



CDT
Somos CChC

CONSTRUCCIÓN

DESARROLLO

TECNOLOGÍA

WWW.CDT.CL

DOCUMENTO



PREVENCIÓN DE RESIDUOS DESDE EL DISEÑO





CDT
Somos CChC

Prevención de residuos desde el diseño



TABLA DE CONTENIDOS

| | | |
|------|---|----|
| 1. | Introducción | 5 |
| 2. | Fundamentos del ecodiseño | 6 |
| 2.1. | Herramientas prácticas de ecodiseño | 9 |
| 2.2. | Certificaciones y ecoetiquetas | 16 |
| 3. | Incorporación de BIM en el diseño | 28 |
| 3.1. | Softwares | 32 |
| 4. | Metodologías de industrialización | 34 |
| 4.1. | Estandarización de las partes | 34 |
| 4.2. | Métodos modernos de construcción | 37 |
| 4.3. | Design for disassembly (DFD) | 46 |
| 5. | Pasaporte de materiales | 47 |
| 6. | Conclusión | 51 |
| 7. | Referencias bibliográficas | 52 |
| 8. | Link de interés | 53 |

CDT agradece el trabajo colaborativo con el Centro Tecnológico para la Innovación en Productividad y Sustentabilidad en la Construcción (CTeC), así como la colaboración de los siguientes profesionales para el desarrollo de este documento.

Redacción

Natalia Andrea Reyes Barbato - Arquitecto, Subgerente de Redes y Convenios CTEC

Bárbara Morales Gómez - Arquitecto, Coordinadora de Proyectos CTEC

Mariela Muñoz - Líder Capital humano y academia CDT

Katherine Martínez - Líder Sostenibilidad ambiental CDT

Revisión

María José Cobo - Coordinadora de proyectos CDT

Alejandro Pavez - Líder de Gestión de Contenidos

Diseño

Paola Femenías

Fecha de publicación

Noviembre de 2024



Con colaboración





CDT no escatima esfuerzos para procurar la calidad de la información presentada. No obstante, es importante destacar que la responsabilidad última recae en el usuario, quien debe asegurarse de que el contenido recibido sea apropiado y preciso para sus necesidades específicas. Nos esforzamos constantemente en ofrecer contenidos fiables y actualizados, pero recomendamos a nuestros usuarios ejercer su criterio y discernimiento al utilizar la información proporcionada.

1. Introducción



La industria de la construcción es un sector fundamental para el desarrollo económico mundial y local. En Chile, la construcción representa aproximadamente el 7,1% del Producto Interno Bruto (PIB) y genera el 8,5% de los empleos a nivel nacional (CChC, 2017), integrando a más de 30 mil empresas, donde el 98% son pymes, responsables del 81% de los puestos de trabajo y el 34% de la facturación del sector. (Construye2025, 2015).

Además de su relevancia económica, la construcción es uno de los mayores consumidores de recursos a nivel mundial, utilizando cerca del 50% de la producción global de acero y más de 3 mil millones de toneladas de materias primas al año (Construye2025, 2019). El hormigón es uno de los materiales más utilizados, compuesto en un 65% a 75% de áridos (Ministerio de Obras Públicas, 2015). Este consumo intensivo de recursos hace que el sector también sea uno de los mayores generadores de residuos. En Chile se genera alrededor de 6,8 millones de toneladas anuales de residuos, alrededor de 350 kg/hab., de los cuales un 70% son residuos inertes (Estudio Productividad en el Sector Construcción Sostenibilidad en la Industria de la Construcción”. Comisión Nacional de Productividad, 2020). Del total de residuos generados por la construcción, no más de un 6% es valorizado, lo que plantea incertidumbre sobre la efectividad con la que éste utiliza las materias primas y sobre la capacidad de éstas para satisfacer la creciente demanda por su uso.

La contribución económica del sector se basa principalmente en un modelo de economía lineal, en el que los materiales se extraen, transforman, construyen y finalmente se desechan. Sin embargo, ante los desafíos globales de disponibilidad limitada de materias primas, agua y energía, surge una necesidad urgente de avanzar hacia una economía circular en la construcción. Este enfoque no solo permite reducir la dependencia de recursos, sino que también ofrece oportunidades de creación de valor y crecimiento económico al desarrollar el desarrollo de la extracción de recursos naturales renovables y no renovables.

En este contexto, resulta fundamental adoptar estrategias de prevención de residuos desde la fase de diseño. Las decisiones en esta etapa tienen un impacto significativo en la cantidad y tipo de materiales empleados, así como en su potencial de reutilización y reciclaje. De hecho, el World Green Building Council (WGBC) estima que hasta el 80% de los impactos ambientales de un edificio se definen en la fase de diseño, lo que destaca la importancia de una planificación que integre principios de sostenibilidad desde el inicio.

Este documento, titulado **“Estrategias de Prevención de Residuos desde el Diseño”**, busca destacar la importancia del diseño como una herramienta estratégica para mejorar tanto la productividad como el desempeño ambiental de los proyectos.



2. Fundamentos del ecodiseño

El ecodiseño se posiciona como una estrategia fundamental para la sostenibilidad en la industria de la construcción y otros sectores productivos. Esta metodología se centra en la integración de criterios de sostenibilidad desde las primeras fases del desarrollo de un producto o proyecto, con el objetivo de minimizar el impacto ambiental y reducir la generación de residuos. A medida que las preocupaciones sobre el cambio climático y la degradación ambiental aumentan, el ecodiseño se presenta como una respuesta viable y necesaria.

ELEMENTOS CLAVE DEL ECODISEÑO EN LA CONSTRUCCIÓN



1

Planificación y gestión de materiales

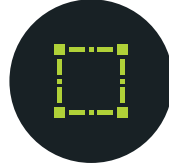
Herramientas como BIM y LCA permiten planificar de manera precisa la cantidad y tipo de materiales necesarios, identificando oportunidades para reducir residuos en la construcción.



2

Selección de materiales sostenibles

A través de Declaraciones Ambientales de Producto (EPD) y bases de datos especializadas, el ecodiseño promueve la selección de materiales con bajo impacto ambiental, que son reciclables o reutilizables.



3

Diseño para el desmontaje (design for disassembly, dfd)

Parte esencial del ecodiseño, esta práctica busca que los componentes de una construcción puedan ser desmontados fácilmente para su reutilización, minimizando los residuos de demolición.



4

Prefabricación y modularidad

La prefabricación de componentes modulares en entornos controlados reduce la generación de residuos en el sitio de obra, alineándose con los principios del ecodiseño para una construcción más limpia y eficiente.

El ecodiseño fomenta la integración de los principios de la **Economía Circular**, buscando mantener los materiales en uso durante el mayor tiempo posible a través del reciclaje, la reutilización y la reducción de residuos en cada etapa del ciclo de vida de un edificio.



**Eliminar residuos
y contaminación
desde el diseño**




**Mantener
productos y
materiales en uso**



**Regenerar
sistemas naturales**

Imagen 1: Fundación Ellen MacArthur, Financiación de la economía circular: aprovechando la oportunidad (2020).

Dentro de las ventajas que puede otorgar el Ecodiseño para la Reducción de Residuos, se tienen entre otras, las siguientes:

1 Minimización de la Generación de Residuos

Al considerar desde el diseño cómo los materiales serán utilizados y gestionados, se pueden evitar desperdicios innecesarios, optimizando el uso de recursos.

2 Ahorro de Costos

Reducir los residuos implica menores costos de disposición y un uso más eficiente de los materiales, lo que se traduce en ahorros económicos para los proyectos.

3 Cumplimiento de Certificaciones Ambientales

El ecodiseño facilita el cumplimiento de estándares como LEED, BREEAM y CVS, que premian la reducción de residuos y el uso de materiales sostenibles.

El objetivo del ecodiseño es crear productos más sostenibles, que minimicen el impacto ambiental en todas sus etapas, desde la extracción de recursos hasta la disposición final.



