

BOLETÍN N°7

# VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Programa Tecnológico *Construye Zero*

PO

# EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

La eficiencia energética en la construcción resulta clave para reducir el consumo de energía y minimizar el impacto ambiental de los edificios. El sector es responsable del 39% de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas a nivel mundial y, en Chile del 22% (*Ministerio de Energía, 2024*). Para el 2050 se duplicará el stock de edificios construidos y se estima que el consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub> aumentará entre un 1% a un 2% cada año, por lo que es urgente revertir esta situación a nivel país.

Por ello, se requiere que los proyectos comiencen a implementar diversas técnicas, tecnologías y prácticas para reducir la cantidad de energía necesaria para mantener condiciones óptimas de confort y funcionamiento.

## ¿QUÉ ACCIONES ESTAMOS DESARROLLANDO EN CHILE?

En nuestro país se vienen desarrollando diversas acciones desde el Ministerio de Energía, las cuales buscan reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> para lograr la carbono neutralidad. Entre ellas, destacan las siguientes:

1. Creación de capacitaciones técnicas en el sector edificación.
2. Fomento a la generación de incentivos y mecanismos de financiamiento para la eficiencia energética en el mercado de la construcción.
3. Promoción de la gestión energética en el sector.
4. Renovación energética de viviendas y edificios existentes.
5. Estándares de eficiencia energética, etiqueta de eficiencia energética y certificación de sustentabilidad en edificios.



Imagen N°1: Elementos para la eficiencia energética en edificaciones. Fuente: *Energy efficiency in buildings - Facts and trends, World Business Council for Sustainable Development, October (2007)*.

## EFICIENCIA ENERGÉTICA EN OBRA

La eficiencia energética en las obras de construcción es crucial para reducir el consumo de energía y costos asociados mientras se ejecuta el proyecto, minimizando, así, el impacto ambiental. Para lograrlo, existendistintas medidas que se pueden aplicar, algunas de ellas son:

**Uso de energías renovables:** aprovechar fuentes de energía como la solar o eólica ayudan a disminuir las emisiones de carbono. A las instalaciones de faena se les puede incorporar paneles solares que proporcionan energía a la propia instalación, optar por torres móviles fotovoltaicas, señaléticas solares, torres de comunicación solar, vigilancias, container solar, generadores de energía limpia entre otros (*be-energy, 2024*).

**Gestión del agua:** implementar medidas para la reducción del consumo de agua, dispositivos de bajo flujo en duchas, lavamanos, wc eficientes, utilización de agua lluvia, entre otros pueden reducir la energía necesaria para bombear, calentar y tratar el agua (*CDT, 2024*).

**Iluminación eficiente:** instalar sistemas de iluminación LED de alta eficiencia, controles de iluminación exterior e interior con sensores de movimiento y temporizadores para asegurarse que las luces solo estarán encendidas cuando sea necesario. (*Endesa, 2020*).

## ¿CONOCES LA LEY 21.305?

Publicada el 13 de febrero de 2021 en el Diario Oficial, la ley sobre Eficiencia Energética, busca articular los esfuerzos para alcanzar la carbono neutralidad en 2050. De esta forma, establece exigencias a las nuevas edificaciones, que deberán contar con un etiquetado de eficiencia energética para obtener la recepción municipal (*Ministerio de Energía, 2021*).

**Herramientas y equipo de bajo consumo:** optar por la utilización de herramientas eléctricas e inalámbricas que estén certificadas con bajo consumo energético, equipos de calefacción y refrigeración de alta eficiencia como aires acondicionados inverter (*Papilloud, 2023*).

**Concientizar a los trabajadores:** motivar a los trabajadores para que estén al tanto de cómo reducir el consumo de energía en obra, mediante capacitaciones e identificando claramente las medidas que se implementaron para ser un proyecto desde su diseño y ejecución más eficiente energéticamente (*Papilloud, 2023*).



Imagen N°2: Diseño considerando eficiencia energética. Fuente: *STH (2018)*.

## ¿CÓMO MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS?

**Sistemas de gestión de energía inteligentes:** sistemas basados en IoT pueden monitorear el consumo de energía en tiempo real y optimizar el uso de sistemas de HVAC y de iluminación. Ajustando la temperatura e iluminación según la ocupación del edificio y reduciendo el consumo de energía innecesario (Gomez, 2023).

**Iluminación inteligente:** sistemas de iluminación que pueden ajustar la iluminación según ocupación y luz natural disponible, reduciendo costos asociados a la mala utilización (Gomez, 2023).

**Sensores de monitoreo ambiental:** sensores de monitoreo de calidad de aire, humedad y temperatura en el edificio, lo que ayuda a los sistemas de HVAC a ajustar su funcionamiento (Gomez, 2023).

## ¿QUÉ BENEFICIOS OFRECE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA?

**Ahorro energético:** un uso eficiente de recursos se traduce en ahorros y no solo económicos. Al optimizar el empleo de energía se disminuye la demanda total, reduciendo la presión sobre los recursos energéticos y los ecosistemas. (Iberdrola, 2022).

**Huella de carbono:** minimizar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero contribuyendo a mitigar el cambio climático (Iberdrola, 2022).

**Consumo responsable:** fomentar la adopción de prácticas sostenibles en todos los aspectos, beneficiando al entorno e impulsando una transición hacia sistemas energéticos más limpios (Iberdrola, 2022).

**Mejora para la salud:** al reducir la contaminación atmosférica se genera un entorno más saludable y limpio para las comunidades (Iberdrola, 2022).

## ¿QUIERES SABER MÁS?



- » Cápsulas Normativas – CAP 5 – Ley sobre Eficiencia Energética – Portal CDT.
- » Webinar Climatización y Eficiencia Energética – Portal CDT.
- » Eficiencia Energética en la Edificación.
- » Los principios de eficiencia energética y respeto al medio ambiente para complejos multifuncionales.
- » Conozca el impacto de la eficiencia energética en la construcción Portal CDT.
- » El uso de la Energía en los Edificios.
- » La importancia de la arquitectura sostenible y la eficiencia energética en la construcción - Reformas Orce.
- » Los Desafíos de la Eficiencia Energética en la Construcción.
- » Eficiencia energética: qué es y cómo funciona - Iberdrola.
- » Qué es la Eficiencia Energética en la construcción de edificios y viviendas - Arquima.
- » El Reto de la Eficiencia Energética en el sector de la Construcción.
- » Adiós al yeso en la construcción: el invento que evita las humedades y duplica la eficiencia energética – Portal CDT.
- » El proyecto Sherlock impulsa la eficiencia energética en el sector de la construcción europeo – Portal CDT.
- » La tecnología de los gemelos virtuales, clave para mejorar la eficiencia energética en la construcción – Portal CDT.
- » El primer cemento eléctrico de la historia en construcción: hasta 500 vatios por metro cuadrado y edificios virtuales – Portal CDT.
- » La construcción alcanza su última frontera: edificios que cambian de color para ahorrar energía – Portal CDT.
- » Eficiencia energética en construcción: óptimo consumo de energía.
- » Más del 70% del consumo eléctrico pertenece a la construcción de edificios - Diario Sustentable.
- » Construcción y eficiencia energética.
- » Eficiencia energética de edificios ¿Cómo te beneficia?.
- » [Infografía] Un edificio energéticamente eficiente, ¿Qué aspecto tiene? – STHexpert.
- » Eficiencia energética de una vivienda - CMYK Arquitectos.
- » Edificación - Ministerio de Energía.
- » Señaléticas Solares para seguridad, semáforos, etc - Be Energy.
- » Torres móviles fotovoltaicas permiten a faenas mineras ahorrar hasta \$7.5 millones en diésel al año.
- » Ahorra energía con los sensores de movimiento - Endesa.
- » Cleanlight.
- » Lanzamiento de Manual para el uso eficiente del agua en obras de edificación – Portal CDT.
- » Ley 21.305 - Ministerio de Energía.

En el próximo boletín

Negocios circulares, productos de construcción.

 **Construye  
Zero**

## TACC01 Plataforma Pasaporte de Materiales

# NORMAS TÉCNICAS DISPONIBLES PARA LOS MATERIALES: ¿CONSIDERAN ESTÁNDARES AMBIENTALES? ¿CUÁLES?



Imagen N°1: Declaración Ambiental de Producto (DAP). Fuente: Aza, 2022.

Las normas técnicas son documentos que establecen especificaciones técnicas y criterios de calidad para procesos, productos y servicios. Existen diversas organizaciones internacionales, regionales y nacionales que emiten normas técnicas, por ejemplo, a nivel internacional, se emplean las siguientes:

**ISO 14009:** proporciona directrices para incorporar la circularidad de los materiales en el diseño y desarrollo, ayuda a minimizar el impacto ambiental al considerar la reutilización y el reciclaje de los materiales (iso.org, 2024).

**ISO 14050:** define los términos usados en documentos de sistemas de gestión ambiental y herramientas en apoyo al desarrollo sostenible, incluyendo sistemas de gestión, auditorías, comunicaciones, estudio de huella y mitigaciones de Gases de Efecto Invernadero (iso.org, 2024).

**ISO 14025:** establece los principios y requisitos para la declaración ambiental de un producto. Su objetivo es proporcionar información sobre el impacto ambiental de un producto a lo largo de su ciclo de vida (iso.org, 2024).

**IEC 62430:** norma técnica colombiana que describe los principios y requisitos que deben tener en el diseño y desarrollo de productos para integrar aspectos ambientales, con la finalidad de reducir los impactos adversos (Icontec, 2024).

A nivel nacional, existen normativas asociadas a la sostenibilidad en la construcción que son fundamentales para disminuir el impacto ambiental y promover las prácticas más responsables. En este grupo de normativas, también existen algunas asociadas a materiales que principalmente buscan incorporar al mercado la reutilización de materiales, además de fomentar la declaración ambiental de los productos. Algunas normativas a destacar son:

**NCh3418 2017** Sostenibilidad en la construcción - Principios generales: se basa en el concepto de desarrollo sostenible, ya que se aplica al ciclo de vida de los edificios y obras de ingeniería desde el origen hasta la etapa final. Su aplicación contempla a los materiales, productos, servicios y procesos relacionados al ciclo de vida de la construcción (Instituto de Construcción, 2024).

**NCh3423 2017** Sostenibilidad en la construcción - Declaración ambiental de productos de construcción: establece los principios y requisitos para las Declaraciones Ambientales (DAP) de los Productos de construcción. Proporciona las reglas de la categoría de productos (RCP) definidas en la ISO 14025. (Instituto de Construcción, 2024).

**NCh3686 2022** Sostenibilidad en la construcción - Declaraciones ambientales de producto - Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción: establece las reglas de categoría de productos básicos para la declaración ambiental de cualquier producto de construcción o servicio, define además las condiciones en las que los productos de construcción se pueden comparar sobre la base de la información de las DAP (Instituto de Construcción, 2024).

**NCh3423 2022** Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil - Reglas básicas para declaraciones ambientales de productos y servicios de construcción: proporciona los principios, requisitos y especificaciones para desarrollar una Declaración Ambiental de Productos (DAP), incluye las reglas para cálculo de análisis de inventario del ciclo de vida, los indicadores ambientales y también, describe las etapas del ciclo de vida del producto (Instituto de Construcción, 2024).

## ¿QUÉ ES UNA DAP?

Una Declaración Ambiental de Producto (DAP) es un documento que contiene información detallada sobre el impacto ambiental del producto en todo su ciclo de vida. (thecircularcampus, 2023).

**NCh3851 2024** Áridos - Áridos artificiales en base a escorias del proceso siderúrgico - Clasificación, caracterización y orientaciones para la valorización de escorias del proceso siderúrgico: establece una clasificación de áridos artificiales provenientes del proceso siderúrgico de los canales donde se obtiene hierro y acero, entregando orientaciones sobre el origen de la materia prima y el proceso de valorización de los residuos para la obtención de áridos artificiales en base a escorias, indicando los ensayos que se deben implementar. Se destaca que esta norma no establece los requisitos específicos que deben cumplir los áridos artificiales para el uso en morteros, hormigones y sub base de pavimentos o mezclas asfálticas (Instituto de Construcción, 2024).

