

VIGILANCIAS TECNOLÓGICAS CONSTRUYE ZERO

2023-2025

CTEC
INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

 **Construye
Zero**

 **CDT**
Somos CChC

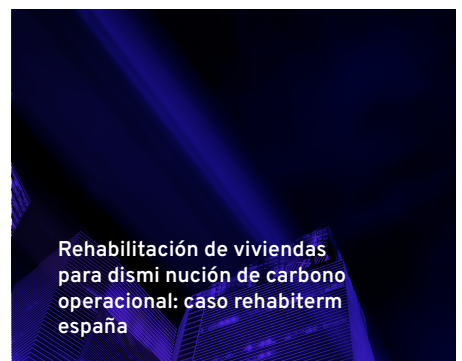
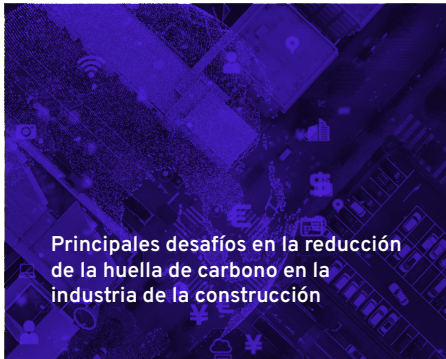
Desarrollo de Contenidos: **CDT**
Diseño y Edición: **CTEC**

Desarrollo de contenidos: CDT
Edición: CTEC
Diseño: CTEC

octubre 2025



ÍNDICE DE VIGILANCIAS



Boletines Vigilancia Tecnológica

PRINCIPALES DESAFÍOS EN LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN



Principales desafíos en la reducción de la huella de carbono en la industria de la construcción

¿Qué es un pasaporte de materiales?

Laboratorios de materiales a nivel global

Gemelos digitales podrían ayudar a aumentar la eficiencia en un 10%

Certificaciones de EE y su validación por medio de plataformas web

Arquitectura cero emisiones

Generación fotovoltaica para la auto gobernanza energética

¿Por qué industrializar las fachadas de los edificios?

Hormigón prefabricado en edificación en altura

Sistema estructurales híbridos de hormigón y madera

Utilización del hormigón en la construcción moderna por medio de tecnologías de impresión 3D

Se mide en gramos de dióxido de carbono equivalentes (gCO₂eq). Esta unidad permite cuantificar el impacto ambiental de todos los Gases de Efecto Invernadero en un único indicador.

Principales desafíos en la reducción de la huella de carbono en la industria de la construcción



La huella de carbono es la cantidad total de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que generan las acciones humanas realizadas a diario. Las edificaciones contribuyen con cerca del 38% de las emisiones anuales mundiales de GEI relacionadas con el consumo de energía en todo el mundo (Global Alliance for Building and Construction).

La huella de carbono en cualquier infraestructura se compone de dos partes:

Carbono incorporado: Se produce a raíz de la fabricación de materiales de construcción, los trabajos realizados en obra y el transporte. Para reducir este tipo de huella, se debe minimizar la cantidad de materiales a utilizar en obra y la distancia en la que se encuentra la fábrica del sitio de construcción, prevaleciendo las industrias más cercanas y reutilizando los materiales.

Carbono operacional: Es el que emite la infraestructura a lo largo de su vida útil (consumo, reemplazo y mantenimiento de materiales). La disminución pasa por la optimización de la energía y el mantenimiento. Para reducir las emisiones se debe velar por instalar fuentes de energía renovables, utilización de materiales resistentes, la eficiencia energética, entre otras acciones.

¿CÓMO REDUCIR LAS EMISIONES DE CO₂ EN LA CONSTRUCCIÓN?

La industria de la construcción cada vez ha ido tomando conciencia de la importancia que es avanzar hacia una construcción sustentable que permita la descarbonización. Por lo mismo, es que cada año aumenta la cantidad de empresas que se suman a implementar políticas de sustentabilidad.

Cemento bajo en carbono: El hormigón está compuesto entre un 10 - 15% de cemento y su producción requiere gran cantidad de energía (por cada tonelada de cemento se produce media tonelada de CO₂). Para optimizar este proceso se pueden fabricar cementos alternativos que integren piedra caliza y calcinados de arcilla reduciendo hasta en un 30% sus emisiones.

Infraestructuras existentes: Promover la utilización de las infraestructuras existentes mediante renovación y rehabilitación de espacios para su uso eficiente.

Madera Sostenible: Su utilización requiere un menor uso de energía a diferencia del acero u hormigón, y las emisiones de CO₂ son cinco veces más bajas. También absorbe y almacena CO₂ de la atmósfera, ya que es un recurso natural, renovable, biodegradable y reutilizable.

Reutilización de Materiales: Fomentar los diseños modulares y reversibles que permitan ser desmontados de forma fácil y volver a utilizar sus piezas en otros montajes generando una recirculación de materiales, evitando así la generación de residuos.

¿A QUÉ NOS REFERIMOS CON UNA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA PARA DISMINUIR EMISIONES DE CO2?

La rehabilitación energética de una vivienda es una decisión que se puede tomar para mejorar la calidad de vida, y tener un hogar más eficiente, reduciendo las emisiones de CO2. Esta práctica nos permite ahorrar dinero y contribuir a la mejora del cambio climático, mejorando la seguridad de las estructuras como la resistencia mecánica, trabajando sobre los aislamientos térmicos, acústicos y sistemas contra la humedad.

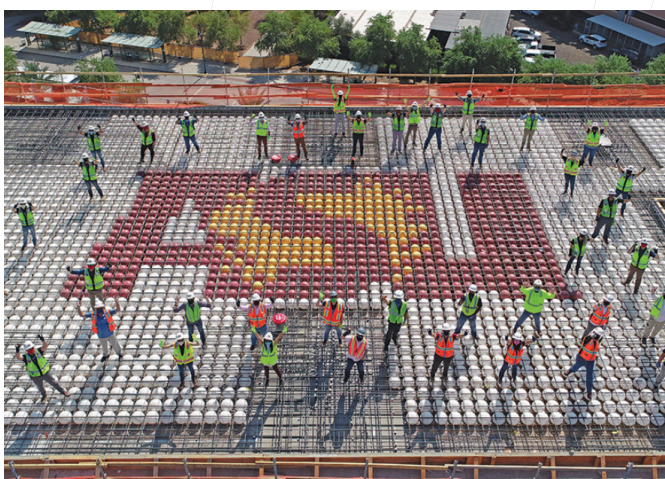
Algunos ejemplos:

- 1.- Mejora en la hermeticidad de puertas y ventanas
- 2.- Confort interior, calidad y renovaciones del aire
- 3.- Instalación de fuentes de energía renovable
- 4.- Orientación del edificio
- 5.- Sistemas eficientes de agua e iluminación

¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS DE REDUCIR LA HUELLA DE CARBONO EN UN EDIFICIO?

Los beneficios son indudables sobre los efectos al medio ambiente, calidad del aire y salud de la población. Desarrollar nuevas metodologías de trabajo que fomenten a las empresas constructoras a generar lazos de confianza con sus consumidores mediante la concientización, logra tener:

- Impacto en la economía
- Rentabilidad y gestión de procesos
- Diferenciación con otros proyectos



El Centro Rob & Melani Walton para la Salud Planetaria de la Universidad Estatal de Arizona, finalizado en 2021, introdujo losas aligeradas por primera vez en la ciudad. El uso de losas de hormigón postensado en disposiciones ortogonales, diagonales y curvas puede reducir las emisiones de carbono en un 30%.

LERA ha estado investigando la combinación de forjados postensados con una tecnología de cubierta poco común llamada sistema de forjado biaxial con huecos. Este sistema utiliza moldes de burbujas de plástico permanentes para crear espacios vacíos en la cubierta. Los estudios demuestran que para luces de entre 7 y 10 metros, el sistema de forjado postensado reduce un 30% las emisiones de carbono en comparación con una estructura convencional de placas planas de hormigón. Además, se descubrió que el uso de tendones ortogonales de forjado postensado con losas huecas puede reducir entre un 40% y un 45% las emisiones de carbono incorporadas.

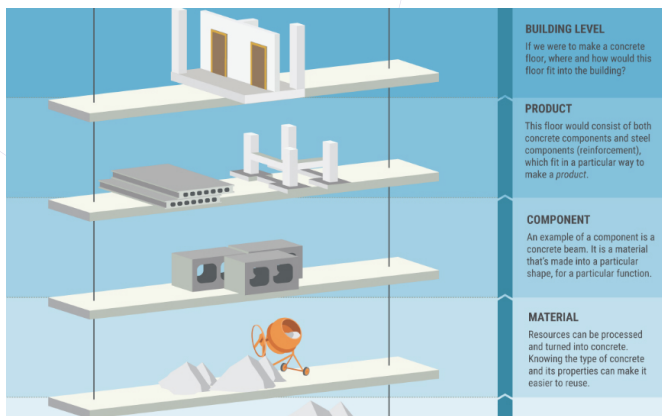
¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Eliminación de Carbono en estructuras](#)
- ↳ [Huella de Carbono en Construcción](#)
- ↳ [Carbono Neutral](#)
- ↳ [Reducción de Huella de carbono en el Hormigón Preparado](#)
- ↳ [CO2 Nulo](#)
- ↳ [Estrategia Nacional de Huella de Carbono](#)
- ↳ [Borrador de Estrategia Nacional de Huella de Carbono](#)
- ↳ [10 Edificios Bajo en Carbono](#)
- ↳ [Concreto de bajas emisiones](#)
- ↳ [Polpaico BSA Huella de carbono reducida](#)
- ↳ [Reducción de Huella de Carbono](#)

¿QUÉ SE ENTIENDE POR PASAPORTE DE MATERIALES?

“Conjuntos digitales de datos que describen características definidas de materiales y componentes en productos y sistemas que le dan valor para el uso actual, la recuperación y la reutilización”.
(Luscuere y Mulhall 2017)

¿Qué es un Pasaporte de Materiales?



¿QUÉ PAÍSES TIENEN DESARROLLO DE PASAPORTE DE MATERIALES?

Existen algunos referentes en diferentes países, los que se detallan a continuación:

España: A partir del 1 de enero del 2024, entra en curso la obligación de disponer de libros de materiales empleados en cada construcción nueva (Ley 7/2022). El **Edificio GONSI SÓCRATES** en Vidade-cans, es el primero en contar con un pasaporte de materiales completo de la constructora Construcía.

Países Bajos: El objetivo de reducir el 50% del uso de materiales es la nueva estrategia de economía circular para la construcción sustentable de cara al 2050. Para esto, los proyectos en cada proceso de licitación deberán incorporar el pasaporte de materiales, fomentando de esta manera la utilización de materiales sostenibles. El **ayuntamiento de Brummen** cuenta con el primer pasaporte de materiales, donde el 90% de los materiales se desmontan y podrían reutilizarse luego de 20 años.

Singapur: El Green Plan 2030 busca que al menos el 80% de sus edificios sea sostenible, sin embargo, a la fecha no se encuentra material asociado al desarrollo como una plataforma de materiales para sus edificaciones.

Alemania: El nuevo edificio de oficinas ubicado en Essen área de Ruhr, es un proyecto piloto centrado en los principios de diseño Cradle to Cradle, los cuales se enfocan en el diseño transformable y reciclable, materiales saludables y el uso de pasaportes de materiales.

EJEMPLO DE UNA DEMOLICIÓN SELECTIVA

BIM - SB es un software desarrollado específicamente para demolición selectiva que se logra conectar con otras plataformas de gestión de RCD SITRANS. Con este software, se busca facilitar la recopilación y buena gestión de la información de los materiales que existen en el edificio a “demoler”, para lograr orientar las decisiones de la secuencia de demolición y posteriormente recuperación mediante la gestión de los residuos.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

Porque contar con la identidad de los materiales que conforman una edificación, ayuda a tomar decisiones conscientes que se basen en información, la que puede ser:

Perfil de Toxicidad: Disminuye la construcción con productos de alta toxicidad que no contribuyen a la construcción sustentable. Conocer los componentes de los materiales que se utilizan ayuda a generar una elección consciente del nivel de contaminación que provoca en la población.

Banco de Materiales: Los materiales dejan de ser residuos y se convierten en nutrientes con un valor cuantificable en sus próximos ciclos de vida. De esta forma, pasan a ser una inversión, un activo que se utiliza temporalmente para un producto y luego de cumplir su función se destina nuevamente para continuar con su uso indefinidamente.

Diseño Reversible: Fomenta que el diseño sea sostenible, lo que permite tener futuras edificaciones desmontables que permitan su transformación o reutilización, siendo adaptable a distintas características geográficas.

¿CUÁL ES EL BENEFICIO DE IMPLEMENTAR PASAPORTE DE MATERIALES?

Existen diversos beneficios asociados a la valorización de los materiales y su circularidad, tales como:

- Mantener o aumentar el valor de los materiales, productos y componentes a lo largo del tiempo (es decir, valor residual).
- Crear incentivos para que los proveedores produzcan materiales y productos de construcción saludables, sostenibles y circulares.
- Permitir el diseño de productos circulares y la recuperación de los materiales.
- Apoyar la elección de materiales en proyectos de diseño de edificios reversibles.
- Reducir la huella ecológica.
- Disminuir residuos y favorecer la logística inversa y la recuperación de productos.
- Permitir la circularidad y el seguimiento de las emisiones de CO2.

¿EXISTEN ALGUNAS PLATAFORMAS DESARROLLADAS?

Existen algunas plataformas ya desarrolladas a nivel internacional:

1. **BAMB:** Permite al sector de la construcción la recuperación y reutilización efectiva de componentes, materiales o productos. De esta forma se podrán elegir materiales para el diseño que se puedan reutilizar posteriormente.
2. **Madaster:** Registro en línea de materiales y productos, donde se registran los edificios con cada material que los compone y productos que se utilizaron. Permite documentar, registrar y archivar los componentes utilizados en la edificación para su posterior reutilización, fomentando el diseño inteligente.
3. **EME:** Plataforma que entrega opciones de reutilización de alta calidad para los productos. Dedicada a potenciar la economía circular, contribuyendo a mostrar el valor ecológico y financiero de los materiales.

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Pasaporte de Materiales - Mejores Prácticas](#)
- ↳ [Construc3a: Pasaporte de Materiales](#)
- ↳ [Ayuntamiento de Ámsterdam](#)
- ↳ [Guía Verde](#)
- ↳ [Pasaporte de Materiales como herramienta](#)
- ↳ [Cómo están cambiando los Pasaporte de materiales la Construcción](#)
- ↳ [Ayuntamiento de Brummen](#)
- ↳ [Edificio Gonsi Sócrates](#)
- ↳ [BAMB](#)
- ↳ [Madaster](#)
- ↳ [EME](#)

¿QUÉ ES UN LABORATORIO DE MATERIALES?

Es un espacio donde se someten a prueba los materiales, y con esto evaluar su comportamiento, resiliencia y durabilidad.

TACC 02 - LABORATORIO PARA LA RESILIENCIA Y DURABILIDAD DE LOS MATERIALES

Laboratorios de Materiales a nivel global

¿EN QUÉ AYUDA TENER UN LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN?

Permite medir el comportamiento de las soluciones constructivas en una cámara de ensayo, ante ciertas condiciones climáticas previamente programadas.

¿QUÉ TIPOS DE LABORATORIOS EXISTEN?

Laboratorio de Actualización Circular

Circular Retrofit Lab es un proyecto de investigación de BAMB que busca la transformación de 8 habitaciones de estudiantes en medio del campus de la Vrije Universiteit Brussel (VUB) en Bélgica. Estas habitaciones están formadas por módulos prefabricados de hormigón, en donde se remueve la estructura portante y se introduce un nuevo relleno reversible para su acondicionamiento, tanto interior como exterior. El desafío de la investigación es demostrar cómo el diseño de edificios reversibles puede lograr evitar los residuos de demolición, renovando edificios existentes en base a tres estrategias: la transformación espacial de los módulos, basada en la reconfiguración de módulos prefabricados de hormigón, la transformación externa agregando paredes externas modificables y la transformación interna que probará y exhibirá prototipos.

GTB-LAB, Laboratorio de construcción verde transformable

GTB (Green Transformable Building) ubicado en Países Bajos es un lugar para realizar pruebas y demostraciones de herramientas de diseño, elementos de construcción y productos en un entorno operativo. Se concentran en estandarizar las interferencias entre los distintos sistemas de construcción y la integración funcional de los componentes modulares reconfigurables y actualizables. El obje-

tivo es demostrar que se puede reducir el 70% de los RCD por el uso de componentes modulares e intercambiables.

Laboratorio de Construcción Sostenible

Testeo fue el primer laboratorio de construcción sostenible de Colombia, impulsado y liderado por el Cluster de Construcción de Santander de la Cámara de Comercio de Bucaramanga. Este laboratorio implementa múltiples estrategias bioclimáticas y de arquitectura pasiva para obtener datos sobre la máxima eficiencia energética y confort. Para su funcionamiento utiliza energía renovable por medio de la utilización de paneles fotovoltaicos.



Laboratorio de Eficiencia

Energy House 2.0 es un laboratorio diseñado específicamente para ayudar a los constructores de viviendas a minimizar las emisiones de carbono, contribuir con el ahorro de energía y aportar en la lucha contra el cambio climático en Reino Unido. Es desarrollado por la Universidad de Salford en asociación con Barrat, Bellway Homes y el fabricante de productos Saint-Gobain. Consiste en dos casas energéticamente eficientes donde se puede experimentar condiciones meteorológicas como el viento, sol, lluvia y nieve con temperaturas que van desde los 40 y los -20 grados Celsius, controlados desde una central de monitoreo. El profesor Will Swan indica que el objetivo es replicar las condiciones que se dan en el 95% de la población de la tierra.

Laboratorio Experimental Lilu's House

Este edificio Español de House Habitat y la Universitat Politècnica de Catalunya-BarcelonaTech quiere ser un modelo de construcción ecológica y eficiente que proporciona de manera constante datos sobre estos aspectos. Pretende ser un banco de datos y conocimiento sobre la construcción biopasiva con madera de acuerdo al estándar Passivhaus. Actualmente, se controlan factores como el nivel de CO2, la temperatura, humedad relativa y otras partículas contaminantes. Próximamente se registrarán los consumos energéticos generales de las diversas instalaciones.



Laboratorio Solar Celsia

Este laboratorio desarrollado por Celsia y el Ministerio de Ciencia Tecnología e innovación de Colombia busca simular diferentes cubiertas con materiales usados en edificaciones, industrias y estacionamientos. Compara la eficiencia de 7 tecnologías distintas de módulos solares, 8 tipos de inversores con sistemas de baterías para posibilidades de almacenamiento y 15 tipos de estructuras de anclaje para estos sistemas.

Laboratorio Cypics

El Centro Interdisciplinario para la Productividad y Construcción Sustentable (Cypics) en respuesta a la crisis climática y con el objetivo de impulsar la transformación de la industria, ha creado un laboratorio modular adaptativo que promueve el desarrollo de viviendas. Este laboratorio proporciona un espacio para la innovación y la prueba de nuevas tecnologías. Su segundo nivel ha sido diseñado para replicar las condiciones que se encuentran en un sitio de construcción, lo que permite que las pruebas sean reproducibles en una obra en curso.

Además, se añade a este edificio el laboratorio de realidad virtual EVI, que se enfoca en el desarrollo de diseños, construcción, operación y observación. También cuenta con un observatorio que ofrece una plataforma de acceso gratuito y georreferenciada para la construcción sustentable y la productividad.

Laboratorio Kubik

Tecnalia en España ha desarrollado este laboratorio que se pone al servicio de las empresas para que realicen los ensayos que necesiten llevar a cabo para experimentar nuevas tecnologías de simulación y probar soluciones de distintas envergadura. Busca ser un campo de prueba para la eficiencia energética, fiabilidad de nuevos materiales y automatización.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco (LCCE)

Este laboratorio realiza más de mil ensayos anuales destinados a mejorar la eficiencia energética y habitabilidad de viviendas. Proporciona un espacio para ensayar los materiales y conocer su desempeño. En este laboratorio se desarrollaron las células de ensayo Paslink, que consiste en una zona de ensayo de dimensiones adecuadas para obtener resultados comparables a las condiciones reales de un edificio (5 metros de longitud con sección cuadrada de 2,7 m de lado), formando paredes aislantes a excepción de las paredes que poseen ventanas. Las células son capaces de medir flujos de calor con precisión. Todos los parámetros del ambiente exterior e interior se miden con precisión y son controlados mediante un sistema de calefacción y ventilación. Con esto se busca mejorar el diseño y los elementos solares usados en la edificación.

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Actualización Circular](#)
- ↳ [Construcción Verde](#)
- ↳ [Celsia](#)
- ↳ [Construcción Sostenible](#)
- ↳ [Lab Experimental](#)
- ↳ [Lab Eficiencia](#)
- ↳ [Laboratorio Cypics](#)
- ↳ [Laboratorio Kubik](#)
- ↳ [Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco](#)

¿QUÉ ES UN GEMELO DIGITAL?

Son representaciones visuales “vivas” conectadas con el sistema real al que representan. No se trata de una maqueta 3D o un modelo fabricado a partir de información. El objetivo es construir un centro de datos de manera más eficiente y sostenible desde el principio para lograr tener mayor eficiencia.

Gemelos Digitales podrían ayudar a aumentar la eficiencia en un 10%



¿QUÉ SUCEDE CON LOS GEMELOS DIGITALES A NIVEL MUNDIAL?

Singapur: El Proyecto de plataforma digital 3D Virtual Singapur, es conocido como el primer gemelo digital a nivel país, permitiendo a los usuarios de distintos sectores crear herramientas con las que resolver diferentes retos que enfrenta la ciudad.

India: Amaravati es la capital del nuevo estado de Andhra Pradesh. Es una “ciudad inteligente” o smart city. Su desarrollo se está llevando a cabo mediante un gemelo digital que integra más de 1.000 tipos de datos.

Perú: La Ciudad de Ayacucho cuenta con un modelo digital BIM cargado de información y con un gran nivel de detalle. Para obtenerlo fue necesario un trabajo de seis meses y la utilización de innovadoras tecnologías de captura de información como el mobile mapping y los drones.

China: En la construcción del ferrocarril de alta velocidad Beijing - Zhangjiakou se utilizaron gemelos digitales integrados con ProjectWise de Bentley

Systems logrando mejorar la eficiencia del proyecto, generando ahorros de tres meses en tiempo de diseño y CNY 3 millones en costos laborales.

España: Kubik es el primer edificio experimental (TACC 02) europeo que se monitorea mediante un gemelo digital Kubik 4.0 desarrollado por Tecnalia. El proyecto incorpora tecnología propia de la Industria 4.0 para mejorar su eficiencia. Esta réplica permite prever fallos en las instalaciones y simular las actividades que se desarrollan en su interior, consiguiendo un ahorro energético de un 40% y un 20% en mantenimiento.

¿QUE IMPLICA LA CREACIÓN DE UN TRASPASO DE GEMELOS DIGITALES?

Permite un flujo de trabajo Especificar: Configurar, rastrear, administrar y definir los requisitos de datos más relevantes para su proyecto. Es importante organizar esta data para que se adapten mejor a sus necesidades.

Capturar: Recopilar y agregar los datos necesarios para la transferencia digital de todos los equipos involucrados y contribuyente en un solo centro digital.

Verificar: Validar que todos los datos estén completos y sean precisos para una transferencia digital sin esfuerzo.

¿POR QUÉ UTILIZAR UN GEMELO DIGITAL?

- Permite detectar problemas con anticipación y resolverlos rápidamente.
- Es posible avanzar en la descarbonización de las edificaciones existentes.
- Posibilita una planificación urbana sostenible.

¿CÓMO SE ADAPTA UNA EMPRESA A LOS GEMELOS DIGITALES?

Según Gartner para el 2023 un 27% de las empresas planea utilizar gemelos digitales de acuerdo a la encuesta realizada en línea en EE.UU, Reino Unido, Australia, Alemania, Singapur e India lo que se traducirá en una mejora del 10% en su eficiencia. Pero la implementación de un gemelo digital no es un proceso que se pueda realizar de un momento a otro. De hecho, implica una transformación completa de la empresa. En consecuencia, las compañías que decidan apostar por esta tecnología tendrán que enfrentarse algunos retos:

- Multiplicar la capacidad de los sistemas de almacenamiento, gestión y análisis de datos actuales para manejar el volumen requerido por los gemelos digitales.
- Dar el salto de las representaciones digitales al manejo de múltiples copias digitales simultáneas con mayor capacidad para evaluar los escenarios alternativos.
- Monitorizar y digitalizar masivamente procesos de la industria que exigen una estricta arquitectura de integración y automatización industrial.

🔍 ¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [BIM y el Gemelo Digital](#)
- ↳ [Gemelos Digitales Claves 4ta Revolución](#)
- ↳ [Compatibilidad del gemelo digital con la metodología BIM](#)
- ↳ [Gemelos digitales: el futuro de la construcción en el presente](#)
- ↳ [El futuro del Gemelo Digital en la construcción](#)
- ↳ [Gemelos digitales locales](#)
- ↳ [Gemelos digitales, una tecnología que no para de crecer](#)
- ↳ [Puerto de Tianjin y Huawei desarrollarán un gemelo digital del puerto](#)
- ↳ [Kubik](#)
- ↳ [Kubik 4.0](#)
- ↳ [Encuesta gartner](#)
- ↳ [Virtual Singapur](#)
- ↳ [La Ciudad Digital con BIM](#)

Es una plataforma web que está orientada a entregar recomendaciones para obtener una Calificación Energética ya sea de edificaciones o infraestructura. Es posible obtener información clave para la toma de decisiones que permitan mejorar diseño, espacialidad, materialidades, entre otros aspectos que logren optar a la Calificación Energética deseada por el cliente.

Certificaciones de EE y su validación por medio de plataformas web



¿EN QUÉ CONSISTEN LAS CERTIFICACIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA?

Buscan analizar y evaluar todos aquellos elementos que condicionan el consumo de energía de una vivienda o edificio. Por ejemplo, los sistemas de climatización y ventilación.

Para obtener una certificación energética es relevante abordar desde el diseño del proyecto, todos los aspectos mínimos que se requieren para lograr la certificación.

¿CUÁNTOS TIPOS DE CERTIFICACIONES EXISTEN?

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) es el Sistema de clasificación de edificios ecológicos más utilizado en el mundo y está disponible prácticamente para todos los tipos de edificios. Desarrollado por el US Green Building Council de Estados Unidos, este certificado proporciona un marco para edificios ecológicos saludables, eficientes y que ahorran costos en energía.

Passivhaus, es un concepto creado en Alemania en 1988 basado en una serie de reglas de construcción que consiguen que el edificio tenga un consumo energético casi nulo y unas altas prestaciones de confort interior. Este tipo de viviendas garantizan mínimos aportes de energía para un rango de confort térmico de 20°C en invierno y 25°C en verano. Esta certificación logra un gran ahorro energético en climatización (hasta un 90% frente a construcciones existentes), convirtiéndose así en una edificación idónea para el propietario y para el medioambiente.

Breem (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology), es el primer certificado de construcción sostenible creado en el mundo que evalúa impactos en 10 categorías (Gestión, Salud y Bienestar, Energía, Transporte, Agua, Materiales, Residuos, Uso ecológico del suelo, Contaminación e Innovación) y otorga una puntuación final tras aplicar un factor de ponderación ambiental que tiene en cuenta la importancia relativa de cada área de impacto. Comprende las distintas fases de diseño, construcción y uso de los edificios; y dispone de esquemas de evaluación y certificación en función de la tipología y uso del edificio.

Certificación HQE (High Quality Environmental) tiene como objetivo perseguir rendimientos sostenibles de los edificios, al mismo tiempo que otorga una importancia sustancial al análisis del ciclo de vida (construcción, renovación y operación), junto con los impactos de un proyecto en la salud, la comodidad personal y el entorno interior.

DGNB System: Desarrollado por DGNB (German Sustainable Building Council) es un sistema para evaluar y certificar la sostenibilidad de los edificios. Es una herramienta internacional basada en normas y estándares europeos que puede ser aplicable en todo el mundo, tras su adaptación a las condiciones específicas de cada país. Ayuda a las organizaciones a mejorar los aspectos tangibles de sostenibilidad.

¿QUÉ ES LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS?

La Calificación Energética de Viviendas en Chile (CEV) es un instrumento voluntario diseñado el año 2012 por el Minvu, que busca mejorar la calidad de vida de las familias, mediante la entrega de información de eficiencia energética de las viviendas, a través del etiquetado que incluye porcentajes y letras desde la menos eficiente (G) hasta la más eficiente (A+).

Esta calificación permite a los usuarios tomar una decisión informada al momento de la compra de una propiedad, lo que se traduce en mayores beneficios al considerar un mayor ahorro en calefacción, enfriamiento, iluminación y agua caliente sanitaria.

¿QUÉ PLATAFORMAS SE PUEDEN UTILIZAR PARA CERTIFICAR?

Certificación Edificio Sustentable: Permite evaluar, calificar y certificar el comportamiento ambiental de edificios de uso público en Chile, tanto nuevos como existentes, sin diferenciar administración o propiedad pública o privada. Se basa en requerimientos obligatorios y voluntarios que entregan puntaje. Para lograr la certificación se debe cumplir con 30 puntos mínimos de un máximo 100.

GREEN GROUP: Es una plataforma que busca orientar a las empresas en el desarrollo de soluciones para proyectos sustentables, entre ellos la certificación LEED.

PEP: Es una plataforma de certificación Passivhaus, que busca fomentar el diseño de alta eficiencia energética, mínima demanda y alto confort, mediante formación de profesionales o prestando servicios de certificación.

CREARA.ES: Es una empresa de consultoría especializada en eficiencia energética, GEI, energías renovables y gestión energética que ayuda a cumplir con los procesos de certificación energética en España.