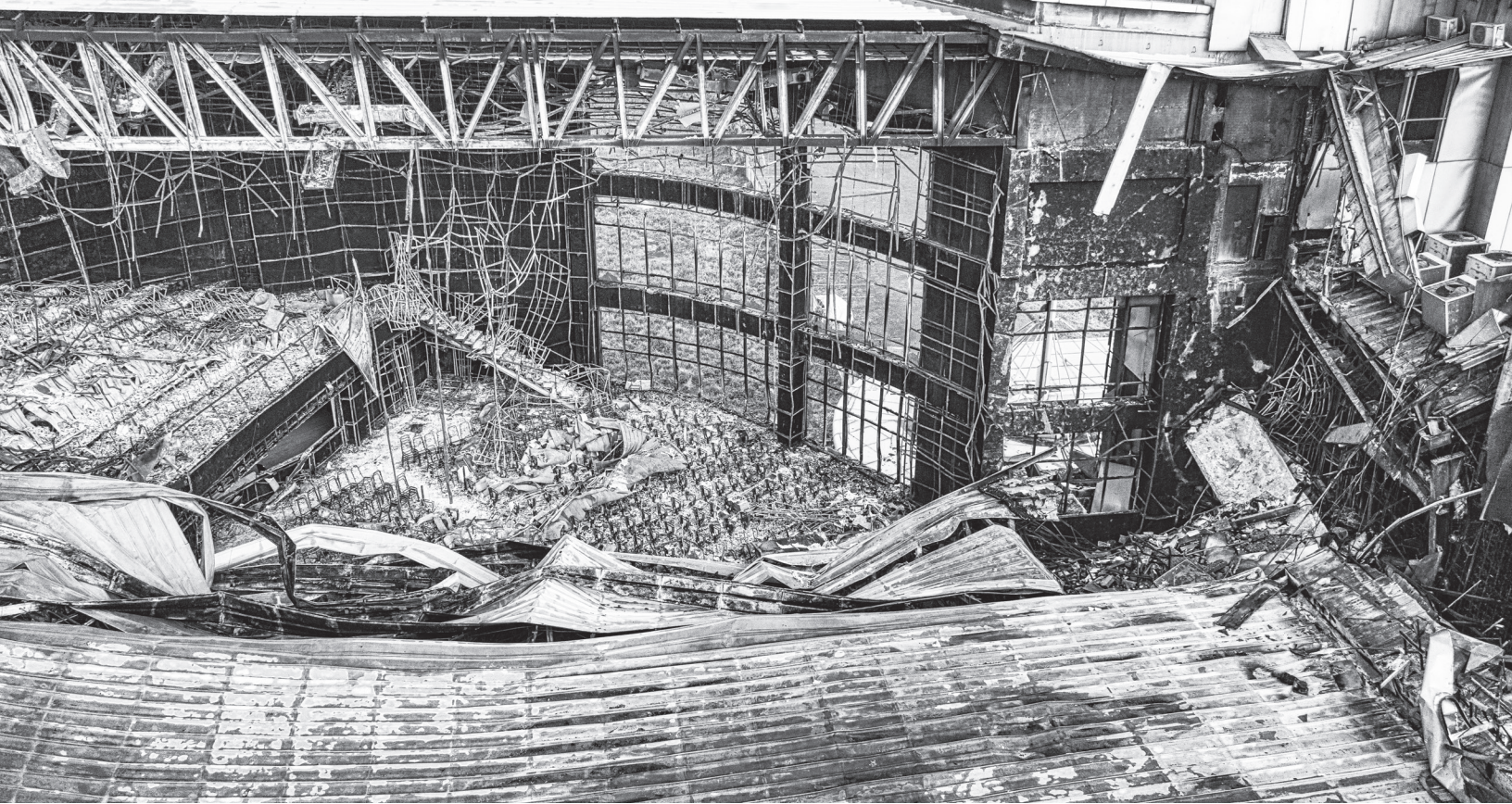
2.1. Herramientas prácticas de ecodiseño

Para maximizar el potencial del ecodiseño en la reducción de residuos y la sostenibilidad en la construcción, es fundamental contar con herramientas prácticas que permitan aplicar estos principios de manera efectiva.

A continuación, se presentan algunas herramientas que sirven como guía para implementar estrategias de reducción de residuos desde la etapa de diseño y garantizar un impacto positivo a lo largo del ciclo de vida de los proyectos de construcción.

2.1.1. CIRCULAR BUILDING TOOLKIT - ARUP

La “Circular Buildings Toolkit” de ARUP es una herramienta diseñada para ayudar a cualquier profesional de la industria de la construcción a integrar prácticas de economía circular en sus proyectos. Su objetivo es proporcionar estrategias claras y prácticas que permitan mejorar la sostenibilidad, reducir costos, y optimizar el uso de recursos en cualquier tipo de proyecto de construcción. Ofrece una matriz de estrategias de ecodiseño, con un enfoque particular en la reducción de residuos mediante el diseño modular, el desmontaje y la reutilización de materiales.



La herramienta se organiza en seis secciones principales, cada una diseñada para guiar a los profesionales de la construcción en la integración de principios de economía circular en sus proyectos. A continuación, se presenta un resumen de su estructura para facilitar su comprensión:

1 Marco conceptual de la economía circular

- Introduce los principios de la economía circular y su importancia en la construcción.
- Proporciona la base teórica para entender el impacto de las prácticas circulares en la sostenibilidad.

2 Estrategias circulares clave

- Ofrece un conjunto de estrategias prácticas para aplicar circularidad en proyectos.
- Incluye diseño para la flexibilidad, el desmontaje, y la selección de materiales sostenibles.

3 Herramientas de evaluación y diagnóstico

- Proporciona herramientas para evaluar el nivel de circularidad de un proyecto.
- Incluye una matriz de circularidad, indicadores de rendimiento y un checklist para verificar la aplicación de principios circulares.

4 Guía de implementación de estrategias circulares

- Detalla cómo aplicar las estrategias circulares en las distintas fases del proyecto: diseño, construcción y fin de vida.
- Incluye pasos específicos para asegurar una construcción sostenible y optimizada.

5 Casos de estudio y buenas prácticas

- Presenta ejemplos reales de proyectos que han implementado con éxito los principios de economía circular.
- Sirve como referencia para entender los beneficios y desafíos de aplicar estas estrategias.

6 Recursos adicionales y herramientas complementarias

- Incluye enlaces a guías, bases de datos de materiales y software de apoyo.
- Facilita el acceso a información complementaria para profundizar en la implementación de la circularidad.



2.1.2. ECO-DESIGN PILOT

La herramienta Eco Design Pilot es una plataforma desarrollada para apoyar a diseñadores, ingenieros y empresas en la integración de los principios del ecodiseño en el desarrollo de productos. Su objetivo es reducir el impacto ambiental de productos y procesos a lo largo de su ciclo de vida, promoviendo la sostenibilidad desde la fase de diseño. La herramienta está disponible en línea y proporciona una serie de estrategias y métodos prácticos que permiten mejorar la eficiencia de los recursos y minimizar la generación de residuos.

La herramienta se organiza en una serie de módulos y recursos que permiten a los usuarios identificar y aplicar principios de ecodiseño en sus proyectos. Entre los aspectos más destacados de la plataforma se incluyen:

1 Directrices de ecodiseño

- La herramienta ofrece un conjunto de directrices que abordan las diferentes etapas del ciclo de vida de un producto, desde la selección de materiales hasta el fin de vida y la disposición final. Estas directrices guían a los diseñadores para que adopten un enfoque más sostenible en cada fase.

2 Identificación De Estrategias De Mejora

- Mediante un sistema de preguntas y criterios, la Eco Design Pilot ayuda a identificar oportunidades para mejorar la sostenibilidad de un producto. Esto incluye recomendaciones específicas para reducir el consumo de materiales, mejorar la eficiencia energética y aumentar la reciclabilidad.

3 Evaluación del impacto ambiental

- La herramienta permite evaluar el impacto ambiental de las decisiones de diseño, proporcionando un análisis detallado de cómo los cambios en el diseño pueden reducir los residuos y mejorar la sostenibilidad del producto.



Evitar desechos en el proceso de producción
Mejora ← Tipo B: fabricación intensivo ←



Listado para el análisis de Ecodiseño

Producto

Proporcionan las tecnologías empleadas en la fabricación del producto una minimización de desechos y emisiones?



Las materias primas son utilizadas eficientemente? Pueden alcanzarse los límites de emisiones sin necesidad de la purificación aguas abajo y sin filtración de las emisiones en la producción? La tecnología de producción de los componentes es la mejor práctica correspondiente a un uso eficiente de materiales y minimización de emisiones?

| Relevancia (R) | Cumplimiento (C) | Prioridad (P) |
|---|--|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> muy importante (10) <input type="radio"/> menos importante (5) <input type="radio"/> no relevante (0) | <input type="radio"/> sí (1) <input type="radio"/> más bien sí (2) <input type="radio"/> más bien no (3) <input type="radio"/> no (4) | <input type="text"/> $P = R * C$ |

| | | |
|------------------------|---|---------------------------------------|
| Medida | Emplee menos entradas de material y tecnologías de producción de bajas emisiones <small>APRENDER</small> | |
| Ideas de mejora | <input type="text"/> | |
| Costes | <input type="radio"/> más <input type="radio"/> el mismo <input type="radio"/> menos | porque <input type="text"/> |
| Viabilidad | <input type="radio"/> difícil <input type="radio"/> fácil | porque <input type="text"/> |
| Realización | <input type="radio"/> de inmediato <input type="radio"/> más tarde <input type="radio"/> nunca | responsabilidad <input type="text"/> |
| | | límite de tiempo <input type="text"/> |

Previenen las tecnologías empleadas en la fabricación del producto y sus componentes de cualquier riesgo medio ambiental?