**NCh3584 2020** Productos eficientes en el uso de agua (PEUA) - Clasificación y etiquetado: especifica los rendimientos para clasificar el etiquetado de productos con consumo eficiente de agua. El objeto de esta norma es proporcionar los requisitos de clasificación y etiquetado a los proveedores de productos que comúnmente utilizan agua para la función que cumplen (Instituto de Construcción, 2024).

**NCh163** Áridos para mortero y hormigones - Requisitos: esta norma se encuentra en modificación importante debido a la posibilidad de utilizar áridos que no son naturales, entre los que se encuentran los áridos artificiales, esto busca la posibilidad de reducir pasivos ambientales al incorporar materiales considerados residuos (Río Claro, 2023).

Detalles de la Verificación y Análisis de Ciclo de Vida	
La Norma EN 15804 aplica como BCP base.	
Verificación independiente de la declaración y datos de acuerdo a la Norma ISO 14025:2015	
<input type="checkbox"/> Interno <input checked="" type="checkbox"/> Externo	
Verificación por terceros paraf:	
<b>Marcelo Velasco</b> a. Según el alcance de producto b. Declarar los límites de alcance y alcance para construcción "Número de Construcción" por ISO 14025:2015, 9.6	
Consultor ACV	Verificador
Sección Energía y Sustentabilidad ICHÉ M + División Construcción Plaza Ercilla 883, Santiago, Chile	Marcelo Velasco Emotemore Chile Camino al Volcán 4829, San José de Maipo, Región Metropolitana
Información General	
Unidad Funcional	Para esta declaración de fibrocemento, la unidad declarada para los análisis del ciclo de vida es de <b>2 m<sup>2</sup> de Fibrocemento Volcanhard</b> fabricado por Volcán.
Lugar de Producción del Producto	La planta de manufactura del producto se conoce como Planta IANFA, y se encuentra situada en Aedo, Los Baites 625, Condominio Industrial Valle Grande, Lampa, Región Metropolitana de Santiago, Chile.
Descripción de la Empresa	
Empresa	Volcán S.A. es una empresa industrial orientada a la producción de materiales para la construcción. El principal mercado de venta de los productos fabricados por VOLCAN, está en el sector de edificación: residencial, comercial, hospitalario, educacional, industrial, etc., para uso de recubrimiento de techos, techos, muros, pisos y empalmes.
Lugar de Producción del Producto	La fábrica se encuentra situada en Aedo, Los Baites 625, Condominio Industrial Valle Grande, Lampa, Santiago, los principales procesos para la fabricación de los productos de fibrocemento son: 1. Molienda 2. Formación de planchas 3. Dimensionado 4. Doblado 5. Autoclavado 6. Paletizado y Boleado
Merchando de Distribución	VOLCAN comercializa sus distintos productos para empresas de construcción, retail, ferretería, subdistribución, industriales.

Imagen N°2: Análisis del Ciclo de Vida del fibrocemento en la DAP. Fuente: Volcán, 2022.

**¿QUIERES SABER MÁS?** 

- » Normas y estándares para la implantación de los ODS y la economía circular.
- » Normas Técnicas Minvu.
- » MINVU anuncia cambio y actualizaciones a las norma de Vivienda Industrializada en madera – Portal CDT.
- » Alta Ley y el INN trabajan en dos nuevas normas técnicas para el uso de escorias de cobre en la construcción – Portal CDT.
- » Book of Standards - Products & Services.
- » Listado Informativo de Normas Chilenas del Sector Construcción.
- » Declaración Ambiental de Productos.
- » 2da Jornada Capacitación Industrialización Vivienda Social Pequeñas y Medianas Empresas - sesión 2am.
- » Declaración Ambiental de Producto AZA.
- » NTC-IEC 62430:2019.
- » NTC-IEC 62430:2019 Diseño con conciencia ambiental (DCA). Principios, requisitos y orientaciones.
- » Avances en normativas e iniciativas de economía circular en construcción y áridos reciclados – Construye2025.
- » Áridos reciclados de hormigón con CO2: Un nuevo tipo de árido para hormigones más resistentes – Río Claro Limitada.
- » Buscador DAP - Portal Verde Chile GBC.

**En el próximo boletín**

¿Cuáles son los métodos de validación de la información en los pasaportes de materiales a nivel internacional?



TACC02 Laboratorio para la Resiliencia y Durabilidad de los Materiales

## INNOVACIÓN EN EL DESARROLLO DE MEDICIONES EN LABORATORIOS NACIONALES

La capacidad de innovación es un factor diferenciador clave entre países. Innovar puede ser la ventaja competitiva que permite enfrentar incertidumbres, mejorar la productividad y crear valor para desarrollos sostenibles. De acuerdo a Data Innovación de Corfo, en Chile la tasa de innovación ha disminuido en los últimos años. Es por esto que a continuación se presentan algunos laboratorios que están innovando a nivel nacional. (Data Innovación, 2024).



Imagen N°1: Laboratorio de prototipo a escala. Fuente: Diario Concepción (2024).

### ¿QUÉ NUEVOS LABORATORIOS DE INNOVACIÓN EXISTEN EN CHILE?

**Parque de innovación CTEC:** Primer laboratorio a escala uno a uno ubicado en Laguna Carén, Pudahuel. Este parque permite medir el comportamiento en condiciones reales. Por medio de instrumentos como medidores de CO<sub>2</sub>, sensores de temperatura, humedad, calidad del aire, consumos energéticos e hídricos, termómetros infrarrojos, blower door, entre otros, es posible realizar el testeo y validación materiales y soluciones constructivos, y de esta manera comprobar las características planteadas en un proyecto de innovación, disminuyendo con ello los riesgos de inversión.

**PEP (Lab):** Laboratorio para crear prototipos a escala y pruebas conceptuales de hormigón, madera y materiales reciclados, que busca abordar todas las fases de maduración de tecnología para el sector cons-

tructivo. Es el primer laboratorio en Chile que permite fabricar y evaluar probetas de tamaño natural de nuevos materiales, elementos o edificaciones, permite replicar condiciones industriales a bajo costo para realizar pruebas y reducir el riesgo de fracaso. Ubicado en la Universidad del Bío-Bío, en la octava región, se suma como infraestructura al Centro de investigación en tecnologías interdisciplinario para la productividad y construcción sustentable - Cipyys (Quiero, 2024).

**IMA (Lab):** Edificio a escala real reconfigurable, que permite cambiar su fachada y elementos interiores para testear materiales de construcción sometidos a condiciones climatológicas reales y a nuevos desafíos de constructibilidad, ayudando a la evaluación de prototipos en temáticas de

### ¿SABES PARA QUÉ SIRVE UNA TERMOCONFORMADORA?

En el Laboratorio de Exploración en Materiales Arquitectónicos Ambientales (LEMAA), tienen la Vacuum Formed 725-2018LB CR Clarke que la utilizan para calentar el material termoplástico a su temperatura de formación y posteriormente aplicar fuerza para empujarlo en cavidades sobre el molde para que el material se adapte a la forma del molde en un tiempo determinado y acotado (Chacón, 2024).

filtraciones, higrotérmicas, durabilidad, eficiencia energética, acústica y accesibilidad. Este laboratorio se encuentra ubicado en el campus San Joaquín de la Universidad Católica (CCI, 2022).

**EVI (Lab):** Laboratorio que permite generar distintos espacios virtuales para explorar e interactuar, facilitando el testeo y evaluación y viabilidad de los productos de construcción y operación. El laboratorio desarrolla e investiga nuevas tecnologías aplicadas a la industria 4.0 y también es parte del Cipyys (Ing.UC, 2017).

### ¿QUÉ LABORATORIOS INCORPORAN NUEVOS EQUIPOS O MÉTODOS PARA CONTINUAR MEJORANDO EN LA REALIZACIÓN DE ENSAYOS?

**IDIEM:** En la búsqueda de nuevas tecnologías con la finalidad de mejorar la eficiencia y productividad, incorpora el método de madurez que permite estimar la resistencia mecánica del hormigón en tiempo real mediante sensores, logrando reducir tiempos y costos en construcción garantizando las decisiones constructivas (Negocio y construcción, 2024).

**DICTUC:** La incorporación de nuevos equipos genera un aporte para el constante desarrollo tecnológico nacional, por lo mismo en el año 2023, Dictuc incorpora una nueva prensa de ensayos con la finalidad de cubrir dos nuevos grados de la NCh204

y con una capacidad de 250 toneladas, permitiendo ensayar elementos para fortificación como pernos, autoperforantes y calibración de gatos hidráulicos de 200 toneladas (dictuc, 2023).



Imagen N°2: Sensores de hormigón HCS T1. Fuente: Hilti (2024).

**LEMAA:** El laboratorio está enfocado en el reciclaje mecánico de polímeros y otros materiales para su revalorización como materiales para arquitectura y construcción. Se desarrollan componentes desde la etapa inicial de diseño hasta su posible escalamiento, validando prototipos mediante caracterización y ensayos de acuerdo a las normativas. Uno de estos es el desarrollo del revestimiento fotocatalítico tipo listón de polietileno de alta densidad PEAD reciclado para la degradación de gases contaminantes atmosféricos, realizando ensayos de degradación, sensorización de temperatura y radiación. Actualmente se

encuentran trabajando en el Resonador acústico de plástico reciclado para espacios de trabajo del Fondef ID23110389 que busca contribuir a la gestión y valorización de los residuos plásticos, generando un prototipo de producto para la industria de la construcción. (LEMAA USACH, 2022).

### ¿UN NUEVO MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DURABILIDAD BASADO EN IA?

En la actualidad los laboratorios realizan pruebas para determinar la durabilidad de un compuesto cementicio. La norma internacional ASTM C1585 es el ensayo estándar para medir la cantidad de agua que puede absorber un hormigón que contenga cemento hidráulico, sin perjudicar la composición, con lo que es posible determinar la durabilidad del material. El ensayo consiste en someter la probeta de material a un flujo de líquido por horas o días, mientras se mide la capacidad de absorber el líquido. Sin embargo, los académicos de la Universidad de Illinois Urbana - Champaign, desarrollaron un nuevo tipo de ensayo para realizar la misma predicción, pero en minutos. Este considera un equipo de bajo costo que puede predecir la absorción del material gracias a la visión informática. De esta forma determina qué tan rápido absorbe una única gota de agua en la superficie del hormigón. Este ensayo tiene la ventaja que puede realizarse en terreno o en laboratorio a diferencia de la ASTM C1585 que sólo se lleva a cabo en laboratorios (Hormigón al día, 2023).

En la actualidad los laboratorios realizan pruebas para determinar la durabilidad de un compuesto cementicio. La norma internacional ASTM C1585 es el ensayo estándar para medir la cantidad de agua que puede absorber un hormigón que contenga cemento hidráulico, sin perjudicar la composición, con lo que es posible determinar la durabilidad del material. El ensayo consiste en someter la probeta de material a un flujo de líquido por horas o días, mientras se mide la capacidad de absorber el líquido. Sin embargo, los académicos de la Universidad de Illinois Urbana - Champaign, desarrollaron un nuevo tipo de ensayo para realizar la misma predicción, pero en minutos. Este considera un equipo de bajo costo que puede predecir la absorción del material gracias a la visión informática. De esta forma determina qué tan rápido absorbe una única gota de agua en la superficie del hormigón. Este ensayo tiene la ventaja que puede realizarse en terreno o en laboratorio a diferencia de la ASTM C1585 que sólo se lleva a cabo en laboratorios (Hormigón al día, 2023).

### ¿QUIERES SABER MÁS?



- » Data Innovación.
- » UBB implementó sistema de producción de ciencia e innovación para la construcción único en Chile.
- » CIPYCS inaugurará Laboratorio IMA [Lab], el primer edificio reconfigurable de Latinoamérica – Construye2025.
- » IMA [lab] - CIPYCS.
- » Académicos lanzan laboratorio de experiencias virtuales para industria de la Construcción - Ingeniería UC.
- » CIPYCS inaugurará Laboratorio IMA [Lab], el primer edificio reconfigurable de Latinoamérica – Consejo de Construcción Industrializada.
- » Dictuc presenta su nueva prensa.
- » Hormigón que habla: Una tecnología que está revolucionando el análisis de la resistencia del hormigón – Hormigón al Día.
- » IDIEM: 125 Años de Excelencia en el Estudio y Ensayos de Hormigón en Chile.
- » Sensores de Hormigón HCS T1 (Bluetooth®).
- » Lemaa Usach.
- » Laboratorio Lemaa desarrolla un nuevo revestimiento para la construcción de bajo impacto ambiental – Portal CDT.
- » Ingenieros proponen un nuevo método de ensayo para la durabilidad basado en Inteligencia Artificial – Portal CDT.
- » Ingenieros proponen un nuevo método de ensayo para la durabilidad basado en tecnología de IA – Hormigón al Día.
- » Adiós a coger este material de las playas para la construcción: este compuesto que hemos llevado al espacio creará los edificios del futuro.
- » Esta pintura convierte tus paredes en paneles solares: el curioso color «imposible» que tendrá tu casa.
- » Esta pintura convierte tus paredes en paneles solares: el curioso color «imposible» que tendrá tu casa.
- » Fondef IDeA I+D de la Facultad de Arquitectura y Ambiente Construido promueve asociatividad entre investigación universitaria y empresas - Universidad de Santiago de Chile.