E-proof: Permite que las empresas puedan trazar, cuantificar y certificar la reducción de emisiones de CO2 resultantes de la implementación de soluciones de eficiencia energética.

CVS: La Certificación de Vivienda Sustentable es un sistema voluntario de certificación ambiental que evalúa el desempeño de los proyectos residenciales a nivel nacional. Es aplicable a cualquier tipo de vivienda nueva, ya sea pública o privada, y busca incentivar la mejora de la calidad, a través de la verificación de la correcta implementación de buenas prácticas de diseño y construcción, que permiten, entre otras ventajas, reducir los costos de operación y mantenimiento de los hogares, cuidar el medio ambiente, y mejorar la calidad de vida de las personas.

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [El reto de la descarbonización de la arquitectura](#)
- ↳ [Certificados de Eficiencia Energética](#)
- ↳ [Plataforma Net Zero](#)
- ↳ [Certificación Energética de Edificios Tuvsud](#)
- ↳ [Plataforma PEP](#)
- ↳ [Certificados Energéticos](#)
- ↳ [Aprobación Real Decreto España](#)
- ↳ [Certificado LEED](#)
- ↳ [Certificado BREEAM](#)
- ↳ [Certificación HQE](#)
- ↳ [Certificado DGNB System](#)
- ↳ [Calificación Energética](#)
- ↳ [CVS](#)

Es una edificación que no genera emisiones al producir su energía por medio de energías renovables. Es decir, debe tener una demanda igual a la producción de energía que genera.

Arquitectura Cero Emisiones



La edificación supera al transporte en la emisión de gases de efecto invernadero aportando un 17,5 % (El País. Estadística-Emisiones).

¿CÓMO SE LOGRA UN EDIFICIO CERO EMISIONES?

Las energías renovables juegan un papel fundamental en la actualidad para el desarrollo de la arquitectura sostenible. Para que una construcción sea NETZERO se requiere:

Abastecerse de energía solar térmica: La mayoría de los edificios tienen instalados paneles solares para generar energía térmica, con esto se facilita, por ejemplo, el suministro de agua caliente a todo el edificio.

Energía fotovoltaica: Tienen el objetivo de producir su propia energía eléctrica para sustituir el suministro por red eléctrica tradicional.

¿QUÉ CARACTERÍSTICAS DEBERÍAN TENER LAS EDIFICACIONES CERO EMISIONES?

- Es deseable que los sistemas de climatización y calefacción funcionen mediante un sistema central que los coordine con otras actividades de la edificación.
- Contemplar sistemas que permitan el paso del aire controlado, dejando los espacios que requieran mayor calefacción en invierno o aire fresco en verano.
- La utilización de sistemas de celosías que permitan oscurecer los ambientes cuando la temperatura aumenta, de esta forma se mantienen frescos los espacios al interior de la construcción.
- Contar con un sistema de refrigeración y calefacción pasivo.

¿QUÉ EJEMPLOS EXISTEN DE EDIFICIOS CONSTRUIDOS CON CERO EMISIONES?

Edificio Dos Patios en México: El edificio que alberga la compañía Siemens, reduce hasta el 30% del consumo energético debido a la utilización de 105 mil focos LED. Cuenta además con un sistema de tratamiento de aguas residuales, disminuyendo en un 20% el uso de agua potable, lo que les permitió obtener la certificación LEED doble.

Edificio DPR Construction en EE.UU.: Fue el primer edificio en San Francisco en recibir la certificación de edificio Net Zero. Actualmente, continúan trabajando para conseguir una producción neta de energía positiva. Dentro de las características principales de la edificación, se encuentran los paneles fotovoltaicos y un sistema.

Greenspace PCTG en España: Es el primer edificio en Asturias que cumple con características Net Zero. Se encuentra ubicado en el Parque Tecnológico de Gijón y es un edificio de Startups y empresas que funcionan en 1500 m2. El edificio fue diseñado por Emase Arquitectura en colaboración de SvR Ingenieros y es un emblema de la sostenibilidad en la industria de la construcción, siguiendo la línea de las estrategias Europeas para la economía circular 2030.

Oficinas de Glumac en China: Es el primer edificio en solicitar la certificación Living Building Challenge en el continente asiático. Integra un sistema de monitoreo para el aire interior y con ello los empleados pueden monitorear el nivel de toxicidad del aire mediante sus dispositivos móviles. Esta medición se basa en los niveles de oxígeno, humedad, partículas y los niveles de compuestos orgánicos. Además posee en su diseño una pared verde para eliminar la contaminación que se torna insoportable en el exterior del edificio.

Hotel Marcel de Connecticut en EE.UU.: El hotel cuenta con la certificación Passivhaus que se aloja en un edificio también certificado con LEED Platino gracias a las características de energía neta. Se trata de una histórica estructura que en el 2020 se le otorgó una nueva oportunidad gracias al arquitecto Bruce Redman, quien pasó dos años transformándola en el Hotel Sustentable. Cuenta con nueve suites, un restaurante, sala de estar con biblioteca, bar americano y 650 m2 de espacio para reuniones.

Sede de Atlassian de Sydney en Australia: Es una estructura de 183 metros de altura en 40 pisos que funcionará con energía 100% renovable y cuyo objetivo es operar con cero emisiones netas para obtener el título de “Edificio Híbrido de madera más alto del mundo”. Se estima que se inaugure en el 2025.

🔍 ¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Edificios Net Zero](#)
- ↳ [Arquitectura Sustentable](#)
- ↳ [El edificio The Edge](#)
- ↳ [Edificio Cero Neto](#)
- ↳ [Edificios Inteligentes en el mundo](#)
- ↳ [Greenspacepctg](#)
- ↳ [Arquitectura neutra en carbono](#)
- ↳ [Net Zero](#)
- ↳ [Construcción Sostenible](#)
- ↳ [Reconciliar digitalización y economía “Net-Zero”](#)
- ↳ [DPR Construction Net-Zero](#)

¿QUÉ ES PARAWATTS?

Un sistema de energía solar autónomo que permite lograr una mayor eficiencia en la generación y uso de la energía. Está pensado para abastecer una vivienda de 4 personas, 24/07 y plug and play.

Generación Fotovoltaica para la auto gobernanza Energética



Termodinámicos: Son componentes de algunas bombas de calor asistidas por energía solar de expansión directa (SAHP), en las que se desempeña como colector, calentando el refrigerante frío. Sahr sirve de evaporador cuando el refrigerante circula directamente a través del panel solar termodinámico, de esta forma absorbe calor y se vaporiza. A diferencia de los térmicos y fotovoltaicos, estos paneles no necesitan colocarse directamente a plena luz del sol, ya que pueden extraer calor del aire ambiente.

¿CÓMO FUNCIONA LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA?

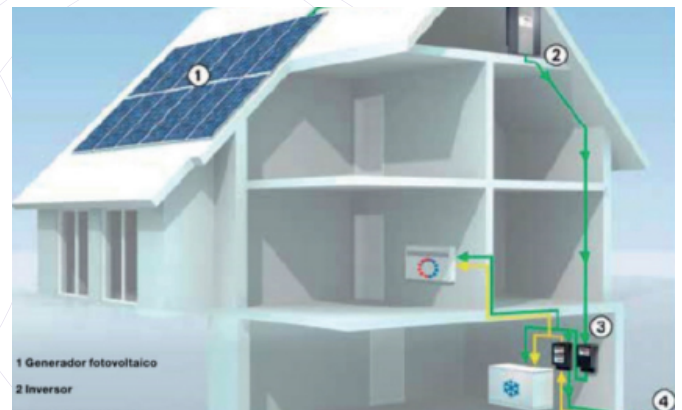
Transforma de manera directa la luz solar en electricidad, empleando la tecnología basada en el efecto fotovoltaico al incidir la radiación del sol sobre una de las caras de la célula fotoeléctrica, lo que produce una diferencia de potencial eléctrico entre las caras que logra que los electrones salten de un lugar a otro generando la corriente eléctrica.

¿QUÉ TIPOS DE PANELES EXISTEN?

Fotovoltaicos: Estos paneles son utilizados para obtener energía mediante radiación solar, por ende la energía que se obtiene se convierte en electricidad mediante el aprovechamiento de los materiales conductores, existen dos tipos: los aislados y en red.

Térmicos: Conocidos como paneles solares captadores o colectores, se utilizan para obtener energía térmica. Estos paneles funcionan utilizando la radiación solar con la finalidad de generar energía térmica en la vivienda mediante el calentamiento del agua, existen dos tipos de tubos: vacíos y captador plano.

¿QUÉ SISTEMAS EXISTEN?



SISTEMAS AISLADOS (OFF - GRID): Este sistema no se conecta a la red de distribución eléctrica, ya que puede tener baterías o ser complementados con otra forma de generación.

CONECTADO A LA RED (ON GRID): Sistema conectado a la red de distribución eléctrica. Entregan los excedentes de generación a la red luego de alimentar el consumo interno y obtienen de la red la demanda no cubierta por el sistema fotovoltaico instalado. Como estos sistemas inyectan energía, se debe aplicar la normativa vigente de acuerdo a cada país y los procedimientos establecidos para la conexión.

SISTEMAS DE GENERACIÓN HÍBRIDO: Sistema aislado complementado por otro sistema de generación (baterías, generador u otros) para períodos en donde no se genera energía. Puede estar conectado a la red de distribución eléctrica. De esta forma se obtiene de la red en una eventual demanda no cubierta para el sistema híbrido.

ALGUNOS EJEMPLOS

NUEVA CÓRDOVA PRIMER EDIFICIO EN SUDAMÉRICA CON FACHADA FOTOVOLTAICA

Ubicado en Santiago (Chile) el edificio cuenta con la fachada con medio millar de módulos fotovoltaicos monocristalinos, cubriendo 1125 m² y generando 187 MWH de energía para el autoconsumo del edificio. Con esto se está evitando la emisión de 190 toneladas de CO₂.



SUNOLOGY PLAY: LISTA PARA USAR

Sunology Play es una pequeña estación solar fácil de instalar y se adapta a casi cualquier ubicación. Diseñada en Francia, se entrega lista para usar y sólo se necesita conectar para comenzar a producir energía gratuita y limpia. Es una alternativa ideal para quienes desean producir su propia energía pero no quieren o no pueden realizar una instalación de paneles solares en el techo.

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Sistemas Fotovoltaicos para Edificaciones](#)
- ↳ [Nueva Córdoba](#)
- ↳ [Sunology- Play](#)
- ↳ [Villa Autosuficiente](#)
- ↳ [Fachada Fotovoltaica](#)

¿QUÉ BENEFICIOS TIENEN LAS FACHADAS INDUSTRIALIZADAS DE ACERO GALVANIZADO?

Permiten reducir la generación de residuos y los tiempos en construcción. Además es posible reutilizar y adaptar las soluciones a otros proyectos, fomentando la economía circular y la reducción de la huella de carbono.

¿Por qué industrializar las fachadas de los edificios?



La fachada de un edificio juega un papel crucial, ya que representa el primer plano visible para cualquier persona que lo observe. Es el elemento distintivo que le proporciona una imagen única y desempeña un papel protagónico en el diseño del proyecto arquitectónico.

Actualmente, las fachadas han tenido muchos cambios sobre la forma en que tradicionalmente se construyen. Por un lado, la fachada convencional, es aquella construida utilizando materiales tradicionales unidos mediante algún producto adherente. Por otra parte, tenemos los sistemas industrializados, que son sistemas constructivos que se ejecutan en fábricas o talleres y luego se instalan en el lugar de construcción. Estas fachadas ofrecen numerosas ventajas en términos de eficiencia, calidad, rapidez de instalación y flexibilidad de diseño.

¿QUÉ BENEFICIOS TIENE EL USO DE ESTE SISTEMA CONSTRUCTIVO?

Eficiencia en la construcción: Las fachadas industrializadas se fabrican en entornos controlados, lo que permite acelerar el proceso de construcción y reducir los retrasos causados por condiciones climáticas adversas.

Mayor calidad y precisión: Al ser fabricadas en condiciones controladas y con tecnología avanzada, las fachadas industrializadas ofrecen una calidad constante y una mayor precisión en los acabados, minimizando los errores y defectos de construcción.

Versatilidad y adaptabilidad en el diseño: Las fachadas industrializadas ofrecen opciones flexibles de diseño, permitiendo una personalización estética según los requisitos del proyecto y las preferencias del cliente.

Sostenibilidad y reducción de residuos: La construcción industrializada de fachadas optimiza el uso de materiales, reduce los residuos y promueve la eficiencia energética, contribuyendo a la sostenibilidad y a la reducción del impacto ambiental.

Control de costos: El uso de fachadas industrializadas permite un mayor control sobre los costos de construcción, al reducir los riesgos de retrasos y gastos imprevistos, así como también, permite optimizar los procesos y la utilización de materiales.

TIPOS DE PRODUCCIÓN DE FACHADAS INDUSTRIALIZADAS

Una de las tecnologías más utilizadas en este sistema constructivo corresponde a muros de fachadas industrializadas con sistemas de construcción en seco, que se refiere para la fabricación de paneles o elementos estructurales que conformarán la fachada de un edificio utilizando métodos prefabricados con materiales ligeros, donde las distintas materialidades pueden ser:

1. Estructura de acero de calibre delgado: Utiliza perfiles de acero galvanizado de bajo espesor como elementos estructurales principales. El acero es un material duradero, resistente y no combustible, lo que lo hace apto para proyectos que requieren altos estándares de resistencia y protección contra incendios.



2. Madera: Emplea perfiles de madera como componente estructural principal. La madera es un material renovable, liviano y ofrece una buena resistencia estructural. Es ampliamente utilizado en construcciones de baja a media altura. La madera posee una buena resistencia, pero es menos rígida que el acero. En consecuencia, los muros de madera pueden requerir dimensiones mayores para lograr la misma resistencia estructural que el acero, lo que puede afectar la eficiencia espacial y el peso del edificio.



La elección entre el acero de calibre delgado y los sistemas de construcción en madera en fachadas industrializadas dependerá de variados factores tales como: requisitos estructurales, normativa local, preferencias estéticas, disponibilidad de materiales y eficiencia energética deseada. Cada sistema tiene sus ventajas y consideraciones específicas que deben tenerse en cuenta al seleccionar el más adecuado para un proyecto en particular.

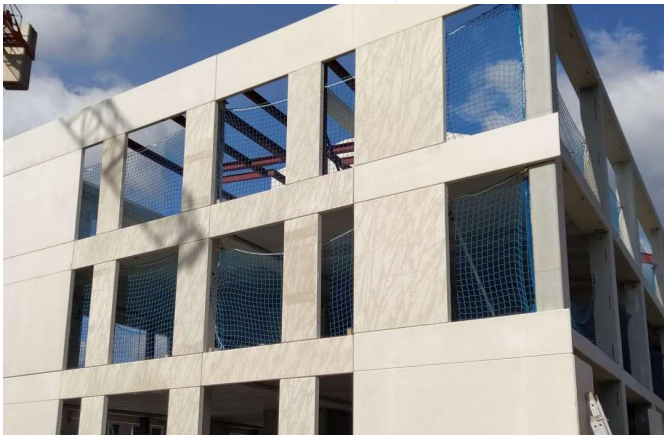
🔍 ¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Fachadas Industrializada Bioclimaticas](#)
- ↳ [Fachadas Smart](#)
- ↳ [Flexbrick](#)
- ↳ [Fachadas Industrializadas](#)
- ↳ [Beneficios de Fachadas Industrializadas](#)
- ↳ [SPANS BUILDING TECH](#)
- ↳ [Agentes de la Construcción industrializada](#)

¿QUÉ ES UN SISTEMA PREFABRICADO DE HORMIGÓN?

Es una solución constructiva en hormigón armado que fabrica fuera de sitio sus piezas y se monta en sitio en una faena más eficiente.

Hormigón prefabricado en edificación en altura



En los últimos años, en Chile se ha incrementado la oferta de soluciones de prefabricados de hormigón y se observa un leve incremento en la demanda de estos elementos para la construcción de infraestructura, edificaciones comerciales, residenciales, mineras y habitacionales; sin embargo, el desafío de lograr estándares globales requiere avanzar a nivel público y privado en acciones de uso más amplio para lograr, a través de la industrialización, una mayor productividad.

¿QUÉ BENEFICIOS TIENE EL USO DE ESTE SISTEMA CONSTRUCTIVO?

HORMIGÓN PREFABRICADO

Los elementos prefabricados de hormigón son componentes elaborados en fábrica que están listos para instalarse directamente en el sitio. Corresponden a una solución industrializada utilizada para construir cualquier tipo de edificación civil o estructural para diferentes proyectos. El sistema garantiza una forma segura, rentable y eficiente de aumentar significativamente la productividad del proceso de construcción.

Actualmente existen dos tipos de prefabricados de hormigón: el pretensado y postensado.

Según investigación de Markets and Markets, se espera que el tamaño del mercado mundial de hormigón prefabricado crezca de USD 130.600 millones en 2020 a USD 174.100 millones en 2025, debido a la demanda de construcción residencial y al creciente comercio. Existe un gran interés entre los contratistas en el uso de elementos prefabricados individuales (columnas, vigas, losas y cerchas) para construir una estructura completa, además de la creciente inversión pública y privada en el desarrollo de infraestructura global.

Mayor eficiencia, control y calidad: Reducción del tiempo de construcción al tratarse de elementos de fabricación externa. Es por eso que su proceso de producción no se ve afectado por factores ambientales, lo que ayuda a reducir el tiempo de entrega. Además, se mejora el desempeño de la mano de obra al ser fabricado en una planta industrial, en un ambiente controlado, lo que realza su calidad.

Mayor optimización y rendimiento de los materiales: Reducción del desperdicio de material, por lo que los componentes prefabricados se han calculado en función de la cantidad de material necesario para fabricarlos, lo que también estima un ahorro económico.

Mayor sustentabilidad: Ahorro en consumo de energía, agua y materiales en obra, lo que se traduce en menores emisiones de CO2. Además, se reduce la cantidad de residuos generados en una obra.

USO DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN EN EDIFICACIÓN EN ALTURA

Los tipos de elementos prefabricados de hormigón más utilizados son vigas, columnas, muros, escaleras, losas y fachadas.

Algunos de los proyectos innovadores que utilizan sistemas de prefabricados de hormigón son:

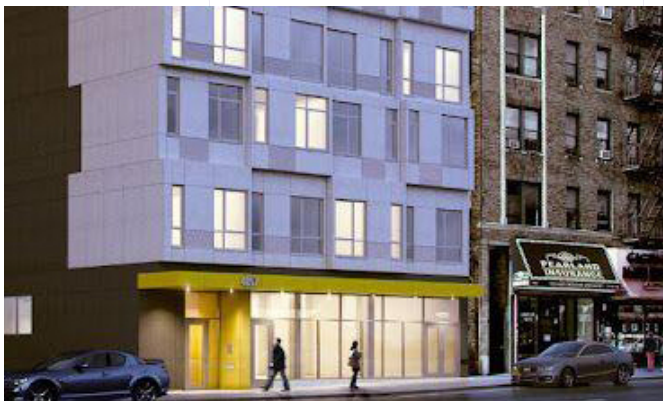
PENSI

País: España Cantidad de pisos: 5 Tiempo de ejecución: 12 meses Estructura: Cuenta con paneles autoportantes prefabricados de hormigón en su fachada, y la escalera del edificio se fabricó a partir de una losa prefabricada de hormigón de 18 centímetros de espesor. Los pilares y jácenas están hechos a partir de hormigón prefabricado de 40×40 cm y 55×20+40x15 cm respectivamente.



Stack Broadway

País: EEUU Cantidad de pisos: 7 Tiempo de ejecución: 1 mes montaje, 3 meses terminaciones Estructura: primer edificio residencial en Nueva York construido a partir de módulos prefabricados de hormigón y acero. Cuenta con una superficie total de 3.500 m², a lo largo de 7 plantas conformadas por 56 módulos prefabricados.



En Chile, existen distintos proveedores de soluciones prefabricadas en hormigón, ya sean escaleras, losas, muros, etc.

Actualmente, se han desarrollado departamentos de viviendas sociales tipo industrializada con sistemas constructivos de hormigón prefabricado.

La DITEC ya ha certificado el primer edificio tipo Industrializado de la empresa Nova Unión. El edificio es de hormigón y ocupa el sistema BauMax y corresponde a una alternativa para el Plan de Emergencia Habitacional del Minvu.

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Precast Concrete Market](#)
- ↳ [Sistemas Prefabricados de Hormigón](#)
- ↳ [Pensi Edificio Prefabricado](#)
- ↳ [Optimizando la construcción con hormigones prefabricados](#)

¿QUÉ ES UN SISTEMA ESTRUCTURAL HÍBRIDO O MIXTO?

Un sistema estructural mixto es aquel en el que se combinan al menos dos soluciones estructurales o sistemas constructivos diferentes, utilizando los beneficios de ambos en favor de un desafío técnico a resolver.

Sistema estructurales híbridos de Hormigón y Madera



El hormigón y la madera, por separado, presentan ventajas y desventajas para la industria de la construcción. ¿Pero qué pasaría si se combinan sus atributos?

SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN HÍBRIDOS O MIXTOS

Es poco probable que la madera sea el único material de construcción en el futuro. Sin embargo, las soluciones híbridas inteligentes basadas en madera podrían conducir a un uso más racional de este material, promoviendo el desarrollo de edificios más eficientes. En última instancia, esto conducirá a una mayor proporción de madera en los edificios, lo que beneficiará las condiciones de vida, el clima y la sociedad en general.

La madera ofrece una industrialización más rápida y con una baja huella de carbono. Por otro lado, el hormigón armado brinda ventajas en el diseño sísmico, además de contar con respaldo histórico al ser un material utilizado durante décadas en Chile y el mundo.

Suponiendo una proporción de hormigón y madera, la huella de carbono se compensa y esta última comienza a neutralizar la mayor parte del CO₂ producido por el hormigón. Por lo tanto, en temas de sustentabilidad, la madera mitiga todas aquellas desventajas que presenta el hormigón.

Para estos sistemas, donde los paneles de madera son el material principal de los sistemas de pisos y paredes, se espera una mayor productividad ya que, por ejemplo, los sistemas de pisos, al ser industrializados, tienden a jugar un papel muy importante en la eficiencia general del proyecto.

¿QUÉ BENEFICIOS TIENE EL USO DE ESTE SISTEMA CONSTRUCTIVO?

Huella de Carbono, se espera una huella de carbono cercana a cero, ya que el CO₂ equivalente que pudiera tener un edificio en base de hormigón se puede neutralizar o incluso tener un balance positivo al complementar con madera.

Edificios más ligeros, al ocupar madera, se obtiene mayor facilidad de maniobrar los distintos elementos prefabricados, al ser éstos más livianos.

Mayor facilidad para industrializar, lo que reduce tiempos de construcción.

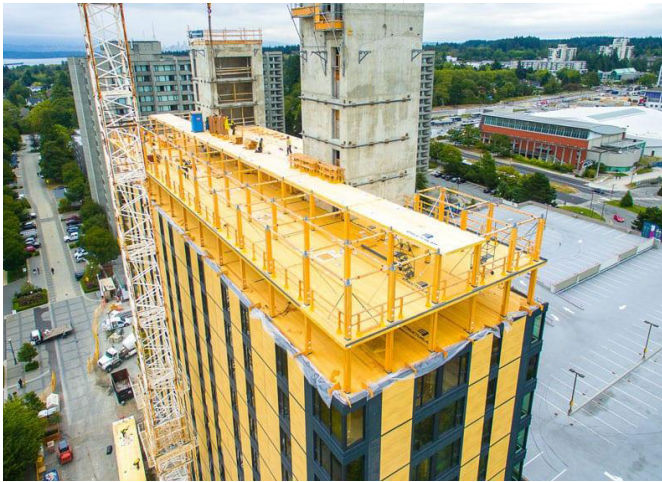
Mayor rapidez, se logra una gran reducción de plazos en comparación con un edificio 100% hormigón.

Costos, los edificios híbridos de madera-hormigón son más rentables que los edificios 100% en madera.

CASOS DE ÉXITO EN EDIFICACIÓN EN ALTURA

Brock Commons Building

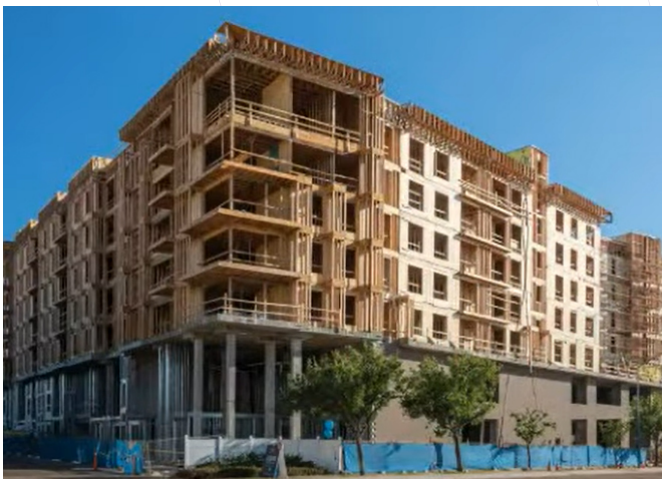
País: Canadá Cantidad de pisos: 18 Estructura: 17 pisos de construcción masiva de madera sobre un podio de hormigón y dos núcleos de escaleras de hormigón. La estructura del piso consta de paneles de madera laminada cruzada (CLT) de 5 capas apoyados en columnas de madera laminada encolada (glulam). La estructura de hormigón armado duró 23 semanas y luego el montaje de las estructuras en madera duró 9 semanas. Esto es 9 semanas más rápido de lo que hubiera sido 100% hormigón.



Condominio Marseille

País: EEUU Cantidad de pisos: 8 Estructura: Híbrida de madera con dos podios de hormigón (piso 1 y 2). Muros de corte de entramado ligero y anclajes ATS (Anchor Tie-down System).

Los estudios indican que si este edificio se construía en 100% hormigón, el costo hubiera sido un 30% mayor.



HAUT - Tall timber residential building

País: Holanda Cantidad de pisos: 21 Estructura: Híbrida de madera con núcleo y podio de hormigón. El sistema entrepiso son paneles prefabricados compuestos madera-hormigón. El piso consta de un panel de CLT de 160 m, con una sobrelosa superior de hormigón de 80 mm.



¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [S-04 Ingeniería y Diseño](#)
- ↳ [La madera y su protagonismo](#)
- ↳ [Nuevo elemento híbrido de baja huella de carbono](#)
- ↳ [Bondades del CLT a través de la comparación entre un edificio híbrido y otro de hormigón](#)
- ↳ [Demostración de la viabilidad de las estructuras de madera](#)
- ↳ [Construcción híbrida sostenible](#)

También llamada Manufactura aditiva, es un sistema constructivo que mediante un conjunto de procesos, genera objetos por medio de la adición de material en capas. Pueden ser impresas diferentes tipos de resinas, hormigones, entre otros materiales y con diferentes fines.

TACC 10 - IMPRESIÓN 3D Y ECO HORMIGÓN

Utilización del hormigón en la construcción moderna por medio de tecnologías de impresión 3D



Las impresoras 3D han revolucionado la industria de la construcción al ofrecer la capacidad de diseñar y replicar estructuras de una manera más eficiente. Hoy están ganando popularidad en la construcción de casas prefabricadas y viviendas tradicionales. Sin embargo, a pesar de los avances realizados, esta tecnología aún se encuentra en una fase de desarrollo y presenta desafíos que deben superarse.

El funcionamiento de una impresora 3D de hormigón es similar al de una impresora de escritorio convencional, ya que ambas se basan en la extrusión de material. El proceso consta de las siguientes etapas:

1. Creación de un modelo digital utilizando software de modelado 3D.
2. El modelo se divide en capas y se traduce a un lenguaje de programación conocido como G-code.
3. El G-code actúa como guía para el cabezal de impresión, el cual deposita el material de hormigón en capas, utilizando un sistema de bombeo desde una mezcladora, hasta que se obtiene la pieza final deseada.

IMPRESIÓN 3D EN HORMIGÓN

La impresora de hormigón está especialmente diseñada para fabricar estructuras de manera aditiva mediante la extrusión controlada del material, a través de un brazo conectado al cabezal de impresión, que puede estar montado en un sistema robótico o en un estilo pórtico.

BENEFICIOS IMPRESIÓN 3D HORMIGÓN

Construcción de alta velocidad, donde las casas promedio pueden ser terminadas en un día.

Libertad de diseño, tanto en el diseño arquitectónico como en el estructural. Se pueden construir una gran variedad de formas eficientes, respondiendo a un entorno más sostenible: curvadas, redondas, asimétricas, etc.

Sustentabilidad: construcciones eco amigables, secas, limpias, sin contaminación al reducir las emisiones y sin perder calidad.

DESAFÍOS DE IMPRESIÓN 3D EN HORMIGÓN

Impresión horizontal, en las viviendas que se han fabricado hasta la fecha mediante impresión 3D, no se ha fabricado ni la techumbre ni la cubierta, sólo los muros.

La introducción de armaduras de acero, en la propia estructura es también un reto no del todo resuelto en la mayoría de las impresoras 3D comerciales.

Estandarización, de los morteros u hormigones a usar en función de la tipología de la impresora, así como de la forma y función de la pieza final.

Construcción de grandes estructuras, se busca desarrollar impresoras 3D móviles que se apoyen en la propia estructura ya construida para evitar limitaciones dimensionales.

Los costos son muy variables, dependiendo del tamaño de piezas que se pueden imprimir, y del grado de automatización del proceso de impresión, además del costo de transporte, ya sea del producto final o de la impresora al lugar.

CASOS DE ÉXITO DE IMPRESIÓN 3D

Internacional Habitat for Humanity: Recientemente en Virginia, Estados Unidos, una familia recibió la primera casa impresa en 3D en 12 horas construida a través de la ONG.