Cuáles son los riesgos medio ambientales a través de las tecnologías de producción que se encontrarían en el caso de un hipotético accidente? Pueden ser evitados por el uso de tecnologías alternativas? Cómo podrían ser minimizados estos riesgos? Corresponde la tecnología empleada en la fabricación del producto a la mejor práctica concerniente a los riesgos al medio ambiente?

| Relevancia (R) | Cumplimiento (C) | Prioridad (P) |
|---|--|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> muy importante (10) <input type="radio"/> menos importante (5) <input type="radio"/> no relevante (0) | <input type="radio"/> sí (1) <input type="radio"/> más bien sí (2) <input type="radio"/> más bien no (3) <input type="radio"/> no (4) | <input type="text"/> $P = R * C$ |

Imagen 2: Plataforma Online ECODESIGN PILOT

Fuente: http://pilot.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPANOL/PDS/INDEX_W.HTM

2.1.3. ECOCANVAS

El EcoCanvas es una herramienta de diseño desarrollada por Nicola Cerantola, un experto en economía circular y diseño sostenible. Es una metodología visual inspirada en el conocido Business Model Canvas de Alexander Osterwalder, pero adaptada para incluir principios de sostenibilidad y economía circular en el desarrollo de productos, servicios y modelos de negocio. Su propósito es ayudar a las empresas y diseñadores a integrar criterios de sostenibilidad desde el principio del proceso de diseño, considerando aspectos ambientales, sociales y económicos de manera equilibrada.

El EcoCanvas se organiza en una serie de bloques o secciones, cada uno de los cuales permite explorar y detallar aspectos clave del modelo de negocio y su impacto en la sostenibilidad. A continuación, se describen los bloques principales:

1 Propósito y valor sostenible

- Este bloque define la misión del proyecto y el valor que aporta desde una perspectiva de sostenibilidad. Aquí se deben identificar los beneficios sociales y ambientales que ofrece la solución propuesta.

2 Recursos sostenibles

- En este bloque se identifican los recursos y materiales que se utilizarán, destacando aquellos que son renovables, reciclados o que provienen de fuentes sostenibles.

3 Diseño del ciclo de vida

- Este bloque se enfoca en analizar el ciclo de vida del producto o servicio, considerando desde la extracción de materias primas hasta la disposición final. Se buscan oportunidades para reducir el impacto en cada etapa.

4 Relación con los clientes y educación

- Se analiza la forma en que se comunica el valor sostenible a los clientes y cómo se promueve un uso responsable del producto. Este bloque también aborda la sensibilización del usuario final sobre la sostenibilidad.

5 Flujos y cadenas de valor circular

- Este bloque permite identificar y optimizar los flujos de materiales y energía en la cadena de valor, fomentando la reutilización, el reciclaje y la valorización de residuos.

6 Modelo de ingresos y costos circulares

- Se centra en la identificación de fuentes de ingresos que se alineen con la sostenibilidad, así como en la reducción de costos mediante el uso eficiente de recursos y la minimización de residuos.

7 Alianzas y redes de sostenibilidad

- Este bloque explora la importancia de crear alianzas estratégicas con otras empresas, organizaciones y actores clave que puedan apoyar en la implementación de prácticas sostenibles.





Dentro de las ventajas de esta herramienta se pueden manifestar las siguientes:

1 Visión integral

- El EcoCanvas permite a los diseñadores y empresas tener una visión holística del modelo de negocio, considerando no solo los aspectos financieros sino también los ambientales y sociales.

2 Facilita la innovación circular

- Al integrar la economía circular en el núcleo del proceso de diseño, esta herramienta ayuda a identificar oportunidades para la reutilización, reciclaje y reducción de residuos, lo cual puede traducirse en un modelo de negocio más eficiente y sostenible.

3 Adaptabilidad a diferentes sectores

- Aunque el EcoCanvas fue concebido para productos y servicios en general, su enfoque es aplicable a diversos sectores, incluyendo la construcción, manufactura y servicios, adaptándose a las necesidades específicas de cada industria

El EcoCanvas es una herramienta poderosa para integrar la sostenibilidad en el diseño de productos y servicios, facilitando la transición hacia modelos de negocio más responsables con el medio ambiente. Su enfoque visual y estructurado permite identificar oportunidades de mejora y fomentar la creatividad, alineando las estrategias de negocio con los principios de la economía circular. Es especialmente útil para empresas que buscan no solo ser rentables, sino también generar un impacto positivo en la sociedad y el entorno.

Enlace EcoCanvas 

A · ECOCANVAS: DISEÑO DE NEGOCIOS PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR


Prototipa tu idea de negocio circular. Si ya tienes muchos aspectos claro para tu proyecto o negocio, concreta las principales características de tu idea en el marco de la Economía Circular. Es importante empezar por el bloque Problema / Necesidad (PRO) y seguir definiendo Segmentos de Clientes (SCL) hasta llegar a la Propuesta Única de Valor Circular aunque en realidad no hay un orden obligatorio. ¡Sigue tu intuición!

| | | | | | | |
|--|---|---|---|--|--|--|
| <p>ANTICIPACIÓN e IMPACTO AMBIENTAL · AIA</p> <p>¿Cuáles son y cómo afectarán los aspectos ambientales más importantes a tu negocio en los próximos años? Piensa en el calentamiento global, la escasez de recursos, etc.</p>  <p>Ve a la herramienta ANÁLISIS PESTAL.</p> <p>Aquí abajo indica cuáles son los impactos ambientales que vas a generar, positivos y negativos.</p>  | <p>CADENA DE VALOR CIRCULAR · CVN</p> <p>¿Quiénes son los principales grupos de interés (Stake) que van a afectar el proyecto o pueden ser afectados por él?</p>  <p>Ve a la herramienta MAPEO CIRCULAR.</p> | <p>PROBLEMA / NECESIDAD · PRO</p> <p>¿Cuál es el problema / necesidad que has identificado y pretendes resolver?</p>  <p>Ve a la herramienta NECESIDADES / PROBLEMA.</p> | <p>PROPUESTA ÚNICA DE VALOR CIRCULAR · PUC</p> <p>¿Cuál es tu propuesta de valor única para cada segmento de clientes? ¿Cuál es el valor único que no se puede copiar que generas? Describe la propuesta de valor.</p>  <p>Describe los productos y servicios.</p> <p>Ve a la herramienta PROPUESTA ÚNICA DE VALOR CIRCULAR.</p> | <p>RELACION CON CLIENTES y STAKEHOLDERS · REL</p> <p>¿Cómo es tu relación con tus clientes y grupos de interés?</p>  | <p>SEGMENTOS DE CLIENTES · SCL</p> <p>¿Quiénes / con, afectados por el problema? ¿Quiénes son los principales segmentos de clientes? ¡Sé lo más específico posible! Si tienes varios usa colores diferentes.</p>  <p>Ve a la herramienta PROPUESTA ÚNICA DE VALOR CIRCULAR.</p> | <p>ANTICIPACIÓN e IMPACTO SOCIAL · AIS</p> <p>¿Cuáles son y cómo afectarán los aspectos sociales más importantes a tu negocio en los próximos años? Piensa en tecnología, cultura, roles sociales.</p>  <p>Ve a la herramienta ANÁLISIS PESTAL.</p> <p>Aquí abajo indica cuáles son los impactos sociales que vas a generar, positivos y negativos.</p>  |
| <p>RECURSOS CLAVE · REC</p> <p>¿Qué recursos (físicos, humanos, financieros...) necesitas tu empresa para funcionar? ¿Cuál es tu relación con el capital natural?</p>  <p>Ve a la herramienta MAPEO CIRCULAR.</p> | | <p>COMUNICACIÓN y VENTA · CVN</p> <p>¿Cómo atraerás a los clientes y comprometerás a las partes interesadas? ¿Cómo se presta el servicio? ¿Cómo y dónde se vende?</p>  <p>Ve a la herramienta PROPUESTA ÚNICA DE VALOR CIRCULAR.</p> | | <p>FLUJO DE INGRESOS · ING</p> <p>¿Cuáles son los diferentes flujos de ingresos por el valor que creas y entregas al mercado?</p>  | | |
| <p>ESTRUCTURA DE COSTES · COS</p> <p>¿Cuáles son los costos en que incurrirá tu negocio implementando las actividades y utilizando los recursos necesarios? Piensa bien en todas las fuentes de gasto.</p>  | | <p>MODELOS DE NEGOCIO E INNOVACION (CIRCULAR) · CIC</p> <p>¿Cuáles son las características clave de tu modelo de negocio circular? Aplica las estrategias de circularización y describe aquí el resultado.</p>  <p>Ve a la herramienta IDENTIFICANDO OPORTUNIDADES CIRCULARES y después a la herramienta ESTRATEGIAS DE CIRCULARIZACIÓN para generar nuevas ideas y evaluar el potencial de la circularización.</p> | | | | |