#### En el próximo boletín

¿Cómo impacta la nueva reglamentación térmica chilena en los materiales y sus exigencias?.

## TACC03 Gemelo Digital

# AVANCES EN LOS GEMELOS DIGITALES + IA

Los gemelos digitales son una réplica virtual en tiempo real de un producto, proceso o sistema que ha avanzado significativamente en conjunto con la Inteligencia Artificial (IA). Avances que están transformando la industria al permitir una simulación más precisa, óptima, con mayor eficiencia, flexibilidad y capacidad de adaptación.



Imagen N°1: Centro de operaciones virtuales de Codelco en Santiago. Fuente: La Tercera (2023).

Al combinar las dos tecnologías, es posible obtener un potencial significativo logrando distintas aplicaciones tales como:

**Mantenimiento Predictivo:** por medio de algoritmos autónomos y análisis predictivo, los gemelos digitales pueden anticipar posibles fallos permitiendo la toma de decisiones proactivas (Lisdatasolutions, 2024).

**Integración de datos en tiempo real:** la Inteligencia Artificial permite recopilar y analizar información en tiempo real, lo que aporta a que los gemelos digitales puedan entregar con mayor precisión el estado actual del proyecto (Medina, 2024).

**Simulación de escenarios:** los gemelos digitales impulsados por la IA logran simular varios escenarios posibles, lo que permite planificar y prepararse para eventuales eventualidades que puedan existir (Martin, 2023).

## ¿SABÍAS QUÉ?

Se estima que el mercado de los gemelos digitales crecerá a una tasa de un 36,94% durante el periodo 2023-2028, alcanzando los 91.92 mil millones de UDS el 2028. (García, 2024).

## ¿EN QUÉ ÁREAS LA IA ESTÁ SIENDO UTILIZADA EN CONJUNTO CON LOS GEMELOS DIGITALES?

**Salud:** creando modelos personalizados de órganos o sistemas específicos de los pacientes con inteligencia artificial, alineados con los datos médicos, generando un gemelo digital del paciente en tiempo real para contribuir a un mejor diagnóstico y tratamiento (Velasco, 2024).

**Energía:** las empresas de energía están utilizando gemelos digitales impulsados por IA para optimizar la generación, consumo y distribución. Esto permite que la red eléctrica sea inteligente y pueda predecir la demanda energética, optimizar la distribución de los recursos y anticipar los problemas que podrían existir en la red al recopilar los datos (López, 2024).

**Construcción:** se ha utilizado para la simulación y optimización de los diseños de los proyectos (edificios, casas, urbanización), prever problemas durante la construcción mediante la toma de datos de inspección con drones equipados con IA, mejorar el comportamiento frente a condiciones climáticas simuladas, el uso de sistemas de iluminación, instalación de paneles solares y mejoras en la eficiencia energética (Delgado, 2022).

**Logística y transporte:** simulando el tráfico, las compañías de transporte están utilizando gemelos digitales combinados con Inteligencia Artificial para planificar rutas más eficientes y prevenir congestiones, logrando optimizar los recursos (Cifuentes, 2023).



Imagen N°2: Sistema de gestión en edificio. Fuente: Zenatix- Manish Gupta 2023).



Imagen N°3: Gemelos digitales realizan rutas de traslado de materiales y predicen el comportamiento de los yacimientos mineros. Fuente: La Tercera(2023).

## ALGUNOS PROYECTOS RELEVANTES DE IA Y GEMELOS DIGITALES QUE ESTÁN TRANSFORMANDO LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

**Proyecto PlatGDIA:** tiene como objetivo mejorar el desarrollo y validar los gemelos digitales con IA, crear una metodología que incluya el ciclo de vida adaptado a estos modelos y una plataforma de creación intensiva que tenga una librería de componente de gemelos digitales que permita construir nuevos gemelos digitales de gran complejidad y tener resultados en distintos escenarios de la industria 4.0 (Esmartcity, 2024).

**Proyecto Cososfu:** busca mejorar la construcción usando impresión 3D y tecnologías como Inteligencia Artificial, Realidad Aumentada y gemelos digitales para lograr resultados más eficientes, sostenibles y económicos en la industria. Una de las claves de este proyecto es la creación de gemelos digitales con IA que permitan simular detalladamente todo el proceso de construcción, facilitando la detección de posibles problemas antes de que éstos ocurran (Construible, 2024).

## ¿CUÁL ES EL ROL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL GEMELO DIGITAL?

La Inteligencia Artificial, permite mejorar la eficiencia de los gemelos digitales entregando información que va más allá de lo que los sensores reales pueden ofrecer, ya que puede realizar predicciones del futuro, decidir de manera independiente qué pruebas realizar mediante los datos que recibe, lograr identificar qué acciones lograrían los resultados esperados y detectar información anómala de los sensores. Esto significa que los gerentes pueden monitorear equipos, activos o procesos sin la presencia física de algún trabajador, logrando un ahorro económico (Biblus, 2023).

### ¿QUIERES SABER MÁS?



- » Gemelos Digitales: qué son, ventajas y aplicaciones - Iberdrola.
- » Gemelo digital: ejemplos innovadores que están redefiniendo el futuro de la energía.
- » Gemelos digitales aplicados a la biomedicina.
- » Gemelos digitales a través de realidad aumentada y realidad virtual.
- » Aplicaciones prácticas de la Inteligencia Artificial y los Gemelos Digitales en el sector energético.
- » Investigan cómo crear gemelos digitales de corazón en pacientes con miocardiopatías e infarto.
- » La clave del sector eléctrico 4.0: el gemelo digital.
- » Cómo los “gemelos digitales” y otras soluciones de IA han cambiado la cara de la minería - La Tercera.
- » Desesperadas por conseguir energía, las empresas de IA miran hacia la opción nuclear - Forbes Chile.
- » Elena Sandu - metaverso.pro.
- » NextGen: Gemelos Digitales a través de modelo SaaS - Parte I.
- » Análisis y aplicación de gemelos digitales en el sector de la construcción.
- » Mantenimiento predictivo con gemelos digitales - LIS Data Solutions.
- » Digital Twin Market Size, Share, Industry Report, Revenue Trends and Growth Drivers.
- » Por qué usar gemelos digitales en la construcción - Geofumadas - GIS - CAD - BIM resources.
- » Gemelos Digitales con Inteligencia Artificial - Damavis Blog.
- » Proyecto vial empleará gemelos digitales GIS y tecnología de drones - Portal CDT.
- » “Gemelos Digitales e Inteligencia Artificial Unen Fuerzas para la Revolución Empresarial”.
- » Creación de un Gemelo Digital de un Data Center con NVIDIA Omniverse.
- » El proyecto PlatGDIA creará una plataforma de gemelos digitales intensivos en inteligencia artificial • ESMARTCITY.
- » El proyecto Cososfu transformará la construcción a través de gemelos digitales, impresión 3D y BIM • CONSTRUIBLE.
- » Gemelo digital en la construcción: Beneficios, retos y casos de uso reales.
- » Gemelo Digital e Inteligencia Artificial: Roles y Beneficios - BibLus.
- » La aplicación de la inteligencia artificial en la gestión eficiente de edificios.

### En el próximo boletín

Especial misión digital Construction Week UK 2024: ¿Qué fue lo clave identificado en la misión por los representantes nacionales?.

## TACC04 Plataforma de Optimización y Eficiencia Energética

# MATERIALES QUE MEJORAN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SUS PARÁMETROS PARA INCORPORAR A LAS PLATAFORMAS

La elección de materiales en un proyecto es fundamental para obtener el confort en la vivienda, algunos materiales podrían empeorar el rendimiento térmico de la edificación. Por lo que ingresar el diseño a plataformas que pueden evaluar el comportamiento térmico de los materiales elegidos ayuda a un mejor desarrollo de un proyecto energéticamente eficiente (Medina, 2024).



Imagen N°1: Eficiencia energética en los edificios y climatización Eficiente. Fuente: Arnabat, 2015.

## ¿Conoces Energy Plus™?

Prever el comportamiento energético de las edificaciones resulta necesario en la actualidad, por esto es que existen programas como Energy Plus para realizar la simulación energética de edificios de manera gratuita, y poder conocer el consumo de energía para calefacción, refrigeración, ventilación, uso de agua en el edificio e iluminación (solarplacas, 2024).

## ¿EXISTEN EJEMPLOS DE MATERIALES QUE MEJORAN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA?

**Celulosa:** material compuesto de papel y cartón reciclados que lo convierte en un aislante con buena resistencia al fuego, ecológico y económico (Probiak, 2022).

**Fibra de vidrio:** material aislante compuesto de fibras entrelazadas con sílica, entregando excelentes propiedades aislantes y resistente al fuego. Altamente utilizado en la construcción en paredes y techumbre para reducir la pérdida de calor en invierno y mantener la temperatura en verano.

**Poliestireno extruido:** conocido también como XPS es otro material que destaca por su aislamiento térmico, ofrece una barrera eficaz contra la pérdida de calor, lo que se traduce en la eficiencia térmica del hogar, reduciendo los costos de energía (Placomat, 2024).

## ¿CUÁLES PARÁMETROS SE PUEDEN CONSIDERAR AL DESARROLLAR UNA PLATAFORMA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA?

**Conductividad térmica:** capacidad de un material para conducir calor. Materiales de baja conductividad térmica ayudan a reducir la transferencia de calor a través de las estructuras, contribuyendo a la mejora de la eficiencia energética (Weber, 2024).

**Reflectancia solar:** capacidad de un material para reflejar la radiación solar incidente. Los materiales con alta reflectancia solar reducen la ganancia de calor en el interior de la vivienda, disminuyendo la carga térmica y necesidad de refrigeración (Laboratorioseyco, 2021).

**Emisividad térmica:** es una propiedad intrínseca en los materiales que definen su capacidad de emitir radiación infrarroja cuando se encuentran a una temperatura y longitud de onda determinada. Los materiales con baja emisividad pueden reducir las pérdidas de calor en invierno y mantener las temperaturas estables en verano (A.Tejaxún, 2024).

**Inercia térmica:** describe la capacidad de un material para almacenar y liberar calor, los materiales con alta inercia térmica pueden estabilizar las fluctuaciones de temperatura interior, reduciendo la demanda energética de calefacción y refrigeración (Serrano, 2022).

## ¿QUÉ PLATAFORMAS OFRECEN INFORMACIÓN DE MATERIALES?

**Ecoinvent:** la actualización 3.10 de la plataforma contiene un área específica para el sector edificación y construcción, con gran cantidad de datos actualizados y nuevos como la producción del clinker, diferentes tipos de cementos, ladrillos, adobe, bloques de concreto y tejas, solo por nombrar algunos (Ecoinvent, 2024).

**BuildingGreen:** ofrece información sobre materiales de construcción sostenibles y eficientes energéticamente, también productos certificados por su baja huella ambiental (Buildinggreen, 2024).

**Qalcular:** plataforma que busca diagnosticar eficiencia energética de una propiedad en etapa de diseño, construcción o vivienda edificada. De acceso gratuito, pone a disposición de los usuarios una base de datos con parámetros físicos de los materiales y datos climáticos de distintas zonas de Argentina. Además, los usuarios pueden introducir nuevos materiales para la construcción con la información de sus parámetros (Argentina.gob.ar, 2020).

**Telematel:** Empresa que creó un catálogo de base de datos de materiales de construcción e instalación denominada GO Catalog, ofreciendo toda la información del producto (Telematel, 2024).



Imagen N°2: Buscador de datos de materiales. Fuente: Telematel (2024).