Apis Cor House: Empresa estadounidense que desarrolló una impresora 3D capaz de construir una casa de hasta 3 pisos en tan sólo 24 horas.



Kraus Gruppe: En Alemania, la empresa constructora está utilizando la impresora BOD2 de Cobod, para construir el edificio impreso en 3D más grande de Europa.

La máquina imprimirá las paredes del edificio, que tiene una superficie de casi 600 m², 54 m de largo, 11 m de ancho y 9 m de alto y puede imprimir 4 m² de edificio por hora. Se espera que todo el proceso de impresión de las paredes del edificio dure 140 horas en total.

Universidad del Bío Bío: En Chile esta casa de estudios cuenta con un brazo robótico industrial para construcción impresa en 3D, destinado a apoyar la investigación y desarrollo tecnológico de la edificación chilena. Esta impresora permitirá a la industria desarrollar edificios impresos, estudiar su mayor eficiencia y versatilidad de diseños, como también experimentar otras tareas robóticas en la construcción.

A la fecha ya han logrado levantar el primer muro de 100 cm de largo, 5 cm de espesor y 60 cm de altura que es la primera experiencia de este sistema constructivo en Chile denominado Muro 3D.

Acciona: En España esta empresa ha impreso el primer puente 3D ubicado en Alcobendas, el que se destaca por tener 12 metros de longitud y 1,75 metros de ancho, lo cual representa un hito para la transformación de los procesos constructivos.

La misma empresa en Dubai, cuenta con un centro en donde albergan la mayor impresora 3D operativa del mundo conocida como Powder Bed. Está diseñada para crear piezas de alta resistencia estructural utilizando hormigón como material principal. La impresora, con dimensiones de 6x3x2 metros, ofrece una mayor eficiencia y automatización en los procesos constructivos, permitiendo una mayor libertad de diseño arquitectónico.

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Impresoras 3D](#)
- ↳ [Impresión 3D en Chile](#)
- ↳ [Limitaciones y retos de la Impresión 3D](#)
- ↳ [Micob y su tecnología de impresión](#)
- ↳ [Fabricas de Impresoras 3D](#)
- ↳ [Brazo robótico industrial](#)
- ↳ [Edificio construido con impresión 3D](#)
- ↳ [Puentes 3D](#)

Boletines Vigilancia Tecnológica

HACIA UN DISEÑO CIRCULAR EN LA CONSTRUCCIÓN



Hacia un Diseño Circular en la construcción

¿En qué consiste un análisis de ciclo de vida?

Laboratorio de hidrodinámica Naval

CASO ReNaM: Red Nacional de Monitoreo de viviendas

Plataformas y Softwares referentes en el uso de IA y Machine Learning: Optimal Efficiency

Método de Evaluación Cero Emisión asociada a la energía y al carbono en el comportamiento de un Edificio

Sistema de Energía Autónomo - Caso : Acciona

Desafíos técnicos de los sistemas constructivos no estructurales

Hormigón prefabricado: Incremento de productividad y calidad de los productos

Losas industrializables híbridas de baja huella de carbono

Impresión 3D en hormigón en Chile

¿QUÉ ES DISEÑO CIRCULAR?

El Diseño Circular se centra en crear productos y servicios para la economía circular. Es repensar el proceso desde el inicio, para que los materiales y los procesos biológicos tengan un ciclo de vida regenerativo en pro de la sostenibilidad. En otras palabras que vuelva a ser útil una y otra vez siendo transformada, reparada o reciclada.
(Tim Brown)

Hacia un Diseño Circular en la construcción

El 80% del impacto ambiental de un producto se determina durante su fase de diseño.



¿QUÉ ES LA ARQUITECTURA CIRCULAR Y LA HUELLA ECOLÓGICA?

La Arquitectura Circular se centra en el diseño de edificios e infraestructura, materiales, productos y comunidades sostenibles, manteniendo la idea de la cuna a la cuna, para avanzar hacia un ecosistema donde nada se desperdicie. El mayor desafío de la arquitectura circular es conseguir la eficiencia y sostenibilidad, siguiendo los principios de minimizar residuos, respetar el medio ambiente, utilizar recursos renovables y, disminuir la contaminación.

Por otra parte, la huella ecológica mide la cantidad de superficie de agua y tierra necesaria para producir los recursos que utilizaremos y absorber los desechos que generan. Medir el impacto que la humanidad provoca en nuestro planeta permite actuar para ir encauzando las actividades cotidianas hacia formas de vida sustentable. Mientras que monitorear el impacto ambiental que se provoca en el planeta, ayuda a ralentizar el cambio climático.

LOS EDIFICIOS BASADOS EN UNA ECONOMÍA LINEAL

En la actualidad se continúan diseñando proyectos de edificación, sin realizar un análisis del ciclo de vida de, pensando que al finalizar su vida útil, éste terminará siendo demolido, y toda la inversión de diseño y materias primas de alta calidad, quedará acumulada en un vertedero.

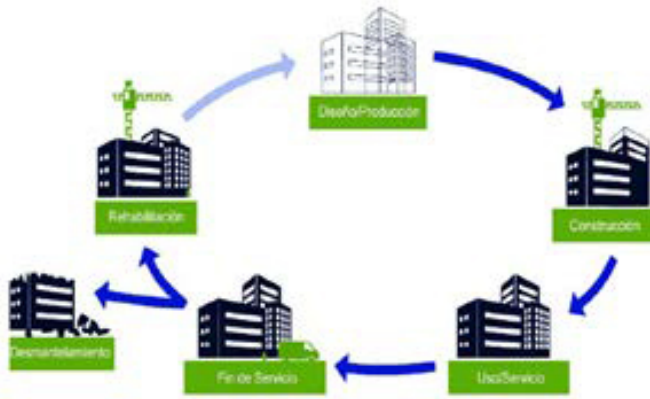
En el último tiempo los proyectos han incluido variables de eficiencia energética, pero eso no significa que los diseños sean circulares. Los edificios de consumo energético casi nulo son un claro ejemplo de que nuestro enfoque sigue siendo la fase de consumo y cómo optimizarlo, pero no se considera el fin del ciclo de vida de la edificación, y tampoco la fase generadora de residuos.

¿CÓMO SABEMOS SI UN PROYECTO ESTÁ DISEÑADO CIRCULARMENTE?

Los edificios circulares tienen en común fases cíclicas que consideran:

- 1. Diseño/Producción:** Desde el diseño se definen los materiales con los que se construirá, tipo de ventilación, optimización de recursos necesarios para el desarrollo de proyecto, etc.
- 2. Construcción:** Se utilizan sistemas constructivos modernos e industrializados que poseen componentes de ensamblaje.
- 3. Uso/Mantenimiento:** El mantenimiento oportuno garantizará la prolongación de la vida útil, logrando evitar el deterioro y finalmente, su destrucción.
- 4. Fin del Ciclo de vida:** El uso del edificio para el que se había diseñado ha terminado, siendo remodelado para un nuevo uso o bien deconstruido para utilizar sus partes en otro proyecto.

Cuando la Arquitectura aplica los principios de la economía circular, crea diseños que contemplan las etapas de uso, fin de servicio y cómo aprovechar la totalidad de sus materiales y sistemas constructivos para otros proyectos.



Algunos de los principios para crear diseños de arquitectura circular son:

1. Los edificios (nuevos y obsoletos) son bancos de materiales en potencia.
2. La estructura debe ser muy duradera.
3. Una envolvente diseñada para ensamblaje y desmontaje; conexiones lo más sencillas posible.
4. Las instalaciones (sanitarias, clima, eléctricas, etc) pueden estar a la vista para tener un fácil acceso y reparación.
5. Los espacios deben ser diseñados de forma flexible para recibir diferentes usos a lo largo del tiempo.

¿POR DÓNDE COMENZAR A DISEÑAR UN PROYECTO CIRCULAR?

Podríamos empezar por cambiar la manera de visualizar los proyectos desde su génesis, valorar el potencial que poseen las edificaciones ya construidas y privilegiar sistemas constructivos que incorporen el desensamblado. En la actualidad, los edificios pasan a considerarse auténticos almacenes de materiales en uso, sin visualizar que en el futuro se convertirán en residuos.

Empezar a incorporar diseño circular agrega valor a los proyectos, ya que cuando se aprovecha al máximo los materiales disponibles se necesita cada vez menos recursos no renovables. Esto influye directamente en los costos de producción, compra de materia prima y huella de carbono de los proyectos.

¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS DE USAR DISEÑO CIRCULAR?

- Minimizar el consumo de recursos y la generación de residuos.
- Reducir las emisiones contaminantes.
- Generar un consumo de energía más eficiente.
- Impulsar la conciencia con la sostenibilidad.
- Alargar la vida de los productos.

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Diseño Circular](#)
- ↳ [Nuevos Principios de DC](#)
- ↳ [Arquitectura Circular](#)
- ↳ [Importancia de la Arquitectura Circular](#)
- ↳ [Digitalización de Diseño Circular](#)
- ↳ [Diseño Circular y Madera](#)
- ↳ [Cinderela - Economía Circular](#)

¿QUÉ ES UN ACV?

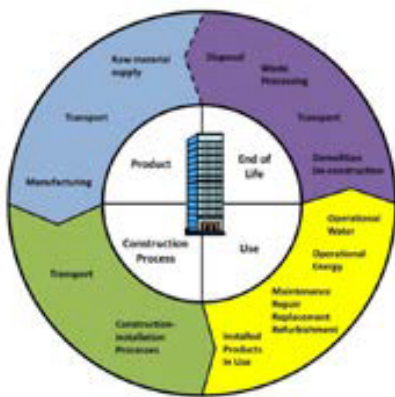
Un ACV (Análisis de Ciclo de Vida) o LCA (por sus siglas en inglés Life Cycle Analysis) es una metodología de trabajo para medir el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema durante el ciclo de vida. Por lo general incluye todas las fases, desde la extracción de materias primas hasta la disposición final autorizada.

¿En qué consiste un análisis de ciclo de vida?

Medir el impacto ambiental de la construcción

Un análisis de Ciclo de Vida (ACV) invita a estimar y evaluar los impactos ambientales de los productos que se utilizan durante todas las etapas del ciclo de un proyecto. También permite elegir materiales más adecuados en aspectos económicos, técnicos y ambientales. El ACV es una herramienta útil para tomar decisiones más sostenibles, permitiendo identificar los puntos críticos de un producto, sistema o proceso y evaluar alternativas para mejorar su impacto ambiental.

Identificar el impacto ambiental permite determinar la huella de carbono asociada a una organización o proyecto. Con esta información se puede contribuir proponiendo soluciones a tiempo para reducir los impactos generados al medio ambiente.



Fuente: Certificados Energéticos

ACV EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Según la Comisión Europea, las edificaciones son responsables del 36% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y del 40% del consumo energético, por ende es necesario realizar un ACV de los proyectos e identificar los puntos débiles para proponer mejoras.

El ACV de un proyecto se concentra en la medición del impacto que cada material entrega al edificio, desde la fabricación hasta una posible nueva vida, debido a que la mayor cantidad de emisiones, según el estudio realizado por Corporate Citizenship, está relacionada con los materiales de construcción, fabricación, distribución y disposición final.

El análisis de ciclo de vida de un proyecto contempla fases según la etapa en que se encuentre cada material:

FABRICACIÓN DEL PRODUCTO	A1	Extracción materias primas
	A2	Transporte a fábrica
	A3	Fabricación
CONSTRUCCIÓN	A4	Transporte del producto
	A5	Instalación y construcción
USO	B1	Uso
	B2	Mantenimiento
	B3	Reparación
	B4	Substitución
	B5	Rehabilitación
	B6	Energía operacional
	B7	Agua operacional
FIN DE VIDA	C1	Deconstrucción y derribo
	C2	Transporte
	C3	Gestión de residuos
	C4	Eliminación final
BENEFICIOS FUERA DE LOS LÍMITES DEL PRODUCTO	D	Reuso Recuperación Reciclaje Energía exportada

Fuente: zeroconsulting

OBJETIVOS DE UN ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Cuantificar: Medir el impacto ambiental por unidad de producto para obtener indicadores comparables con estándares internacionales.

Identificar oportunidades de mejora: Al conocer el desempeño ambiental de cada etapa del ciclo de vida de un proyecto o material, se puede determinar qué acciones son las más beneficiosas para mejorarlo.

Informar de forma objetiva: Aportar información objetiva para que las industrias, los consumidores y el gobierno puedan tomar decisiones de manera informada.

Fomentar la competencia en aspectos medioambientales: Comparar datos de fabricantes y sus declaraciones ambientales fomenta que se trabaje con énfasis en reducir el impacto ambiental de los procesos productivos.



¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES FASES DEL ACV DE UN PRODUCTO?

Para realizar un ACV se deben abordar las 4 etapas principales:



Fuente: zeroconsulting

- **Definición de objetivo y alcance:** Es necesario conocer los motivos por los que se desarrollará el ACV del proyecto y establecer sus objetivos y alcances para trazar un plan de trabajo.
- **Análisis del inventario:** Identificar y cuantificar todas las entradas (consumo de recursos y materiales), y todas las salidas (emisiones al aire, suelo, aguas y generación de residuos) que potencialmente pueden causar un impacto ambiental durante la etapa que se está analizando.
- **Evaluación de impacto ambiental:** Establecer una relación de entradas y salidas en el inventario con los posibles impactos sobre el ecosistema, con el objetivo de clasificar y evaluar cuán graves podrían ser los potenciales impactos generados. En esta etapa se establecen las categorías de impacto y se asocian los resultados del apartado anterior.
- **Interpretación de resultados:** En esta etapa se concluye qué fases o elementos del ciclo de vida son responsables de las cargas ambientales, y con esa información determinar los aspectos a mejorar según los objetivos establecidos en el primer punto.

¿CUÁLES SON LOS MOTIVOS PARA HACER UN ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA EN LA CONSTRUCCIÓN?

Todos los procesos constructivos provocan un impacto ambiental. Añadir el consumo de recursos injustificados y su procesamiento a la ecuación, como se hace hoy en día, refleja lo urgente que resulta cambiar la manera en que hacemos las cosas. Realizar un ACV puede llevarnos al punto de partida y sus directrices para transitar el camino hacia la sostenibilidad en la construcción. Conocer las propiedades medioambientales de los materiales que componen un proyecto y la huella de carbono del mismo, faculta a las empresas para implementar estrategias activas que reduzcan el impacto medioambiental, los riesgos asociados y tomar mejores decisiones. Recordando que solo se puede actuar sobre lo que se puede medir y controlar.

Actualmente existen distintos software que permiten entender cómo usar un ACV, por ejemplo:

- **One Click LCA Ltd**, de origen finlandés desarrolló un software para calcular de forma sencilla y eficiente el ACV de un edificio.
- **ELODIE by CYPE** es un software desarrollado para realizar el análisis del ciclo de vida completo de un edificio de manera óptima en Francia.
- **GaBi** permite utilizar las metodologías de evaluación de impacto más importantes y actualizadas. Ofrece almacenar, analizar y realizar seguimiento del perfil ambiental del producto y/o servicio.
- **SimaPro** es un software que mide la sustentabilidad de los productos, para contribuir a tomar mejores decisiones en pro de mejorar su ciclo de vida.

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Análisis de ciclo de vida de los materiales](#)
- ↳ [Plataforma de Materiales para construcción](#)
- ↳ [Ciclo de vida de los materiales](#)
- ↳ [Ciclo de vida de Edificios](#)
- ↳ [Análisis del ciclo de vida de materiales sostenibles](#)
- ↳ [Oneclicklca](#)
- ↳ [Medición de Huella de Carbono](#)
- ↳ [Estrategias de Medición de Impactos Ambientales en Construcción](#)
- ↳ [Elodie by CYPE](#)
- ↳ [Gabisoftware](#)
- ↳ [Simapro](#)

¿QUÉ PROPIEDADES DEBEN TENER LOS MATERIALES RESILIENTES?

La resiliencia de los materiales significa que estos deben cumplir características como aislantes, elásticos, conductividad, no deben ser tóxicos, reciclables, reutilizables y biodegradables.

TACC 02 - LABORATORIO PARA LA RESILIENCIA Y DURABILIDAD DE LOS MATERIALES

Laboratorio de hidrodinámica Naval

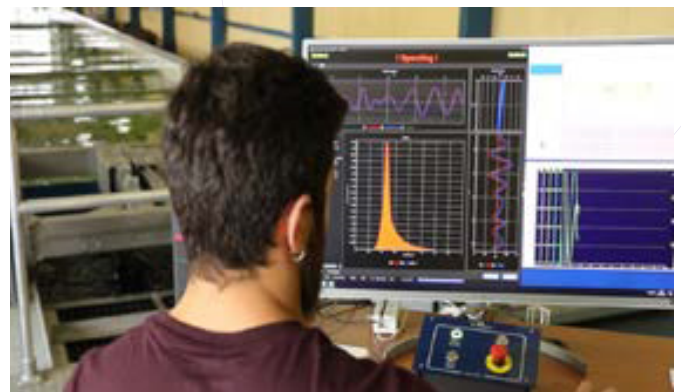


El Laboratorio de Ensayos Hidrodinámicos de la Universidad Austral de Chile, lleva más de 40 años realizando ensayos hidrodinámicos de modelos a escala, simulando las condiciones de operación de distintas naves y artefactos flotantes.

Se utiliza principalmente para actividades de docencia de pregrado, investigación y asesoramiento de instituciones y empresas del ámbito marítimo, tanto a nivel nacional como internacional con un canal de ensayos único de su tipo en Chile, ya que cuenta con un generador de olas reguladas mediante un software y un carro de remolque.

¿QUÉ EQUIPAMIENTO TIENE EL LABORATORIO?

Cuenta con el canal de ensayos que tiene una longitud de 45 metros y una sección transversal de 2,5 metros de eslora. Está construido en acero, cuenta con un sistema de apoyo y permite generar olas hasta de 0,2 metros de altura.



El canal de ensayos es un laboratorio altamente configurable y puede ser utilizado para una gran variedad de ensayos en el ámbito de la hidrodinámica experimental, ya que permite una gran variedad de aplicaciones tales como, sistemas flotantes para la acuicultura, energías marinas, etc.

Además, el taller posee una fresadora CNC de tres ejes con mesa de 2,5 metros x 1,2 metros para el fresado de madera, plástico y aluminio, lo que permite fabricar los modelos a escala.

¿QUÉ ENSAYOS SE REALIZAN?

Se realizan principalmente cuatro tipos de ensayos:

- 1. Ensayos de remolque en aguas tranquilas:** Mide las resistencias al avance de la embarcación a una velocidad determinada y el comportamiento de las corrientes de estructuras flotantes en forma simultánea por 24 horas mínimo.
- 2. Ensayos en olas (en posición fija):** Comportamiento de embarcaciones en distintos tipos de olas para el análisis del sistema de fondeo.
- 3. Ensayos en olas (con carro en movimiento):** Análisis del comportamiento de embarcaciones y estructuras flotantes a las corrientes y olas.

4. Ensayo de Hundimiento y Trimado: Se obtienen los coeficientes de hundimiento de la embarcación o estructuras flotantes.

El sistema de seguimiento óptico de movimiento (Motion Tracking System) producido por la empresa sueca Qualisys, tiene cuatro cámaras que permiten seguir el movimiento de marcadores de los objetos flotantes, capturando su velocidad y aceleración, lo que permite reducir el uso de sensores cableados en los ensayos, optimizando la respuesta de las estructuras, mejorando la eficiencia de extracción de la energía y reduciendo los esfuerzos por cargas de impacto en las naves. Su celda de carga de seis componentes, permite medir fuerza en las tres direcciones z, y, x.

Se debe destacar que se ensayan distintos tipos de materiales que conforman una embarcación, por ejemplo el acero, los tipos de soldadura, todo esto de acuerdo a las normativas regidas por A.W.S. (American Welding Society, Sociedad Americana de Soldadura) por su código aplicable al acero AWS D1.1/D1.1M:2002.

Este laboratorio permite a la industria naval someter a pruebas sus materiales o equipos previo a la generación a gran escala, lo que facilita la toma de decisiones respecto al comportamiento del diseño proyectado.

 **¿QUIERES SABER MÁS?**

↳ Ingeniería UACH
↳ [Canal de ensayos](#)

¿CÓMO ES EL MODELO DE INSCRIPCIÓN?

Actualmente se encuentra detenido su funcionamiento, sin embargo, en condiciones operativas, para acceder a inscribir una vivienda es necesario completar un formulario que se encuentra en la página web. Desde el administrador se pondrán en contacto con el solicitante para comenzar el proceso de medición del comportamiento ambiental de la vivienda y el entorno.

CASO ReNaM: Red Nacional de Monitoreo de viviendas



¿QUÉ SENSORES SE UTILIZAN PARA EL MONITOREO?

Netatmo es el principal proveedor de equipos que se instalan en las viviendas del programa ReNaM. Existen otros equipos como Air-Q que miden más variables ambientales como CO₂, NO_x, VOC, MP2.5, Temp, Humedad, ruido.

¿QUÉ ES ReNaM Y CÓMO FUNCIONA?

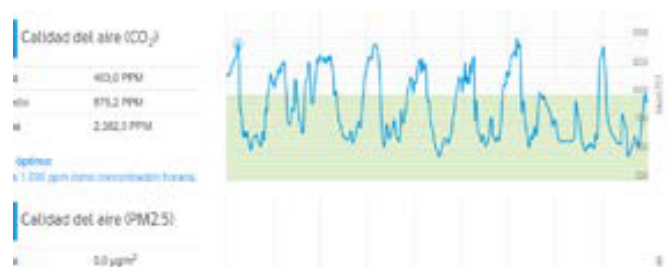
La Red Nacional de Monitoreo, conocida por su sigla ReNaM, consiste en una plataforma que permite conocer en tiempo real la humedad, temperatura, ruido y calidad del aire al interior de las viviendas mediante un sistema de monitoreo de variables ambientales (SMVA) que incorpora sensores, un sistema de procesamiento y transmisión de los datos obtenidos para almacenar en la plataforma.

Esta plataforma utiliza tanto Hardware como Software mediante una API (interfaz de programación de aplicaciones), que permite el monitoreo de medidas ambientales del hogar. Para su desarrollo se utilizaron tecnologías como: MySQL, API Netatmo, Admin LTE, Cron-job, Curl y Yii2.

Para su creación, en 2014 se estableció un convenio con Fundación Chile para el desarrollo de la Red Nacional de Monitoreo. En 2015, se iniciaron actividades enfocadas en investigar metodologías de monitoreo, evaluar tecnologías de medición y plataformas en línea, así como seleccionar variables factibles de monitorear. Durante el 2016 se definieron criterios de selección de viviendas y ciudades a trabajar, se llevaron a cabo pruebas de tecnologías y se desarrolló la plataforma. Al año siguiente se abrió la convocatoria para postulaciones al proyecto, se seleccionaron beneficiarios y se instaló el equipo de monitoreo en diferentes ciudades de Chile.



Estación Meteorológica Inteligente: Consiste en un equipo de monitoreo ambiental que mide la humedad interior y exterior de la vivienda, temperatura, presión atmosférica interior, niveles de ruido y calidad del aire. La información permite a los usuarios ajustar sus actividades a los datos climáticos y de humedad entregados, evitando las enfermedades, mientras que las mediciones de la temperatura y la calidad del aire interior ayudan a añadir confort al hogar.



A través de la aplicación instalada en un teléfono inteligente se pueden consultar las mediciones en tiempo real, además, mediante una luz de colores se informará los niveles de CO2 y se notificará con una alerta que se debe ventilar.

El sensor principal de estación meteorológica cuenta con equipos complementarios (módulo interior) para monitorear más recintos interiores dentro de la vivienda con un máximo de hasta tres habitaciones, y se alimenta mediante una batería con autonomía de un año.

¿CÓMO ACCEDER Y QUÉ INFORMACIÓN TIENE LA PLATAFORMA?

La plataforma cuenta con información recopilada de todas las viviendas monitoreadas a lo largo del país, es de acceso público por medio del sitio web, donde se encuentran consejos para impulsar mejoras que sean beneficiosas para el bienestar y la optimización de los recursos.

Para acceder se debe inscribir la vivienda en Fundación Chile, por medio de un asesor que corresponda a la región donde se encuentra el domicilio que se desea monitorear.

A continuación se presentan resultados de la medición de una vivienda de Santiago con indicadores del comportamiento ambiental en los meses de monitoreo.

TEMPERATURA Y HUMEDAD DE LA VIVIENDA



CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO



¿CUÁNTAS VIVIENDAS A LA FECHA SON MONITOREADAS?

Alrededor de 100 viviendas se encuentran activas al ingresar a la plataforma. En Antofagasta y alrededores, existen 25 viviendas monitoreadas entre departamentos y casas. Entre Santiago, Valparaíso, Los Andes y Rancagua son alrededor de 60, finalizando por Concepción, Temuco y Coyhaique con 15 viviendas monitoreadas. La plataforma fue desarrollada por Kuantum servicios integrales de informática, empresa que también ha implementado otras plataformas como Topten, la que se enfoca en entregar información de los productos con certificación de bajo consumo energético.

En los últimos tres años, el sistema ha enfrentado desafíos administrativos, lo que provocó la interrupción de datos y problemas de conectividad de los monitores al no tener un administrador. Sin embargo, en 2019 se llevó a cabo un piloto de monitoreo de variables ambientales en viviendas de Temuco, en colaboración con la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT). El objetivo fue evaluar aspectos como la caracterización de las viviendas, el monitoreo de variables ambientales y realizar el seguimiento de conductas de uso de las viviendas para integrarlas a la RENAM. Como resultado, se entregaron algunas recomendaciones para la continuidad de la administración, así como protocolos de operación y mantenimiento del sistema en su totalidad. El año 2021 hubo un intento por licitar la administración, operación y mantención de la ReNaM, sin embargo a la fecha este proyecto se encuentra detenido.

¿QUIERES SABER MÁS?

- [ReNam](#)
- [Doi Foundation](#)
- [Pobreza energética y los niveles de contaminación](#)
- [Netatmo](#)
- [Air -Q](#)
- [Calidad del aire y las exposiciones en el sur de Chile](#)
- [Kuantum](#)

¿QUÉ ES MACHINE LEARNING?

Machine Learning es una disciplina del campo de la Inteligencia Artificial que, a través de algoritmos, tiene la capacidad de identificar patrones en datos masivos y elaborar predicciones (análisis predictivo). Este aprendizaje permite realizar tareas específicas de forma autónoma, es decir, sin necesidad de tener una programación explícita.

Plataformas y Softwares referentes en el uso de IA y Machine Learning: Optimal Efficiency



MACHINE LEARNING E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN PLATAFORMAS DE CONSTRUCCIÓN

La forma acelerada en la que avanza la tecnología exige a las empresas innovar de forma constante para lograr ser competitivos en el mercado. El sector de la construcción hoy cuenta con una oferta de softwares de gestión automatizada, los cuales buscan integrar todos los procesos involucrados en cada proyecto para ofrecer experiencias de usuario simplificadas que favorezcan la productividad y reduzcan el reproceso.

La creación de soluciones basadas en **Inteligencia Artificial (IA) y Machine Learning** es lo que hoy se está desarrollando en cuanto a softwares de gestión de proyectos, los cuales ayudan en el fortalecimiento y agilidad de tareas en la industria de la construcción.

La IA convierte años de datos recopilados sobre gestión de proyectos en información útil con predicciones, que permiten a los diseñadores, inmobiliarias y constructoras ajustar sus costos a fin de ser más competitivas.

Algunos de los beneficios que aporta la IA en construcción son:

Evita sobrecostos en proyectos: Las redes neuronales permiten utilizar datos de proyectos anteriores, a fin de establecer modelos predictivos en futuros proyectos, mediante el análisis de los diferentes procesos de la construcción y el establecimiento de hitos claves.

Optimiza el diseño de edificios: Por medio de diferentes softwares que permiten aplicar diferentes metodologías como BIM (Building Information Modeling), Lean, entre otras, los diferentes agentes implicados en la construcción del edificio pueden ingresar información asociada a modelos únicos. Estos softwares, mediante la utilización de algoritmos de aprendizaje automático, pueden predecir posibles conflictos, minimizar sus efectos y generar alternativas válidas.

Mitigación de accidentes: La construcción es el sector económico que mayor tasa de accidentabilidad presenta. La inteligencia artificial se está utilizando para realizar una monitorización y evaluación continua del espacio de construcción, y así evitar y mitigar los posibles riesgos.

Planificación de proyectos: Mediante el uso de robots y sistemas de monitorización de planta, es posible analizar la evolución de una obra. Utilizando diferentes técnicas de inteligencia artificial, como el aprendizaje por refuerzo, se pueden establecer planes de ejecución de un proyecto y seleccionar aquellos escenarios de ejecución más óptimos, tanto por tiempo, costo o nivel de seguridad.

Control de mano de obra: Las empresas de construcción están utilizando el aprendizaje automático para planificar mejor la distribución de mano de obra y maquinaria en los puestos de trabajo. Un robot evalúa constantemente el progreso del trabajo y la ubicación de cada uno de los operarios y equipos. Con esta información, una red neuronal decide cual es el lugar óptimo de cada trabajador en cada una de las fases de la construcción.

Progresar en estos temas ha sido complejo debido a la alta resistencia al cambio que en general sufre el sector de la construcción. Optimal Efficiency, es una plataforma que conjuga Machine Learning e IA y puede ser aplicada a la industria.

¿EN QUÉ CONSISTE OPTIMAL EFFICIENCY (OE)?