© CDT Ecocanvas está bajo licencia Creative Commons Atribución-Compartir Igual 4.0 Internacional. Autor: Nicolás Coronado, 2017. www.ecocanvas.es nicola.coronado@ecocanvas.es
Originalmente inspirado en Business Model Canvas de Osterwalder, Pigneur & al. 2010 (<https://stratagyzer.com/>) y en Lean Canvas A. Masfrya 2012 (<https://canvasbootcamp.com/new/lean-canvas/>)



Imagen 3: Ecocanvas

Fuente: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120938> 

2.2. Certificaciones y ecoetiquetas

Las certificaciones y ecoetiquetas son herramientas clave en la promoción de prácticas sostenibles en el sector de la construcción, ya que establecen criterios objetivos y verificables que guían las decisiones de diseño, selección de materiales y métodos de construcción. Su impacto en la minimización de residuos y la reducción del impacto ambiental es significativo, ya que impulsan un enfoque proactivo en el uso eficiente de recursos y la gestión responsable de desechos. A continuación, se detalla cómo algunas de las certificaciones y ecoetiquetas más relevantes contribuyen en esta línea.

2.2.1. CERTIFICACIÓN LEED (LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN)

LEED es una de las certificaciones de construcción sostenible más reconocidas a nivel mundial. Se basa en un sistema de puntos que evalúa varios aspectos del diseño y la operación de edificios, como la eficiencia energética, el uso de agua, la selección de materiales y la calidad ambiental interior. En cuanto a la minimización de residuos, LEED incentiva el uso de materiales reciclados y reciclables, así como la reutilización de componentes y la planificación para el desmontaje al final de la vida útil de los edificios.



**LEED
CERTIFIED**

40 - 49
PUNTOS



**LEED
SILVER**

50-59
PUNTOS



**LEED
GOLD**

60-79
PUNTOS



**LEED
PLATINUM**

80+ PUNTOS

Imagen 4: Niveles de Certificación LEED

Fuente: <https://www.eechile.cl/certificacion-leed> 

La versión 4.1 de la certificación LEED introduce mejoras y actualizaciones significativas en sus requerimientos para la gestión de residuos y la sostenibilidad desde el diseño, con un enfoque especial en la reducción de residuos durante la construcción y operación de los edificios. A continuación, se describen los principales requerimientos de LEED v4.1 que están orientados a la prevención de residuos desde la fase de diseño, así como las ventajas que se derivan de estos enfoques:



Planificación de la gestión de residuos de construcción y demolición

Carácter Obligatorio

Descripción

Este requisito demanda la creación de un plan de gestión de residuos de construcción y demolición que incluya estrategias específicas para la reducción, reutilización y reciclaje de desechos. Debe abordar al menos cinco flujos de residuos y establecer metas claras para la desviación de residuos.

Ventaja

La planificación anticipada permite a los equipos de diseño y construcción identificar oportunidades para la reutilización de materiales y la minimización de desechos antes de que comience la construcción, optimizando la logística de la obra y promoviendo prácticas de economía circular desde el inicio del proyecto.



Gestión de residuos de construcción y demolición

Carácter Voluntario

Descripción

Este crédito premia a los proyectos que logren desviar un porcentaje significativo de los residuos de construcción y demolición de los vertederos. Los puntos se otorgan según el porcentaje de desvío, con umbrales del 50%, 75%, y hasta el 90% de los residuos.

Ventaja

Esto incentiva a los equipos de diseño a buscar soluciones que favorezcan la reutilización de materiales y una mejor gestión de residuos durante la fase de construcción. Por ejemplo, se pueden identificar materiales que sean más fáciles de reciclar o reutilizar, como el acero y ciertos tipos de madera, desde la etapa de diseño, lo que facilita la implementación de estas estrategias en la obra.



Divulgación y optimización de productos de construcción - Declaraciones ambientales

Carácter Voluntario

Descripción

Este crédito incentiva el uso de productos de construcción con EPD, que proporcionan información sobre el impacto ambiental de los materiales a lo largo de su ciclo de vida. Se otorgan puntos por la utilización de productos que cuenten con EPD verificadas y que demuestren un menor impacto ambiental.

Ventaja

La utilización de materiales con EPD facilita la reducción de residuos, ya que permite seleccionar aquellos con procesos de fabricación más limpios y que generan menos desechos en su uso y disposición final. Al planificar el uso de estos materiales, los diseñadores pueden mejorar la sostenibilidad del proyecto y obtener créditos adicionales en LEED, al tiempo que promueven la economía circular y la reducción de la huella de carbono del edificio.



Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio

Carácter Voluntario

Descripción

Este crédito promueve la adaptación de edificios existentes y el diseño de nuevos proyectos de forma que se facilite la reutilización de componentes y materiales al final de la vida útil del edificio. También incluye opciones para la conservación de partes significativas de estructuras existentes.

Ventaja

Esta estrategia es particularmente útil para minimizar la generación de residuos al final del ciclo de vida del edificio, ya que permite que materiales como vigas, paneles y elementos estructurales sean reutilizados en nuevos proyectos, en lugar de ser desechados. Además, al diseñar para la adaptabilidad, los proyectos pueden extender la vida útil de los edificios, lo que reduce la necesidad de demolición y, por tanto, la generación de residuos.



Divulgación y optimización de productos de construcción - Ingredientes de materiales

Carácter Voluntario

Descripción Este crédito fomenta la selección de materiales que optimicen su desempeño a lo largo de su ciclo de vida, lo que incluye la eficiencia en el uso de recursos y la minimización de residuos generados durante su fabricación, uso y disposición final.

Ventaja Este enfoque fomenta la adopción de estrategias de diseño que minimizan la necesidad de ajustes y cortes de materiales en el sitio, lo que reduce los residuos generados. Además, la modularidad facilita el desmontaje de los componentes, lo cual contribuye a una gestión más eficiente de los residuos y a una menor cantidad de desechos durante las remodelaciones o el fin de la vida útil del edificio.



Evaluación del ciclo de vida del edificio completo

Carácter Voluntario

Descripción Este crédito premia la realización de un análisis completo del ciclo de vida del edificio, que incluye la evaluación de los impactos ambientales de los materiales a lo largo de todo el ciclo de vida, desde la extracción hasta la disposición final. Se otorgan puntos por reducir los impactos en comparación con un edificio de referencia.

Ventaja La realización de un LCA permite a los diseñadores identificar las etapas del ciclo de vida de un edificio que generan más residuos y ajustar el diseño para minimizarlos. Al considerar estos factores desde el diseño, es posible seleccionar estrategias constructivas que reduzcan los desechos y maximicen la eficiencia del uso de materiales.



CDT
Somos CChC



Divulgación y optimización de productos de construcción - Abastecimiento de materias primas

Carácter Voluntario

Descripción Este crédito incentiva el uso de materiales que son extraídos, fabricados y obtenidos dentro de un radio de 160 kilómetros del proyecto. También valora aquellos materiales que tienen contenido reciclado y certificaciones de gestión responsable de recursos.

Ventaja Utilizar materiales locales no solo contribuye a la sostenibilidad del proyecto al reducir las emisiones de CO₂, sino que también incentiva la reutilización de recursos cercanos al sitio de construcción, lo que puede incluir el uso de materiales reciclados y la reutilización de componentes existentes, disminuyendo la generación de residuos.

LEED v4.1 ofrece un marco integral para la prevención de residuos desde la etapa de diseño, con un énfasis en la planificación anticipada y la selección de materiales que contribuyan a una menor generación de desechos. Sus requerimientos promueven un enfoque de economía circular, permitiendo a los proyectos no solo obtener una certificación reconocida a nivel global, sino también optimizar la eficiencia en el uso de recursos y minimizar el impacto ambiental. Esto se traduce en beneficios económicos, como la reducción de costos de disposición de residuos, y en beneficios ambientales, como la conservación de recursos y la mejora de la sostenibilidad a largo plazo.