## ¿QUIERES SABER MÁS?



- » *Eficiencia energética en edificios y climatización eficiente (infografía).*
- » *Eficiencia energética en edificios, ¿Cómo se mide? ¿Cómo mejorarla?*
- » *Los 4 Indicadores de la Eficiencia Energética Edificatoria.*
- » *Start-up challenge: Eficiencia energética en centros de datos - Iberdrola.*
- » *Ecoinvent v3.10.*
- » *La base de datos de materiales de la construcción e instalación para distribuidores.*
- » *Board Insulation - BuildingGreen.*
- » *Cuantificación energética de la construcción de edificios y el proceso de urbanización.*
- » *Instalación de materiales aislantes para mejorar la eficiencia energética.*
- » *¿Por qué es importante el Índice de Reflextancia Solar para la Construcción?*
- » *Los mejores materiales para el ahorro energético en las viviendas - Blog Placemat.*
- » *La inercia térmica de los materiales de construcción - caloryfrio.com.*
- » *Eficiencia energética materiales construcción confort avance.*
- » *Simulación Energética De Edificios Con Energyplus™ - Placas Solares.*
- » *La conductividad térmica de los materiales utilizados para el aislamiento exterior - Weber ES.*
- » *Variación de la emisividad de los materiales en función de la temperatura - Predictiva21.*
- » *Calificación Energética de Viviendas.*
- » *La aplicación informática Qalcular mide gratuitamente la eficiencia térmica en hogares y edificios - Argentina.g.*

En el próximo boletín

Plan de Descontaminación Atmosférica.

**Construye  
Zero**

## TACC05 Módulo Multipropósito “Net Zero”

# UPGRADE EN SOLUCIONES MODULARES: ACCESORIOS QUE PUEDEN MEJORAR SU COMPORTAMIENTO E IMPACTO

El sector construcción se encuentra en un permanente proceso de adaptación al contexto económico, social y ambiental, buscando satisfacer las nuevas necesidades de la población. La sostenibilidad y la minimización del impacto ambiental han sido factores claves para comenzar a incorporar nuevos criterios que ayuden a construir proyectos más sostenibles. La construcción modular es una alternativa para continuar impulsando viviendas que consideren un diseño adaptado a las características en donde se emplaza el inmueble, considerando la utilización de materiales que mejoren la eficiencia energética e incorporen sistemas que mejoren la funcionalidad y logren reducir la huella de carbono de los proyectos (Cortés, 2023).



Imagen N°1: Ecobitat- Casa modular transportable. Fuente: Tomás Franco (2013).

## ¿CONOCES B+HAUS?

Empresa española dedicada a realizar proyectos de edificación y rehabilitación de edificios con consumo casi nulo con estándar de diseño más eficiente, incorporando criterios de sostenibilidad, sistemas autónomos y logrando edificios autosuficientes (bhaus, 2024).

## ¿QUÉ ALTERNATIVAS EXISTEN PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE LAS SOLUCIONES MODULARES?

**Captación de agua de lluvia:** mediante la incorporación de sistemas de recolección de aguas lluvias en la cubierta, es posible almacenar agua para utilizar en aplicaciones no potables, como el riego del jardín. Esto aportará con la disminución del consumo de agua (Cortés, 2024).

**Tratamiento de aguas grises:** considerando incorporar la reutilización de las aguas grises generadas en lavamanos, duchas y lavadoras que logren pasar por un proceso de filtración y desinfección y vuelvan a utilizarse en el inodoro o en el riego (Cortés, 2024).

**Kit híbrido solares - eólicos:** la incorporación de paneles solares y turbinas eólicas que logran proporcionar energía renovable a la vivienda, generando un ahorro de hasta un 60% del gasto anual en electricidad (hogar- sustentable, 2024).

**Envolvente térmica de alto desempeño:** la elección de los materiales que componen la envolvente, eliminación de puentes térmicos y una envolvente más robusta son cruciales para evitar las pérdidas de calor durante el invierno y las ganancias de calor en verano, lo que se ve reflejado en un mejor comportamiento y un ahorro energético.

**Techos verdes:** incluir cubiertas habitables en proyectos modulares y aumentar la superficie útil, brindan mayor aislación térmica en la cubierta, se reduce el ruido que llega al interior de la vivienda, aporta a la reducción del efecto "isla de calor" mediante el rocío y evaporación, enfriando las ciudades durante el verano (Barbieri, 2020).

**Sistemas de automatización:** integrar la tecnología para controlar los consumos diarios de energía, programar el uso de los electrodomésticos, dispositivos electrónicos y control de clima fortalecen la optimización en el uso de los recursos (Domínguez, 2022).



Imagen N°2: Vivienda incorpora terrazas verdes que mejoran la aislación acústica y genera un impacto sobre la temperatura interior. Fuente: Magnone, lavoz (2024).

## ¿QUÉ EJEMPLOS EXISTEN?

### CASO MÓDULO RIPPLE

Ripple es un módulo de vivienda fabricado en Países Bajos, flexible, ampliable y de consumo cero que anima a los habitantes a tener un estilo de vida sostenible. Se caracteriza por su diseño innovador y su enfoque eco-friendly. Creada por el equipo de investigadores y estudiantes de VIRTUe de la Universidad Tecnológica de Eindhoven, busca con la estrategia de diseño tener una vivienda con autonomía energética muy alta, rodeada por paneles fotovoltaicos, tanto en fachada como en la cubierta que se encuentran integrados al diseño. Posee un sistema de gestión inteligente de consumo denominado EQUI que se encarga de que el consumo de energía se distribuya de la forma más económica posible durante el día, por ejemplo, programa la lavadora para utilizarla en la noche, gestiona el sistema de calefacción dependiendo si existe presencia o no de ocupantes para lograr un máximo ahorro (Ecoinventos, 2022). VIRTUe, además, diseñó una aplicación sobre sostenibilidad para que los usuarios se animen a alcanzar los objetivos de eficiencia energética y reducción de consumo.



Imagen N°3: Ripple. Fuente: Ecoinventos-Team-virtue (2022).

### LIFE ZERO ENERGY MOD

Es un módulo móvil habitable con una demanda energética casi nula, que fue diseñado para las bases de las fuerzas armadas europeas, construido a partir de 20 pies. El diseño puede adaptarse modularmente y es versátil para albergar oficinas, zonas comunes y dormitorios. El módulo se caracteriza por el riguroso control de infiltraciones y su máxima calidad de aire interior, aprovechando la energía del sol para una mejor climatización, reduciendo el consumo energético que incorpora fuentes de energía renovable, lo que genera una disminución de emisiones contaminantes, ya que la producción de energía se obtiene mediante placas fotovoltaicas y energía eólica. La energía sobrante se almacena en baterías de litio e hidrógeno y el uso de este como vector es clave para extender la vida del módulo entre 20 a 48 días. En conclusión se logra reducir el 85% la energía a consumir (lifezeroenergymod.eu, 2024).

## ¿QUIERES SABER MÁS?



- » *Space Box, Holanda - Casiopea SORPRENDEnte CASA PLEGABLE : montada en horas - Boxabl.*
- » *BARRIO SUSTENTABLE PARA EL MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO DE CHILE, DS19 MINVU - Biourban.*
- » *BOXABL.*
- » *ECObitat: Casa modular transportable - ArchDaily en Español.*
- » *Nuevos módulos fotovoltaicos tubulares para terrazas, cubiertas verdes y agrofotovoltaico - Portal CDT.*
- » *Cubiertas verdes en Steel Frame.*
- » *Innovaciones en la construcción que reducen la huella ambiental de los edificios.*
- » *Construcción modular: sostenibilidad y grandes posibilidades.*
- » *Reciclar agua en edificios y entornos urbanos 4 ejemplos de edificios de energía positiva - Arquitectura Sostenible.*
- » *Construcción modular: un sistema cada vez más utilizado.*
- » *¿Qué es y como mejorar la envolvente térmica de un edificio? - Hormuk.*
- » *La casa modular pasiva de ensamblaje.*
- » *Proyectos de Construcción Modular Industrializada - Modular.*
- » *Diseño y construcción modular: Soluciones flexibles y eficientes.*
- » *¿Qué es la domótica? Cómo funciona una casa inteligente - caloryfrio.com.*
- » *Ripple: La Casa Modular De Energía Cero Que Anima A Sus Ocupantes A Tener Un Estilo De Vida Sostenible.*
- » *V2 RIPPLE - Team VIRTU/e INICIO - LIFE ZERO ENERGY MOD.*
- » *EMPRESA - B+haus.*

### En el próximo boletín

**MMC1 - Método Moderno de Construcción: construcción volumétrica. Concepto, ventajas, desventajas y desafíos.**

## TACC06 Torre Híbrida Eólica Solar

## CASOS NACIONALES DE ENERGÍA HÍBRIDA SOLAR EÓLICA EN CHILE

Actualmente la energía solar y eólica tienen una capacidad de producción muy similar a la térmica; sin embargo, la inyección entre ambas es dispar, esto se debe a la disponibilidad del recurso natural y la falta de líneas de transmisión para poder transportarla. Esta situación genera un desperdicio de energía útil, que no está siendo utilizada; lo que obliga a almacenar esta energía en plantas híbridas, mientras se espera que en 2029 esté construida Kimal-Lo Aguirre para descongestionar el sistema (Futuro 360, 2023). Pese a ello, en Chile se espera que para el 2050 el 70% de la producción de energía sea mediante energías renovables. Es por esto, que se viene trabajando en la implementación de

plantas híbridas que combinan la energía solar y eólica para una mayor eficiencia, lo que permitiría disminuir el impacto ambiental, avanzando hacia una matriz energética más sostenible y diversificada (Utem, 2021).

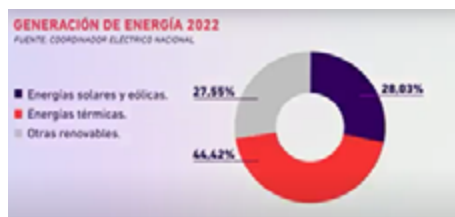


Imagen N°1: Generación de Energía 2022. Fuente: Futuro 360 (2023).

## ¿QUÉ CASOS NACIONALES DE GENERACIÓN HÍBRIDA EXISTEN?

**Planta Híbrida Azabache:** ubicada en la región de Antofagasta, cuenta con una potencia instalada de 61MW, es capaz de producir 184GWh al año y opera en conjunto con el parque eólico Valle de los Vientos (90MW), siendo la primera planta de generación renovable no convencional híbrida a nivel nacional. Lo que permite disminuir el impacto, evitando la generación de 135.000 toneladas de CO2 a la atmósfera, tener ciclos de producción más eficientes y lograr precios más competitivos (Enel, 2024).



Imagen N°2: Central Azabache Fuente: Enel, Invest-Chile (2022).

**Parque Terra Energía Renovable:** en mayo de 2023 el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) aprobó el estudio de impacto ambiental de (EIA) del proyecto Terra Energía Renovable, que se construirá en la comuna de Taltal. El diseño del proyecto consta de 350MW de parque eólico, con cincuenta aerogeneradores de 7MW y 512MW de energía solar fotovoltaica, formada por 1.102.080 paneles bifaciales montados sobre seguidores. Además, tendrá dos sistemas de almacenamiento con baterías. Se espera que en el 2025 entre en operación (Generadoras de Chile, 2023).

Por otra parte, en el mercado nacional se han comenzado a comercializar kits híbridos solar-eólico que llegan a los 8000W. Son productos completamente importados para instalación en domicilios particulares que aún tienen un alto valor debido a que estos kit no son automontables y tampoco es posible transportarlos de un lugar a otro (deben estar fijos). Dentro del precio no incluye instalación y soportes, lo que implica un costo adicional para el usuario. A continuación, algunos casos:

**Rayssa:** empresa que cuenta con kit híbrido solar-eólico de alta eficiencia que incorpora un regulador de mppt para maximizar la carga. El kit más económico cuenta con un inversor de mppt plus para

## ¿QUÉ ES HIBRIDAR ENERGÍAS RENOVABLES?

Es un proceso de generación de energía que utiliza dos o más fuentes de energías diferentes, con el objetivo de que la generación sea más eficiente. Esto permite que una de las fuentes funcione cuando la otra está inactiva (Endesa, 2023).



Imagen N°3: Kit Híbrido solar eólico. Fuente: Rayssa (2024).