Este software está diseñado para la gestión de proyectos de la industria del gas, petróleo, minería y las distintas áreas de la construcción utilizando conceptos de Machine Learning e IA. Su propósito es optimizar los procesos de negocios entregando diferentes herramientas, como por ejemplo, sistemas de gestión de información y documentos, sistemas de notificaciones y alertas en tiempo real que ayuden a escalar los eventos a distintos niveles gerenciales, controlar los costos del proyecto, gestionar logísticas, seguridad y salud laboral, y aportar con componentes de realidad aumentada.

Su propuesta de valor consiste en administrar fácilmente proyectos, de principio a fin, ahorrando tiempo y generando un aumento en las ganancias de los clientes.

¿QUÉ CARACTERÍSTICAS TIENE OPTIMAL EFFICIENCY (OE)?

OE es un programa tipo SaaS (Software como Servicio o por sus siglas en inglés Software as a Service) que ofrece diferentes módulos:

Nexo: Este módulo cuenta con gestión de usuarios, compañías, personas, roles, publicación y distribución de documentos, activación y configuración de notificaciones.

Inteligencia Artificial: Permite recibir soluciones inteligentes del análisis de patrones, tendencias y problemas potenciales, logrando entregar soluciones en obra que sean más eficientes y de mejor calidad.

Blockchain: Uso de base de datos distribuidas para la integración del módulo de contratos administrativos y logística.

Realidad Aumentada: Visualización en 3D de la documentación del proyecto, colaboración en tiempo real con otros involucrados mediante dispositivos de realidad aumentada, contribuyendo a la supervisión del detalle de avance de proyectos.

Control de Costos: Automatización de reportes de finanzas, gestión de presupuestos, duración y valor ganado, lo que permite analizar reportes de desviaciones y tendencias de los principales indicadores claves asociados a las finanzas de la empresa.

Integración de Softwares: Cuenta con la capacidad de interconectarse con distintos softwares utilizados en el rubro, como MS Project, SAP, Primavera.

Además considera los módulos de Logística, Seguridad y Salud Industrial, Gestión de Obras y administración de Contratos.



¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS DE UTILIZAR OE?

Al contar con distintos apartados asociados a la gestión de proyectos, el software puede ser utilizado en diversas áreas para manejar los problemas más comunes que se generan en la industria y que han sido repetitivos por muchos años. De esta manera las organizaciones pueden:

1. Tomar mejores decisiones, rápidas e informadas.
2. Disponer de datos en tiempo real.
3. Reducir riesgos con inteligencia de negocios.
4. Disminuir los costos de gestión de cada proyecto en un 15% aproximadamente.
5. Estar integrados con los distintos sistemas y ejes de la empresa.
6. Mejorar los procesos de control.

El software OE hasta el momento se ha utilizado en pilotos de empresas constructoras y mineras de Canadá que se encuentran bajo la NDA (acuerdo de confidencialidad).

¿QUIERES SABER MÁS?

- [Optimal Efficiency](#)
- [Seminario de Eficiencia Óptima](#)
- [Consultoría Optimal Efficiency](#)
- [IA en la construcción](#)
- [Aplicaciones de IA](#)

¿QUÉ ESTAMOS HACIENDO PARA MEJORAR ESTA SITUACIÓN?

La Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés, International Energy Agency) señala que los edificios consumen alrededor de 40% de la energía final del mundo y producen el 33% de las emisiones de gases de efecto invernadero, de manera directa o indirecta.

Método de Evaluación Cero Emisión asociada a la energía y al carbono en el comportamiento de un Edificio



De acuerdo con Carbon Leadership Forum, las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) asociadas a los edificios se dividen en:

- 1. Carbono incorporado:** Corresponde a las emisiones asociadas con los materiales y los procesos constructivos a lo largo de todo el ciclo de vida de una edificación. Estas emisiones representan alrededor del 30% de las emisiones globales de CO₂ relacionadas con la energía.
- 2. Carbono operacional:** Corresponde al uso de energía que se ocupa durante la operación del edificio. El carbono operacional puede llegar a representar el 18% del impacto sobre el cambio climático durante la vida del edificio.

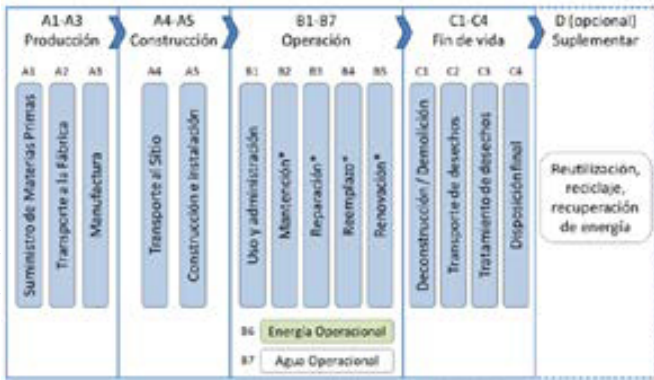
La investigación Proyecto Annex 57 “Evaluation of Embodied Energy and CO₂eq for Building Constructions” desarrollada por la Agencia Internacional de la Energía (IEA), revela la situación real del CO₂ después de realizar un análisis de los datos teóricos, la información recopilada y sus métodos de cálculo. Este estudio determinó que las emisiones de carbono pueden dividirse en cuatro etapas:

- 1. Emisiones de Producción (ECO₂eqp):** Corresponden a las emisiones producidas por los procesos de extracción de materia prima, su transporte, transformación y almacenaje en fábrica.
- 2. Emisiones de Construcción (ECO₂eqc):** Se generan desde el transporte del material a la obra, el proceso de construcción e instalación de los materiales, incluyendo pérdidas y retrabajos, emisiones por retiro de escombros y problemas de gestión asociados a la construcción tradicional.
- 3. Emisiones de Uso (ECO₂equ):** Corresponden al uso, mantenimiento, reemplazo y rehabilitación de los elementos cuya vida útil es menor a la considerada para el edificio, y son emitidas durante la fase de operación de las edificaciones.
- 4. Emisiones de Fin de Vida (ECO₂eqeol):** Consideran los procesos para el desmantelamiento, reciclaje y/o disposición final de los elementos que conforman las edificaciones (IEA, 2019).

CICLO DE VIDA DE LA EDIFICACIÓN: CARBONO INCORPORADO Y CARBONO OPERACIONAL

Los estándares ISO 21930 y EN 15978 definen las etapas del ciclo de vida de un proyecto, considerando la producción de materia prima, la construcción del proyecto, la utilización y el fin de su ciclo. Estos estándares otorgan los datos necesarios para gestionar el carbono generado.

A continuación, se presenta un esquema donde se visualiza el ciclo de vida y las emisiones que se generan.



Fuente: Ecoed.cl
Fuente: Carbon Leadership Forum

MÉTODOS DE EVALUACIÓN



Al clasificar las emisiones incorporadas de un edificio por sus elementos constructivos, se observó que las fundaciones y estructuras abarcan el 46% del total de estas emisiones, seguido por las cubiertas y escaleras con un 21%. En tercer lugar se encuentran las terminaciones con un 16%, luego los trabajos de fachada generan un 13% y finalmente, los sistemas mecánicos y eléctricos aportan un 4% de las emisiones incorporadas (RICS, 2019).

Esta información deja en evidencia que todas las emisiones que se generan durante todo el ciclo de vida de un proyecto pueden ser clasificadas. La clasificación se realiza con el fin de obtener indicadores respecto al comportamiento ambiental de los recintos los cuales están conformados por los siguientes elementos:

- La eficiencia energética en la fase de uso medida en kWh/m²/año
- El Potencial de Calentamiento Global durante el ciclo de vida medido en kgCO₂eq/m²/año (UE, 2017)

Estos elementos se traducen directamente en Emisiones Incorporadas y Emisiones Operacionales de la edificación respectivamente.

Los métodos de evaluación son parte de la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) y están definidos por los estándares ISO 14040 y ISO 14044. Teniendo el ACV disponible, las estimaciones se pueden adaptar a cualquier fase del proyecto, desde el diseño hasta el funcionamiento y posterior mantenimiento.

Hoy en día ya están disponibles en el mercado softwares que permiten medir fácilmente las emisiones generadas por un proyecto. En Chile se puede disponer de esta tecnología con softwares como: Rukaru, Ábaco, Ecobase Construcción, entre otros.

A nivel europeo, se observa un esfuerzo por evaluar no solamente indicadores económicos y sociales, sino también de calidad ambiental de las edificaciones y cómo éstas afectan a la salud de las personas. Las emisiones incorporadas, junto con las emisiones operacionales toman protagonismo como representantes de la calidad ambiental, al mantener un carácter cuantitativo.

En la actualidad, solo existen 3 países de la Unión Europea (Francia, Holanda y Alemania) que disponen de una normativa vigente para contabilizar las emisiones de CO₂ en la etapa previa a la construcción de edificios en conformidad con la normativa EN 15978:2011.

A continuación se detallan las metodologías y métodos de evaluación aplicables para cada una de las certificaciones:

Nombre	LEED	BREEAM Internacional	EDGE Buildings	Active House specifications	LEVER	Indoor Buildings
Región	Global	Global	Global	Unión Europea	Unión Europea	Unión Europea
Actores	USGBC	BREE Group	IFC, BM	BEC	EU building	CEMA
Año	1998	1990	2012	2016	2016-2018	2014-2017
Metodología	ACV etapa de producto	ACV etapa a puerta	Comparación de materiales catalogados como de bajo carbono	ACV como a través un estándar de transporte	EN 15904, ISO 16044	EN 15904-4L, en 2017
Alcance	Toda edificación nueva	Toda edificación nueva	Toda edificación nueva	Toda edificación residencial nueva	Toda edificación nueva	Toda edificación nueva
Fuente de información	Green Database	Embodied, EPDs	Edge APP	SimPro, EPDs	Carbon Footprint LITE, CarbonScopeLite, EPDs	EPD de cada país
Método de Evaluación	Comparación volumétrica de emisiones incorporadas	Contabilización de emisiones incorporadas en la etapa de producto	Hoja de ruta para descarbonización. Incluye emisiones ciclo de vida en el tiempo.	Valores tabulados para 4 categorías	Contabilización de Emisiones para desarrollo de escenario de diseño para toma de decisiones	Estudio de valores de acuerdo con su tipología
Incentivos	Puntos categoría materiales	Puntos categoría materiales	Puntos categoría ambiental	Puntos categoría ambiental	Elaboración base de datos referencial para cada país	Compensación basada en acciones regulaciones, ahorro en energía y agua
Certificado Energético	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Certificado de sostenibilidad	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Requisitos de Sostenibilidad	Voluntario	Voluntario	Voluntario	Voluntario	Voluntario	Voluntario
Número Proyectos	80.000	10.000	265	109	126	809

Fuente: Emisiones Incorporadas (2020).

ESTÁNDAR 228

El Estándar 228 de ASHRAE establece los requisitos para evaluar si un edificio o un grupo de edificios cumple con la definición de “Energía Neto Cero” o “Carbono Neto Cero”, proporcionando metodologías para expresar la calificación asociadas a las edificaciones nuevas o la operación de las ya existentes, basada en la ASHRAE Standard 105. Este estándar dirige los flujos de energía y carbono a través de los límites de un sitio y su medición.

- Asignaciones para sitios que carecen de la oportunidad de producir energía renovable adecuada, al tiempo que se establecen requisitos adicionales sobre el uso de carbono externo y energía renovable.
- Cálculo definido de energía. Un multiplicador de la energía que cruza el límite del sitio para incluir la energía utilizada o pérdida en la extracción, generación y tránsito al sitio.
- El cálculo energético principal se realiza en términos de factores medios anuales.

Más de este estándar en el siguiente reporte de Vigilancia Tecnológica.

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Estándar de Construcción Sustentable](#)
- ↳ [Ciclo de vida completo en Piloto Edificación \[www.abacochile.cl\]\(http://www.abacochile.cl\)](#)
- ↳ [Cero Emisiones](#)
- ↳ [Edificios de Energía Cero](#)
- ↳ [Arquitectura Cero en China](#)
- ↳ [Evaluation of Embodied Energy and CO2eq for Building Construction](#)
- ↳ [Abaco](#)
- ↳ [Rukaru](#)
- ↳ [Estado del Arte Huella de Carbono para Edificaciones](#)
- ↳ [Norma 228-2023](#)
- ↳ [Huella de Carbono](#)

¿CUÁNTO SE PUEDE DISMINUIR LA GENERACIÓN DE CO2 UTILIZANDO SISTEMAS AUTÓNOMOS FOTOVOLTAICOS?

Según Investigadores de EUPD Research se pueden disminuir hasta el 45% de las emisiones de CO2, además si el sistema cuenta con baterías de almacenamiento de energía se puede llegar a una reducción del 85%.

Sistema de Energía Autónomo - Caso: Acciona



EQUIPO ELECTRÓGENO PORTÁTIL FOTOVOLTAICO MOBIL-GRID

Acciona desarrolló un proyecto para sustituir un grupo electrógeno diesel de 100 KVA, que suministra energía al campamento de maquinaria pesada de la obra de ampliación Embalse Relaves. El alcance de la implementación fue alimentar 10 casetas y las herramientas eléctricas por un periodo de dos años.

¿QUÉ TECNOLOGÍA SE IMPLEMENTÓ?

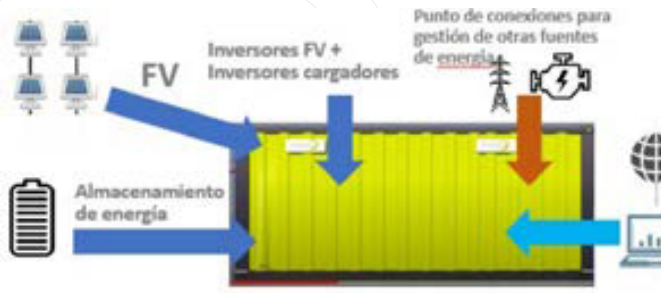
Mediante el proveedor ESOSUN Innovations, una empresa francesa dedicada al desarrollo, diseño y fabricación de soluciones de energía renovable "plug and play", Acciona trajo a Chile un equipo generador eléctrico portátil MOBIL -GRID ROLL UP, que consiste en un contenedor equipado de 20 pies, con capacidad de potencia de campo solar de 26 kWp, baterías con capacidad de almacenamiento de energía 20 KWh y un inversor de 24 kVa (salidas monofásicas y trifásicas).

Mobil-Grid®		Contenedores de 20 o 40 pies
Desde 30		Potencia kWp: Desde 9 hasta 150
Hasta 400 paneles		Almacenamiento de energía en kWh: Desde 15 hasta 180*
Despliegue en 1-2 días		
Semipermanente		

Para las obras de construcción, esto significa una alternativa robusta, debido a que tiene una duración mayor en ambientes extremos, es rápido de ejecutar y fácil de dismantelar al final de la vida útil, permitiendo un traslado constante sin tener pérdidas y con un bajo impacto ambiental, ya que el suelo el subsuelo no sufren cada vez que se retira debido a que el terreno queda en su estado original, reduciendo al mínimo el impacto que se podría producir utilizando otras tecnologías.



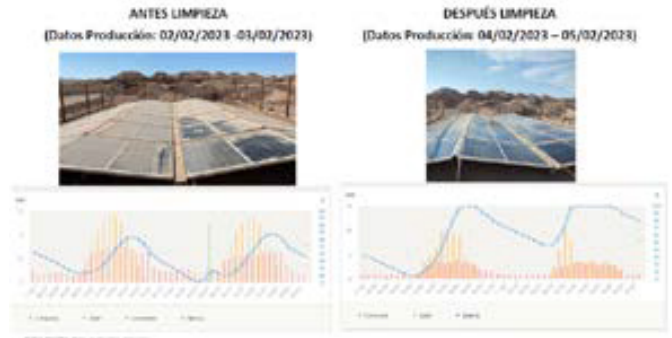
Estos contenedores están aislados y son herméticos debido al uso de tabiques interiores que vienen pre construidos desde el suelo hasta el techo. Por otro lado, el cierre lateral se realiza con paneles machihembrados tipo sándwich. El revestimiento exterior e interior es de acero galvanizado, perfilado y lacado. Todos los componentes y materiales están protegidos eficazmente contra los ambientes salinos, el polvo, la arena y la humedad.



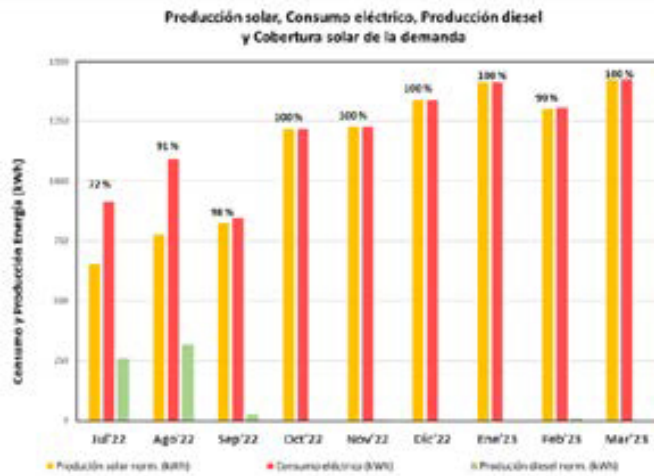
RESULTADOS OBTENIDOS CASO ACCIONA

Se levantaron métricas durante nueve meses, de lo que se concluye que el sistema cubre el 94% de la demanda energética del proyecto con energía fotovoltaica, produciendo 9.987 kWh para un consumo de 10.586 kWh y generando una diferencia de 599 kWh que se complementan con la generación de grupo electrógeno. Con la implementación de este equipo en el proyecto se ahorraron 12.984 litros de combustible gasoil. Además, se evitó generar en el medio ambiente 39 toneladas de CO2.

Si bien el costo del equipo ronda los 80 mil dólares aproximadamente, Acciona tiene dentro de sus políticas ambientales, dedicar recursos para estrategias que contribuyan a la descarbonización.



Cualquier negocio, ya sea del sector industrial, minería, construcción o de servicios, necesita suministro eléctrico para poder realizar las funciones básicas en sus instalaciones. Por tanto, contar con la mejor solución energética y sustentable es un punto clave a la hora de reducir los costos fijos de la actividad económica y reducir las emisiones de los procesos.



Se debe destacar que la limpieza de los equipos debe ser constante debido a que esto podría ocasionar una baja en la producción de energía.

¿QUIERES SABER MÁS?

- [Ecosun](#)
- [Ecosuninnovations](#)
- [Ecosun Innovations - Mobil Grid](#)
- [Quantica Renovable](#)

Se está desarrollando una fachada modular de aluminio que se puede ensamblar e interconectar fácilmente. Consta de una capa interior con perfilería estructural y aislamiento, y una capa exterior con paneles intercambiables que pueden incorporar tecnologías activas como la fotovoltaica y los paneles solares. El diseño modular permite flexibilidad para adaptarse a diferentes escenarios de rehabilitación de edificios.

Desafíos técnicos de los sistemas constructivos no estructurales



Los sistemas constructivos no estructurales juegan un papel fundamental en la arquitectura moderna, aportando versatilidad, estética y eficiencia a los edificios. Sin embargo, su implementación presenta desafíos técnicos que deben abordarse de manera adecuada para garantizar su funcionalidad y durabilidad. Entre los principales se encuentran los relacionados con el diseño y compatibilidad, el aislamiento térmico y acústico y la resistencia al fuego.

La ingeniería de fachadas es un aspecto fundamental en el diseño, donde los principales factores técnicos que influyen son:

Resistencia al viento: El viento puede generar fuerzas significativas en la fachada, lo que puede provocar deformaciones, vibraciones y fallas en los componentes. Para superar este desafío, los ingenieros deben utilizar técnicas avanzadas de análisis de viento para diseñar una fachada que pueda soportar las fuerzas del viento sin sufrir daños.

Carga estructural: Los ingenieros de fachadas deben diseñar sistemas de anclaje y soporte que sean fuertes y duraderos, y así garantizar la estabilidad de la fachada. Además deben cumplir con las normativas vigentes como elementos no estructurales frente a la carga muerta que aportan en las estructuras, además de las solicitaciones sísmicas que deben resistir y evitar convertirse en elementos riesgosos y dañinos frente a un evento telúrico.

Elección de materiales: La elección de los materiales es otro desafío crítico, ya que los utilizados en la fachada deben ser ligeros pero resistentes, duraderos y estéticamente atractivos. Además, deben cumplir los requisitos de resistencia al fuego y a los impactos. La elección de los materiales también tiene un impacto significativo en la eficiencia energética y el diseño circular, donde se busca privilegiar materiales sustentables y la optimización de recursos.

Eficiencia energética: La fachada no es solo la primera línea de defensa contra los elementos, sino que también es responsable de la eficiencia energética del edificio. Una fachada mal diseñada puede provocar fugas de aire, pérdida de energía y mayores costos de mantenimiento. La elección de materiales aislantes adecuados y la implementación de tecnologías avanzadas de gestión energética son fundamentales para garantizar la eficiencia energética. Es clave tener en consideración los sellos y puentes térmicos o las características de una adecuada fachada ventilada.

SOLUCIONES PARA LA INGENIERÍA DE FACHADAS

Dado los desafíos planteados, una de las soluciones más efectivas para la ingeniería de fachadas en edificios de gran altura es el uso de materiales avanzados. Por ejemplo, el **vidrio laminado de alta resistencia** es una opción popular para fachadas, ya que ofrece una mayor resistencia al viento y una excelente eficiencia energética. Además, los **materiales compuestos** pueden ofrecer una combinación única de resistencia y flexibilidad. Lo anterior, combinado con tecnologías avanzadas pueden ser una solución efectiva para mejorar la eficiencia energética. Por ejemplo, la utilización de **ventanas inteligentes** que cambian de opacidad en respuesta a las condiciones climáticas pueden reducir la can-

tividad de calor que entra en el edificio, reduciendo la necesidad de aire acondicionado. **Los sensores de temperatura y humedad** pueden ayudar a controlar y ajustar el sistema de ventilación de la fachada para maximizar la eficiencia energética.

Tecnologías como los **sistemas de energía solar integrados** en la fachada o las plantas de energía geotérmica, pueden reducir aún más la dependencia de los combustibles fósiles y aumentar la eficiencia energética del edificio.

Otro enfoque importante, es la **integración del diseño estructural desde el inicio del proceso de diseño**. Esto puede incluir la utilización de sistemas de soporte y anclaje de alta resistencia, así como la incorporación de detalles arquitectónicos innovadores, que mejoren la eficiencia energética y la estética del edificio.

Finalmente, el uso de los **paneles prefabricados de madera, hormigón o acero** pueden mejorar la resistencia y estabilidad de la fachada, ya que sus piezas son resistentes y duraderas y soportan eficazmente los cambios climáticos. Además, son más ligeras que otros sistemas con acabados similares y permiten **rapidez y facilidad de instalación**, menor costo frente a otros sistemas, son totalmente impermeables y presentan un excelente aislamiento acústico.

DESAFÍOS Y SOLUCIONES DE LAS FACHADAS PREFABRICADAS

Complejidades de diseño e ingeniería: El diseño y la ingeniería de componentes prefabricados requieren una atención especial para garantizar un ajuste preciso durante la instalación.

Problemas de comunicación: La comunicación efectiva entre arquitectos, ingenieros, fabricantes y contratistas es crucial para evitar errores, demoras y costos adicionales.

Problemas de control de calidad: El control de calidad es fundamental para asegurar que los componentes prefabricados cumplan con las especificaciones requeridas y evitar fallas estructurales, de sustentabilidad y riesgos para la seguridad.

Dificultades de programación y secuenciación: La fabricación y la instalación de componentes prefabricados requieren una cuidadosa programación y secuenciación para garantizar un proceso eficiente y coordinado.

Problemas de transporte y espacio limitado: El transporte y la manipulación de componentes prefabricados pueden presentar desafíos debido al tamaño, peso y acceso limitado en el sitio de construcción. Es importante ajustarse a la normativa en cuanto a transporte y a planificar adecuadamente el suministro a terreno para evitar atrasos que desvíen los plazos de entrega y merme el beneficio que la optimización de las fachadas puede otorgar.

Para superar los desafíos anteriores se propone:

Uso de tecnología y software avanzado: El uso de software de modelado 3D y la Metodología BIM puede ayudar a identificar y resolver problemas de diseño e ingeniería antes de la fabricación, mejorando la eficiencia y la precisión.

Mejora de la comunicación y la colaboración: Establecer integración temprana, canales claros de comunicación, reuniones colaborativas periódicas y compartir información a través de plataformas digitales puede mejorar la comunicación y evitar descoordinaciones.

Implementación de medidas de control de calidad: Inspecciones y pruebas regulares durante todo el proceso de fabricación aseguran que los componentes cumplan con las especificaciones requeridas y minimicen los riesgos.

Prácticas efectivas de programación y secuenciación: Utilizar software especializado para planificar y secuenciar la fabricación e instalación de los componentes, evitando retrasos en el suministro de las fachadas y conflictos con otras partidas.

Estrategias innovadoras de transporte y logística: Utilizar técnicas de modularización y equipos especializados para facilitar el transporte y la instalación en espacios y áreas de acceso limitado.



¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Ingeniería de fachadas de edificios de gran altura](#)
- ↳ [Fachadas Smart](#)
- ↳ [Challenges faced precast detailing](#)
- ↳ [Fachadas Industrializadas](#)
- ↳ [Beneficios de Fachadas Industrializadas](#)
- ↳ [Ventajas y desventajas de la fachada prefabricada](#)

La evidencia indica que para lograr y asegurar el beneficio de productividad y calidad que entregan los prefabricados, se debe tener una buena planificación y logística del proyecto, incorporando a todos los actores clave de forma temprana, en el desarrollo del mismo.

Hormigón prefabricado: Incremento de productividad y calidad de los productos



Al abordar el índice de productividad en Chile, los últimos estudios dan cuenta que éste marca una tendencia al estancamiento. Según informó la Comisión Nacional de Productividad CNP a comienzos de 2021, la Productividad Total de los Factores (PTF) cayó en un 0,7% en 2020, algo menor que en 2019 (1,1%), lo que grafica esta posición.

Según el informe de productividad de Matrix Consulting mandatado por la CChC, en edificación las obras nacionales presentan en promedio un indicador de productividad de 0,24 m² persona-día, mientras que la muestra internacional es de una media de 0,37 m² por persona-día; un 53% mayor. En términos simples, si un edificio promedio de la muestra nacional es de 13 pisos, alcanzar el nivel de productividad de países referentes podría significar adicionar 6 pisos, empleando la misma cantidad de personas.

Una de las recomendaciones de este documento, corresponde al incremento del uso de elementos prefabricados como parte de las estrategias de incorporar industrialización en los procesos constructivos. A nivel nacional, el documento indica que aquellas obras que incorporan elementos prefabricados logran un 2223% más de productividad laboral que aquellos que no los utilizan.

La incorporación de prefabricados en una obra genera un incremento en la rentabilidad del proyecto, reduciendo los costos, tiempos y recursos humanos en las distintas partidas. Además, permite que los ingenieros y arquitectos se planifiquen y programen las distintas actividades con mayor exactitud, ya que los productos llegan a las obras completamente personalizadas y listas para su instalación.

Algunas ventajas de este método constructivo son:

Masificación e industrialización: los prefabricados de concreto son productos a medida, producidos en plantas industriales, lo que permite obtener garantías en la funcionalidad y calidad del producto.

Ahorro de tiempo: este tipo de elementos se montan in situ, lo que permite reducir tareas auxiliares y mano de obra.

Mayor seguridad: la resistencia de los prefabricados de hormigón está garantizada desde la salida de la planta y a lo largo de toda la vida del producto.

Alta resistencia: los prefabricados tienen una alta resistencia al fuego, entre otras situaciones adversas.

Aislación térmica y acústica: este tipo de elementos mejoran el aislamiento acústico y optimización energética mediante la masa térmica.

Calidad: la calidad del producto está avalada por la empresa fabricante, independiente de la ejecución.

Sostenibilidad: el uso de prefabricados de hormigón permite un óptimo control de impactos ambientales, sociales y económicos.

Versatilidad: estas soluciones se adaptan a cualquier necesidad técnica o de diseño y consiguen una alta competitividad.

RECOMENDACIONES PARA ASEGURAR PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

Se recomienda realizar una evaluación del costo - beneficio de la incorporación de elementos de hormigón industrializados en una obra, considerando todo el ciclo de vida. Además, la incorporación de elementos prefabricados en etapas tempranas de diseño y establecer metodologías de trabajo colaborativo. Fuente: Espremix

El acopio, transporte y montaje puede afectar a los elementos si estas operaciones no son efectuadas por personal capacitado. Muchas veces la dimensión del elemento puede ser limitada por el medio de transporte y la capacidad para el montaje, por lo que se debe considerar la forma de transporte y las cargas transitorias que tiene el elemento durante el transporte y montaje. Además, se debe tener en cuenta la ubicación de la obra (con respecto a la planta de fabricación).

Las uniones de elementos de hormigón industrializado son un tema relevante que debe estar resuelto en el proyecto y que debe ser ejecutado con especial cuidado y controlado por un especialista. Los tipos de uniones que se pueden presentar, según lo que establezca el proyecto son: húmedas, húmedas en losas, dúctiles, secas, soldadas e híbridas.

Finalmente, se debe tener en cuenta la normativa que rige este tipo de soluciones como las nacionales; NCh170: Hormigón - Requisitos generales; NCh433: Diseño sísmico de edificios; NCh2369: Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales; NCh2745: Análisis y diseño de edificios con aislación sísmica; NCh3357: Diseño sísmico de componentes y sistemas no estructurales y las internacionales: ACI318: Requisitos para la construcción de hormigón armado.