Dentro de las herramientas relevadas por el sistema de certificación en esta materia, destacan las siguientes:

1 Herramientas de planificación y gestión de residuos

> EPA Waste Reduction Model (WARM)

Esta herramienta de la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA) ayuda a estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y los beneficios energéticos de diferentes prácticas de reciclaje y desvío de residuos de construcción. Los proyectos pueden utilizarla para calcular los impactos de sus estrategias de gestión de residuos.

Enlace 

> International EPD® System

Esta plataforma global de EPD es reconocida por LEED y proporciona una base de datos de productos con información de ciclo de vida que puede ser utilizada para el análisis de impactos y la selección de materiales más sostenibles.

> USGBC's Whole Building LCA Guide

El USGBC proporciona una guía para realizar evaluaciones de ciclo de vida que cumplan con los requisitos de LEED, incluyendo la selección de datos, simulación de los impactos y la presentación de resultados.

Enlace LEED 



2.2.2. CERTIFICACIÓN EDGE (EXCELLENCE IN DESIGN FOR GREATER EFFICIENCIES)

La certificación EDGE, desarrollada por la Corporación Financiera Internacional (IFC) del Grupo del Banco Mundial, se enfoca en la eficiencia de recursos en proyectos de construcción, incluyendo la reducción del impacto ambiental de los materiales y, en consecuencia, la reducción de residuos. Aunque EDGE no aborda la gestión de residuos de manera tan directa y detallada como otras certificaciones (como LEED), sí incluye requerimientos específicos relacionados con el uso eficiente de materiales y el diseño para la sostenibilidad que contribuyen indirectamente a la reducción de residuos desde la fase de diseño.



Imagen 5: Certificación EDGE

Fuente: <https://www.eechile.cl/certificacion-leed> 



A continuación, se detallan estos requerimientos y su relación con la prevención de residuos:



Optimización de materiales de construcción

Uso de materiales prefabricados

EDGE promueve el uso de materiales prefabricados, tales como paneles de hormigón prefabricado y sistemas modulares de construcción. La prefabricación permite fabricar componentes en entornos controlados y trasladarlos al sitio de construcción para su ensamblaje.

Beneficio para la reducción de residuos

Al producirse en fábricas, estos materiales generan menos desechos durante su fabricación y permiten una instalación más limpia y rápida en el sitio de obra, reduciendo la necesidad de cortes y ajustes in situ.



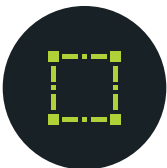
Selección de materiales con bajo impacto ambiental

Requerimiento

EDGE evalúa el impacto de los materiales de construcción a través de una herramienta digital que permite calcular la energía incorporada y el impacto de los materiales utilizados. Esto incluye la selección de materiales reciclados, de fuentes sostenibles o que tienen un menor consumo de energía durante su fabricación.

Beneficio para la reducción de residuos

Elegir materiales que provienen de fuentes recicladas o que son reciclables al final de su vida útil facilita que, una vez que se desmonten o terminen su uso, puedan ser reincorporados en la cadena de valor, evitando que se conviertan en residuos.



Diseño para la durabilidad y el mantenimiento reducido

Requerimiento

Los proyectos que buscan la certificación EDGE deben considerar la selección de materiales y sistemas constructivos duraderos que requieran menos mantenimiento a lo largo de la vida útil del edificio.

Beneficio para la reducción de residuos

La durabilidad de los materiales implica que estos no necesitarán ser reemplazados con frecuencia, lo cual reduce la generación de residuos relacionados con reparaciones y sustituciones prematuras.



Optimización de la eficiencia material

Requerimiento

Los desarrolladores pueden alcanzar los estándares de EDGE utilizando materiales que contribuyan a la eficiencia en el uso de recursos. Esto incluye reducir la masa de materiales como acero, hormigón y otros elementos estructurales.

Beneficio para la reducción de residuos

Optimizar la cantidad de material necesario para cumplir con los requisitos estructurales reduce tanto el uso de recursos como los residuos generados durante la construcción, ya que se minimiza la cantidad de desechos de corte y ajustes en el sitio.



Evaluación y reducción de la energía incorporada en los materiales

Requerimiento

La herramienta de certificación EDGE permite calcular la energía incorporada en los materiales de construcción, incentivando el uso de aquellos con menor huella de carbono y menor energía en su producción.

Beneficio para la reducción de residuos

La reducción de la energía incorporada a menudo se relaciona con materiales que son más fáciles de reciclar o que requieren menos procesamiento para ser reutilizados, lo cual contribuye a una menor generación de residuos en las etapas finales de vida del edificio.



2.2.3. CERTIFICACIÓN CVS (CERTIFICACIÓN DE VIVIENDA SUSTENTABLE)

En el contexto chileno, la Certificación de Vivienda Sustentable (CVS) evalúa la sostenibilidad de proyectos residenciales y tiene un fuerte enfoque en la reducción de residuos y la optimización de materiales. La CVS promueve el uso de materiales que generen menos residuos y que tengan un ciclo de vida más eficiente, con un enfoque especial en la eficiencia energética y el bajo impacto ambiental. Una de las áreas clave de la CVS es la gestión sostenible de materiales, lo que implica que los proyectos deben seleccionar materiales que sean reciclables, reutilizables o biodegradables. Además, promueve la reducción de residuos en obra a través de la optimización del diseño y la implementación de sistemas constructivos que minimicen los desperdicios.



Imagen 6: Certificación CVS

Fuente: <https://cvschile.cl/#/home> 

1 Optimización de materiales desde el diseño

Requerimiento voluntario que establece que al menos un 20% del presupuesto total de la obra debe estar destinado a estrategias que optimicen el uso de materiales y reduzcan la generación de residuos durante la construcción. Esta medida busca asegurar que desde la fase de diseño se considere la eficiencia en el uso de recursos, contribuyendo a un proyecto más sostenible.

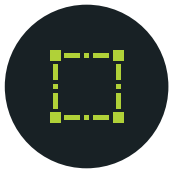
Para su cumplimiento, se deben incluir todos los costos relacionados con la entrega de materiales al sitio de construcción dentro del presupuesto, como impuestos y costos de transporte. Además, el proyecto debe implementar al menos una de las siguientes estrategias de optimización:



Uso de elementos prefabricados

Descripción Se prioriza la utilización de elementos prefabricados para la estructura, envolvente o particiones, fabricados y ensamblados fuera del sitio de la obra.

Ventaja La prefabricación reduce los residuos generados en el sitio de construcción al disminuir la necesidad de cortes y ajustes, lo que contribuye a una obra más limpia y con menos residuos.



Diseño adaptado a materiales predimensionados

Descripción Se fomenta el diseño de la vivienda de manera que respete las dimensiones estándar de los materiales, utilizando procesos y herramientas de diseño integrado.

Ventaja Al adaptar el diseño a las dimensiones características de los materiales, se evita la generación de residuos derivados de ajustes y recortes, optimizando así el uso de los recursos y minimizando residuos.



Potencial de desmontaje y deconstrucción

Descripción

Diseñar elementos constructivos que faciliten su desmontaje, deconstrucción o adaptación para distintos usos, sin comprometer la estabilidad estructural y la integridad de elementos no estructurales.

Ventaja

Favorece la reutilización de componentes y reduce la generación de residuos al final de la vida útil del edificio, permitiendo adaptaciones sin necesidad de demoliciones completas



Implementación de tecnologías y materiales innovadores

Descripción

Se valoran tecnologías emergentes como la impresión 3D de componentes constructivos o la robotización de procesos.

Ventaja

Estas tecnologías permiten una fabricación más precisa y reducen los residuos derivados de procesos manuales, optimizando el uso de los materiales y mejorando la eficiencia del proceso constructivo.

2 Building Information Modelling (BIM)

Requerimiento voluntario que busca la implementación de la metodología BIM durante la fase de desarrollo del proyecto. El uso de BIM permite una planificación precisa de materiales; simula el montaje para identificar problemas antes de la construcción; y facilita la coordinación entre disciplinas, minimizando errores durante la obra. Esto optimiza la eficiencia de los recursos y disminuye la generación de residuos. Para mayores detalles asociados a esta metodología, ver punto 3 del presente documento.

3. Incorporación de BIM en el diseño



BIM (Building Information Modeling) es una metodología que utiliza modelos digitales en 3D para gestionar y coordinar toda la información de un proyecto de construcción, desde el diseño hasta la ejecución y mantenimiento. Su importancia en la reducción de residuos de construcción y demolición radica en su capacidad para mejorar la precisión del diseño, prever interferencias y optimizar el uso de materiales. BIM permite detectar errores y conflictos entre disciplinas antes de llegar a la obra, lo que disminuye la necesidad de rehacer trabajos y el uso excesivo de materiales, contribuyendo a una construcción más eficiente y sostenible.