3000W híbrido 24 horas, 4 paneles de 450W monocristalino, 4 baterías de 100 ah 12v, una turbina eólica de 400W (no incluye el mástil), kit de cables turbina, cables de paneles, cables de batería y la estructura de montaje para los paneles con un valor de \$1.849.192 + IVA, lo que sirve para iluminar 14 ampollitas interiores led de 9w, frigobar consumo A+, lavadora automática en uso ocasional, radio, carga de celulares y TV Led de hasta 40 pulgadas. Además, cuentan con servicio de instalación (Rayssazonasu, 2024).

**Hakon:** dedicada a la comercialización de productos de energía, tiene un kit solar híbrido eólico de 5000W que contempla 4 paneles solares policristalinos de 340W 24v, 1 inversor cargador híbrido de 5000W, 4 baterías 100ah 12v ciclo profundo tipo gel, 2 turbinas eólicas de 400w 48v, 34 m de cable solar, set de conectores y cableado para baterías. Lo anterior, permite proporcionar energía a la TV, refrigerador, radio, computador, microondas, bomba de agua 1,5 hp, con un valor de \$2.800.000 iva incluido, no incorpora los soportes de instalación (Hakon, 2022).

### ¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES?

Los beneficios medioambientales que proporcionan los reemplazos de fuentes de energía generan una disminución de emisiones, también buscan generar un ahorro económico debido a que las energías renovables son más baratas que el uso de combustible fósiles, lo que permitiría un ahorro de \$156.000 millones de dólares cada año (Irena, 2021). Las energías renovables como la solar, eólica e hidráulica, son inagotables, marcando la diferencia con los fósiles existente, como por ejemplo el carbón que envía toneladas de CO2 a la atmósfera cada año, empeorando el

**Consunttda:** empresa dedicada a la comercialización y ejecución de proyectos de energía, tiene un kit híbrido solar eólico de 5000W, el cual no incluye mástil para turbina eólica. Cuenta con un regulador interno en el inversor, lo que eleva la eficiencia de captura de energía. Con un valor de \$4.484.300 (no considera instalación) contempla el inversor, 8 paneles de 450W monocristalino, 8 baterías de 150 ah 12v, una turbina eólica de 400W, kit de cables, estructura para paneles solares, set a tierra y braker dc para paneles (Consunttda, 2024).

calentamiento global, además de dañar los ecosistemas terrestres, las aguas subterráneas, la vida silvestre y la salud. Por otro lado, las ERNC dan acceso a la energía eléctrica en poblaciones muy remotas donde es difícil llegar con energía de la red. Mantiene los ecosistemas limpios, tiene una duración a largo plazo y produce menos CO2. Por último, es importante destacar la gran cantidad de puestos de trabajo que se generan en las fases de construcción de estas plantas de energía renovable, impulsando el crecimiento económico del país (Maldonado, 2021).

### ¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DE LA HIBRIDACIÓN?

Por otro lado, están las ventajas de las plantas de hibridación, que apunta a potenciar plantas existentes que a la fecha no rinden inyectando nuevo recurso, menor impacto ambiental debido a que se deja de construir una nueva planta, eficiencia en costos y logística y disminución de la inyección de recursos públicos. (Endesa, 2023).



Imagen N°4: Ventajas de la hibridación. Fuente: Endesa (2023).

### ¿CUÁLES SON LAS DESVENTAJAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES?

Algunas de las desventajas son centrales solares y eólicas intermitentes sin almacenamiento de energía, lo que provoca que no entreguen energía constantemente, por lo que aún sigue siendo necesario producirla. Por otro lado, cuando las centrales de ERNC terminan su vida útil, el manejo de desechos es un tema aún abierto, debido a que no todos los elementos son reciclables. Su construcción genera un impacto visual importante, además, se debe tener presente que la implementación de las centrales generadoras de energía limpia en el sistema completo es lento, tarda varios años, lo que va de la mano con la alta inversión inicial y de mantenimiento (Maldonado, 2021).

### ¿QUIERES SABER MÁS?



- » Enel inicia operación de su primera central renovable híbrida en Chile.
- » Chile tiene su primera planta híbrida de energía solar y eólica.
- » Histórico: Por primera vez en Chile la energía solar y eólica superan al carbón en la generación de electricidad - Gob.cl.
- » Nuevo proyecto de energías renovables espera contratar a 900 personas en la Región de Antofagasta.
- » Majority of New Renewables Undercut Cheapest Fossil Fuel on Cost.
- » 10 Beneficios de las energías renovables más importantes.
- » Hibridación de energía renovable: todo son ventajas.
- » Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde.
- » Ventajas y desventajas de las energías renovables en Chile - Admisión UTEM.
- » Diseño preliminar de un sistema energético híbrido (eólico-solar) y cálculo de su generación energética como apoyo al Pabellón Olímpico de Badalona.
- » Kit híbrido solar eólico 5-8000w alta eficiencia - Rayssa Zona Sur.
- » Hakon.
- » Consum.
- » 2023, un año clave en la generación de las energías renovables en Chile.

### En el próximo boletín

Soluciones de energía renovable combinadas ¿Qué pasa si utilizamos el sol, el viento, el agua y la tierra de manera combinada para generar?.



TACC07 Fachadas Adaptables Industrializadas

# DESEMPEÑO TÉRMICO DE FACHADAS INDUSTRIALIZADAS ¿CÓMO IMPACTA LA NUEVA REGULACIÓN TÉRMICA?

Las fachadas industrializadas son una alternativa viable para los constructores debido a que presentan un control de calidad exhaustivo en su ejecución en planta, una reducción de costos, una obra más limpia y una reducción importante en el tiempo de ejecución, minimizando los errores, disminuyendo la necesidad de ajustes. Es importante que la envolvente posea propiedades térmicas, entregando confort a la edificación, garantizando el aislamiento y los requisitos del estándar Passivhaus. Un ejemplo de proveedor es el Grupo Lobe quienes utilizan paneles multicapa, diseñando y fabricando una envolvente térmica y hermética, dejando para la instalación los tratamientos de encuentros y sellados (Grupo Lobe, 2024).



Imagen N°1: Fachada industrializada Quart de Poblet en Valencia. Fuente: Grupo Lobe (2024).

## ¿UNA NUEVA REGLAMENTACIÓN TÉRMICA ART.4.1.10 OGUC?

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo en la búsqueda de alcanzar una reducción del 30% en la demanda de energía en calefacción promedio en Chile, ha instruido aumentar los estándares y exigencias vigentes para las viviendas, abordando de manera integral la envolvente térmica de las edificaciones.

Publicada en el diario oficial el 27 de mayo del 2024, la actualización del reglamento en estándares y normas técnicas referidas al acondicionamiento térmico, establece requisitos y mecanismos de acreditación para las edificaciones el cual entrará en vigencia el 28 de noviembre del 2025, con la excepción de la alternativa de demostrar un cumplimiento mediante la presentación del Informe de Precalificación Energética, para el que se aplicará desde el 28 de mayo del 2027 (Latorre, 2024).

Algunas de las nuevas exigencias indican:

1. Aumentar las exigencias en transmitancia térmica para todos los elementos de la envolvente.

2. Considera una nueva zonificación climática aumentando a 9 zonas de la A a la I **Zonas Térmicas** (en vez de las actuales 7).

3. Permiten diferenciar exigencias en la costa de las del valle y de la cordillera.

4. Considera la orientación para efectos de determinar la superficie máxima vidriada por fachada.

5. Se exige aislamiento para sobrecimientos y puertas opacas.

6. Incorpora exigencias de infiltraciones, ventilación y condensación intersticial, que se podrán acreditar mediante un informe de acreditación de cumplimiento, un informe de ensayo, una memoria de cálculo, adoptando una solución constructiva inscrita en el listado oficial de soluciones constructivas para el acondicionamiento térmico del Minvu.

Por ejemplo para las infiltraciones de aire la envolvente térmica deberá tener una clase de infiltración de aire medida a 50 Pa igual o menor a la clase de infiltración de la Tabla N°7, que para el caso de Santiago es 5,0.

## ¿SABES PARA QUÉ SIRVEN LOS MMC?

Los MMC o Métodos Modernos de Construcción buscan hacer más eficiente el uso de recursos para mejorar la productividad y sustentabilidad de los proyectos de edificación e infraestructura de todo el ciclo de vida. Contemplan 7 categorías que pueden ejecutarse en obra o fuera de ella. Las fachadas industrializadas corresponden al MMC 5 (CTEC, 2024).

7. A las viviendas, ahora se agregan establecimientos de salud y de educación.

Aislación térmica mínima según la Reglamentación Térmica vigente [OGUC Art. 4.1.10]

Zona Térmica	Techumbre			Muros			Flecos ventilados		
	U <sub>min</sub> m²/K	R <sub>min</sub> m²/K	U <sub>min</sub> m²/K	U <sub>min</sub> m²/K	R <sub>min</sub> m²/K	U <sub>min</sub> m²/K	R <sub>min</sub> m²/K	U <sub>min</sub> m²/K	
1	0,44	1,76	54	4,00	0,25	33	3,60	0,28	23
2	0,49	1,67	383	3,00	0,33	36	0,87	1,15	58
3	0,47	2,13	388	3,30	0,33	326	0,70	1,43	126
4	0,38	2,63	235	3,30	0,58	150	0,60	1,67	150
5	0,33	3,03	282	3,60	0,63	183	0,50	2,00	183
6	0,18	3,33	339	3,30	0,91	239	0,39	2,56	339
7	0,15	4,00	376	0,60	1,67	295	0,52	3,13	295

Imagen N°2: Tabla de requisitos de de transmitancia térmica máxima y resistencia térmica mínima de acuerdo al reglamento térmico vigente. Fuente: Blender (2016).

ZONA TÉRMICA	COMPLEJO DE TECHUMBRE		COMPLEJO DE MUROS PERIMÉTRICOS		COMPLEJO DE PISO VENTILADO		COMPLEJO DE PUERTAS OPACAS	
	U <sup>1</sup>	R <sup>1</sup>	U <sup>1</sup>	R <sup>1</sup>	U <sup>1</sup>	R <sup>1</sup>	U <sup>1</sup>	R <sup>1</sup>
A	0,84	1,39	2,30	0,43	3,00	0,28	—	—
B	0,47	2,13	0,80	1,25	0,72	1,43	1,79	0,58
C	0,47	2,13	0,80	1,25	0,72	1,43	1,79	0,58
D	0,38	2,63	0,80	1,25	0,80	1,67	1,79	0,58
E	0,33	3,03	0,80	1,25	0,80	1,67	1,79	0,58
F	0,28	3,53	0,80	1,25	0,80	1,67	1,79	0,58
G	0,25	3,53	0,80	1,25	0,80	1,67	1,79	0,58
H	0,25	4,00	0,80	1,25	0,80	1,67	1,79	0,58
I	0,20	4,50	0,80	1,25	0,80	1,67	1,79	0,58

<sup>1</sup> U: flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes separados por dicho elemento.

<sup>2</sup> R: oposición al paso del calor que presentan los elementos de construcción. Corresponde al inverso de la transmitancia térmica.

Imagen N°3: Tabla de requisitos de transmitancia térmica y resistencia térmica de acuerdo al nuevo reglamento que entrará en vigencia. Fuente: Normas General -Diario oficial (2024).

## ¿EN QUÉ IMPACTA LA NUEVA REGULACIÓN?

La actualización del reglamento, impacta al desarrollo de proyectos que están comenzando a ser evaluados para trabajar en las zonas donde desde el 2025 las exigencias serán mayores, por ejemplo para la transmitancia máxima (W/m<sup>2</sup>\*K) de 1,9 (W/m<sup>2</sup>\*K) para muros pasa a 0,8(W/m<sup>2</sup>\*K).

Entonces, para las fachadas que se categorizarán como muros será más exigente que la actual Zona 6 (que ahora es 1,1 (W/m<sup>2</sup>\*K)), y levemente menos exigente que la Zona 7. Por otra parte para las ventanas, Santiago en la actualidad se encuentra en la zona 3 con un % máximo de superficie vidriada, en la que a menor transmitancia (es decir, mejor desempeño) mayor % de superficie vidriada. En cambio, en la actualización se encuentra en la zona D y la superficie máxima vidriada depende además de la orientación de la fachada (Latorre, 2024).