Fuente: Espremix

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Optimizando la construcción con hormigones prefabricados](#)
- ↳ [Estudio de productividad del sector construcción](#)
- ↳ [Prefabricados y sus ventajas](#)
- ↳ [Productividad en la industrialización con hormigón](#)
- ↳ [Integración temprana en el trabajo con prefabricados de hormigón](#)
- ↳ [Soluciones de prefabricados de hormigón en minería](#)
- ↳ [Elementos de Hormigón Industrializado en Edificaciones: Ventajas](#)

Losas industrializables híbridas de baja huella de carbono



Con el propósito de agilizar el ritmo de productividad en el área de la construcción y atender esta demanda desde una mirada más sustentable, un grupo de investigadores del Centro Nacional de Excelencia para la Industria de la Madera (CENAMAD), desarrolló el proyecto FONDEF ID20110312: “Bases técnicas para la inclusión de losas industrializables de baja huella de carbono en la normativa chilena”, cuyo objetivo principal fue desarrollar las bases científicas y tecnológicas para fomentar el uso de losas industrializadas de madera y hormigón-madera.

En cuanto a la metodología de estudio, se consideraron cinco tipologías de losas y bajo losas industrializadas de madera: Losa de Entramado Ligero, Losa de Entramado con Vigas - I-Joist, Losa de Entramado con Alta Resistencia, Losa CLT + Hormigón Prefabricado y Losa Híbrida Madera NLT + Hormigón Armado.

Del estudio surgieron tres propuestas de producción: método de diseño sísmico de losas industrializadas de madera, método de diseño gravitacional de losas hormigón-madera y método de diseño de uniones losa-muro y estudio desempeño no estructural de losas industrializadas.

¿QUÉ SON LAS LOSAS MADERA-HORMIGÓN?

En términos sencillos, corresponden a un sistema constructivo que consiste en colocar madera en la parte inferior, hormigón en la parte superior, y conectar mediante un conector de corte.

LOSAS HÍBRIDAS MADERA HORMIGÓN

Algunos beneficios de este sistema, es que este tipo de losas reducen el 50% del espesor de hormigón, eliminan el uso del moldaje (ya que la madera actúa como moldaje permanente) y disminuyen el uso de alzaprimas. Con estas losas compuestas, también hay una reducción de un 10% de la masa sísmica del edificio y reducción de hasta un 50% de residuos y pérdidas de material. El uso de esta solución se aplica en la renovación de estructuras y construcción de nuevas estructuras como losas o puentes.

En comparación con losas de madera, mejora la aislación acústica, mejora la resistencia al fuego, logra un diafragma más rígido (al estar presente el hormigón) y mejora las propiedades dinámicas de la losa. Si las comparamos con losas de madera-hormigón no colaborantes (hormigón solo actúa como peso muerto), se puede notar un aumento de rigidez y resistencia.

Además, es posible realizar losas de CLT con hormigón prefabricado; es decir, el ensamblaje es pos fraguado del hormigón, donde se pueden evitar varios fenómenos como la deflexión de la losa por retracción del hormigón, por mencionar algún ejemplo, ya que ésta ocurriría antes de montarlo.

TIPOS DE CONECTORES LOSAS HÍBRIDAS

- **Mallas HBV, TicomTec:** consiste en una malla de acero insertada parcialmente en un corte longitudinal en la madera utilizando adhesivo, quedando embebida en el hormigón por su parte superior.
- **Conector SFS de intecRothoblaas:** tornillo que posee dos cabezas, que le permite ser insertado a una profundidad fija para que la parte superior pueda anclarse en el hormigón.
- **Conector Notched:** consiste en realizar una ranura en la madera, donde el hormigón lo llenará al ser vaciado y se formará un taco con la capacidad de tomar fuerzas de corte entre el hormigón y la madera.

Los ensayos realizados en el proyecto FONDEF de CENAMAD, consideraron losa de NLT con hormigón armado, buscando comparaciones entre los conectores comerciales SFS de Rothoblaas (de menor rigidez), con conectores tipo Notched, que corresponde a una conexión muy rígida (pero con un comportamiento frágil).

Finalmente, se estima que todos los resultados de este proyecto sean incorporados en la NCh1198 en los próximos dos años, así como también, las fichas de desempeño no estructural.



Fuente: CENAMAD



RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES

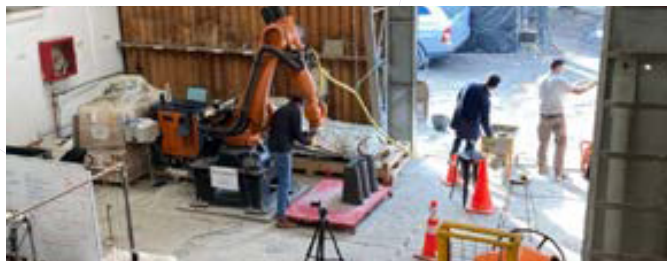
El proyecto FONDEF incorporó dos tipos de ensayos vibratorios: uno preliminar, que tiene que ver con la medición de propiedades dinámicas verticales de losas y, por otro lado, la medición de vibraciones por caminatas de personas. Con este último, se puede correlacionar el nivel de vibración con eventuales molestias de serviciabilidad. Existe evidencia científica de los últimos años que demuestra que las vibraciones verticales pueden controlar el diseño de las losas en general, sobre todo en las losas madera-hormigón. Además, fue importante incorporar este ensayo porque en la actualización de la normativa chilena NCh1198 se están agregando algunos elementos más específicos en control de vibraciones.

Los resultados obtenidos, para diseño flexional de losas compuestas NLT y CLT con hormigón podrían ser interesantes para el mercado cuando se requiera gran capacidad lateral o flexional contando con un paquete de losa reducido.

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↘ Proyecto de losas industrializables CENAMAD
- ↘ Solución híbrida de madera y hormigón en Chile
- ↘ Madera21: Ingeniería y Diseño
- ↘ TiComTec
- ↘ Rothoblaas

Impresión 3d en hormigón en Chile



Laboratorio de prototipos de la Universidad del Bío Bío (PEP LAB CITEC UBB).

En Chile, desde hace algunos años se han estado desarrollando investigaciones en torno a la impresión 3D por parte de distintas universidades como la Universidad de Santiago de Chile, la Universidad Federico Santa María de Valparaíso, la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad del Bío-Bío. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones se encuentran actualmente en procesos de patentamiento de mezclas, lo que significa que la información levantada de estas investigaciones sea escasa, pues se relaciona con secretos de fábrica.

¿EXISTEN INVESTIGACIONES RESPECTO AL TIPO DE HORMIGÓN UTILIZADO EN LOS PROTOTIPOS IMPRESOS?

En este aspecto aún no existen publicaciones oficiales referente a las fórmulas realizadas para los diferentes prototipos de impresión realizados en nuestro país. Sin embargo, existen investigaciones que podrían ser publicadas en el corto plazo.

Por ahora, se sabe que el hormigón debe ser lo suficientemente viscoso para poder extruirse en la manguera, que se debe ir endureciendo rápidamente para resistir el peso superior, añadiendo en este proceso los aditivos acelerantes que permiten un fragüe más rápido. Además, se está trabajando cómo hacer un hormigón más resistente a la tracción, para utilizar el mínimo de enfierradura o añadirle fibra.

¿CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS AL IMPRIMIR CON HORMIGÓN EN 3D?

Esta tecnología reduce la generación de residuos casi a cero, debido a que el hormigón para la impresión se puede fabricar combinando materiales del fin de la vida útil de la industria como son como escoria de alto horno, cenizas volantes, relaves y residuos de demolición, lo que contribuye a un importante ahorro de costos y a una reducción del 90% de las emisiones de CO₂ incorporadas.



Prototipos impresos-3D en el Laboratorio de Prototipos (PEP-Lab) del Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción (Citec) de la Universidad del Bío-Bío.

Universidad Técnica Federico Santa María: Se realizaron ensayos probando la extrusión de mortero, utilizando un manipulador industrial, en base al proyecto de investigación FONDECYT 1181015 que tiene como objetivo evaluar un prototipo de extrusor, diseño y fabricación para montar en un robot KUKA KR 125/2 y depositar el material por capas.

Universidad Católica de la Santísima Concepción: En una alianza estratégica con empresas Minera Valle Central, Cob y , Schwager Service S.A, donde proponen la creación de un nuevo producto cementicio "Cemtail", que tiene como objetivo la reutilización de relaves mineros para aplicar en impresoras de hormigón 3D, elementos prefabricados estructurales. Con ello, se busca lograr una solución disruptiva para el mercado del hormigón.

Pontificia Universidad Católica de Chile: La Escuela de Ingeniería, mediante el equipo de 3DCP, ha realizado impresiones de baja escala con hormigón con un 40% de relave en aglomerante y 20% de puzolanas en aglomerantes, sometiendo los prototipos a ensayos de resistencia a la compresión, flexotracción, unión inter-capas. La Modelación 3D y programación para la impresión se realiza con Rhino-Grasshopper.

¿QUÉ EQUIPOS EXISTEN EN CHILE PARA IMPRESIÓN 3D ?

El proyecto FONDEF incorporó dos tipos de ensayos vibratorios: uno preliminar, que tiene que ver con la medición de propiedades dinámicas verticales de losas y, por otro lado, la medición de vibraciones por caminatas de personas. Con este último, se puede correlacionar el nivel de vibración con eventuales molestias de serviciabilidad. Existe evidencia científica de los últimos años que demuestra que las vibraciones verticales pueden controlar el diseño de las losas en general, sobre todo en las losas madera-hormigón. Además, fue importante incorporar este ensayo porque en la actualización de la normativa chilena NCh1198 se están agregando algunos elementos más específicos en control de vibraciones.

Los resultados obtenidos, para diseño flexional de losas compuestas NLT y CLT con hormigón podrían ser interesantes para el mercado cuando se requiera gran capacidad lateral o flexional contando con un paquete de losa reducido.

Finalmente, se estima que todos los resultados de este proyecto sean incorporados en la NCh1198 en los próximos dos años, así como también, las fichas de desempeño no estructural.

🔍 ¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [BEMORE3D](#)
- ↳ [Hormigón 3D en Chile](#)
- ↳ [Hacia un nuevo lenguaje arquitectónico](#)
- ↳ [Condiciones Arquitectónicas de la Construcción Impresa en 3D](#)
- ↳ [Brazo Robótico impresión 3D](#)
- ↳ [Proyección de Impresión de casas 3D en Chile](#)
- ↳ [Primer muro impreso en 3D en Chile Impresa en 3D](#)
- ↳ [Construcción 3D en Chile en la U del Bio Bio](#)
- ↳ [Calcáreo: Un biomaterial emergente de Chile](#)

Boletines Vigilancia Tecnológica

TECNOLOGÍA APLICADA AL DISEÑO DE PRODUCTOS Y MATERIALES SOSTENIBLES

Tecnología aplicada al Diseño de Productos y Materiales Sostenibles

¿Cómo contar con datos y medir el impacto ambiental de la construcción?

Normas y resultados específicos sobre resiliencia y durabilidad de los Materiales a nivel internacional

Gemelo Digital para la Gestión de la construcción

Sistema de apoyo a la inversión en Eficiencia Energética en el sector residencial

ANSI/ASHRAE Standard 228-2023

Sistemas de anclajes de estructuras monopostes

Normativa y circularidad en fachadas industrializadas

Carbonaide: reduciendo las emisiones de CO2 del hormigón

Edificio Tamango

Mezclas de Hormigón con materias primas locales o secuencias de proximidad



Podemos definir Construcción sostenible como aquel proceso de edificación que se realiza teniendo especial compromiso y respeto por el medio ambiente, utilizando tecnología que ayuden en la eficiencia del uso de agua y energía.
(Inarquia, 2020)

Tecnología aplicada al Diseño de Productos y Materiales Sostenibles

Los edificios consumen entre el 20 y el 50% de los recursos físicos (CDT, 2023)



¿QUÉ ES LA TECNOLOGÍA SOSTENIBLE?

Es una de las formas de abordar el cambio climático global, disminuyendo sus efectos sobre nuestro planeta mediante la implementación de soluciones que ayuden a reducir los Gases de Efecto Invernadero (IKUSI,2023). Adicionar tecnologías sostenibles a los diseños y procesos constructivos permite disminuir la contaminación e impactos ambientales, mejorando la eficiencia energética de los proyectos.

Entre algunos ejemplos de tecnologías que dan vida a nuevos productos, se encuentra el desarrollo de materiales y productos que incorporan dentro del diseño inicial la nanotecnología, la cual permite mejorar las propiedades del material en su resistencia, durabilidad y capacidad de autoreparación. Además, existe la biotecnología que se incluye en la producción de bioplásticos y captura del dióxido de carbono para convertirlo en materiales. Por otro lado, también se considera el desarrollo de softwares que ayudan a la gestión permanente de la automatización y monitoreo constante de los elementos que consumen recursos dentro de un edificio (Hildebrandt, 2020).

¿QUÉ TECNOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EXISTEN?



Imagen 1: Características de la construcción sostenible, Sondeo LR/ Bloomberg, 2013.

Materiales biodegradables: Los métodos tradicionales de construcción llevan a una acumulación de productos y desechos tóxicos que tardan años en degradarse dañando el medio ambiente. Indicar dentro del diseño el uso de materiales biodegradables como por ejemplo pinturas orgánicas, madera, aislantes, entre otros, colabora con el desarrollo de nuevos productos para la industria

Aislamiento verde: Crear aislantes para viviendas de ropas de vestir se convierte en una alternativa de aislamiento verde que se debe empezar a incorporar en los nuevos proyectos.

Techos fríos: Los techos fríos son tecnologías de diseño ecológico sostenible, que tienen como objetivo reflejar el calor y la luz solar. Ayuda a mantener las casas y los edificios a temperatura ambiente estándar al reducir la absorción de calor. Un ejemplo de esto serían techos con colores claros que reflejan la radiación solar.

Energía solar: Considera el uso de sistemas solares funcionales en las edificaciones, los cuales absorben la radiación para proveer calefacción y electricidad reduciendo la necesidad de utilizar gas o electricidad de la matriz general. Cada vez son más bajos los costos de implementación de sistemas autosustentables que colaboran con la disminución de las emisiones de GEI procedentes de fuentes de energía no renovables, como son los combustibles fósiles.

Vidrio inteligente electrocrómico: El vidrio electrónico inteligente es una nueva tecnología que funciona especialmente en los períodos estivales para eliminar el calor intenso de la radiación solar. Utiliza pequeñas señales eléctricas para cargar ligeramente las ventanas y cambiar la cantidad de radiación solar que refleja. Se incorpora al sistema de control de los edificios, lo que permite a los usuarios elegir la cantidad de radiación solar a bloquear.

Aparatos inteligentes: La utilización de electrodomésticos que ahorren energía y sean autosuficientes, como lavavajillas, refrigeradores y lavadoras Smart Grid son ejemplos de estas tecnologías sostenibles.

¿QUÉ BENEFICIOS TIENE UTILIZAR TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES?

Utilizar tecnologías sostenibles en el diseño de materiales conlleva una serie de beneficios significativos para el medio ambiente, la economía y la sociedad en general. Aquí están algunos de los beneficios clave:

Reducción del impacto ambiental: Las tecnologías sostenibles reducen la demanda de recursos naturales no renovables y minimizan la generación de residuos y la contaminación. Esto contribuye a la conservación de ecosistemas, la disminución de la huella de carbono y la preservación de la biodiversidad (Revista Consultoría, 2022).

Eficiencia en el uso de recursos: Estas tecnologías permiten la optimización en el uso de materias primas, agua y energía, lo que resulta en una producción más eficiente y en la disminución de costos a largo plazo (Rev. ing. constr. vol.33 no.1 Santiago abr. 2018).

Menores emisiones de Gases de Efecto Invernadero: La adopción de tecnologías sostenibles en la fabricación y el diseño de materiales puede ayudar a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático (Informe nº 6, reducción de emisiones de GEI/2020).

Fomento de la Innovación: La búsqueda de soluciones sostenibles impulsa la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías, lo que puede generar oportunidades económicas y aumentar la competitividad de las empresas (Gallardo, 2022).

Mejora de la salud y el bienestar: La reducción de productos químicos tóxicos y contaminantes en los materiales beneficia la salud de los trabajadores, los consumidores y las comunidades cercanas a las instalaciones de producción (Organización Panamericana de la Salud, 2022).

Respuesta a las demandas del mercado: A medida que aumenta la conciencia ambiental entre los consumidores, la demanda de productos y materiales sostenibles también crece. Las empresas que adoptan estas tecnologías pueden satisfacer estas demandas y ganar la lealtad de los clientes.

Reputación empresarial: La adopción de prácticas sostenibles mejora la reputación de una empresa y su imagen pública. Las organizaciones que demuestran un compromiso genuino con la sostenibilidad a menudo atraen a inversores y socios interesados en la responsabilidad social y ambiental (Fuentes,2023).

Ahorro de costos a largo plazo: Aunque puede haber costos iniciales más altos asociados con la adopción de tecnologías sostenibles, a menudo se traducen en ahorros significativos a lo largo del tiempo debido a la eficiencia en el uso de recursos y la reducción de residuos (Ouxion, 2023).

Cumplimiento normativo: En muchos lugares, existen regulaciones cada vez más estrictas relacionadas con la sostenibilidad y la reducción del impacto ambiental. La adopción de tecnologías sostenibles ayuda a las empresas a cumplir con estas normativas y a evitar posibles sanciones (Kantan, 2023).

Contribución al desarrollo sostenible: La aplicación de tecnologías sostenibles en el diseño de materiales es un paso hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, promoviendo un mundo más equitativo, saludable y sostenible para las generaciones presentes y futuras. (Criterios para la sostenibilidad del proyecto de estructuras: análisis del ciclo de vida con BIM, 2017).

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Tecnología sostenible](#)
- ↳ [La tecnología para el desarrollo](#)
- ↳ [Materiales Reciclados curiosos](#)
- ↳ [Innovación en Construcción con tecnología](#)
- ↳ [Viviendas con materiales reciclados](#)
- ↳ [Tecnologías y productos sostenibles](#)
- ↳ [Nueva vida para el CO2](#)
- ↳ [Arquitectura Sostenible](#)
- ↳ [Reducir el Impacto Ambiental](#)
- ↳ [Medición de la eficiencia en la industria de la construcción y su relación con el capital de trabajo](#)
- ↳ [¿Cómo puede la innovación mejorar la seguridad, salud y bienestar en el sector de la construcción?](#)
- ↳ [Reducción de emisiones de GEI](#)
- ↳ [Directrices de la OMS sobre vivienda y salud](#)
- ↳ [ISO 26000](#)
- ↳ [El valor de los ASG en la construcción de reputación corporativa](#)
- ↳ [Estrategias de ahorro de costos para proyectos de construcción](#)
- ↳ [La importancia de la sostenibilidad](#)
- ↳ [4 Tecnologías para optimizar la eficiencia energética en edificios](#)

¿QUÉ ES EL ITeC?

El ITeC es la Fundación Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña, una fundación privada sin fines de lucro, creada en 1978. Desde entonces llevan adelante investigación, diseño y desarrollo de productos y servicios de base tecnológica para el sector construcción.

Fuente: ITeC

Plataforma BEDEC de ITeC:

¿Cómo contar con datos y medir el impacto ambiental de la construcción?

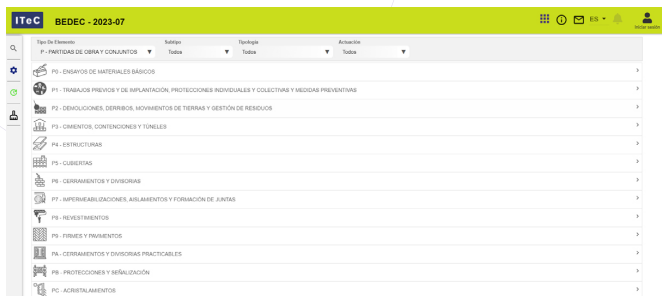


Figura 1: Visualización del módulo proyecto y obra. Plataforma BEDEC de ITeC (2023).

BEDEC es una plataforma del Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña - ITeC, que posee una base de datos con información de productos de construcción, tales como precios, pliegos de condiciones y datos ambientales, biblioteca de objetos BIM, banco de entidades de empresas, presupuestos tipos y un banco de normativa. Contiene 860.000 elementos de obra nueva y mantenimiento de edificación, urbanización, ingeniería civil, rehabilitación y restauración, seguridad, ensayos de control y gastos indirectos, abordando las fases de vida de una obra en su totalidad.

La plataforma permite la utilización de la información mediante los programas informáticos de elaboración de presupuestos capaces de leer el formato FIEBDC, entre los que se encuentra MPwin y mediciones y presupuestos de iMventa Ingenieros.

¿CUÁNTOS MÓDULOS TIENE?

BEDEC cuenta con cuatro módulos que permiten al usuario suscrito acceder a datos para las distintas etapas de un proyecto:

Proyecto y obra: Contiene banco de empresas y entidades, reglamento normativo del sector, controles de recepción ejecución y término de obra, precios unitarios, justificaciones de obra, además de objetos BIM estructurados bajo los criterios del eCOB. Este módulo permite crear informes técnicos detallados de presupuestos y certificaciones, es compatible con TCQ-TCQI-Presto, Arquímides, MPWin, ARQ+CC, Gest o SQL Obras.

Sostenibilidad: En este módulo se encuentra toda la información necesaria para ambientalizar los proyectos, pasando por cantidad de residuos de obra y embalaje, separación selectiva de residuos, emisiones de CO₂, costo energético, energías renovables y no renovables, agotamiento de ozono atmosférico, formación de ozono troposférico, acidificación del suelo y recursos del agua, porcentaje de materia prima, porcentaje de material reciclado pre consumo y post consumo, agotamiento de recursos abióticos fósiles y no fósiles. Dentro del módulo se puede gestionar hacia dónde van los residuos de la obra que se generaron durante el ciclo de vida, permite enlazar los datos con aplicaciones de análisis de ciclo de vida y aplicaciones de sostenibilidad de cualquier infraestructura, además de revisar qué Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se cumplen en los proyectos estudiados.

Mantenimiento: El mantenimiento de las edificaciones posterior a su ejecución, se está transformando cada vez más en un requisito previo, que se debe estudiar y responder. Por lo mismo, es que este módulo gestiona la operación de mantenimiento que solicite el edificio o equipamiento, ya sea preventivo, conductivo o sustitutivo. Se puede acceder a

mantenimiento obligatorio y recomendado, periodicidad con la que se debe realizar cada acción, justificación de precios y normativas vigentes aplicadas a las operaciones. Además, permite crear un inventario completo y personalizado de todos los elementos que componen el edificio o equipamiento, recopilar las operaciones imprescindibles para desarrollar la introducción, coordinación y planificación del mantenimiento y conectar con cualquier programa orientado a la gestión de mantenimiento asistido compatible con TCQI MNT, Rosminan, GIM, MNTtest, Archibus, Sisterplant, entre otros.

Consulta: Este módulo cuenta con la misma información que Proyecto y Obra, pero permite examinar mediante consultas sin descarga con excepción de las propiedades de los objetos BIM.

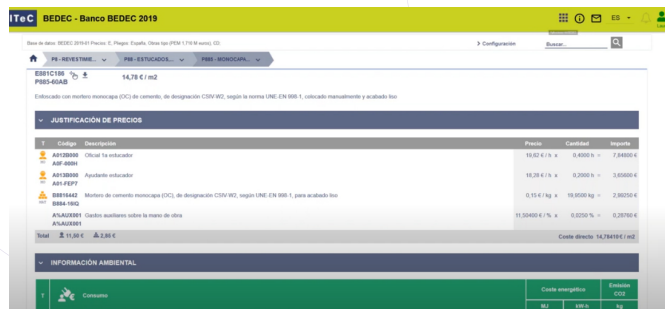


Figura 2: Visualización Banco de precios. Plataforma BEDEC del ITeC módulo Proyecto y obra (2023).

¿CUÁNTO CUESTA UTILIZAR LA PLATAFORMA?

BEDEC funciona con un sistema de suscripciones. A usuarios nuevos les permite acceder de forma gratuita al curso del módulo de sostenibilidad y proyecto con 15 consultas gratis para conocer la plataforma. Luego, todos los módulos tienen un valor mensual de 55 euros con la excepción del módulo de Mantenimiento que cuesta 1000 euros al año y el de Consulta 25 euros.

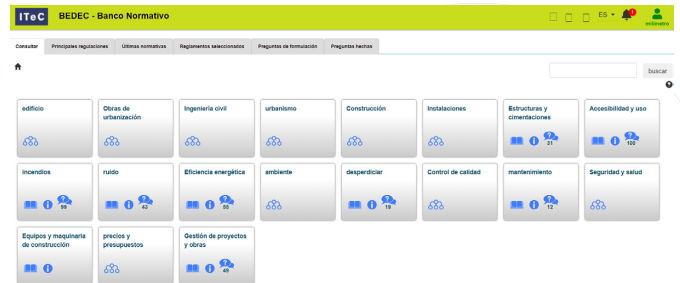


Figura 3: Visualización de Banco Normativo para consulta en las que destacan Construcción, Eficiencia Energética, desperdicios, seguridad entre otros. Plataforma BEDEC del ITeC (2023).

¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DE UTILIZAR BASE DE DATOS?

- Unificación de criterios
- Estandarización de soluciones
- Trazabilidad de los datos
- Disponibilidad de la información centralizada
- Disponibilidad de los datos actualizados

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [ITeC](#)
- ↳ [Bedec Base de datos](#)
- ↳ [Bedec Sostenibilidad](#)
- ↳ [Banco de Construcción](#)
- ↳ [Digitalización de la información para partidas de construcción](#)

AquiPor es un tipo de hormigón que fue diseñado para que el agua fluya a través de él, infiltrándose en el suelo, mientras filtra la suciedad, los escombros y las partículas contaminantes inherentes a la escorrentía de aguas pluviales urbanas, gestionándolas de manera eficiente y ecológica. Utiliza un cemento inherentemente bajo en carbono que requiere una fracción de la energía y emite una fracción de CO₂ que emite el hormigón tradicional (Aquipor.com, 2013)

Normas y resultados específicos sobre resiliencia y durabilidad de los Materiales a nivel internacional

La resiliencia y durabilidad de los materiales en la construcción son aspectos fundamentales para garantizar la seguridad, la longevidad y la capacidad de resistencia de las estructuras a lo largo del tiempo y frente a condiciones adversas. A nivel internacional, existen varias normas y estándares que establecen requisitos y pautas para la resiliencia y durabilidad de los materiales.

El uso de normativas de resiliencia y durabilidad de materiales de construcción a nivel internacional ha tenido varios resultados positivos y beneficios en la industria, tales como: longevidad y resistencia frente a inclemencias climáticas.



Imagen 1: Aislante con raíces de cereales, resistente al fuego desarrollado por Rootman. (País circular.cl, 2023)

NORMAS Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES PARA LA RESILIENCIA Y DURABILIDAD

ISO 15686 - Edificación y Obras de Ingeniería Civil: Esta serie de normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO) se centra en la evaluación de la vida útil de los edificios y las obras civiles, y proporciona directrices para evaluar y mejorar la durabilidad y el rendimiento a lo largo del tiempo. (ISO 15686:2011. (2011). ISO (Ed.), Buildings and constructed assets, service life planning).

ACI 201.2R-16 - Guide to Durable Concrete: Publicado por el Instituto Americano del Concreto (ACI, 2016), este documento proporciona directrices para mejorar la durabilidad del hormigón en diversas condiciones ambientales y exposiciones.

EN 1990 (Eurocódigo 0) - Bases de diseño estructural: Proporciona principios y requisitos generales para el diseño estructural, incluyendo consideraciones de durabilidad y seguridad. (Biblus, 2023).

EN 1992-1-1 (Eurocódigo 2) - Proyecto de estructuras de hormigón: Este eurocódigo establece requisitos y directrices para el diseño y la durabilidad de estructuras de hormigón en Europa. (Biblus, 2023).

ASTM C1585 - Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes: Esta norma de ASTM Internacional describe un método para medir la tasa de absorción de agua de los hormigones, lo que está relacionado con su durabilidad. (ASTM C1585, 2020).

CIBSE Guide E Fire Safety Engineering: Publicado por el Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE, 2019), esta guía proporciona información sobre el diseño seguro en caso de incendio, aspecto esencial para la resiliencia de los edificios.

ASTM E119 - Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials: Esta norma establece procedimientos para evaluar la resistencia al fuego de elementos de construcción y materiales (ASTM.org, 2022).

FEMA P-957 - Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings: Publicado por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, 2013) de EE. UU., este documento proporciona orientación sobre la rehabilitación sísmica de edificios, lo que incluye consideraciones de resiliencia.

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method): Si bien no es una norma en sí misma, BREEAM es un sistema de certificación de sostenibilidad que evalúa la resiliencia y durabilidad de los edificios, entre otros aspectos. (Building Research Establishment, UK).

RESULTADOS DEL USO DE NORMATIVAS

Mayor seguridad y protección: El cumplimiento de las normativas de resiliencia y durabilidad garantiza que las estructuras sean capaces de resistir cargas y condiciones adversas, como terremotos, vientos fuertes, inundaciones y otros desastres naturales. Esto proporciona un mayor nivel de seguridad para las personas que ocupan esos edificios y para la comunidad en general (Ficem, 2021).

Longevidad y menores costos de mantenimiento: El uso de materiales y métodos de construcción duraderos según las normativas adecuadas, reduce la necesidad de reparaciones y mantenimiento frecuentes a lo largo del tiempo. Esto permite disminuir los costos de mantenimiento a largo plazo y prolongar la vida útil de los edificios y estructuras (tomorrow.city 2023).

Reducción de pérdidas económicas: Las estructuras que cumplen con las normativas de resiliencia son menos propensas a sufrir daños graves durante eventos extremos, lo que ayuda a reducir las pérdidas económicas en caso de desastres naturales u otros eventos imprevistos, y por tanto, los costos asociados a reconstrucción (Clark, 2020).