Imagen 7: BIM

Fuente: Elaboración propia utilizando Freepik

1 Modelado Preciso y Reducción de Errores

BIM permite crear modelos digitales detallados de un proyecto que incluyen todos los elementos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones. Esto permite a los diseñadores visualizar el edificio de manera integral antes de su construcción.

Contribución a la reducción de residuos

Detección de Interferencias

Al identificar y resolver interferencias entre elementos como tuberías, conductos y estructuras antes de llegar a la obra, BIM evita errores que pueden resultar en demoliciones parciales o retrabajos, reduciendo así la generación de residuos.

Optimización de materiales

El modelado BIM facilita el cálculo preciso de las cantidades de materiales necesarios, evitando la excedentes y residuos de materiales en el sitio de construcción.

2 Planificación de la Secuencia de Construcción (4D BIM)

BIM permite integrar la dimensión del tiempo (4D) en los modelos de construcción, planificando la secuencia de las actividades constructivas de forma detallada.

Contribución a la reducción de residuos

Reducción de residuos temporales

Una planificación adecuada de las actividades permite reducir los tiempos de almacenamiento de materiales en el sitio, disminuyendo el deterioro y los daños que podrían generar residuos.

Mejora en la coordinación de entregas y montajes

Al planificar la secuencia de entrega de materiales, se evita el almacenamiento innecesario, lo que reduce el riesgo de daños y residuos por exposición a las condiciones del sitio.

3 Simulación de desempeño energético y sostenibilidad (6D BIM)

BIM puede integrar el análisis de desempeño energético y la sostenibilidad (6D BIM), evaluando el impacto ambiental de los materiales y las estrategias de diseño desde una perspectiva de ciclo de vida.

Contribución a la reducción de residuos

Selección de materiales sostenibles

A través de simulaciones, los diseñadores pueden evaluar el impacto ambiental de diferentes materiales y optar por aquellos que sean más reciclables, duraderos y de menor impacto. Esto reduce los residuos generados tanto en la fase de construcción como al final de la vida útil del edificio.

Diseño para el desmontaje

Permite analizar la facilidad con la que los componentes del edificio pueden ser desmontados y reutilizados, promoviendo la adopción de un diseño modular y orientado a la economía circular.

4 Estimación de cantidades y costos (5D BIM)

BIM incorpora la dimensión de costos (5D), permitiendo la generación automática de listados de cantidades y presupuestos basados en el modelo digital.

Contribución a la reducción de residuos

Precisión en la estimación de materiales

Al calcular con exactitud las cantidades de cada material, se evitan residuos y se optimiza el uso de los recursos disponibles.

Control de costos asociados a la gestión de residuos

La simulación de costos ayuda a evaluar las estrategias de gestión de residuos más efectivas, permitiendo que se considere la reutilización de materiales en el diseño y optimizando el presupuesto.

5 Uso de librerías de objetos bim con información ecológica

Las librerías de objetos BIM incluyen componentes digitales que representan elementos constructivos como muros, ventanas y sistemas estructurales, incorporando datos técnicos y ambientales.

Contribución a la reducción de residuos

Selección informada de materiales

A través de librerías que incluyen información sobre el impacto ambiental y la reciclabilidad de los materiales, los diseñadores pueden seleccionar elementos con menor potencial de generar residuos.

Reutilización de objeto

Al utilizar objetos que ya han sido diseñados y probados, se reduce el tiempo de desarrollo de nuevas soluciones, promoviendo la estandarización y la modularidad, lo que facilita la reutilización de componentes en diferentes proyectos.

Un ejemplo de librería BIM es [Catálogo Arquitectura](#), que ofrece a través del “Catálogo BIM” una amplia gama de objetos BIM de proveedores locales e internacionales. Al utilizar estos objetos estandarizados, los equipos pueden planificar con mayor precisión, seleccionando productos adecuados y evitando el uso innecesario de materiales en obra.

6 Simulación de la fase de desmontaje y fin de vida

BIM permite simular cómo se desmontará un edificio al final de su vida útil, evaluando la facilidad con la que se pueden separar los materiales y componentes.

Contribución a la reducción de residuos

Planificación del desmontaje

Al diseñar para el desmontaje, los materiales se pueden recuperar y reutilizar, lo que reduce significativamente los residuos de construcción y demolición.

Evaluación de reutilización de materiales

Los modelos BIM pueden analizar la viabilidad de reutilizar componentes estructurales, como vigas y paneles, en otros proyectos.

BIM es una herramienta poderosa para la reducción de residuos desde la etapa de diseño, ya que proporciona una visión integral del proyecto que permite tomar decisiones informadas sobre el uso de materiales, la gestión de residuos y la eficiencia de los procesos constructivos. Su capacidad para integrar análisis de sostenibilidad, costos y tiempo, junto con la visualización precisa del proyecto, hace que los diseñadores puedan optimizar los recursos y minimizar el impacto ambiental. Esto no solo mejora la sostenibilidad del proyecto, sino que también reduce costos y tiempos de construcción.

3.1. Softwares

Algunos de los principales softwares BIM que se pueden utilizar en el diseño de edificaciones, ayudando a la reducción de residuos en el momento de la construcción, incluyen:

1

Autodesk Revit



- > Uno de los programas más populares para modelado BIM, permite optimizar el diseño y la planificación de materiales. Su capacidad para detectar interferencias y conflictos entre sistemas reduce errores en la obra, lo que minimiza residuos.

2

Trimble Tekla Structures



- > Este software es ideal para modelar estructuras de acero y hormigón prefabricado. Su enfoque en el diseño preciso y detallado evita residuos y facilita el ensamblaje eficiente en el sitio.

3

Graphisoft ArchiCAD



- > Permite la colaboración fluida en el diseño de edificaciones, integrando múltiples disciplinas y reduciendo los conflictos que generan desperdicios durante la construcción.

4

Bentley Systems AECOsim



- > Ofrece soluciones para mejorar la eficiencia en la construcción mediante un modelado detallado y la posibilidad de prever interferencias, ayudando a reducir residuos.

5

Navisworks



- > Aunque es utilizado principalmente para la revisión y coordinación, su capacidad de detectar y resolver conflictos entre disciplinas es crucial para evitar errores y reducir residuos.

6

Allplan



- > Proporciona herramientas avanzadas de diseño y modelado que permiten optimizar la cantidad de material utilizado, mejorando la precisión y reduciendo residuos en obra.





Todos estos programas permiten un diseño más eficiente, mejor planificación y la reducción de errores, contribuyendo a minimizar el desperdicio de materiales en el sitio de construcción. Además, se pueden utilizar las siguientes herramientas gratuitas:

1

SketchUp Free

- Esta es la versión gratuita de SketchUp, un popular software de modelado 3D. Aunque su funcionalidad es limitada en comparación con la versión Pro, permite crear modelos básicos de edificaciones y es muy accesible para principiantes.

2

FreeCAD

- Es un software de modelado 3D paramétrico que se puede usar para diseño arquitectónico y de ingeniería. Es completamente gratuito y de código abierto, ideal para proyectos que requieren personalización y flexibilidad.

3

BRL-CAD

- Este es otro software de código abierto que se puede utilizar para modelado 3D y análisis geométrico. Es más técnico y orientado a la ingeniería, pero ofrece herramientas para crear modelos de edificaciones.

Estos programas pueden ser útiles para quienes buscan explorar el diseño BIM sin incurrir en costos de software. Sin embargo, es importante tener en cuenta que pueden tener limitaciones en comparación con las versiones comerciales de BIM más avanzadas.



4. Metodologías de industrialización

4.1. Estandarización de las partes

La estandarización de partes y piezas en la construcción ofrece varios beneficios para la reducción de residuos desde el diseño:

1 Minimización de cortes y ajustes en obra

Al utilizar elementos estandarizados, como paneles, vigas y módulos de tamaño uniforme, se reduce la necesidad de realizar cortes y ajustes durante la instalación, lo cual disminuye los residuos generados por excedentes de materiales.

2 Facilita la prefabricación y el ensamblaje

La estandarización permite que componentes sean prefabricados en entornos controlados y luego ensamblados en el sitio de obra, lo que reduce la generación de desechos in situ y mejora la precisión del proceso constructivo.