Esto provoca que los diseños deban considerar la orientación y ser modificados de acuerdo al nuevo reglamento, sobre todo diseños que se vienen desarrollando hace varios años de proyectos inmobiliarios tipo (Latorre, 2024). Y del mismo modo, para nuevos proyectos que se están pensando implementar, como las fachadas industrializadas (Latorre, 2024).

ZONA TÉRMICA	ORIENTACIÓN	% MÁXIMO V/S TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LA VENTANA										
		05.6	05.8	07.2	07.6	07.8	08.4	08.8	09.4	09.8	10.4	
D	Norte	84%	92%	97%	80%	87%	85%	82%	77%	7%	68%	25%
	O-P	73%	72%	70%	68%	63%	63%	57%	53%	5%	44%	15%
	Sur	62%	61%	58%	57%	54%	51%	4%	40%	0%	29%	10%
	OGIT	43%	42%	41%	40%	38%	37%	33%	31%	2%	25%	10%

Imagen N°4: Porcentaje máximo v/s la transmitancia térmica Fuente: Seminario Sostenibilidad Ambiental (2024).



Imagen N°5: Montaje de paneles de fachada en Valencia. Fuente: Housage (2021).

## ¿QUIERES SABER MÁS?

- » Fachadas Industrializadas y su impacto en edificios de viviendas colectivas.
- » Decano Ubilla dirige proyecto de fachadas y particiones industrializadas de madera para edificios en Chile - Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos.
- » Fachadas para construcción industrializada: beneficios, sistemas, fabricación, materiales y proyectos - Inarquia.
- » AEDAS Homes se apunta a las fachadas industrializadas – Housage.
- » Nueva reglamentación de aislación térmica – Portal CDT.
- » Seminario Sostenibilidad Ambiental.
- » Conoce las Fachadas SMART para Construcción Industrializada – Portal CDT.
- » Ventajas de las fachadas y baños industrializados en las viviendas de obra nueva.
- » Passivhaus Certificadas, Lo hacemos posible - Grupo LOBE.
- » ¿Revestimiento térmico o fachada ventilada?.
- » Guía de Métodos Modernos de Construcción (MMC).
- » Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del Ministerio de Vivienda y Urban.
- » Decano Ubilla dirige proyecto de fachadas y particiones industrializadas de madera para edificios en Chile - Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos.
- » Publicación del Lunes 27 de Mayo de 2024.
- » La Reglamentación Térmica – Una mirada desde su entrada en vigencia - Maria Blender.

En el próximo boletín

MMC 5- Método Moderno de Construcción 5: Soluciones prefabricadas no estructurales.

TACC08 Edificio Industrializado ProZero

## CASOS DE VIVIENDAS SOCIALES MODULARES EN ALTURA

La edificación modular está siendo una opción viable para disminuir el déficit habitacional, esto debido al corto plazo de ejecución en comparación con los sistemas constructivos tradicionales, mejorando los controles de calidad (Hernández, 2021). Este tipo de construcción va avanzando rápido en su incorporación al mercado, destacando que la industrialización puede generar una reducción de hasta el 100% de los residuos, disminuir los costos en un 20% con las economías de escala y un 30% en la reducción de plazos (Zamora, 2021).



Imagen N°1: Edificio de vivienda de emergencia del ayuntamiento de Barcelona. Europapress (2022).

### ¿SABES CUÁL ES EL EDIFICIO MODULAR MÁS ALTO?

Ten Degrees ubicado en Londres, tiene una altura de 135 metros y sus dos torres constan de 44 y 38 pisos, con un total de 546 departamentos. 1500 módulos fueron fabricados para su construcción y logró reducir las emisiones de carbono en un 40%. (Selva, 2021).

### ¿QUÉ CASOS REFERENCIALES EXISTEN?

**Barcelona:** Cuentan con dos ejemplos a destacar; el primer edificio modular fue un plan piloto en Ciutat Vella de 12 pisos, con 42 unidades de departamentos de dos y un dormitorio. Como segundo ejemplo, se encuentra un edificio modular ubicado en la Plaza de las Glories en Barcelona - APROP (Ver imagen N°1). Este proyecto considera un edificio de 7 pisos, construido por 77 módulos de contenedores marítimos reciclados, y fue ejecutado en 26 semanas. Este proyecto se destinó a personas en situación de emergencia habitacional y esperan continuar replicando el modelo para que cada vez sea más rápido y eficiente resolver la demanda de las personas (Herreros, 2022).

**Chile - Tecno Fast:** En la comuna de Lo Espejo se construye el primer edificio modular tipo, en donde el diseño quedará registrado en la División Técnica de Estudios y Fomento Habitacional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. La edificación de cuatro pisos industrializada, cuenta con una estructura en madera. A la fecha lleva un 50% de avance y es ejecutada en colaboración con la Constructora Vive, que recibe los módulos fabricados desde la planta especializada en donde se reducen significativamente los efectos contaminantes provocados por la construcción, garantizando altos estándares de calidad y rapidez en la misma.

Los departamentos DS-49 tienen una superficie que va entre los 59,4 y 68,7 m<sup>2</sup>, distribuidos en 3 dormitorios, baño, living comedor y cocina equipada. El proyecto también incorpora 2 departamentos adaptados para movilidad reducida (Tecno Fast, 2024).

Tecno Fast quiere contribuir a reducir el déficit habitacional aportando soluciones de viviendas industrializadas que tengan diseño innovador y sean sustentables. Se destaca la rapidez de fabricación en la planta robotizada y la rapidez del montaje, ya que en solo cuatro meses podría estar terminada una edificación de mediana altura (Tecno Fast, 2024).



Imagen N°2: Edificio Tecno Fast Proyecto Lo Espejo. Fuente: Tecno Fast (2024).



Imagen N°3: Edificio TecnoFast Proyecto Lo Espejo. Fuente: TecnoFast (2024).

### Chile - Container Building

Proyecto de edificación residencial en altura, ubicado en la comuna de La Florida. Fue construido con contenedores marítimos y desarrollado por Hsü Rudolph. Con 1.400 metros cuadrados y 4 pisos de altura, fue levantado a partir de seis bloques prefabricados de escaleras y setenta contenedores reciclados que se van intercalando. Si bien no está destinado a la vivienda social, es un claro ejemplo de que se puede comenzar a construir de forma más industrializada. El proyecto tiene departamentos tipo estudio con baño y cocina destinado principalmente a estudiantes (CDT, 2023). Destacan los tiempos de construcción debido a que la instalación de los módulos duró solo 1 mes y las terminaciones del edificio aproximadamente un año. El arriendo de cada departamento ronda los \$230.000 pesos mensuales incluido gastos comunes (Muñoz, 2023).



Imagen N°4: Container Building. Fuente: Hsu-Rudolph - Arquitectura (2022).

### ¿QUIERES SABER MÁS?



- » *Ministro de Vivienda y Urbanismo visita piloto de viviendas sociales de Tecno Fast Portal CDT.*
- » *Canal 13 destaca proyecto de Viviendas Sociales por Tecno Fast.*
- » *Container Building en Santiago de Chile – Portal CDT.*
- » *Architecture - hsu-rudolph arquitectos.*
- » *Así se construyó el bloque de 42 viviendas en contenedores marítimos situado en Glòries.*
- » *Barcelona termina el edificio en Glories de 42 pisos de emergencia en contenedores marítimos.*
- » *El nuevo edificio de vivienda social hecho de contenedores acoge a sus primeros inquilinos.*
- » *APROP - straddle3.*
- » *Así es por dentro el primer edificio industrializado de viviendas de España.*
- » *Más de 500 viviendas y 135 metros de altura: así es el nuevo edificio modular más alto del mundo.*
- » *Primer edificio industrializado para viviendas sociales de Tecno Fast avanza a paso firme.*
- » *El modelo de construcción industrializada reduce en un 60% los residuos de las obras y multiplica la sostenibilidad del sector.*
- » *Así es el edificio de cuatro pisos hecho con 70 containers reciclados – Coproch.*

### En el próximo boletín

**Especial Edifica: Desafío de montar y desmontar la solución - Impresiones del mercado a nivel nacional.**

## TACC09 Edificio Industrializado

# EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS DE MADERA

La construcción de edificios en madera ofrece varias ventajas en términos de sostenibilidad y eficiencia que se traducen en un menor impacto ambiental. Si bien la madera es conocida por sus características de aislamiento térmico y acústico, los edificios que usan sistemas constructivos en madera cuentan con una mayor eficiencia energética, ya que actúa como un regulador de la temperatura, reduciendo el uso de los sistemas de climatización, las emisiones y la huella de carbono (Lopez, 2024). Por otro lado, la construcción en madera está optimizando los tiempos de construcción al utilizar sistemas prefabricados y de ensamblaje más rápidos lo que beneficia a la disminución de residuos en obra.



Imagen N°1: Edificio ARV8; BIA, 2019.

## ¿DE QUÉ FORMA ES POSIBLE INCREMENTAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO A TRAVÉS DE SU DISEÑO?

De acuerdo a Elia Terzi de ille.haus se puede aumentar mediante un correcta distribución de las aberturas y de un apropiado sistema de sombreado, la orientación del edificios, el tipo de ventana y cristal, la relación superficie/volumen que indica el nivel de eficiencia esperable y la revisión exhaustiva de cualquier puente térmico existente que permita la pérdida de forma localizada de energía (Miranda, 2012).

## EJEMPLOS DE EDIFICIOS CON ALTA EFICIENCIA

**Edificio Tomás Bretón:** en Madrid, este proyecto de 20 viviendas ecológicas de hasta 3 dormitorios, se diseñó para minimizar el impacto ambiental, reducir el consumo energético y mejorar la calidad de vida, tanto en la etapa de construcción como en la de uso. Desarrollado bajo estándares de construcción industrializada, Lean y Passivhaus, el edificio cuenta con estructuras de CLTy GLULAM, van sobre un sótano y primera planta de hormigón. El edificio Tomás Bretón desarrolló viviendas eficientes de bajo consumo, que generan la energía que consumen (Woodea, 2023).

**Edificio de madera Durazno Uruguay:** un edificio de siete pisos y 24 departamentos que se está construyendo en Uruguay con el sistema de construcción mass timber, el cual utiliza piezas de madera a gran escala para paredes, pisos, columnas, las cuales son fabricadas a alta precisión, permitiendo construir más rápido y de forma eficiente, facilitandola descarbonización de la construcción (uruguayxxi.gub, 2023).

## ¿CONOCES TERMUS PLUS?

Software de modelado BIM para el análisis y la simulación energética dinámica de los edificios, permite individualizar automáticamente todos los puentes térmicos que existen en el diseño, además permite realizar distintas simulaciones y análisis para encontrar la mejor alternativa térmica para el proyecto (Acca software, 2024).

**Edificio Burgos Chile:** primer edificio net zero energía y carbono se está construyendo en Santiago en la calle Burgos. La construcción de madera laminada tiene una huella de carbono tres veces menor que un edificio tradicional, compensando sus emisiones durante su vida útil, cuenta con soluciones para garantizar la eficiencia desde la fase de diseño mezclando hormigón y madera. Será el primero en estar certificado bajo el estándar suizo Minergie (Madera 21, 2024).



Imagen N°2: Brock Commons Tallwood House. Fuente: KKLaw; Los paneles prefabricados ayudan en la eficiencia de un proyecto.

## ¿QUÉ OTRO APOORTE EN ESPECÍFICO TIENE LA MADERA EN CONSTRUCCIÓN?

Según la consultora EBP, el rol que juega la madera en la reducción del carbono incorporado es relevante, ya que, que en las primeras etapas del ciclo de vida completo del producto se llega a una reducción de más de un 30% en la incidencia de emisiones de carbono incorporado, en comparación con un edificio de hormigón armado. La madera tiene la ventaja de capturar carbono, mientras está creciendo el árbol, estas capturas se pueden descontar de la cuantificación de emisiones de un proyecto en sus primeras etapas (*dependiendo de la metodología de análisis utilizada*).

Cabe destacar que si al final del ciclo de vida, no se reutiliza la madera, se va a un vertedero o se incinera. En este proceso se

vuelve a liberar el carbono que se capturó previamente y se pierde el beneficio que se había obtenido al utilizar este material. Por lo mismo es importante tener en cuenta el diseño de las edificaciones considerando sistemas prefabricados o de “ensamblaje” para poder reutilizar las piezas y partes en proyectos futuros, aprovechando al máximo el material.