Reducción del impacto ambiental: La durabilidad y la resiliencia permiten reducir la necesidad de reconstrucción y reemplazo, lo que a su vez reduce el consumo de recursos y la generación de residuos (Comercio Internacional, N° 160 (LC/TS.2020/177, Santiago, CEPAL,2021).

Mejora de la sostenibilidad: El diseño y la construcción basados en normativas de resiliencia pueden incluir prácticas de sostenibilidad, como el uso de materiales locales y reciclados, así como sistemas de eficiencia energética. Esto contribuye a la sostenibilidad a largo plazo y al respeto por el medio ambiente (CEPAL,2021).

Mayor énfasis en investigación y desarrollo: La implementación de normativas de resiliencia y durabilidad impulsa la investigación y el desarrollo de nuevos materiales y técnicas de construcción que sean más resistentes y duraderos (Revista Tecnológica, 2015).

Coherencia internacional: La adopción de normativas internacionales de resiliencia y durabilidad, facilita la comparación y la colaboración entre proyectos y profesionales en diferentes países.

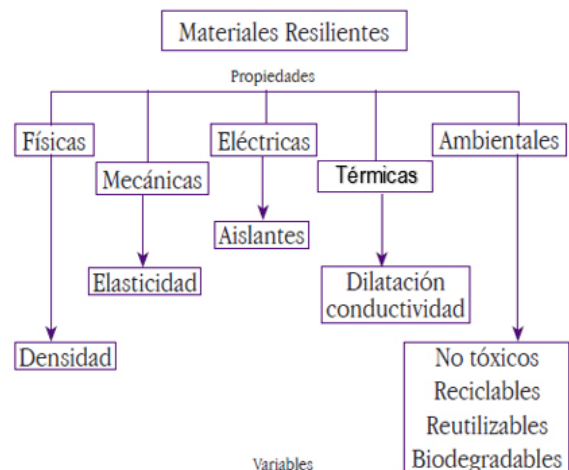


Imagen 2: Propiedades de los materiales resilientes, revista tecnológica, Volumen 14, 2015.

¿QUIERES SABER MÁS?

- [ACI PRC-201.2-16 Guide to Durable Concrete](#)
- [Durabilidad y vida útil de los materiales](#)
- [Base de Cálculo estructuras](#)
- [Guía 201.2R-16 para concreto duradero](#)
- [Materiales que aumentan la resiliencia](#)
- [Resiliencia de la Infraestructura frente al cambio climático](#)
- [Aquipor](#)
- [Accuratek Morteros ignífugos](#)
- [Futuro sostenible](#)
- [SPONG3D Fachada resiliente](#)
- [Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials](#)
- [Rootman: el aislante térmico y acústico sustentable fabricado a base de cultivo de raíces](#)
- [Explorando el concepto de Casa COB: longevidad, legalidad, electricidad y aislamiento térmico](#)
- [Infraestructura resiliente](#)
- [Proyectos Resilientes](#)
- [¿Por qué necesitamos proyectos de infraestructura resiliente?](#)

¿EXISTEN LOS 0 RESIDUOS APLICANDO GEMELOS DIGITALES?

Los gemelos digitales son una herramienta valiosa para planificar y optimizar procesos con el objetivo de reducir residuos. No garantizan la eliminación completa de residuos. La eliminación de residuos en un proyecto depende de diversos factores, incluyendo la planificación, la ejecución, la gestión de recursos y la implementación de prácticas sostenibles efectivas. (TS2,2023)

Gemelo Digital para la Gestión de la construcción

El consumo de energía en los edificios puede reducirse entre un 30 y un 80% utilizando gemelos digitales para el impulso de ciudades inteligentes (Lopes, 2023)

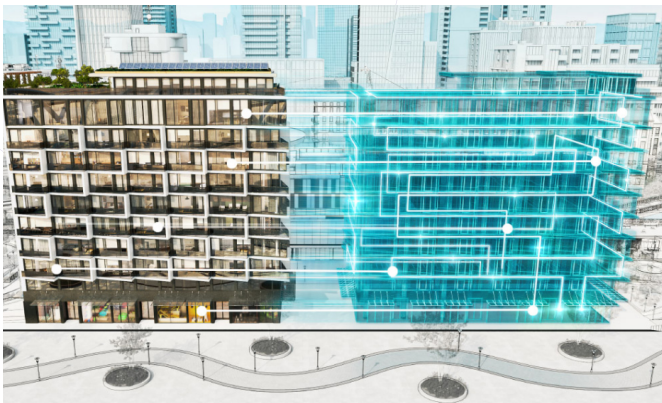


Imagen N°1: Gemelo digital de edificio. Fuente: Seys, 2023.

Al 2020, el mercado mundial estimado de gemelos digitales es de 5.400 millones de dólares y se prevé que el crecimiento hasta 2025 sea de un 36%. Sin embargo, el alcance en la implementación sigue siendo limitado y el mercado sólo ha alcanzado un 10% de la adopción a nivel mundial (Lopes, 2023). Para avanzar en el levantamiento de obstáculos y acelerar el proceso de incorporación en las organizaciones se deben considerar algunas recomendaciones que son claves:

- Asegurar liderazgo para vincular la tecnología y sostenibilidad en las estrategias de crecimiento de la organización y la toma de decisiones.
- Capacitar al personal en las nuevas tecnologías aplicables a la industria y las posibilidades de aplicación en los casos de mejora dentro de la empresa.

¿CÓMO APOYA LA GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN UTILIZAR UN GEMELO DIGITAL?

Los gemelos digitales se están utilizando cada vez con mayor frecuencia para monitorear áreas de una construcción y gestionar las edificaciones de mejor

forma en la seguridad, operación, eficiencia energética y mantenimiento. Los equipos de construcción crean modelos digitales detallados de los proyectos a ejecutar, incorporando puntos relevantes como son los patrones climáticos para automatizar tareas, responder rápidamente a las condiciones cambiantes y garantizar que los aspectos del proyecto se controlen en tiempo real. Al monitorear las condiciones del sitio, los equipos pueden garantizar que se cumplan los estándares de seguridad y los requisitos reglamentarios del proyecto (Frąckiewicz,2023).

Algunos ejemplos:

Planificación y Diseño Precisos: Antes de que comience la construcción, un gemelo digital permite a los equipos de diseño y construcción, visualizar y analizar el proyecto en detalle. Pueden identificar posibles problemas, optimizar diseños, simular diferentes escenarios y tomar decisiones informadas antes de que se inicie la construcción. Esto ayuda a evitar errores costosos y realizar trabajos posteriores, lo que a su vez reduce el desperdicio de materiales y recursos (Baker, 2021).

Gestión de Proyectos: Durante la construcción, un gemelo digital permite proporcionar una visión en tiempo real del progreso del proyecto. Los gerentes de construcción pueden supervisar la ubicación de equipos y trabajadores, controlar el flujo de materiales y prever posibles retrasos. Esto permite una gestión más eficiente del tiempo y de los recursos, lo que puede reducir la generación de residuos al evitar paralizaciones innecesarias o entregas excesivas de materiales (Clarke, Harry Anthony, 2023).



Imagen N°2: El uso de gemelos digitales puede ayudar a mejorar la eficiencia, reducir costos, optimizar la calidad de los productos y servicios y minimizar los riesgos de seguridad./ Fuente: Emerson, 2023.

Optimización de Recursos: Un gemelo digital puede ayudar a controlar el uso de recursos como energía, agua y materiales. Puede proporcionar datos en tiempo real sobre el consumo de energía de un edificio en construcción o alertar sobre el uso excesivo de materiales. Esto permite tomar medidas para optimizar el uso de recursos y disminuir los residuos (Cordova Ceballos, 2023).

Planificación de Demolición y Reciclaje: En proyectos de demolición o renovación, un gemelo digital puede ayudar a planificar la deconstrucción de manera eficiente. Permite identificar materiales que pueden ser reutilizados o reciclados y guiar la secuencia de demolición para minimizar la generación de residuos (Arup,2019).

Seguridad: Los gemelos digitales también pueden utilizarse para simular situaciones de seguridad en la construcción. Esto ayuda a prevenir accidentes y retrasos, lo que a su vez puede evitar daños materiales asociados con incidentes en el lugar de trabajo (Frank Diana, 2023).

¿CÓMO CONTRIBUYEN LOS GEMELOS DIGITALES A LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)?

Los gemelos digitales están ayudando a disminuir y gestionar los residuos generados debido al seguimiento en tiempo real de las operaciones, proporcionando información detallada, lo que permite que las empresas puedan identificar problemas potenciales y tomar medidas para prevenirlos, reduciendo los costos asociados a reparaciones y disposición de residuos (Frackiewicz,2023). Los grandes ítems donde aporta valor la utilización de los gemelos digitales en la construcción de un proyecto son:

- Capacitación y concientización
- Demolición de edificios
- Fabricación de productos para la construcción de edificaciones
- Logística y transporte de productos
- Gestión eficiente de inventarios y programación

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [El concepto de gemelo digital y su funcionamiento](#)
- ↳ [Gemelo Digital, aplicación en el sector del reciclaje](#)
- ↳ [Gemelo digital para la fabricación para la construcción y la gestión de edificios](#)
- ↳ [BIM y el Gemelo Digital: el futuro de las Infraestructuras](#)
- ↳ [Nueva tecnología de gemelos digitales 3D](#)
- ↳ [Los Beneficios de la Tecnología Gemelo Digital para la Sociedad y el Medio Ambiente](#)
- ↳ [El potencial sustentable de los gemelos digitales](#)
- ↳ [Gemelos digitales y el futuro de la gestión de residuos](#)
- ↳ [Gemelo digital: el modelo inteligente de datos, futuro de la edificación](#)
- ↳ [El gemelo digital facilita la documentación de trabajos de demolición](#)
- ↳ [Gemelos digitales podrían ayudar en la gestión de sismos](#)
- ↳ [Edificación presenta un modelo de edificio que incorpora todas las medidas de sostenibilidad del mercado](#)
- ↳ [Gemelo digital: hacia un marco significativo](#)

La Ley 21.305 sobre Eficiencia Energética, primera en su tipo en nuestro país, fue publicada en el Diario Oficial el día 13 de febrero de 2021.

Sistema de apoyo a la inversión en Eficiencia Energética en el sector residencial

El consumo de energía en los edificios puede reducirse entre un 30 y un 80% utilizando gemelos digitales para el impulso de ciudades inteligentes (Lopes, 2023)



Fuente: EEchile

¿QUÉ ESTÁ PASANDO EN NUESTRO PAÍS CON EL CONSUMO ENERGÉTICO?

Según el informe Balance Nacional de Energía 2020, el consumo energético en sectores público, comercial y residencial es de un 23% (Ministerio de energía, 2022), siendo el ítem calefacción de viviendas el que más consume.

El 50% del consumo total de energía de una vivienda es destinada a calefacción, esto se ve reflejado en el informe final de usos de energía de los hogares en Chile. Lo anterior, se debe a que las viviendas en Chile se encuentran sin aislación térmica en un 63,3%, por lo que el calor generado se pierde con mucha facilidad, generando un gasto económico y energético excesivo. De acuerdo a un estudio del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, son 4,5 millones de viviendas sin aislación térmica (MINVU, 2015).

¿QUÉ SE PUEDE IMPLEMENTAR PARA DISMINUIR EL CONSUMO ENERGÉTICO EN VIVIENDAS?

Implementar medidas de eficiencia energética, como la incorporación de aislación en paredes, techos y pisos, además de cambio de ventanas, sellado de filtraciones y un control de la ventilación, logran un ahorro de hasta un 80% del consumo de energía para calefacción (MINVU, 2019).

¿EXISTEN PROCESOS DE INVERSIÓN O APOYO PARA SER MÁS EFICIENTES ENERGÉTICAMENTE?

El MINVU viene trabajando hace unos años en la incorporación de subsidios de mejora y calificación energética para las viviendas. El postulante debe contar con un ahorro de 0 a 3 UF dependiendo del tramo que posea en el Registro Social de Hogares (RSH) y pueden optar al beneficio viviendas de hasta 1.375 UF.

Los tipos de proyectos de mejoramiento en eficiencia energética a los que se puede postular son (MINVU, 2023):

Sistemas solares térmicos (SST) o colectores solares: instalación de sistemas que ayudan a calentar el agua para que los habitantes ahorren en gas.

Sistemas fotovoltaicos (SFV): instalación de equipos que generan electricidad a través de la luz solar.

Acondicionamiento térmico para comunas con Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA): instalación de aislación térmica en muros, techumbres y pisos, además del recambio de ventanas simples al tipo termopanel e instalación de ventilación.

Esto con un estándar superior al de la norma actual.

Recambio de calefactores: para los proyectos de acondicionamiento térmico en zonas PDA, se financia el recambio de calefactores a leñas por calefactores eficientes. Esto es clave pues ayuda a disminuir la contaminación ambiental e intradomiciliaria.

PLAN NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 2022-2026

El Plan Nacional de Eficiencia Energética tiene como propósito generar un desarrollo eficiente de la energía en nuestro país, materializando el potencial de ahorro energético que permita alcanzar la carbono neutralidad al año 2050. Esta es la línea que han impulsado el Ministerio de Energía y el Estado para concretar la sostenibilidad en el país (Plan Nacional de Eficiencia Energética, 2022).

Junto con el Plan, se disponen alternativas de financiamiento público y privado para el reacondicionamiento térmico de viviendas existentes, donde se busca alcanzar una reducción del 30% en el consumo de climatización de los hogares (Plan Nacional de Eficiencia Energética, 2022).

Con la vigencia y aplicación de la Ley 21.305, y con el objetivo de entregar mayor información al usuario, comienza a regir el etiquetado obligatorio de viviendas nuevas, edificios de uso público, edificios comerciales y oficinas. En tanto para edificaciones existentes, se promoverá la Calificación Energética de forma voluntaria.



SECTOR EDIFICACIONES (10 medidas)

Medidas principales: Actualización de los estándares de eficiencia energética, impulso a la renovación energética y reacondicionamiento térmico, calificación energética de edificaciones, habilitación de la energía distrital y capacitación y certificación de capital humano.

30% Las nuevas viviendas lograrán un ahorro promedio de 30% en su demanda de energía térmica al año 2026, respecto del año 2019.

50% Las nuevas edificaciones lograrán un ahorro promedio de 50% en su demanda de energía térmica al año 2050, respecto del año 2019.

Fuente: Plan Nacional de eficiencia energética, 2022.

HIPOTECARIO VERDE

A raíz de la entrada en vigencia de la ley recién mencionada, nace en el mercado el crédito Hipotecario Verde, el cual busca entregar tasas preferentes a los clientes que apuesten por la compra de viviendas que cuenten con Calificación Energética y Certificación de Vivienda Sustentable. De la misma forma la entidad bancaria realizará aportes a los proyectos que apoyen la conservación de los ecosistemas (De la Cerda, 2021).

¿QUIERES SABER MÁS?

- [Invertir en Eficiencia Energética](#)
- [Chile celebra aprobación de primera Ley de Eficiencia Energética](#)
- [Plan Nacional de Eficiencia Energética](#)
- [Eficiencia Energética en viviendas](#)
- [Minvu anuncia apertura de llamado para mejoramiento de viviendas](#)
- [Minvu](#)
- [INFOR presenta proyecto de eficiencia energética para disminuir la contaminación](#)
- [Hipotecario Verde](#)
- [El incentivo que premia a quienes compren viviendas sustentables](#)
- [Informe Nacional de Energía](#)

ANSI/ASHRAE Standard 228-2023



ANSI/ASHRAE Standard 228-2023

Standard Method of Evaluating Zero Net Energy and Zero Net Carbon Building Performance

Approved by the ASHRAE Standards Committee on February 4, 2023; by the ASHRAE Board of Directors on February 8, 2023; and by the American National Standards Institute on March 8, 2023.

This Standard is under continuous maintenance by a Standing Standard Project Committee (SSPC) for which the Standards Committee has established a documented program for regular publication of addenda or revisions, including procedures for timely, documented, consensus action on requests for change to any part of the Standard. Instructions for how to submit a change can be found on the ASHRAE® website (www.ashrae.org/continuous-maintenance).

The latest edition of an ASHRAE Standard may be purchased from the ASHRAE website (www.ashrae.org) or from ASHRAE Customer Service, 180 Technology Parkway, Peachtree Corners, GA 30092. E-mail: orders@ashrae.org. Fax: 678-539-2129. Telephone: 404-636-8400 (worldwide), or toll free 1-800-527-4723 (for orders in US and Canada). For reprint permission, go to www.ashrae.org/permissions.

© 2023 ASHRAE ISSN 1041-2336



PDF includes hyperlinks for convenient navigation. Click a reference to a section, table, figure, or equation and jump to its location in the document.



Imagen N°1. Fuente: ANSI/ASHRAE 228. 2023

La norma ANSI/ASHRAE 228-2023 “Método estándar para evaluar el rendimiento de un edificio con energía neta cero y carbono neto cero”, proporciona la metodología de cálculo y factores necesarios para determinar si un edificio tiene o no cero emisiones netas. Este cálculo se basa en la fuente de energía, dióxido de carbono y sustancias químicas que producen para dar la cantidad de dióxido de carbono equivalente (CO₂e). Además, puede mostrar qué tan cerca está un edificio, sitio, comunidad o cartera de alcanzar el estado neto cero.

¿QUE ES LA ASHRAE?

Es una asociación tecnológica para edificios que nace en 1959 y cuenta con más de 57.000 miembros a nivel mundial. Su enfoque está en la eficiencia energética, la calidad del aire y sostenibilidad dentro de la industria de la construcción, mediante la investigación, difusión y educación.
(ASHRAE, 2023)

Algunos alcances que contempla la normativa:

- Considera edificios existentes, edificios nuevos, grupos de edificios o partes de edificios.
- Determinación, incluida la metodología de cálculo, y expresión del estado energético neto cero del edificio(s).
- Determinación, incluida la metodología de cálculo, y expresión del estado de carbono neto cero del edificio(s).
- Emisiones de energía y carbono asociadas con flujos, a través de los límites del sitio y flujos acreditados fuera del sitio.

Para calcular la energía neta del sitio, la normativa nos proporciona la siguiente ecuación:

$$\Sigma(E_{imp} \times SF_{imp}) - [\Sigma(E_{exp} \times SF_{exp}) + \Sigma(E_{rec} \times SF_{rec} \times DF_{rec})] = E_{net}$$

where

- E_{imp} = imported energy by energy form crossing the site boundary
- SF_{imp} = source energy factor by energy form for imported energy crossing the site boundary
- E_{exp} = exported energy by energy form crossing the site boundary
- SF_{exp} = source energy factor by energy form for exported energy crossing the site boundary
- E_{rec} = qualified off-site renewable energy
- SF_{rec} = source energy factor for qualified off-site renewable energy
- DF_{rec} = discount factor for off-site renewable energy in accordance with Section 8
- E_{net} = net source energy of the site

Imagen N°2: Cálculo de la energía neta. Fuente: ANSI/ASHRAE 228. 2023.

Se calculará utilizando la energía de la fuente calculada a partir de energía importada, menos el total de energía exportada y cualquier adquisición calificada de energía renovable fuera del sitio, de acuerdo a la sección 8 de la normativa: Calificaciones de Energía Renovable para calificaciones fuera de sitio y adquisición de compensación de carbono (ANSI/ASHRAE 228. 2023).

El total neto de Gases de Efecto Invernadero (GEI) anual, se calculará utilizando las emisiones GEI calculadas a partir de energía importada más fugas de refrigerante, menos la energía exportada y cualquier energía renovable externa calificada.

$$GHG_{net} = [\Sigma(E_{imp} \times GEF_{imp}) + \Sigma(REF_{leak} \times GEF_{ref})] - [\Sigma(E_{exp} \times GEF_{exp}) + (E_{rec} \times GEF_{rec} \times DF_{rec}) + CCO] \quad (2)$$

where

- GHG_{net} = net greenhouse gas emissions of the site
- E_{imp} = imported energy by energy form crossing the site boundary
- GEF_{imp} = greenhouse gas emission factor by energy form for imported energy crossing the site boundary
- REF_{leak} = refrigerant mass leakage across the site boundary for each type of refrigerant
- GEF_{ref} = greenhouse gas emission factor for each type of refrigerant
- E_{exp} = exported energy by energy form crossing the site boundary
- GEF_{exp} = greenhouse gas emission factor by energy form for exported energy crossing the site boundary
- E_{rec} = qualified off-site renewable energy.
- GEF_{rec} = greenhouse gas emission factor by energy form for qualified off-site renewable energy
- DF_{rec} = discount factor for off-site renewable energy in accordance with Section 8
- CCO = credited carbon offset in accordance with Section 8

ANSI/ASHRAE Standard 228-2023

Imagen N°3: Cálculo GEI. Fuente: ANSI/ASHRAE 228. 2023.

Para los límites de compensaciones de carbono de adquisición y acreditado, se debe evaluar si las compensaciones anuales de carbono acreditadas serán inferiores o igual a las emisiones de GEI calculadas a partir de las fugas de refrigerante más el 20% de las emisiones de GEI calculadas de energía importada de acuerdo con la ecuación entregada en el punto 8.7 de la normativa (ANSI/ASHRAE 228. 2023). Se propondrá un mínimo de cinco unidades de compensación de carbono curado, por cada unidad de compensación de carbono acreditada.

Dentro de la normativa se podrán encontrar diferentes formularios para llevar el control de una proyecto carbono neto cero, estándar de carbono verificado, reserva de acción climática, entre otros.



¿QUIERES SABER MÁS?

- ↘ [Norma 228-2023](#)
- ↘ [Camino para evaluar rendimiento 228](#)
- ↘ [Edificios de Energia Cero](#)

¿CÓMO SE INSTALARÁ PARAWATTS?

Esta Tecnología de Adaptación al Cambio Climático (TACC) se basa en la generación fotovoltaica cuyo sistema de montaje considera una solución de monoposte como solución estructural para el conjunto de paneles.

Sistemas de anclajes de estructuras monopostes



Imagen N°1 ; Seguidor solar de 125 MW en Australia.
Fuente:DGIT, 2023

¿QUÉ ES UN MONOPOSTE?

Los monopostes son estructuras físicas de cemento, fierro u otro material que se construye para sostener antenas, paneles fotovoltaicos, letreros publicitarios, entre otros. Estas estructuras miden por lo general entre 2 a 50 metros (Portal informativo, Ley de torres, 2023).



Imagen N°2: Sistema de Anclaje Monopostes. Fuente: Wanhos,2023.

¿QUÉ OPCIONES DE FIJACIONES EXISTEN?

Existen dos maneras de realizar fijaciones para monopostes, una es a la fundación y la otra a la estructura que se desea instalar, las cuales pueden ser tanto mecánicas como químicas (Soleme, 2020).

Fijación Mecánica:

- **El anclaje MTA:** Es el más habitual en las fijaciones mecánicas.
- **Tornillo autorroscante:** Es la opción menos conocida pero igual de válida (Soleme, 2020).

Fijación Química:

- **Tornillo Autotaladrante:** Con una punta de acero de carbono, cuerpo de tornillo de acero inoxidable y en la parte superior arandela de epdm que es imprescindible para asegurar la estanqueidad de la solución.
- **Anclaje de Doble Rosca:** Este llamativo anclaje posee una parte inferior autorroscante y una parte superior constituida por la varilla roscada (Soleme, 2020).

¿QUÉ ELEMENTOS COMPONEN UN SISTEMA DE FIJACIÓN?



Imagen N°3: Piezas de sistemas de paneles. Fuente: Wanhos, 2023

Dependiendo del tipo de panel a instalar, ubicación y condiciones climáticas, existen diferentes tipos de complementos en el mercado para instalar. Estos deben estar calculados de acuerdo a las características que tiene el lugar de instalación. En la tabla N°4, se encuentra un listado de fijaciones y sus valores a la torsión (Sistema Sunmod, 2018).

Equipo	Torsión
Tornillos 1/4-20 (M6X1) y tuerca hexagonal brida	7.5 ft. lbs. (10.2 Nm)
Terminal de tierra 1/4-20 (M6X1), la brida de tuerca con cabeza hexagonal de 7/16 (M12)	7.5 ft. lbs. (10.2 Nm)
Terminal de tierra 1/4-20 (M6X1), tornillo de ajuste con Dados Allen de 1/8" (21mm)	4.2 ft. lbs. (5.7 Nm)
Abrazadera intermedia o externa de 1/4-20 (M6X1), Soporte con terminal femenina con tuerca de cabeza hexagonal de 7/16" (M12)	7.5 ft. lbs. (10.2 Nm)
Pernos de Fijación de 5/16" x 4" (M8 x 100mm)	25 ft. lbs. (33.9 Nm)
Pernos y tuercas hexagonales de brida de 3/8-16 (M10X1.5)	15 ft. lbs. (20.3 Nm)
Pernos "T" y tuercas hexagonales de brida 3/8-16 (M10X1.5)	15 ft. lbs. (20.3 Nm)
Tornillo de ajuste de 3/8-16 (M10X1.5) con dado Allen de 3/16" (27mm)	10 ft. lbs. (13.6 Nm)
Tuerca y tornillo 1/2-13 (M14X2) para montar el poste en la placa base	20 ft. lbs. (27.1 Nm)
Tornillo auto-perforante #12 X 3/4" (4.2 X19mm) de la unión (enlace) # 12 x 3/4" (4.2 X19mm)	6 ft. lbs. (8.1 Nm)
Tornillos de ajuste M10	25 ft. lbs. (33.9 Nm)

Imagen N°4: Tabla de valores de torsión de pernos de fijación recomendados (Sunmod, 2018).

FIJACIÓN DE TORNILLO DE CIMENTACIÓN



Imagen N°5: Sistema de Anclaje Monopostes. Fuente:Grenysolar, 2023.

Las características que posee este sistema son:

- **Versatilidad** para utilizar en diversos entornos
- **Comodidad** debido a la instalación rápida y eficiente
- **Respetuoso con el medio ambiente** debido a que no se utiliza concreto u otro material para la instalación
- **Flexibles** ya que se pueden quitar y reubicar en distintos lugares (Grenysolar, 2023)

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Presor Central Clip](#)
- ↳ [Ley de Torres](#)
- ↳ [Naturaenergy.cl](#)
- ↳ [Montaje de soporte de Panel Solar tipo poste de alta calidad](#)
- ↳ [Alusínsolar: Guía sobre fijación de estructuras solares](#)
- ↳ [Perno hexagonal Galvanizado, Acero, M8 x 60mm](#)
- ↳ [Pilotes de tornillos de cimentación para sistemas solares](#)
- ↳ [Seguidores de eje para sistema solar](#)
- ↳ [Tipos de tornillos de fijación](#)
- ↳ [Sistema Suntour-Metric-1](#)

Normativa y circularidad en fachadas industrializadas

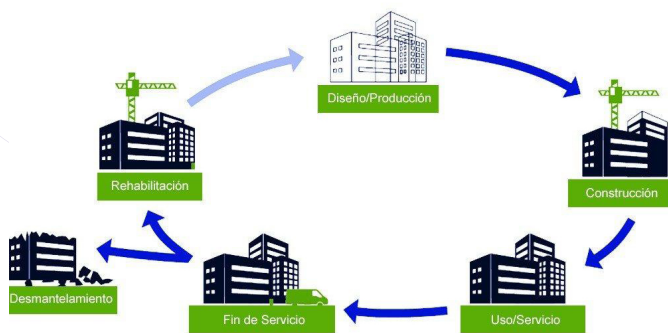


Imagen N°1 Circularidad en Edificación Fuente. www.retokommerling.com/arquitectura-circular-nuevos-principios

Al diseñar un proyecto, ¿tienes en cuenta que algún día serán demolidos, y que toda esa inversión de diseño y materias primas de altísima calidad, quedará acumulada en un vertedero?

Actualmente, tendemos a diseñar proyectos siguiendo un concepto lineal destructivo, con un principio y un final (de la cuna a la tumba): Extracción-Producción-Consumo-Desperdicio.

(Reto kommerling, 2022)

La arquitectura diseñada con principios de economía circular se basa en proyectar la fase 1 (diseño) teniendo en cuenta la fase de fin de servicio y cómo aprovechar la totalidad de sus materiales y sistemas constructivos tras el fin de su vida (Reto kommerling, 2022). Para ello, los componentes deben ser:

- Lo más duraderos posible (sobre todo estructura y envolvente) para soportar la fase de uso en condiciones óptimas y poder ser reutilizados tras un desmantelamiento.
- Máxima modulación / industrialización.
- Conexiones lo más sencillas posible.
- Evitar fijaciones con mortero, pegamentos y espumas. Para un desmantelamiento correcto evitando contaminación entre materiales y dañar partes de estos.

¿QUÉ ES EL CONCEPTO “DESIGN FOR DISASSEMBLY”?

Enfoque de diseño destinado a facilitar las futuras alteraciones y el desmontaje de las estructuras construidas -ya sea parcial o total previendo la reutilización de sus sistemas, componentes y materiales, asegurando así que el edificio pueda ser reciclado eficientemente hasta el final de su vida útil.
(Archdaily, 2020)

CIRCULARIDAD EN SISTEMAS DE FACHADAS

Actualmente en Europa, se han realizado investigaciones relacionadas a desarrollar un análisis comparativo sobre el índice de circularidad de diversos sistemas de fachadas, mediante la valoración de lineamientos e indicadores durante su desmontaje y proceso de reciclabilidad de materiales.

La metodología desarrollada permite determinar cuál o cuáles sistemas de fachadas tienen altos estándares en los procesos de desmantelamiento y gestión de materiales en las pieles exteriores de las construcciones, después de su vida útil (Manzaba, 2021). Para ello se trabajan los siguientes índices:

Índice de reciclabilidad: Valor numérico que expresa el nivel de transformación de un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar.

Índice de desmontabilidad: Valor numérico que expresa el nivel de separación de las piezas de que se compone algo o de un edificio o parte de él.