3 Simplificación del proceso de diseño y construcción

Al trabajar con componentes estandarizados, se optimiza la logística y la planificación de materiales, reduciendo la sobrecompra y el desperdicio asociado. Esto también facilita la reutilización de piezas en otros proyectos.

Cuando las partes y piezas de un proyecto están estandarizadas, es más fácil anticipar las necesidades exactas de materiales desde la fase de diseño. Esto no solo reduce la compra innecesaria de materiales, sino que también facilita la planificación y mejora la eficiencia del proceso constructivo, eliminando los errores que generan residuos.

A continuación, se describen brevemente algunas herramientas que facilitan la estandarización de partes y piezas en proyectos de construcción.

1

U-Build (u-build.org)



- > U-Build es una plataforma que ofrece un sistema modular de construcción basado en paneles de madera que se ensamblan fácilmente. Los componentes prediseñados permiten crear estructuras personalizadas con elementos estandarizados, lo cual facilita la fabricación fuera de obra y su montaje en el sitio de construcción. Esto contribuye a la reducción de residuos y mejora la eficiencia de la construcción.

2

CLT Toolbox (clttoolbox.com)



- > Esta herramienta se centra en la construcción con madera contralaminada (CLT), proporcionando un conjunto de recursos y diseños estandarizados para estructuras de madera. CLT Toolbox permite a los diseñadores y constructores utilizar elementos estructurales prediseñados, facilitando su integración en proyectos de construcción y mejorando la coordinación de piezas estandarizadas.

3

CREE Buildings System (creebuildings.com)



- > CREE ofrece un sistema de construcción híbrido que combina madera y hormigón, basado en componentes modulares estandarizados. Su plataforma permite diseñar y construir edificios con elementos estructurales prefabricados, lo que optimiza el tiempo de construcción y reduce el desperdicio en el sitio de obra, gracias a la precisión en la fabricación de piezas.



Estas herramientas promueven la estandarización y la prefabricación en la construcción, lo que mejora la eficiencia de los procesos constructivos y contribuye a una reducción significativa de residuos durante la ejecución de los proyectos.

La estandarización también tiene un impacto positivo durante la fase de vida útil del edificio. En muchos casos, los sistemas estandarizados y modulares están diseñados para ser reemplazables o adaptables, lo que permite extender la vida útil de los componentes y reducir la necesidad de demoliciones completas, que son una fuente importante de residuos.



La estandarización de medidas y piezas es un pilar fundamental en la economía circular, ya que promueve la reutilización y reciclaje de estos elementos al final de su vida útil, reduciendo la necesidad de fabricar nuevos materiales y, por ende, disminuyendo la generación de residuos.



1 Reutilización

Los elementos modulares estandarizados pueden ser diseñados para ser fácilmente desmontables y reutilizables en nuevos proyectos. Esto no solo reduce los residuos en el proyecto actual, sino que también genera un ciclo de vida más largo para los materiales.



2 Reciclaje

Los materiales estandarizados y prefabricados son más fácilmente reciclables, ya que su composición es homogénea y se conocen los componentes utilizados. Esto facilita su posterior reciclaje, contribuyendo a la reducción de residuos enviados a vertederos.

4.2. Métodos modernos de construcción

Los Métodos Modernos de Construcción o MMC tiene por objetivo eficientar el uso de los recursos para mejorar la productividad y sustentabilidad de los proyectos a lo largo de todo su ciclo de vida. Los métodos abarcan, soluciones constructivas, tecnologías, metodologías y procesos que han sido estructurados en siete categorías y que pueden desarrollarse in-situ (en obra) u on-site (fuera de obra) (CTEC, 2024).



Imagen 8: Diagrama de los MMC

Fuente: CTEC

4.2.1. PRECISIÓN Y CONTROL EN LA FABRICACIÓN

1 Fabricación en entornos controlados

Los MMC, como la **prefabricación** y la **construcción modular**, permite fabricar componentes de construcción en ambientes controlados, como fábricas. Esto reduce significativamente la generación de residuos en comparación con los procesos tradicionales que se realizan directamente en el sitio de la obra.



Imagen 9: Fabricación de elementos en espacios controlados

Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Freepik

2 Minimización de errores

La fabricación en un entorno controlado permite una mayor precisión en la producción de elementos, lo que se traduce en menos errores, ajustes y residuos. Las piezas se fabrican siguiendo estándares estrictos, lo que reduce la variabilidad y la necesidad de rectificaciones en el sitio.



Imagen 10: Maquinaria utilizada en industrializadoras

Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Freepik

4.2.2. OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO MEDIANTE DFMA (DESIGN FOR MANUFACTURE AND ASSEMBLY)

1 Diseño para la manufactura y ensamblaje (DfMA)

Los MMC integran principios de DfMA, que buscan simplificar el diseño de los componentes para que sean fáciles de fabricar y ensamblar. Esto reduce la complejidad de los elementos y, por ende, la cantidad de piezas y materiales necesarios.

2 Reducción de componentes

Al diseñar con DfMA, se pueden reducir el número de componentes de un sistema constructivo, lo que no solo facilita la fabricación, sino que también disminuye los residuos generados por cortes y ajustes innecesarios en obra.

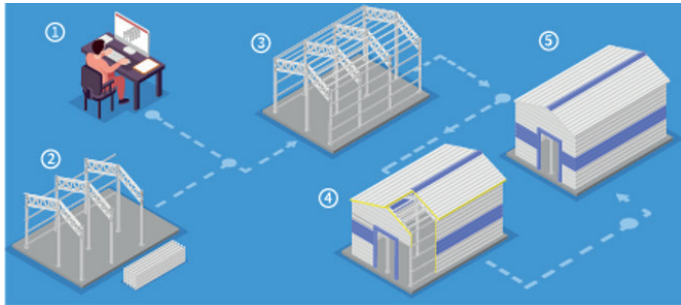


Imagen 11: Optimización diseño mediante DfMA

Fuente: Imagen de Freepik

4.2.3. PLANIFICACIÓN DETALLADA CON HERRAMIENTAS DIGITALES COMO BIM

1 Modelado de Información de Construcción (BIM)

Los MMC se apoyan en herramientas digitales como BIM para planificar y visualizar el proyecto de manera detallada antes de su construcción. Esto permite:

- > **Calcular con precisión** las cantidades de materiales necesarios, evitando excesos y residuos.
- > **Simular procesos constructivos** para identificar conflictos y optimizar la secuencia de montaje, lo que reduce la probabilidad de errores y retrabajos que generan residuos.
- > **Coordinar de manera optimizada el diseño y fabricación**, asegurando que los elementos prefabricados se integren correctamente en el proyecto sin necesidad de ajustes en el sitio.



Imagen 12: Planificación detallada utilizando herramientas BIM

Fuente: Imagen de Freepik



4.2.4. PREFABRICACIÓN Y MODULARIDAD: MINIMIZACIÓN DE DESPERDICIOS EN EL SITIO DE OBRA

1 Prefabricación de elementos

Con los MMC, muchos de los componentes estructurales y de cerramiento se prefabrican en fábricas. Esto significa que llegan al sitio de obra listos para ser ensamblados, lo que reduce la necesidad de manipulación y el riesgo de generar residuos por cortes, sobrantes de material o daños durante el transporte.

2 Modularidad en el diseño

La modularidad permite diseñar edificios con unidades repetitivas, lo cual facilita la fabricación en serie de componentes estándar, reduciendo residuos generados por la personalización excesiva. Además, la repetición de módulos optimiza el uso de materiales y permite un control más estricto sobre la calidad.



Imagen 13: Construcción a través de elementos prefabricados.

Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Freepik

4.2.5. CONSTRUCCIÓN SECA: REDUCCIÓN DE RESIDUOS POR MATERIALES LÍQUIDOS

1 Construcción seca

Muchos MMC utilizan técnicas de construcción seca, como el uso de paneles prefabricados y sistemas de ensamblaje en seco, en lugar de procesos húmedos como el hormigón vaciado en obra. Esto reduce la generación de residuos asociados con mezclas y sobrantes de materiales como cemento y yeso.