De acuerdo a indicadores de edificaciones con certificación Minergie (*Suiza*), un edificio construido en madera requiere un 35% menos de energía en calefacción respecto a un equivalente construido en hormigón (*Bobadilla, 2023*).

## ¿QUIERES SABER MÁS?



- » Edificio Arv8 en el Viso.
- » Construyendo sostenible: el renacimiento de la madera.
- » Mínimo mantenimiento y consumo casi nulo - Madergia. Cadwork Ibérica
- » Construcción en madera - Wood.
- » Construcción industrializada de bajo impacto: Edificio Madreselva.
- » Eficiencias en un Proyecto de Construcción con Madera - Eligemadera 2024.
- » Eficiencias en un Proyecto de Construcción con Madera - Eligemadera 2024.
- » Sistema CasaClima: Edificios de madera de alta eficiencia energética - Madera sostenible es un periódico digital para la industria española de la madera y el mueble.
- » LIVEILLE - Progress Report Cantiere C.A.S.E. a Tempera.
- » ¿Es rentable el Passivhaus o es un lujo?.
- » El edificio de madera más alto de Latinoamérica planta bandera en Uruguay - Noticias.
- » Construcción con Mass Timber: CLT y GLT - Enkel Group.
- » La madera como material para una construcción sustentable y eficiente energéticamente en Chile” - Arauco Chile.
- » 5 razones por las que la Madera Masiva o Mass Timber será el próximo referente en construcción - Arauco Chile.
- » Industrialización de bajo - Informe impacto.
- » La madera, el futuro del sector de la construcción - Portal CDT.
- » Construcción y diseño en madera: las nuevas tendencias Sustentables.
- » ¿Qué es Diseña Madera?.
- » Proyectos del Eje Construcción - Cenamad.
- » Burgos Net Zero: Primer edificio carbono neutral en Latinoamérica.
- » Software de análisis y simulación energética dinámica - TerMus PLUS - ACCA.

En el próximo boletín

Caso estudio: Edificio Territoria.

TACC10 Impresión 3D y EcoHormigón

# EFICIENCIA HÍDRICA DE LA CONSTRUCCIÓN IMPRESA EN 3D

Las construcciones ecoeficientes son aquellas que pueden responder a distintas exigencias del mercado inmobiliario con criterios de respeto y protección al medio ambiente (Huete, 2005). En el modelo constructivo ecoeficiente se busca reducir los recursos e insumos utilizados, minimizando emisiones generadas.

De la misma forma, la impresión 3D de vivienda busca -desde el diseño- considerar características que puedan mejorar la eficiencia energética de la envolvente. Esto permite la reducción del consumo de energía necesaria para calefaccionar y refrigerar la vivienda (EconoSus, 2023). Por otra parte, en el proceso constructivo, la impresión 3D reduce la cantidad de desperdicio generado. Se estima que una construcción con métodos tradicionales utiliza entre 2.000 y 4.000 litros de agua por día (Tratamoselagua, 2024), esto debido a su uso en las distintas actividades como preparación de material, limpieza de equipos, junto con satisfacer las necesidades de los trabajadores.

## ¿CUÁL ES EL CONSUMO DE AGUA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO?

Chile se encuentra en una situación de escasez hídrica. Según un estudio de la Fundación Chile, el 76% del país está afectado por sequía, por lo que se busca potenciar la identificación del consumo de agua en las obras durante el proceso constructivo. En este escenario, la CDT -en conjunto con Compromiso PRO, de la Cámara Chilena de la Construcción- lanzó el “Manual para el Uso Eficiente del Agua en Obras de Edificación”, cuyo objetivo es que las empresas puedan medir el uso de agua en el proceso de construcción, y con ello lograr establecer metas de disminución mediante fichas de buenas prácticas. Hasta la fecha, se sabe que el consumo de agua en el proceso constructivo de obras de edificación ronda entre un 0,5 a 1,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (CDT, 2024).



Imagen N°1: Fabricación Casa TECLA, Massa Lombarda 60 m<sup>2</sup>. Fuente: Issuu, 2024.

Con el rápido crecimiento demográfico y la aceleración de la urbanización, los métodos de construcción existentes necesitan evolucionar para lograr una mejor productividad. Y acá es donde aparece como alternativa la impresión en hormigón 3D, la cual busca aumentar la productividad, entregando ventajas significativas como la reducción de residuos, disminución en el uso de agua en un 20% y disminución entre un 60% hasta un 78% en los costos asociados con la construcción y la mano de obra (Alami, A.H.; Olabi, A.G.; Ayoub, M.; Aljaghoub, H.; Alasad, S.; Abdelkareem, M.A. 3D Concrete, 2023).

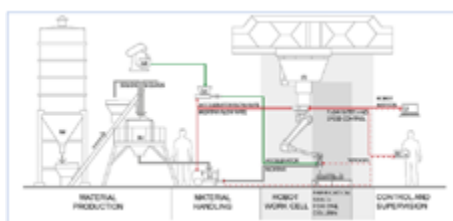


Imagen N°3: Diagrama del área de trabajo, impresión 3D; (a) Torre de Mezcla; (b) Mezcladora de mortero; (c) bomba; (d) mezcladora de agente acelerador; (f) Pórtico tres ejes; (g) Brazo robótico; (h) Boquilla extrusora; (i) Objeto impreso; (k) Técnico controlando la impresora. Fuente: Anton et al., 2021.

## ¿CONOCES EL HORMIGÓN LEAP?

En la producción de hormigón se continúa buscando alternativas viables para disminuir la cantidad de CO<sub>2</sub>, en Sao Paulo lograron minimizar la utilización de agua en la producción de hormigón hasta un 25%, reducir la utilización cemento hasta un 30% del consumo por m<sup>3</sup>, reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 50%, manteniendo sus características (Intercement, 2020).

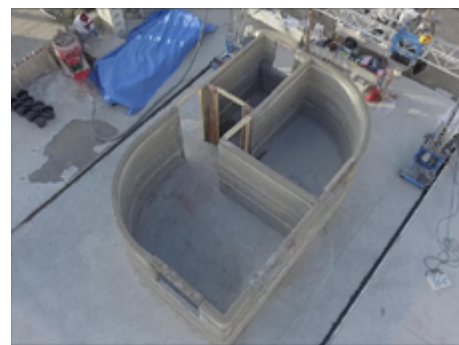


Imagen N°2: Construcción de casa impresa 3D. Fuente: Be-More, 2018.

## ¿QUÉ PODEMOS HACER?: KIT HIDRO EFICIENTE CON REUTILIZACIÓN DE AGUA

La empresa chilena **Yaku**, ha desarrollado un kit hidro eficiente, el cual puede ser utilizado tanto para la ejecución de los proyectos ya sea desde la instalación de faena, durante el proceso constructivo o ya en operación. Este kit busca mejorar la gestión de este recurso, mediante la reutilización de aguas grises, tecnologías de ahorro, monitoreo de fugas y calidad. El biofiltro purifica el agua durante 12 horas, para luego ser clorada e incorporada nuevamente a los distintos procesos, lo que permite mejorar la gestión del agua en un 50% (CTEC, 2024). Durante el desarrollo de la TACC 10 de Construye Zero se trabajará en testear esta solución complementaria con el proceso de impresión 3D.

## ¿QUIERES SABER MÁS?



- » *Ahora la impresión 3D es más sostenible y barata.*
- » *De vivienda contemporánea con - Issuu.*
- » *3D Concrete Printing: Recent Progress, Applications, Challenges, and Role in Achieving Sustainable Development Goals.*
- » *Cuantificación del Consumo de Agua en el Proceso Constructivo de Viviendas Unifamiliares Tipo. Estrategias de Minimización.*
- » *Cómo la sostenibilidad se integra en la construcción de viviendas impresas en 3D.*
- » *El consumo de agua en obras de construcción: Datos importantes - Tratamos el Agua.*
- » *Impresión 3D tecnología de la industria 4.0.*
- » *Impresión 3D con hormigón bajo en carbono: reducción de las emisiones de CO2 y el desperdicio de material - ArchDaily México.*
- » *Inauguran el edificio construido con hormigón impreso 3D más grande de Europa.*
- » *Kit para viviendas hidroeficiencia con reutilización de agua - CTEC.*
- » *Sistemas de reciclaje de hormigón fresco y agua residual.*
- » *Mortero Impreso en 3D.*
- » *Sikacrete®-751 3D.*
- » *Lanzamiento de Manual para el uso eficiente del agua en obras de edificación – Portal CDT.*
- » *Proyecto GeoS<sup>2</sup> 3D: cemento sostenible para la impresión 3D en la construcción - 3Dnatives.*
- » *Proyecto reduce en un 50% la emisión de CO2 y el consumo de agua en el uso del hormigón – InterCement.*

En el próximo boletín

MMC 4- Método Moderno de Construcción: Impresión 3D.

 **Construye  
Zero**

# REFERENCIAS

- A** Acca Software. (2024). *Software de análisis y simulación energética dinámica*. Acca Software. [www.accasoftware.com](http://www.accasoftware.com)
- Alami, A.H.; Olabi, A.G.; Ayoub, M.; Aljaghoub, H.; Alasad, S.; Abdelkareem, M.A. (2023). *3D Concrete Printing: Recent Progress, Applications, Challenges, and Role in Achieving Sustainable Development Goals*. MDPI. [www.mdpi.com](http://www.mdpi.com)
- Arquitectura Viva. (17 de marzo de 2023). *Container Building en Santiago de Chile*. CDT. [www.cdt.cl](http://www.cdt.cl)
- B** Barbieri. (18 de septiembre de 2020). *Cubiertas Verdes en Steel frame*. Barbieri. [www.adbarbieri.com](http://www.adbarbieri.com)
- Be-energy (2024). *Señalética solar, ¿Cuáles son las ventajas de usar señaléticas solares?* Be-energy. [be-energy.cl](http://be-energy.cl)
- Bhaus (2024). *Edificación sostenible*. Bhaus. [www.bhaus.es](http://www.bhaus.es)
- Biblus. (Septiembre de 2023). *Gemelo Digital e Inteligencia Artificial: Roles y Beneficios*. Biblus. [biblus.accasoftware.com](http://biblus.accasoftware.com)
- Blender, M. (Diciembre de 2016). *La reglamentación térmica. Una mirada desde su entrada en vigencia*. María Blender. [mariablender.com](http://mariablender.com)
- Bobadilla, M. (10 de febrero de 2023). *La madera como material para una construcción sustentable y eficiente energéticamente en Chile*. Arauco. [arauco.com](http://arauco.com)
- Building Green. (2024). *Defendiendo la sostenibilidad*. Building Green. [www.buildinggreen.com](http://www.buildinggreen.com)
- C** CDT. (28 de mayo de 2024). *Lanzamiento de Manual para el uso eficiente del agua en obras de edificación*. Gestión de Contenidos CDT. [www.cdt.cl](http://www.cdt.cl)
- Cifuentes, M. (27 de julio de 2023). *Cómo los “gemelos digitales” y otras soluciones de IA han cambiado la cara de la minería*. La Tercera. [www.latercera.com](http://www.latercera.com)
- Consejo de Construcción Industrializada. (09 de agosto de 2022). *CIPYCS Inaugurará laboratorio IMA[LAB]*. [construccionindustrializada.cl](http://construccionindustrializada.cl)
- Construible. (12 de enero de 2024). *El proyecto Cososfu transformará la construcción a través de gemelos digitales, impresión 3D y BIM*. Construible. [www.construible.es](http://www.construible.es)
- Consun Ltda. (2024). *Kit Solar- eólico híbrido*. Consun Ltda. [www.consunltda.cl](http://www.consunltda.cl)
- Cortes, S. (22 de febrero de 2024). *Reciclar agua en edificios urbanos y entornos urbanos*. Zero Consulting. [blog.zeroconsulting.com](http://blog.zeroconsulting.com)
- Cortés, S. (8 de febrero de 2023). *Construcción modular: sostenibilidad y grandes posibilidades*. Zero Consulting. [blog.zeroconsulting.com](http://blog.zeroconsulting.com)
- CTEC. (2024). *Guía MMC - Método Modernos de construcción*. CTEC. [ctecinnovacion.cl](http://ctecinnovacion.cl)
- CTEC. (2024). *Kit para viviendas hidroeficientes con reutilización de agua*. CTEC. [ctecinnovacion.cl](http://ctecinnovacion.cl)
- D** Data Innovación (2024). *Chile en el Mundo*. Data Innovación, Corfo. [datainnovacion.cl](http://datainnovacion.cl)
- Delgado, C. (2022). *Análisis y aplicación de gemelos digitales en el sector construcción*. Universidad de Sevilla. [idus.us.es](http://idus.us.es)
- Diario Oficial (27 de mayo de 2024). *Reemplazar los artículos 4.1.10. y 4.1.10 Bis*. Diario Oficial. [www.diariooficial.interior.gob.cl](http://www.diariooficial.interior.gob.cl)
- Dictuc (05 de mayo de 2023). *Dictuc presenta la nueva prensa de servicios*. Dictuc. [www.dictuc.cl](http://www.dictuc.cl)
- Domínguez, M. (28 de octubre de 2022). *¿Qué es la domótica? Cómo funciona una casa inteligente*. Calor y Frío. [www.caloryfrio.com](http://www.caloryfrio.com)
- E** Ecoinvent. (2024). *Ecoinvent versión 3*. Ecovent. [ecoinvent.org](http://ecoinvent.org)
- Ecoinventos (19 de enero de 2022). *Ripple: la casa modular de energía cero que anima a sus ocupantes a tener un estilo de vida sostenible*. Ecoinventos. [ecoinventos.com](http://ecoinventos.com)
- Economía Sustentable. (31 de agosto de 202). *Cómo la sostenibilidad se integra en la construcción de viviendas impresas en 3D*. Economía Sustentable. [economiasustentable.com](http://economiasustentable.com)
- Endesa. (12 de junio de 2023). *Hibridación de energía renovable: todo son ventajas*. Endesa. [www.endesa.com](http://www.endesa.com)
- Endesa (11 de noviembre de 2020). *Ahorra energía con los sensores de movimiento*. Endesa. [www.endesa.com](http://www.endesa.com)
- Enel. (2024). *Planta Híbrida Azabache*. Enel. [www.enel.cl](http://www.enel.cl)
- Esmartcity. (29 de febrero de 2024). *El proyecto PlatGDIA creará una plataforma de gemelos artificiales intensivos en inteligencia artificial*. Esmartcity. [www.esmartcity.es](http://www.esmartcity.es)
- G** García, L. (16 de enero de 2024). *Gemelos digitales e inteligencia artificial unen fuerzas para la revolución empresarial*. LinkedIn. [www.linkedin.com](http://www.linkedin.com)
- Generadoras de Chile. (25 de mayo de 2023). *Nuevo proyecto de energías renovables espera contratar a 900 personas en la Región de Antofagasta*. Generadoras de Chile. [generadoras.cl](http://generadoras.cl)
- Gobierno de Argentina. (16 de diciembre de 2022). *La aplicación informática Qalcular mide gratuitamente la eficiencia térmica en hogares y edificios*. Ministerio de Economía. [www.argentina.gob.ar](http://www.argentina.gob.ar)
- Gomez, E. (20 de marzo de 2023). *Uso eficiente de la energía en edificios*. LinkedIn. [www.linkedin.com](http://www.linkedin.com)
- Grupo Lobe. (2024). *Fachadas Industrializadas y su impacto en edificios de viviendas colectivas*. Grupo Lobe. [blog.grupolobe.com](http://blog.grupolobe.com)

