepcional, permitiendo una adaptación perfecta a las dilataciones y contracciones del soporte sin agrietarse. Esta propiedad las hace ideales para superficies que tengan movimiento como terrazas, azoteas y fachadas. Cuando se aplica en superficies que se encuentran fisuradas, con movimiento, debe utilizarse con un tejido de refuerzo como Sika Tex Trama.

#### 2. Resistencia excepcional:

Las membranas con poliuretano ofrecen una resistencia superior a la abrasión, al impacto y a los rayos UV. Esta característica las convierte en una solución

ideal para zonas con tránsito peatonal o expuestas a condiciones climáticas extremas. Es importante destacar, que dependiendo el uso que se le da a la superficie, las recomendaciones de aplicación variarán y podrá requerir productos adicionales.

#### 3. Alta Impermeabilidad:

El poliuretano crea una barrera impermeable sin juntas ni solapes, eliminando por completo la posibilidad de filtraciones. Esta propiedad la hace ideal para áreas críticas.

#### 4. Durabilidad Excepcional:

Las membranas de poliuretano tienen una vida útil considerablemente mayor que otras membranas líquidas. Esto se traduce en una inversión a largo plazo con un menor costo de mantenimiento.

#### 5. Aplicación Versátil:

Las membranas de poliuretano se pueden aplicar sobre una amplia variedad de materiales, como concreto, metal, tejas, madera y plástico. Esta versatilidad las convierte en una solución adaptable a diferentes necesidades y proyectos.





## 6. Propiedades Aislantes:

Las membranas con poliuretano no solo impermeabilizan, sino que también actúan como aislante térmico. Esta característica permite mejorar la eficiencia energética del edificio y reducir el consumo de energía.

## 7. Sostenibilidad Ambiental:

Las membranas con poliuretano son una opción ecológica, ya que no contienen

solventes ni compuestos orgánicos volátiles (COV). Además, su larga vida útil reduce la necesidad de re-impermeabilización, lo que disminuye el impacto ambiental.

Sika, líder mundial en impermeabilización, cuenta con una amplia gama de impermeabilizantes y membranas líquidas que se adaptan a las distintas necesidades que su obra requiera.

Dentro de la línea de membranas líquidas, se destaca Sikalastic-560, una membrana líquida impermeabilizante de aplicación en frío, monocomponente, ecológica, libre de solventes, altamente elástica y resistente a los rayos UV.



**CONSTRUYENDO  
CONFIANZA**

### Departamento Técnico:

**Sika Uruguay S.A.**

Av. José Belloni 5514

CP 12200 - Manga

Montevideo, Uruguay

Tel: (+598) 2220 2227\*

La calidad de la industria alemana  
a un precio sorprendente.

**KNAUF**GEILING  
Solutions

## AMF ECOMIN Orbit

Es una placa de fibra mineral biosoluble para  
cielorrasos modulares, económicos, con superficie  
texturizada, indicados para áreas que no requiere una  
absorción acústica.

Reflexión lumínica alta (85%)  
Ideal para pequeños negocios y comercio minorista



# ADELANTATE AL INVIERNO Y GANALE A LA HUMEDAD



## SIKA, líder mundial en impermeabilización

le ofrece una completa línea de productos para resolver los problemas de humedad. Impermeabilizantes acrílicos y membranas líquidas son algunas de las soluciones que le ofrecemos para que este mes pueda adelantarse al invierno y ganarle a la humedad.