Índice de circularidad: Valor numérico que expresa el nivel de circularidad de un sistema o edificio. La circularidad pretende alcanzar un sistema de producción regenerativo en el que los materiales que componen un producto sean reciclables, es decir, puedan ser reutilizados indefinidamente y de forma segura para las personas y el medio ambiente.

NORMATIVAS ASOCIADAS A SISTEMAS DE FACHADAS INDUSTRIALIZADAS

Actualmente, existen varios conceptos principalmente desde el diseño asociados a la circularidad y sistemas industrializados, que presentan ciertas limitaciones y restricciones normativas, por ejemplo para la reutilización de estructuras existentes o recuperar elementos de aquella, para evitar generar nuevas obras de construcción o mayor uso de materiales, existen barreras principalmente normativas estructurales y/o urbanismo, que no permiten la reutilización y recuperación de materiales de estructuras existentes (CCI, 2021).

Cuando hablamos de diseño para la adaptabilidad, es decir, reducción del uso de materiales mediante la extensión de la vida útil de uso del inmueble, nos encontramos con restricciones normativas tales como la sísmica que, por ejemplo, no permite o encarece mucho la utilización de plantas libres.

Algo similar sucede con el diseño para el desarme o recuperación, la reglamentación dificulta la especificación de conexiones mecánicas no monolíticas (Cuadra, 2021). Para poder abarcar estos desafíos que muchas veces la normativa nos pone en el camino, se recomienda fuertemente trabajar la integración temprana de todos los actores involucrados en un proyecto, y comprometer tanto al equipo de diseño como a los calculistas, constructores y proveedores de fachadas de manera temprana, para solucionar temas como, por ejemplo, encontrar soluciones que aseguren un desempeño correcto de la conexión.

Además, no se debe olvidar que nos encontramos en un país donde terremotos y temblores son un hecho, por lo que se debe asegurar siempre el diseño con criterios sísmicos adecuados.

En el ámbito internacional, existen normas y criterios como el “Technical Standards and Approval Criteria for Manufactured Construction”, que establecen los requisitos técnicos y de calidad para la construcción prefabricada en el país. Estas normas abarcan diversos aspectos de la construcción, incluyendo elementos no estructurales como fachadas.

Por ejemplo, en Japón, las fachadas prefabricadas son elementos clave en la construcción de edificios. El Technical Standards and Approval Criteria establece los requisitos técnicos que deben cumplir estas fachadas para garantizar su seguridad, durabilidad y rendimiento, teniendo en cuenta normas que incluyen la resistencia al viento, la resistencia al fuego, el aislamiento térmico y acústico, la protección contra el agua y la humedad, y la resistencia sísmica (US ARMY CORPS, 2022).

El Technical Standards and Approval Criteria también establece los procedimientos de evaluación y aprobación de las fachadas prefabricadas. Estos procedimientos aseguran que las fachadas cumplan con los requisitos establecidos antes de su instalación en los edificios. Para obtener la aprobación, los fabricantes de fachadas prefabricadas deben presentar pruebas y documentación que demuestren que sus productos cumplen con los requisitos establecidos. Esto puede incluir informes de pruebas de laboratorio, certificados de conformidad y documentos técnicos.

Además, el documento también puede proporcionar pautas sobre el mantenimiento y la inspección de las fachadas para garantizar su buen funcionamiento a lo largo del tiempo (US ARMY CORPS, 2022).



Imagen 2: Fachada industrializada. Fuente. www.cdt.cl/fachadas-prefabricadas-innovacion-y-productividad



Imagen 3: Fachada Industrializada vista exterior e interior. Fuente. www.opticretos.com/producto/fachadas

🔍 ¿QUIERES SABER MÁS?

- [Arquitectura circular y sus nuevos principios](#)
- [Fachadas Smart](#)
- [Estudio comparativo del Índice de Circularidad en sistemas de fachadas: cálculo del potencial de reciclabilidad de materiales y desmontabilidad de componentes](#)
- [Fachadas Industrializadas](#)
- [Beneficios de Fachadas Industrializadas](#)
- [Wallex lanza la fachada industrializada más sostenible del mercado](#)
- [Diseño de guía con estrategias para aplicación de Economía circular y Lean Construction en proyectos de viviendas industrializadas](#)
- [Manufactured Home Construction and Safety Standards](#)
- [Japan district design guide](#)
- [Impacto de barreras presentes en la adopción de la construcción fuera del sitio en Chile](#)
- [Una guía para proyectos de arquitectura desmontables](#)

Centro de Investigación Técnica VTT es una de las instituciones de investigación líderes en Europa. Son de propiedad del Estado finlandés y se dedican promover la utilización y comercialización de la investigación y la tecnología en el comercio y la sociedad. Sus líneas de negocio tienen que ver con: Soluciones neutras en carbono, Productos y materiales sostenibles y Tecnologías digitales.

Carbonaide: reduciendo las emisiones de CO2 del hormigón

Carbonaide afirma que su tecnología puede reducir las emisiones de CO2 del concreto convencional en un 45% durante su producción



Imagen N°1: Desarrollada en Finlandia, esta nueva metodología trabaja con la carbonatación del hormigón y los minerales carbonatados que se generan a partir de este proceso, transformándolos en material aglomerante y convirtiendo así al hormigón en carbono negativo. Fuente: Hormigón al día.

¿QUÉ ES LA CARBONATACIÓN DEL HORMIGÓN?

Es cuando el hormigón en su mezcla contiene hidróxido de calcio, y cuando el dióxido de carbono que se encuentra en el aire logra penetrar el hormigón reacciona con este para crear carbonatos de calcio, y por ende, reducir el pH del material hasta 9, el problema viene en la interacción entre el hormigón y la capa de óxido que se encuentra en los hierros que se utilizan para armar el hormigón.

Cuando se llega a un pH tan bajo, la capa protectora de óxido que rodea una barra de acero empieza a acelerar su descomposición y a aparecer la corrosión del propio elemento de acero. Todo esto se da de manera potenciada en medios donde la humedad es muy alta, ya que penetra los poros del concreto y se evapora, quedando el CO2 de forma gaseosa (Structuralia S.A, 2022).

¿QUÉ HACE CARBONAIDE AL RESPECTO?

Carbonaide es una empresa que nace derivada del Centro de Investigación Técnica VTT de Finlandia, que investigó durante años la reducción de la huella de carbono al transformar el CO2 en productos prefabricados que absorben dióxido de carbono de la atmósfera. De esta forma, llegan a prefabricados de hormigón carbono negativos que se logra mediante un eficiente proceso de carbonatación con aglutinantes bajos en carbono, transformándose en una metodología que demostró que es posible producir hormigón carbono negativo.

La idea de investigación fue liderada por Lakan Betoni y Vantaa Energy, y logró recaudar un financiamiento de 1,8 millones de euros. Estos fondos se utilizarán para integrar su tecnología de curado con CO2 en una producción automatizada de fabricación de prefabricados en Hollola.

La empresa cuenta en la actualidad con una unidad piloto del tamaño de una fábrica y su cadena de valor funcionando. Esta puede mineralizar cinco toneladas de CO2 por día y mejorar la producción en cien veces de los productos de hormigón carbono negativo.

¿ES POSIBLE ABSORBER EMISIONES DE CARBONO CON HORMIGÓN?

Carbonaide afirma que el hormigón tiene la capacidad de capturar dióxido de carbono mediante el proceso de carbonatación. Esta técnica produce un desgaste a la enfierradura del hormigón, y lo que hace el equipo de Carbonaide es transformar ese proceso en una ventaja significativa, que convierta la huella de carbono calculada de la fabricación de concreto en carbono negativo: -60 kg por metro cúbico de concreto (Vehmas Tapio, 2023). El uso de hormigón reciclado y tipo de cemento influyen en la captura de CO₂ según Collins (2010). Flower y Sanjayan (2007) encontraron que la escoria de alto horno y la ceniza volante podrían reducir las emisiones de CO₂ del hormigón en un 22% y entre un 13% respectivamente, y un 15% en mezclas de hormigón habituales.



Imagen N°2: CEO de Carbonaide en la fábrica de prefabricado
Fuente: Kauppalehti

Según Vehmas Tapio (2023), la huella de carbono del hormigón convencional es de 250 a 300 kg aproximadamente por m³. Por esta razón, se busca reducir el consumo de cemento en la producción diaria y de esta manera disminuir aún más la huella de carbono del producto al mineralizar el CO₂ en el hormigón.

¿CARBONAIDE ATRAPA EL CO₂ A DIFERENCIA DEL CONCRETO TRADICIONAL?

Al unir el dióxido de carbono en el concreto prefabricado (bloques de hormigón) utilizando el sistema automatizado a presión atmosférica, se pueden reducir las emisiones de CO₂ en un 50% aproximadamente. Cuando se utilizan subproductos industriales en la fabricación de productos como escorias, lodos de licor verde y ceniza de biomasa en el proceso de unión, resulta un concreto de huella de carbono negativa, lo que permite que el CO₂ se pueda almacenar permanentemente y eliminar del ciclo del carbono (Designboom,2023).

¿CARBONAIDE SE HA PROBADO EN OBRAS?

Se han realizado pruebas con éxito en obras de Rakennusbetonija Elementti Oy de Hollola y con la empresa constructora Skanska. Se fabricaron pavimentos de jardín con carbono negativo, los cuales se instalaron en el sitio de construcción de Skanska. El principal objetivo de estas pruebas fue recopilar datos sobre el comportamiento del material para avanzar en una producción industrial.

La empresa Carbonaide se propuso tener para el 2030, cien unidades de dispositivos de producción instalados en el mercado mundial, y capturar alrededor de quinientos megatonnes de dióxido de carbono anuales hasta el 2050, lo que corresponde entre un 10 a un 20% del mercado del hormigón (Carbonaide, 2023).

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Capturar 500 megatonnes de dióxido de carbono en 2050](#)
- ↳ [Carbonaide aims for carbon negative concrete technology](#)
- ↳ [Carbonaide: Una nueva forma de secuestrar CO₂ en prefabricados de hormigón](#)
- ↳ [Carbonaide convierte el CO₂ en bloques de concreto de carbono negativo capaz de atrapar emisiones](#)
- ↳ [Productos fabricados con tecnología Carbonaire](#)
- ↳ [Qué es la carbonatación del hormigón](#)
- ↳ [Carbonaire](#)

Edificio Tamango



Imagen 1: Edificio Tamango. Fuente: Edificiotamango.cl

Tamango es el nombre del primer edificio sustentable de madera en Latinoamérica. Ubicado en Coyhaique, Región de Aysén, ha sido desarrollado por la oficina de arquitectura Tallwood de la mano de Juan José Ugarte y Gerardo Armanet y con el cálculo estructural de Juan Acevedo. Cuenta con doce pisos de altura y una superficie a construir de alrededor de 21 m². Se espera que su ejecución comience a finales de este año (Madera21, 2022). El Proyecto contará con tres subterráneos que albergarán 220 estacionamientos, además de servicios, comercios y oficinas que estarán situados en los primeros dos niveles. Los diez niveles restantes se concentrarán en dos torres unidas de 68 departamentos de 2 a 3 dormitorios que van desde los 90 m² a los 140 m².

La construcción está conformada por 1.870 m³ de madera aproximadamente, las que capturan 1.582 toneladas de dióxido de carbono. Contará con eficiencia energética mediante bombas de calor eléctricas de alta eficiencia y losas radiantes que ayudarán a combatir la contaminación en esta región.

¿CUÁNTOS ELEMENTOS SE CONTEMPLAN EN LA ESTRUCTURA DE TAMANGO?

Se consideran 6.141 conectores metálicos, 624 elementos de losa, 340.000 tornillos y 2.446 vigas y columnas para la estructura del edificio.
(Armanet, 2022)

Veinte profesionales, tanto extranjeros (Finlandia y Canadá) como nacionales, participaron en su desarrollo, el cual duró 6 meses del anteproyecto y 8 meses del proyecto, con el objetivo de fomentar la construcción en madera en Chile.

¿CÓMO SE DESCOMPONE ESTE PROYECTO?

Este es un edificio híbrido, ya que todos los subterráneos y los tutores estarán compuestos de hormigón armado, para ser rodeados de la estructura de madera. Estas estructuras prefabricadas serán losas (CLT), columnas y vigas de madera contralaminada (LVL) que con su utilización permitirán capturar 1.230 toneladas de CO₂. La distancia máxima entre los bordes de la estructura y la estructura de hormigón es de 8 metros, además de contar con una junta de dilatación entre las dos torres. Este diseño cumple con todas las normativas sísmicas vigentes (Armanet, 2022).

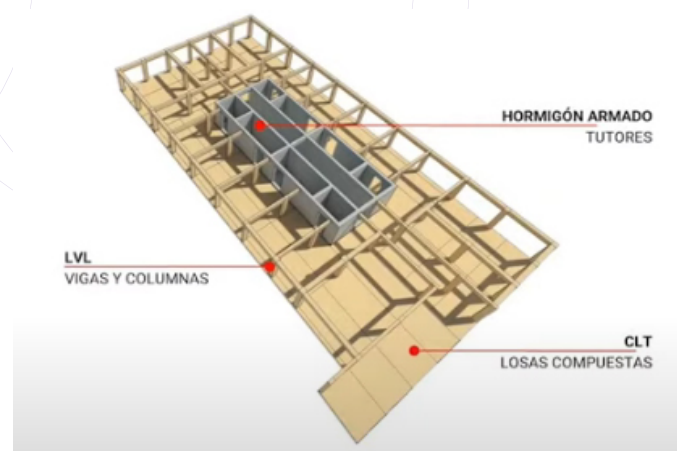


Imagen 2: Piso Tipo Edificio Tamango Fuente: Ciudades del futuro Arauco, 2022.

¿QUÉ PASA CON LA RESISTENCIA AL FUEGO?

Se trabajó desde el inicio, en conjunto con las decisiones de diseño, para dar cumplimiento a la resistencia exigida por la altura que corresponde a F120 según NCh935. Se consideraron tres criterios, un incendio real proyectado (modelado), carbonización y laminación para elementos expuestos y protegidos (Armanet, 2022).



Imagen 3: Resistencia al fuego. Fuente: Ciudades del futuro Arauco, 2022.

¿CUÁL ES EL PLAZO EN QUE DISMINUYE LA EJECUCIÓN?

Dada las características constructivas del edificio, se pretende acortar los plazos de ejecución en 4 meses, que es el tiempo que se ahorra en la etapa de obra gruesa, debido a que no se tienen que montar andamios alrededor. Sólo se necesitan dos grúas y ocho operarios para el montaje de la estructura, la cual tendrá características significativas, ya que contempla una obra en seco, emitiendo menos ruido, menos material particulado y disminuirá el tránsito de camiones.

Con un ritmo de montaje de 200 m²/día de la estructura incluyendo fachadas, se espera montar en 45 días la estructura. Para ello, se trabaja para la secuencia del montaje con un gemelo digital del proyecto, lo que ayuda a modificar y comprobar la eficiencia que se requiere en la ejecución (Armanet, 2022).



Imagen 4: Área Común Edificio Tamango. Fuente: Edificiotamango.cl

La empresa finlandesa de materiales sustentables Stora Enso aportará los elementos estructurales de madera prefabricados con altos estándares de desempeño, proveniente de bosques sustentables. Este material llegará a la región mediante embarcaciones y será transportado en 49 contenedores (Armanet, 2022).

¿QUÉ APOYO SE TIENE PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MADERA EN CHILE?

En el año 2021 se lanzó el Manual de Diseño de estructuras en Madera, el cual busca fomentar y apoyar el desarrollo de estructuras de este material. El documento contempla el diseño ante cargas sísmicas de muros de corte y diafragmas de entrepiso del sistema constructivo marco-plataforma aplicable a edificaciones de 3 a 6 pisos (Centro UC de Innovación en Madera, 2021).

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [El proyecto en madera que potencia la descentralización](#)
- ↳ [Ciudades del futuro, edificación sustentable en madera](#)
- ↳ [Tener una estructura sustentable y eficiente cambia el paradigma en la construcción](#)
- ↳ [El edificio sustentable de madera más alto de Latinoamérica se asoma en la Patagonia](#)
- ↳ [Manual de diseño de estructuras en madera](#)
- ↳ [Tallwood](#)
- ↳ [Storaenso](#)
- ↳ [Edificios de madera ganan terreno en Chile](#)
- ↳ [Centro de experiencia en construcción comercial en madera Québec](#)
- ↳ [CLT- Madera contralaminada](#)
- ↳ [La construcción de viviendas en madera en Chile](#)

Línea de hormigones de la empresa Holcim, que reduce la huella de carbono, a través de sus mezclas optimizadas, disminuyendo el contenido de CO₂ entre un 30% y 70% con respecto a los hormigones tradicionales.
(Holcim,2023)

TACC 10 - IMPRESIÓN 3D Y ECOHORMIGÓN

Mezclas de Hormigón con materias primas locales o secuencias de proximidad

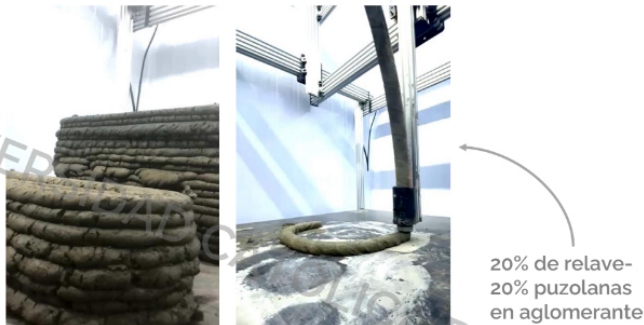


Imagen N°1. Mezcla de hormigón compuesto por 20% de relaves. Fuente: EQUIPO 3DCP UC 2020.

La producción de hormigón es un proceso que implica la combinación de varias materias primas para crear una mezcla homogénea y duradera. Las materias primas clave en su producción incluye cemento, áridos (arena y grava), agua y, a veces, aditivos químicos. A continuación se detallan algunas consideraciones relacionadas con las materias primas y la proximidad:

Proximidad de materias primas: Utilizar materias primas locales siempre que sea posible puede ser beneficioso desde el punto de vista económico y ambiental. Reducir la distancia entre las fuentes de materias primas y la planta de producción de hormigón puede disminuir los costos de transporte y minimizar la huella de carbono asociada con la logística. Esto es especialmente relevante para los agregados (arena y grava), ya que son los materiales más utilizados en el hormigón después del agua (C. Muñoz, F.Quiroz,2014).

Materias primas alternativas: Además de las materias primas tradicionales, como el cemento Portland y los agregados naturales, algunas plantas de producción de hormigón pueden considerar el uso de materiales alternativos o secundarios, como cenizas volantes, escorias de alto horno, cenizas de paja de arroz, etc. Estos materiales pueden sustituir parcial o totalmente a las materias primas convencionales y estar disponibles en proximidad a las

plantas (Arquitectura sostenible,2020, Giaccio, G. – Zerbino, R,2008).

Reciclaje de hormigón: En proyectos de demolición o de construcción, el hormigón existente se puede triturar y reciclar para su uso en la producción de un nuevo hormigón. Esto reduce la necesidad de nuevas materias primas y minimiza la generación de residuos. La proximidad de las plantas de reciclaje de hormigón a los sitios de demolición es importante en este contexto (CDT,2023).

Aditivos y mezclas especiales: En ciertos casos, se pueden utilizar aditivos químicos para mejorar las propiedades del hormigón, como la resistencia, la durabilidad o la trabajabilidad. La selección de aditivos puede depender de la disponibilidad local y las necesidades específicas del proyecto (Instituto del hormigón, 2020).

Control de calidad: Independientemente de las materias primas utilizadas, es esencial llevar a cabo un control de calidad riguroso durante la producción de hormigón para garantizar que cumple con los estándares y especificaciones requeridos (Vargas Fabres, 2019).



Imagen N°2: Banca de hormigón impreso 3D utilizada como piloto de la investigación de mezcla de vidrio reciclado. Fuente: NTU Singapur, 2021.

¿QUÉ INNOVACIONES SE HAN APLICADO EN LA CREACIÓN DE MEZCLAS DE HORMIGÓN?

Polvo de vidrio reciclado: El vidrio reciclado se puede moler en polvo y luego incorporar en la mezcla de hormigón como un reemplazo parcial del cemento Portland. Esto no sólo reduce la cantidad de cemento requerida, sino que también, proporciona una forma de dar un uso secundario al vidrio reciclado (Frómeta-Salas, Vidaud-Quintana, Negret-Ortiz, 2020).

Cenizas volantes: Las cenizas volantes son un subproducto de la quema de carbón en centrales eléctricas. Se pueden utilizar como un suplemento de cemento en la mezcla de hormigón. Esto no sólo reduce la cantidad de cemento necesaria, sino que también evita que las cenizas volantes se depositen en los vertederos (López, 2020).

Escorias de alto horno: Las escorias de alto horno son un subproducto de la fabricación de hierro y acero. Pueden utilizarse como suplemento de cemento en el hormigón, mejorando su resistencia y durabilidad (Cabrera-Madrid, Escalante-García, P. Castro-Borges, 2016).

Relaves mineros como prioridad en la mezcla: Se espera reemplazar el 20% de la mezcla cementicia de cemento por relaves, además de incorporar áridos que también se desarrollan a partir de relaves. De acuerdo a lo indicado por Felipe Vargas, docente de la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Austral, en su investigación han reemplazado en un 95% el cemento por relave y los áridos, de esta forma se espera que la industria de la construcción pueda sustituir los recursos naturales como arenas, gravas, gravillas o piedra por residuos mineros (Vargas, 2023).

Agregados de neumáticos reciclados: Los neumáticos de caucho reciclado se pueden triturar y utilizar como un agregado en el hormigón, proporcionando un uso secundario para los neumáticos usados y mejorando las propiedades de aislamiento y absorción de impactos del hormigón (Osama Youssf, 2022).

¿QUÉ CARACTERÍSTICAS DEBEN TENER LOS MATERIALES DE LA MEZCLA PARA LA IMPRESIÓN 3D?

Diversos estudios y análisis se han realizado a la fecha respecto a la mezcla ideal para utilizar en la impresión 3D. El diseño de esta mezcla es fundamental para que el producto sea de calidad, debiendo cumplir con propiedades críticas en estado fresco, donde la elección de los componentes, aditivos y dosificaciones son de suma relevancia, por ejemplo:

Cemento: Deben ser de alta resistencia, debido a que son más finos reducen la trabajabilidad, demandando más agua. Se recomienda que la mezcla óptima tenga una relación agua/cemento (a/c) más baja.

Áridos: Tamaño de los áridos máximo de 2 o 3 mm para que no se bloquee u obstruya en la máquina. Además, es importante determinar una cantidad adecuada de áridos, una elevada cantidad podría causar segregación de la mezcla, provocando una mala extrudabilidad.

Aditivos: Incorporación de algunos aditivos como el humo de sílice (alta resistencia) y las cenizas volantes (reducción del contenido de cemento).

Agua: Se debe tratar que el agua sea mínima para que la mezcla tenga una mayor resistencia. El uso de superplastificantes podría ser beneficioso.

El estudio desarrollado por Hugo Reyes para optar su título de Ingeniero Civil de la Universidad de Chile, relativo a las características del hormigón para su uso en una máquina de impresión, entrega en la tabla 5.1 diferentes diseños de mezclas realizadas, las cuales pueden servir como diseño inicial para la posterior optimización de los desarrolladores (Reyes, 2018).

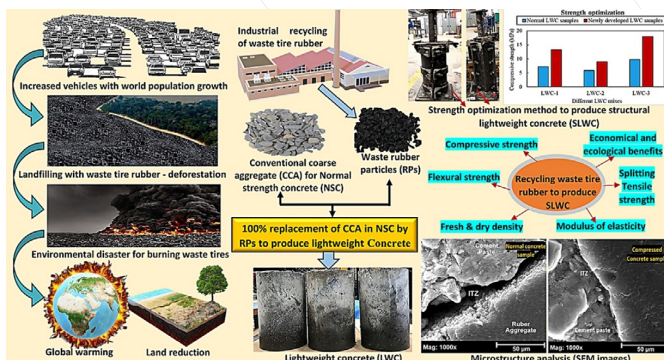


Imagen N°3: Sustitución de agregados por particular de caucho; Fuente: Revista Recursos, conservación y reciclaje, Volumen 184, 2022.

Tabla 5.1: Revisión bibliográfica de mezclas de impresión.

Diseño de Mezcla	Hormigón Convencional	T.T.Le et al [21]	Contour Crafting	Ali Kazemian et al [20]	Zeina Malaeb [23]
Cemento	~10-15% de la mezcla	Cemento CEM tipo I 52,5 ~25% de la mezcla ~70% en peso de aglutinante	Cemento Portland tipo II ~30% de la mezcla	Cemento Portland ASTM C150 tipo II ~25-28% de la mezcla	Cemento tipo I ~30% de la mezcla
Humo de Sílice	-	Humo de Sílice no densificado ~10% del peso de aglutinante	-	Humo de Sílice densificado ~2-3% de la mezcla	-
Cenizas volantes	-	~20% del peso de aglutinante	-	-	-
Áridos	~65-75% de la mezcla	Arena de tamaño máximo 2 mm ~54% de la mezcla	Arena ~41% de mezcla	Arena de tamaño máximo 2,36 mm ~59% de la mezcla	Agregado de tamaño máximo 2 mm ~58% de la mezcla
Agua	~15-20% de la mezcla	~10% del peso de la mezcla	~19% de la mezcla	~10-12% de la mezcla	~11% de la mezcla
Superplastificante	-	~1% en peso de aglutinante	~3% de la mezcla	Superplastificante a base de policarboxilato (HRWRA) ~0,05-0,16% en peso de aglutinante	Superplastificante Viscocrete ~0,8% del peso de cemento
Retardante	-	~0,5% en peso de aglutinante	-	-	~0,5% del peso de cemento
Acelerador	-	-	-	Acelerador basado en Cloruro de calcio ~1-3% en peso de cemento	~0,8% del peso de cemento
Modificador de viscosidad	-	-	-	Modificador de viscosidad (VMA) ~0,1% del peso de aglutinante	-
Fibras de polipropileno	-	Fibras de 12 mm de longitud y 0,18 de diámetro ~1,2 kg/m ³	-	Fibras de 6 mm de longitud y resistencia a la tracción de 415 MPa ~1,18 kg/m ³	-
Arcilla	-	-	-	Arcilla de atapulgita (en caso de no utilizar fibras) ~0,3% del peso de aglutinante	-
Proporciones	agua/cemento ≈0,5	agua/aglutinante ≈0,26	agua/cemento ≈0,5	agua/aglutinante ≈0,43	agua/cemento ≈0,39
Resistencia a compresión	~30 MPa para un hormigón H30	~110 MPa a 28 días	~18,9 MPa	~45-50 MPa a 28 días	~42 MPa
Resistencia a flexión	~4 MPa para un hormigón HF4	~12 MPa a los 28 días (Resistencia objetivo)	-	-	-

Imagen N°4. Fuente: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN PARA SU USO EN UNA MÁQUINA DE IMPRESIÓN, 2018.

¿QUIERES SABER MÁS?

- [Hormigón hecho con neumáticos usados](#)
- [Empleo del vidrio reciclado triturado en sustitución parcial del árido fino para elaborar hormigón con fines de sostenibilidad](#)
- [Sostenibilidad y construcción con hormigón: Estrategias y definiciones](#)
- [Estudio de las características del hormigón para su uso en una máquina de impresión: selección de propiedades, ensayos experimentales y diseño de mezcla](#)
- [La importancia de las materias primas en la elaboración de hormigón](#)
- [Hormigón a base de fibras de zanahoria para potencializar sus propiedades mecánicas](#)
- [Hormigones con cenizas de cáscara de arroz](#)
- [Transforman relaves del cobre en materiales de construcción](#)
- [Practical Application of Crumb Rubber Concrete in Residential Slabs](#)
- [Hormigón en base a residuos de termoeléctricas](#)
- [Construcción con Hormigón en base a residuos de termoeléctricas: un ahorro ambiental hormigón](#)
- [El hormigón que cambiará la Construcción](#)
- [Transformar los posos de café en un recurso valioso para mejorar la resistencia del hormigón](#)
- [Relaves en nuevos materiales](#)
- [Utilizan cristal reciclado como árido para mezcla de hormigón impreso 3D](#)
- [3D-printed concrete with recycled glass: Effect of glass gradation on flexural strength and microstructure](#)
- [Hormigón con Polvo de Vidrio reciclado](#)
- [Design and strength optimization method for the production of structural lightweight concrete: An experimental investigation for the complete replacement of conventional coarse aggregates by waste rubber particles](#)
- [El uso del arroz en la construcción de viviendas.](#)
- [ACV en la determinación de la energía contenida y la huella de carbono en el proceso de fabricación del hormigón premezclado](#)
- [Propuesta de control de calidad complementario para reducir el impacto ambiental de la construcción con hormigones](#)
- [ECOpart, Holcim](#)

Boletines Vigilancia Tecnológica

EFICIENCIA HÍDRICA EN LA CONSTRUCCIÓN



Eficiencia hídrica en la construcción

Plataformas ACV complementarias a los pasaportes de materiales

Laboratorio de Control de la Calidad de la Edificación del País Vasco

Soluciones para manejos de data a escala intermedia: ¿Qué pasa antes de llegar a la BIG DATA con la gestión de la información?

Diseño paramétrico orientado a la eficiencia energética

BIM en la eficiencia energética y emisiones cero

Empresas chilenas que ofrecen soluciones de energía fotovoltaica off-grid domiciliaria

Requerimientos térmicos para fachadas industrializada

Innovaciones en las mezclas de los hormigones prefabricados

Circularidad en edificios de madera y mixtos

Mezclas de hormigón con residuos de la industria minera

Según CSIS (2023), el sector de la construcción es responsable del 16% del total del agua que se consume en el mundo.