- H** Hakon (09 de febrero de 2022). *Kit solar fotovoltaico 5000w híbrido eólico*. Hakon. [hakon.cl](http://hakon.cl)
- Hernandez, J. (26 de julio de 2021). *Así es por dentro el primer edificio industrializado de viviendas de España*. Vozpópuli. [www.vozpopuli.com](http://www.vozpopuli.com)
- Herreros, A. (21 de diciembre de 2022). *El nuevo edificio de vivienda social hecho de contenedores acoge a sus primeros inquilinos*. 20 Minutos. [www.20minutos.es](http://www.20minutos.es)
- Hogar Sustentable (2024). *Transforma tus gastos, en una inversión*. Hogar Sustentable. [hogar-sustentable.cl](http://hogar-sustentable.cl)
- Hormigón al Día. (2023). *Hormigón que habla: Una tecnología que está revolucionando el análisis de la resistencia del hormigón*. Hormigón al Día. [hormigonaldia.ich.cl](http://hormigonaldia.ich.cl)
- I** Iberdrola (2022). *¿Qué es la eficiencia energética?* Iberdrola. [www.iberdrola.com](http://www.iberdrola.com)
- Icontec (2024). *Diseño con conciencia ambiental (DCA). Principios, requisitos y orientaciones*. Incotec. [tienda.icontec.org](http://tienda.icontec.org)
- Ingeniería UC. (21 de noviembre de 2017). *Laboratorio de experiencias virtuales para la industria de la construcción EVI LAB*. Departamento de Ciencia de la Computación UC. [www.ing.uc.cl](http://www.ing.uc.cl)
- Instituto de Construcción (Junio 2024). *Listado Informativo de Normas Chilenas del Sector Construcción*. Instituto de la Construcción. [www.iconstruccion.cl](http://www.iconstruccion.cl)
- InterCement. (17 de enero de 2020). *Proyecto reduce en un 50% la emisión de CO2 y el consumo de agua en el uso del hormigón*. InterCement. [intercement.com](http://intercement.com)
- Iso.org (2024). *Bienvenido a la plataforma de navegación en línea (OBP)*. ISO. [www.iso.org](http://www.iso.org)
- L** Laboratorio Seyco. (22 de marzo de 2021). *¿Por qué es tan importante el Índice de Reflectancia Solar (SRI) para la construcción y cómo se mide?* Laboratorio Seyco. [www.laboratorioseyco.com](http://www.laboratorioseyco.com)
- Latorre, V. (05 de junio de 2024). *Nueva Reglamentación Térmica*. CDT. [www.cdt.cl](http://www.cdt.cl)
- LEMAA USACH. (2022). *Reciclar para revalorizar*. Universidad de Santiago. [lemaausach.cl](http://lemaausach.cl)
- Life Zero Energy Mod. (2024). *Zero energy habitable Mobile Modules in Europe*. Life Zero Energy Mod. [lifezeroenergy-mod.eu](http://lifezeroenergy-mod.eu)
- Lis Data Solutions. (2024). *Mantenimiento predictivo con gemelos digitales*. Lis Data Solutions. [www.lisdatasolutions.com](http://www.lisdatasolutions.com)
- López, D. (19 de marzo de 2024). *Construyendo sostenible: el renacimiento de la madera*. Madera Sostenible. [madera-sostenible.com](http://madera-sostenible.com)
- López, P. (23 de abril de 2024). *Gemelo digital: ejemplos innovadores que están redefiniendo el futuro de la energía*. Cuerva. [cuervaenergia.com](http://cuervaenergia.com)
- M** Madera 21. (27 de marzo de 2024). *Burgos net zero: Primer edificio carbono neutral en latinoamérica*. Madera 21. [www.madera21.cl](http://www.madera21.cl)
- Maldonado, Y. (03 de marzo de 2021). *10 Beneficios de las energías renovables*. GeologíaWeb. [geologiaweb.com](http://geologiaweb.com)
- Mariana, A. (12 de julio de 2024). *Esta pintura convierte tus paredes en paneles solares: el curioso color «imposible» que tendrá tu casa*. Ecoticias. [www.ecoticias.com](http://www.ecoticias.com)
- Martin, D. (06 de septiembre de 2023). *Gemelos digitales con inteligencia artificial*. Data Machine Learning Visualization. [blog.damavis.com](http://blog.damavis.com)
- Minergie. (2024). *Minergie es un sistema de certificación para edificaciones sostenibles y de alta calidad*. Minergie Chile. [www.minergie.cl](http://www.minergie.cl)
- Ministerio de Energía (2021). *Ley N°21.305. Ministerio de Energía*. [energia.gob.cl](http://energia.gob.cl)
- Ministerio de Energía (2024). *Eficiencia Energética. Ministerio de Energía*. [energia.gob.cl](http://energia.gob.cl)
- Miranda, J. (07 de junio de 2012). *Sistema CasaClima: Edificios de madera de alta eficiencia energética*. Madera Sostenible. [madera-sostenible.com](http://madera-sostenible.com)
- Muñoz, B. (29 de marzo de 2023). *Así es el edificio de cuatro pisos hecho con 70 containers reciclados*. Coproch. [www.coproch.cl](http://www.coproch.cl)
- P** Placomat. (2024). *Los mejores materiales para el ahorro energético en las viviendas*. Placomat. [www.placomat.com](http://www.placomat.com)
- Portal Verde (2024). *Buscador DAP*. Chile GBC. [www.portalverdechilegbc.com](http://www.portalverdechilegbc.com)
- Probiak (22 de enero de 2022). *¿Qué es la eficiencia energética y por qué deberías preocuparte por ella?* Probiak. [probiak.com](http://probiak.com)
- Q** Quiero, N. (20 de enero de 2024). *UBB implementó sistema de producción de ciencia e innovación para la construcción único en Chile*. Diario Concepción. [www.diarioconcepcion.cl](http://www.diarioconcepcion.cl)
- R** Rayssa Zona Sur. (2024). *Kit Híbrido Solar Eólico 5-8000w Alta Eficiencia*. Rayssa. [rayssazonasur.cl](http://rayssazonasur.cl)
- Revista Negocio y Construcción. (01 de julio de 2024). *IDIEM: 125 años de excelencia en el estudio y ensayo de hormigón en Chile*. Revista Negocio y Construcción. [blog.negocioy-construccion.cl](http://blog.negocioy-construccion.cl)
- Río Claro (29 de junio de 2023). *Áridos reciclados de hormigón con CO2: Un nuevo tipo de árido para hormigones más resistentes*. Hormigón al Día. [rioclarolimitada.cl](http://rioclarolimitada.cl)

- S** Schumacher, K. (31 de Marzo de 2023). *10 Formas de reducir el consumo Energético en obras*. Traducción de Papilloud, L. [www.dexma.com](http://www.dexma.com)
- Selva, V. (23 de julio de 2021). *Más de 500 viviendas y 135 metros de altura: así es el nuevo edificio modular más alto del mundo*. Idealista. [www.idealista.com](http://www.idealista.com)
- Serrano, P. (03 de febrero de 2022). *La inercia térmica de los materiales de construcción*. Calor Y Frío. [www.caloryfrio.com](http://www.caloryfrio.com)
- Solar Placas. (2024). *Simulación energética de edificios con energypius*. Solar Placas. [solarplacas.es](http://solarplacas.es)
- T** Tecno Fast. (05 de julio de 2024). *Primer edificio industrializado para viviendas sociales de Tecno Fast avanza a paso firme*. Tecnofast. [tecnofast.cl](http://tecnofast.cl)
- Tejaxún, C. (15 de febrero de 2024). *Variación de la emisividad de los materiales en función de la temperatura*. Predictiva 21. [predictiva21.com](http://predictiva21.com)
- Telematel (2024). *La base de datos de materiales de la construcción e instalación para distribuidores*. Telematel. [www.telematel.com](http://www.telematel.com)
- The Circular Campus (18 de julio de 2023). *¿Para qué sirve una declaración ambiental de producto?* The Circular Campus. [www.ecoembesthecircularcampus.com](http://www.ecoembesthecircularcampus.com)
- Tratamos el Agua. (2024). *¿Cuánta agua se utiliza en la construcción?*. Tratamos el Agua. [tratamoselagua.es](http://tratamoselagua.es)
- U** UTEM (13 de diciembre de 2021). *Ventajas y desventajas de las energías renovables en Chile*. UTEM. [admision.udem.cl](http://admision.udem.cl)
- V** Velasco, C. (08 de abril de 2024). *Gemelos digitales en salud: el comienzo de una era*. LinkedIn. [www.linkedin.com](http://www.linkedin.com)
- W** Weber. (28 de junio de 2024). *La conductividad térmica de los materiales utilizados para el aislamiento exterior*. Weber. [www.es.weber](http://www.es.weber)
- Woodea. (2023). *Construcción industrializada de bajo impacto: Edificio MadreSelva*. Woodea. [woodea.es](http://woodea.es)

**CTEC**  
INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

**Construye  
Zero**

**CDT**  
Somos CChC

Desarrollo de Contenidos: **CDT**  
Diseño y Edición: **CTEC**