PROGRAMA TECNOLÓGICO CONSTRUYE ZERO

Eficiencia hídrica en la construcción



Imagen 1: Equipos demolición con pulverizadores de agua.
Fuente: Alamy, 2017.



Imagen 2: Sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises en instalación de faenas. Fuente: CDT, 2023.

¿QUÉ ES LA EFICIENCIA HÍDRICA EN CONSTRUCCIÓN?

La eficiencia hídrica en la construcción es la práctica de diseñar, construir y operar edificios y proyectos en que se utilice agua de manera sostenible y responsable. Implica minimizar el desperdicio de agua, reduciendo la demanda de agua potable en la utilización de las actividades de construcción, preservando la calidad del agua, contribuyendo a la conservación de los recursos hídricos y protegiendo el medio ambiente (Souza, 2023).

¿QUÉ ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA HÍDRICA PODEMOS APLICAR EN LA CONSTRUCCIÓN?

Diseño de paisajes y jardines sostenibles: Utilizar plantas nativas y adaptadas al clima local que requieren menos riego, instalar sistemas de riego eficientes y utilizar mantillo para reducir la evaporación del agua (GBC, 2021).

Tecnologías de gasfiterías eficientes: Instalar artefactos sanitarios eficientes se hace indispensable para el ahorro en el consumo de agua y el ahorro en la cuenta mensual. Actualmente existe una variada gama de duchas, griferías, inodoros y electrodomésticos de bajo consumo de agua, como: inodoros de doble descarga, grifería de flujo reducido y sistemas de recirculación de agua caliente (López, 2015).

Captación y reutilización de agua de lluvia: Recoger el agua de lluvia y utilizarla para riego, descarga de inodoros y otros usos no potables. Los depósitos de captación son sistemas de drenaje de aguas lluvias, que recolectan agua, la almacenan y la incorporan a la red de la edificación para ser utilizada (Pomales, 2021).

Sistemas de tratamiento de aguas grises: Recolectar y tratar el agua residual generada en el edificio (por ejemplo, aguas de lavamanos y duchas) para su reutilización en inodoros y riego. Para implementar sistemas de tratamiento es indispensable desde el diseño contemplar redes separadas para aguas grises (las que se dirigen hacia la estación de reciclaje), las aguas residuales (se canalizan hacia la red de alcantarillado), las aguas recicladas (que se conducirán desde la estación hasta los puntos de uso) y las aguas de consumo humano (Stevens, 2021).

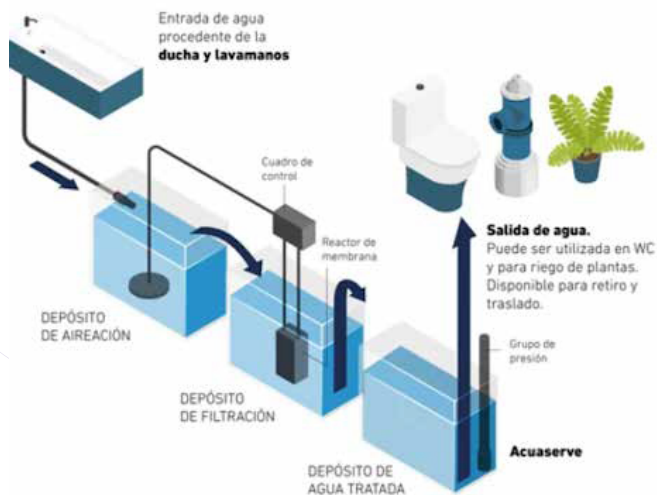


Imagen 3: Incorporación de sistemas de tratamiento de aguas grises en proyectos nuevos. Fuente: G. Santolaya, 2022.

Medidores y sistemas de gestión: Instalar medidores de agua y sistemas de control para realizar un seguimiento del consumo de agua y detectar fugas o desperdicios de manera oportuna. Digital Senses lleva aplicando esta metodología en varios proyectos en Chile, lo que significa para algunos clientes un ahorro de un 30%, al saber cuando realizar la mantención (Digital senses, 2023).

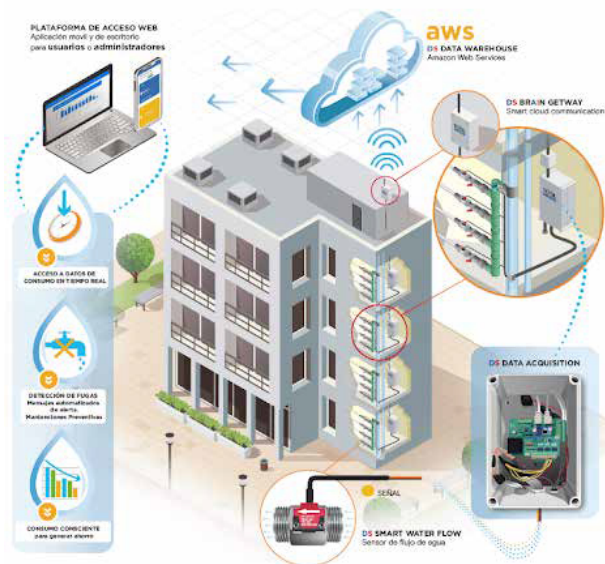


Imagen 4: Medidores digitales en edificios, para detectar fugas de manera automática. Fuente: Digital senses, 2023.

Aislamiento y conservación de tuberías: Asegurarse de que las tuberías estén bien aisladas para evitar pérdidas de calor y frío, lo que reduce la necesidad de calentar o enfriar el agua. Un ejemplo de aislación para tuberías es U Protect Pipe Section Alu2 de (Isover, 2017) que busca aumentar la eficiencia energética de la edificación.

¿EXISTE UNA LEY QUE REGULE LA UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS GRISES?

La Ley 21.075 tiene por objetivo regular la recolección, reutilización y disposición de aguas servidas y grises. Fue publicada en el año 2018 y actualmente se trabaja en el borrador del reglamento, donde en algunos puntos indica:

Art. 6°: Considerar la reutilización sólo de las aguas grises generadas en lavamanos, duchas, tinas y lavadoras de ropa, excluyendo las aguas grises generadas en lavaplatos y máquinas lavavajillas.

Art.15°: Las tuberías de aguas grises crudas y tratadas deberán ser de color morado, para diferenciarlas de las tuberías de agua potable, de aguas negras y de los demás sistemas de tuberías.

Art 31°: Los efluentes provenientes de los sistemas de reutilización de aguas grises se pueden utilizar sólo en: urbanos, riego de áreas recreativas, servicios y riego ornamental.

¿CÓMO SE PUEDE APORTAR A LA EFICIENCIA DEL AGUA DESDE EL INICIO DE LA CONSTRUCCIÓN?

Chile se encuentra en una situación de escasez hídrica. De acuerdo a la Fundación Chile, el 76% del país está afectado por sequía, por lo que se hace urgente fomentar prácticas que involucren al inicio del ciclo de vida de la edificación. El consumo de agua en el proceso de construcción se encuentra entre un 0,5 m³/m² y 1,0 m³/ m² construido en edificación (CDT, 2023). El desarrollo de planes de gestión en la optimización del consumo de agua para las distintas partidas del proceso constructivo, es fundamental para definir metas y objetivos a cumplir. **Algunas estrategias que se pueden abordar son:**

1. Riego por goteo
2. Pruebas con aire
3. Válvulas de corte programado
4. Almacenamiento de aguas lluvias
5. Artefactos sanitarios de alta eficiencia

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [El sector de la construcción es responsable del 16% del total de consumo de agua en el mundo](#)
- ↳ [Consejos para ahorrar agua en la construcción de una casa](#)
- ↳ [Guía Eficiencia Hídrica en Áreas Verdes](#)
- ↳ [Uso eficiente del agua en etapa de construcción de edificaciones](#)
- ↳ [Guía para un a gestión responsable de RILES en obra s de construcción](#)
- ↳ [Guía para un uso eficiente del agua en obra de construcción](#)
- ↳ [Promueven uso eficiente del agua en obras de construcción](#)
- ↳ [Recursos hídricos subterráneos y el uso de las Aguas Grises en proyectos habitacionales](#)
- ↳ [La importancia del agua en la construcción](#)
- ↳ [Aplicaciones del agua en la construcción](#)
- ↳ [Guía de diseño para la eficiencia energética de la vivienda social](#)
- ↳ [Determinación del consumo de agua potable durante la construcción de viviendas en una zona semi desértica de Chile](#)
- ↳ [Demolición con excavadora de alto alcance en el trabajo](#)
- ↳ [¿Cuál es la huella hídrica de tu proyecto arquitectónico?](#)
- ↳ [Uso eficiente del agua en la industria de la construcción](#)
- ↳ [Medidores digitales de agua edificios residenciales](#)
- ↳ [Manual de Aislamiento de Tuberías](#)
- ↳ [Inmobiliaria Deisa eleva su compromiso sostenible al alcanzar la Certificación de Empresa B](#)
- ↳ [LEY 21075](#)
- ↳ [Ciudades sensibles al agua](#)

Según CSIS (2023), el sector de la construcción es responsable del 16% del total del agua que se consume en el mundo.

TACC01: PLATAFORMA PASAPORTE DE MATERIALES

Plataformas ACV complementarias a los pasaportes de materiales



Imagen 1: Impacto ambiental en edificación, calculado por software OneClick. Fuente: www.oneclicklca.com(2023).

La Evaluación del Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta que se utiliza para evaluar los impactos ambientales asociados con un producto o proceso a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas, hasta su disposición final. Los pasaportes de materiales son una forma de gestionar la información sobre los materiales utilizados en productos y su impacto ambiental. Al combinar la información detallada de los pasaportes de materiales con los datos de la ACV, las organizaciones pueden obtener una visión más completa de los impactos ambientales y sociales de sus productos a lo largo de su vida útil.

¿QUÉ PLATAFORMAS SON COMPLEMENTARIAS AL PASAPORTE DE MATERIALES P+?

OneClick LCA

En el boletín N°2 fue abordado el Análisis del Ciclo de Vida, donde se destacó a OneClick como software. En esta oportunidad, se comentará el complemento que tiene con la plataforma de materiales, pues ayuda a calcular y reducir los impactos ambientales de los proyectos, productos y cartera de edificios e infraestructuras. Tiene un módulo Building Circularity que permite rastrear, cuantificar y optimizar la circularidad de los materiales obtenidos y utilizados. Dentro de sus distintos módulos, destaca Product Carbon Tool, que permite calcular la huella de carbono a lo largo del ciclo de vida de un producto. Es de utilidad para el fabricante, pues le permite conocer más el producto y saber dónde se producen las emisiones para enfocarlos en la creación de declaraciones ambientales. El software cuenta con un generador de EPDs que puede ser pre-verified especialmente adaptado a estudios en donde se desea verificar con un operador de programa concreto. Este generador funciona cuando se quiere emplear EPD hub o International EPD System (Green Building Council, 2023).

Embodied Carbon in Construction Circular (EC3)

Esta calculadora de carbono incorporado es una herramienta gratuita y de fácil acceso, que permite realizar evaluaciones comparativas de reducciones del carbono incorporado de los proyectos, centrándose en las emisiones iniciales de la cadena de suministro del material de construcción. Se utilizan cantidades de materiales a partir de estimaciones de construcción o modelos BIM y una base de datos de Declaraciones Ambientales de Productos (EDP). Esta herramienta se puede utilizar, tanto en la fase preliminar de diseño, como en la ejecución de un proyecto. Los propietarios de certificaciones de edi-

ficios sostenibles podrán analizar la base de datos de la cadena de suministros para crear requisitos de DAP y establecer límites y reducciones de carbono incorporados a escala del material de construcción y del proyecto. EC3 está incentivando a fabricantes y productores de materiales a potenciar e innovar para reducir las emisiones de sus productos. EC3 extrae datos de archivos PDF y conforma la base de datos EPD digital que requiere (Carbon Leadership Forum, 2023).

CATÁLOGO ARQUITECTURA

Ecosistema para profesionales de arquitectura y construcción que proporciona información técnica de productos, materiales, sistemas constructivos, guía de especificaciones técnicas y un extenso catálogo BIM, con descarga de elementos (entidades) para los diseños con soluciones innovadoras que están entrando al mercado. (Catalogo Arquitectura, 2023).

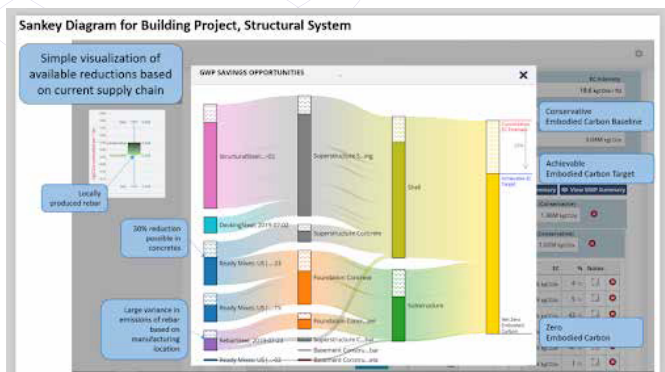


Imagen 2: Diagrama Sankey, representación gráfica del carbono incorporado del proyecto evaluado, estimación de referencia y objetivo de reducción con resultados EC3 (EC3, 2023).

PLATAFORMA INDUSTRIAL CIRCULAR

Plataforma creada para conocer el potencial, valor y uso de los materiales y residuos generados en un proyecto, permitiendo a las empresas que quieran ofrecer o adquirir materiales, conectar con otras que necesiten o compren sus insumos para nuevos proyectos, conectando a las empresas con transportistas, asesores y gestores dentro de la región Metropolitana y Valparaíso. Han creado un marketplace de materiales de construcción y ya cuentan con 101 usuarios registrados y 223 transacciones a la fecha. La plataforma es de acceso gratuito e invita a las empresas a colaborar (www.residuo-recurso.cl, 2023).

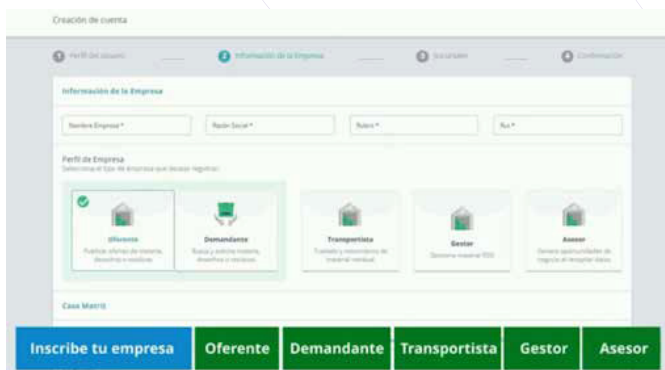


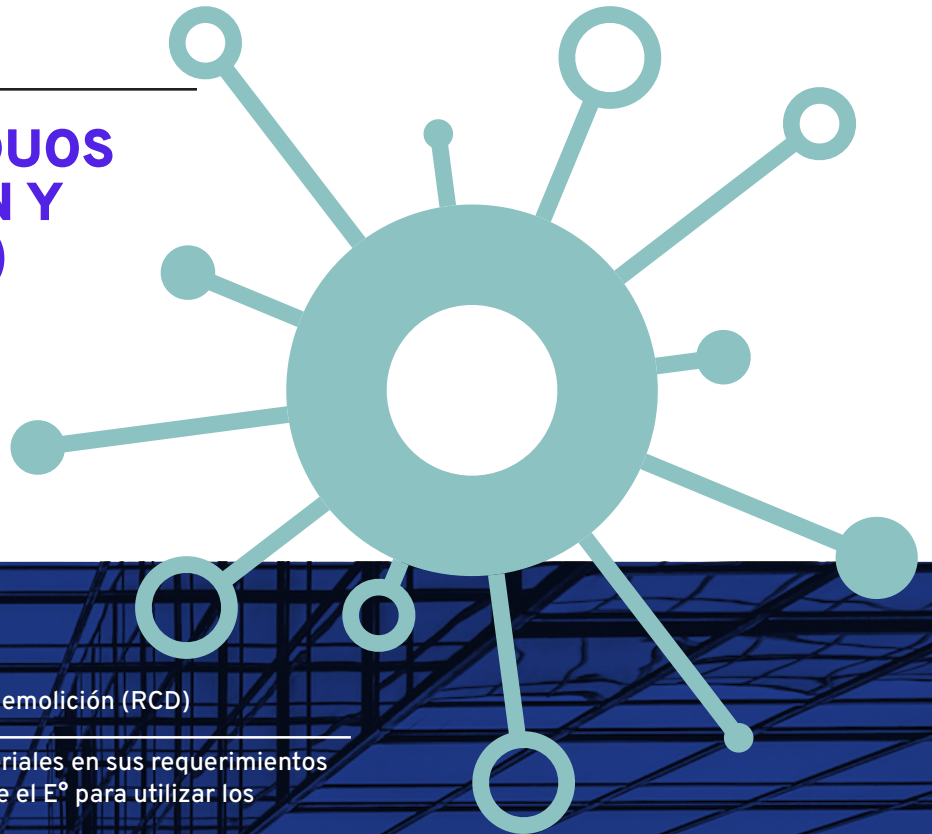
Imagen 3: Diagrama Sankey, representación gráfica del carbono incorporado del proyecto evaluado, estimación de referencia, objetivo de reducción con resultados (EC3, 2023).

¿QUIERES SABER MÁS?

- ↳ [Estrategias de medición](#)
- ↳ [One Click](#)
- ↳ [Pre-verified-epd-generator](#)
- ↳ [Embodied Carbon in Construction Calculator \(EC3\) Tool](#)
- ↳ [EC3 Tool Data Methodology](#)
- ↳ [Estamos fomentando un mejor futuro de construcción al abordar el papel del carbono incorporado en el cambio climático.](#)
- ↳ [Embodied Carbon in Buildings Facts and Figures](#)
- ↳ [Embodied-carbon-in-construction](#)
- ↳ [Un manual para ayudar a las ciudades a reducir el carbono incorporado en la construcción](#)
- ↳ [Catálogo bim](#)
- ↳ [Empresas/Volcán](#)
- ↳ [Concrete Uncertainty Methodology](#)

Boletines Vigilancia Tecnológica

GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)



Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD)

¿Qué países exigen pasaportes de materiales en sus requerimientos públicos? ¿Qué incentivos existen desde el E° para utilizar los pasaportes?

Tipos de soluciones sustentables para ser testeadas en un laboratorio de materiales

Impacto de la utilización de techos verdes en edificaciones existentes

Modelos predictivos sobre habitabilidad de viviendas

Soluciones de materiales innovadores bajas en emisiones de carbono

Circularidad de las baterías de litio una vez se termine su vida útil en Chile

Tecnología para la fabricación de fachadas industrializadas

Edificios industrializados en acero

Brechas nacionales para la utilización de la madera en la vivienda social

Normativa nacional relativa a los áridos reciclados y artificiales

Boletines Vigilancia Tecnológica

LA DESCARBONIZACIÓN DE LA CLIMATIZACIÓN Y ACS DE LOS EDIFICIOS

La descarbonización de la climatización y ACS de los edificios

Avances en un reglamento para certificación de subproductos industriales

Caso de ineltec, equipos de simulación y bancos de ensayo: testeo de materiales resilientes

Plataformas de gestión de indicadores de desempeño de edificaciones

Bases de datos de materiales y sus parámetros de eficiencia energética

Soluciones modulares: beneficios y desafíos

Baterías de sodio

Desafío de traslado y montaje de las fachadas industrializadas

Edificios modulares: experiencia del edificio Holon

Código de modelo sísmico en madera

Tipos de sistemas constructivos impresos en 3D

Boletines Vigilancia Tecnológica

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN



Eficiencia energética en la construcción y operación

Normas técnicas disponibles para los materiales: ¿consideran estándares ambientales? ¿Cuáles?

Innovación en el desarrollo de mediciones en laboratorios nacionales

Avances en los gemelos digitales + IA

Materiales que mejoran la eficiencia energética y sus parámetros para incorporar a las plataformas

Upgrade en soluciones modulares: accesorios que pueden mejorar su comportamiento e impacto

Casos nacionales de energía híbrida solar eólica en Chile

Desempeño térmico de fachadas industrializadas ¿cómo impacta la nueva regulación térmica?

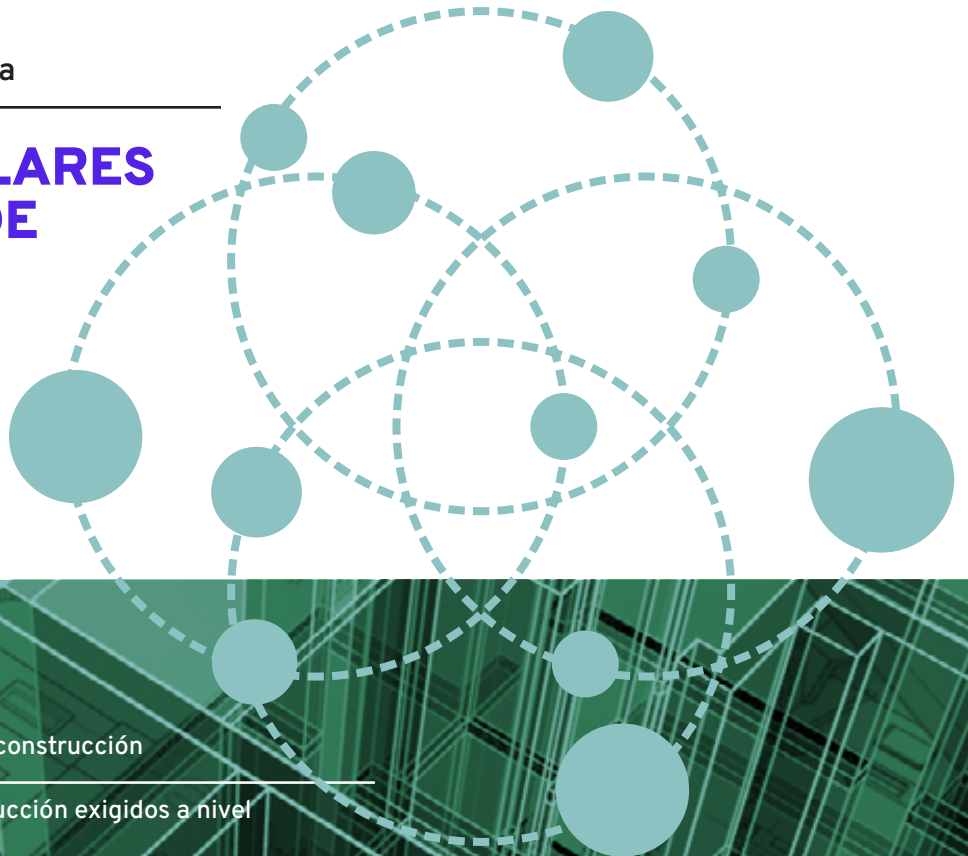
Casos de viviendas sociales modulares en altura

Eficiencia energética en edificios de madera

Eficiencia hídrica de la construcción impresa en 3D

Boletines Vigilancia Tecnológica

NEGOCIOS CIRCULARES DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN



Negocios circulares de productos de construcción

Indicadores ambientales en la construcción exigidos a nivel internacional

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

Especial digital construction WEEK

Pda's ¿cómo se puede verificar digitalmente que las soluciones planteadas cumplen con lo requerido?

Construcción volumétrica: concepto, ventajas, desventajas y desafíos

Soluciones de energía renovable combinadas: ¿qué pasa si utilizamos el sol, viento, agua y tierra de manera combinada?

MMC 5: soluciones prefabricadas no estructurales

Caso de estudio: Tecno Fast

Caso estudio: Edificio Territoria - MUT

MMC 4 - Método moderno de construcción: Impresión 3D

Boletines Vigilancia Tecnológica

LEY MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO



Ley marco de cambio climático

Métodos de validación de la información en los pasaportes de materiales a nivel internacional

Reducción de residuos: durabilidad y resiliencia. Edificios = bancos de materiales

Especial Edifica: resultados del gemelo digital en un contexto público y real

Plataformas de eficiencia energética: expectativas v/s realidades

Estudio de caso: módulo y energía off grid. ¿Cuáles son sus resultados?

Especial Edifica: montaje de la torre híbrida y resultados de la feria

Especial Edifica: ¿cómo ve la industria soluciones de fachada industrializada y su aplicación nacional?

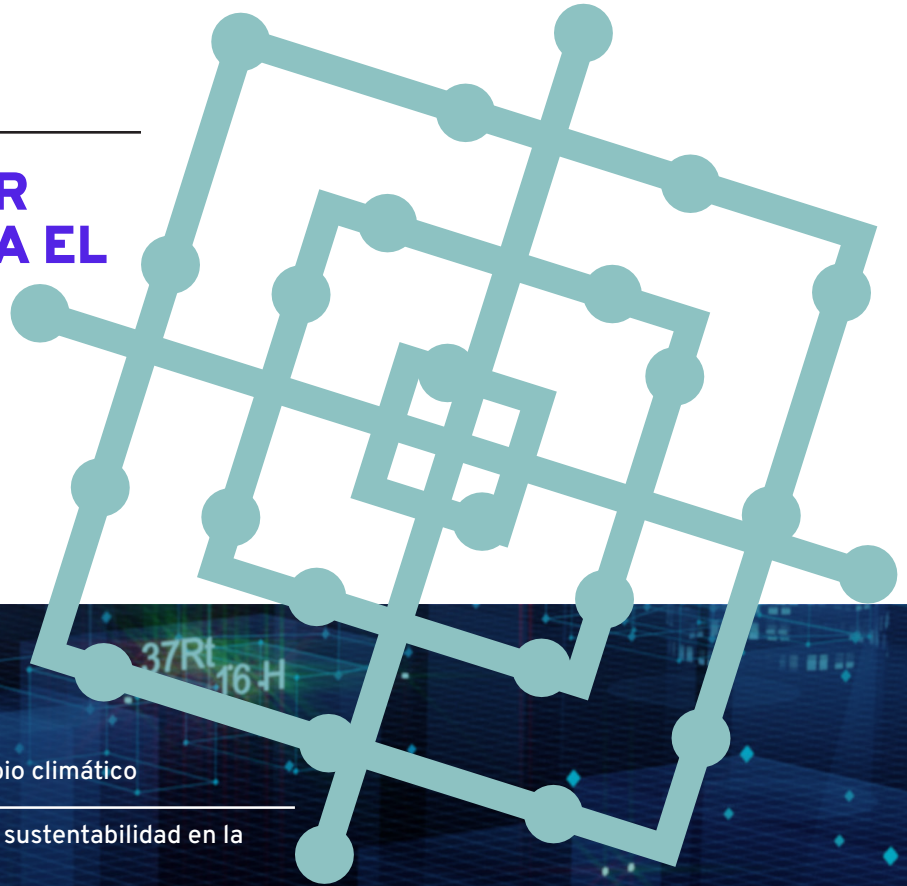
Proceso de traslado del edificio industrializado prozero a espacio riesco

Edificios modulares de hormigón prefabricado en el mundo

Especial Edifica: claves para el traslado y montaje de piezas 3D en construcción

Boletines Vigilancia Tecnológica

DRIVERS DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO



Drivers del sector construcción para el cambio climático

¿Qué requerimientos tiene Chile en cuanto a sustentabilidad en la construcción de obras públicas?

Patentamiento de laboratorios de materiales

Gemelos digitales en la “Digital Construction Week” UK 2024

Patentamiento de softwares y/o plataformas de optimización y eficiencia energética

Certificación minergie: ¿qué exige y que certifica?

Costos y ventajas de tener autonomía energética

Patentamiento de sistemas de fachadas industrializadas

Indicadores de rendimiento en edificios industrializados

Conexiones en edificios modulares de hormigón

Primer conjunto de vivienda social en Colombia con hormigón sostenible

Boletines Vigilancia Tecnológica

TAXONOMÍA DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS MEDIOAMBIENTALMENTE SOSTENIBLES PARA CHILE: IMPLICANCIAS PARA EN SECTOR CONSTRUCCIÓN

Taxonomía de actividades económicas medioambientalmente sostenibles para Chile: implicancias para en sector construcción

¿Cuál es el valor de un pasaporte de materiales para una inmobiliaria, constructora o diseñador?

Construir para generar valor a largo plazo: ¿cómo se mide la durabilidad?

Plataformas de gemelos digitales: estrategias de protección y patentes existentes

¿Qué es lo que hace una plataforma para la optimización y eficiencia energética? Expectativas v/s realidades

Del montaje al desmontaje: lecciones y oportunidades del módulo net zero en la Feria Edifica

Generación autónoma en espacios de obra: caso ikongreen de ferroviario

¿Cómo se venden las fachadas industrializadas en el mundo? Modelos de negocio

Edificios de acero: diferencias entre el acero importado v/s el nacional

Patentamiento de sistemas constructivos de hormigón prefabricado volumétrico y por piezas

Patentamiento de mezclas de hormigón para impresión 3D



Boletines Vigilancia Tecnológica

REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS PARA DISMINUCIÓN DE CARBONO OPERACIONAL: CASO REHABITERM ESPAÑA



Rehabilitación de viviendas para disminución de carbono operacional: caso rehabilityterm España

Pasaporte de materiales de SACYR

Cámaras climáticas y ensayos de resiliencia: casos del instituto torroja de Madrid e Instituto Tecnológico de Aragón

Gestión de obra por medio de gemelos digitales: caso lobe, hiberus

Inteligencia artificial generativa para el diseño y toma de decisiones energéticas: patentes, investigaciones y productos (generative AI)

Patentes existentes sobre módulos netzero o similares

Circularidad de los paneles solares cuando terminan su vida útil en Chile

Fachadas industrializadas: caso porcelanosa España

¿Se han protegido intelectualmente las soluciones modulares en altura?

Hormigones ligeros de alto desempeño

¿Cuánto cuesta implementar un proceso de impresión 3D?