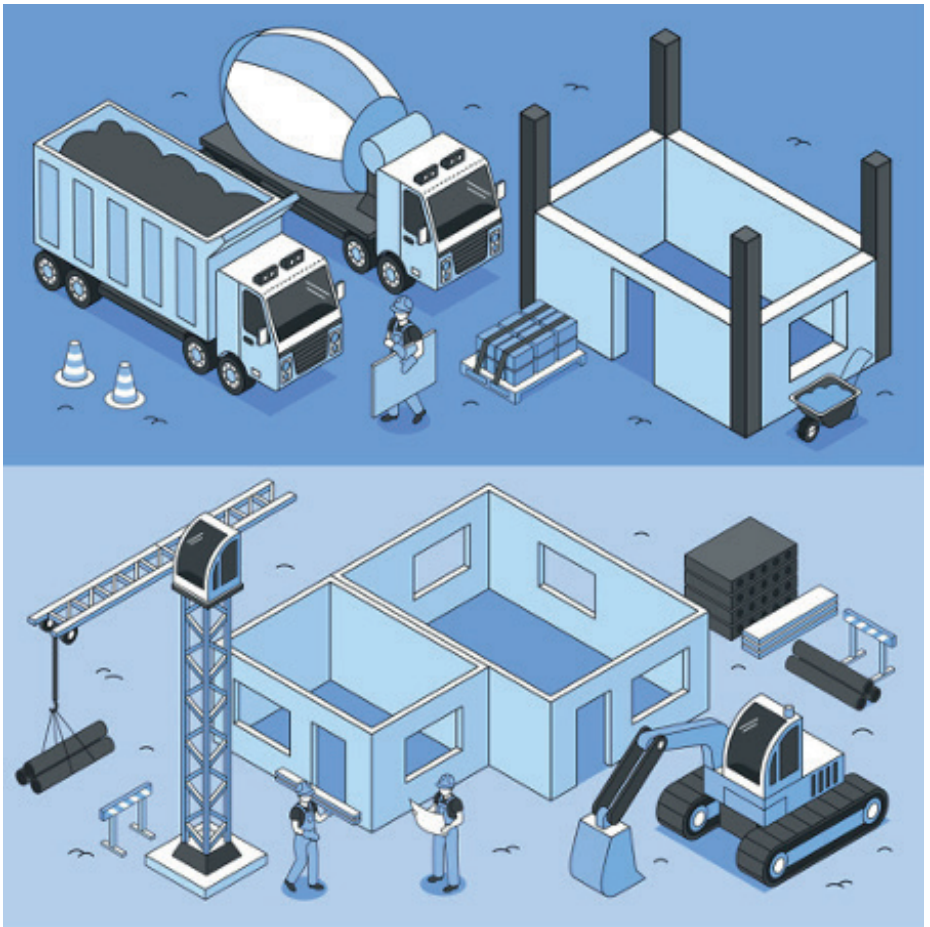


Imagen 14: Construcción Tradicional vs Construcción en seco

Fuente: Imagen de Freepik

2 Menor necesidad de encofrados y moldajes

Al reducir la dependencia de elementos temporales como encofrados para hormigón, también se disminuye la generación de residuos por el uso de maderas o plásticos que tradicionalmente se utilizan en estos procesos.



Imagen 15: Impresión 3D en Hormigón

Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Freepik

4.2.6. DISEÑO PARA EL DESMONTAJE (DESIGN FOR DISASSEMBLY - DfD)

1 Facilidad de desensamblaje

Los MMC favorecen el uso de sistemas constructivos que pueden ser desmontados al final de su vida útil, lo que permite la recuperación y reutilización de materiales. Esto se traduce en una reducción de residuos de demolición y en un aprovechamiento más eficiente de los materiales.

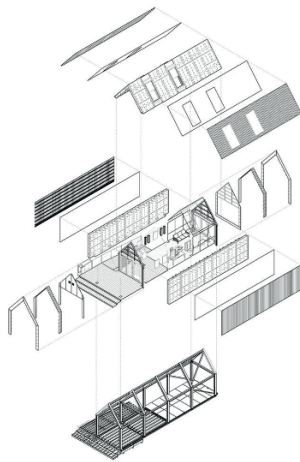


Imagen 16: Proyecto que comprende estrategias de DfD

Fuente: ArchDaily 

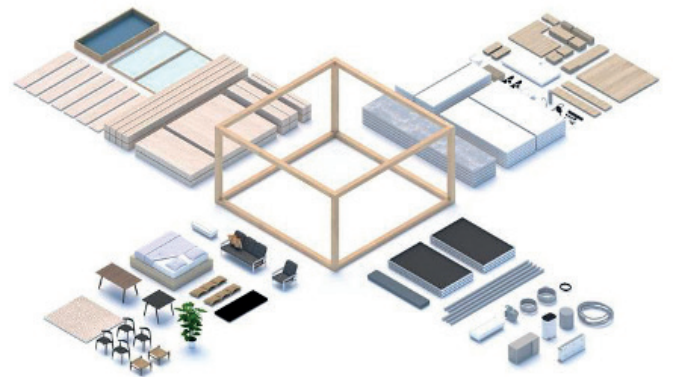


Imagen 17: DfD con construcción Modular

Fuente: Built Offsite 

2 Componentes reutilizables

Al diseñar para el desmontaje, se pueden fabricar componentes que sean fáciles de reubicar o reutilizar en otros proyectos, evitando que se conviertan en residuos al finalizar su uso en un edificio.

4.2.7. ECONOMÍA CIRCULAR: INTEGRACIÓN DE MATERIALES RECICLADOS Y REUTILIZADOS



Imagen 18: Economía Circular

Fuente: Imagen de Freepik

1 Uso de materiales reciclados

Los MMC facilitan la incorporación de materiales reciclados en la fabricación de componentes, promoviendo la economía circular. Al reutilizar residuos de otros procesos como materias primas, se reduce la dependencia de recursos vírgenes y se evita la generación de nuevos desechos.

2 Diseño con materiales sostenibles

Los MMC promueven la selección de materiales que tengan un bajo impacto ambiental y que sean más fáciles de reciclar al final de su vida útil, asegurando que el ciclo de vida de los materiales esté pensado desde el diseño para minimizar residuos.



Imagen 19: Valorización de Residuos

Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Freepik



CDT
Somos CChC



Los Métodos Modernos de Construcción son útiles para reducir residuos desde la etapa de diseño porque ofrecen una forma de planificar y controlar de manera más precisa cada aspecto del proyecto. Desde la fabricación en entornos controlados y la adopción de herramientas digitales como BIM, hasta la estandarización y modularidad, los MMC permiten diseñar con el objetivo de optimizar el uso de recursos, minimizar residuos y facilitar la recuperación de materiales. Esto no solo ayuda a reducir el impacto ambiental de los proyectos, sino que también contribuye a hacer la construcción más eficiente, económica y sostenible.

Para más detalles sobre los MMC visitar la [“Guía MMC, Introducción a los Métodos Modernos de Construcción”](#).

Por su parte, la herramienta Excel asociada a la Guía de Construcción Industrializada Sostenible del País Vasco disponible en el enlace proporcionado por IHOBE sirve como un instrumento práctico de evaluación y planificación para integrar criterios de sostenibilidad y de construcción industrializada en proyectos de edificación. Esta herramienta facilita a los profesionales de la construcción la aplicación de las recomendaciones y metodologías descritas en la guía, permitiéndoles analizar y optimizar distintos aspectos de sus proyectos desde una perspectiva de sostenibilidad y eficiencia.

La herramienta Excel está diseñada para apoyar en la toma de decisiones durante el proceso de diseño y construcción de proyectos, enfocándose en aspectos clave de la industrialización y la sostenibilidad. Entre sus principales funcionalidades se encuentran:

1 Evaluación de criterios de sostenibilidad

- > Permite evaluar el impacto ambiental de diferentes opciones de diseño y construcción, considerando la selección de materiales, el consumo de energía, y la generación de residuos.
- > Incluye indicadores específicos para medir la huella de carbono, la eficiencia energética de los materiales utilizados y la capacidad de reciclaje de los componentes.

2 Planificación y comparación de soluciones constructivas

- > Ofrece la posibilidad de comparar distintas soluciones constructivas industrializadas en términos de su impacto ambiental y sostenibilidad, permitiendo a los usuarios seleccionar las opciones más adecuadas para sus proyectos.
- > Los usuarios pueden introducir diferentes variables de diseño y construcción (como el tipo de material, la técnica constructiva, y el sistema de ensamblaje), y la herramienta calcula los impactos relativos de cada opción

3 Análisis de ciclo de vida (ACV) simplificado

- > La herramienta incluye módulos para realizar un análisis del ciclo de vida simplificado de los sistemas constructivos. Esto ayuda a los profesionales a comprender el impacto ambiental de sus decisiones a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida del edificio, desde la extracción de materias primas hasta la disposición final.
- > Facilita la identificación de oportunidades para mejorar la sostenibilidad del proyecto, ya sea optimizando el uso de materiales o implementando técnicas de construcción más eficientes.

4 Guía para la integración de la economía circular

- > La herramienta proporciona criterios y métricas para incorporar principios de economía circular en el diseño y construcción de edificios, como el diseño para el desmontaje, la reutilización de componentes y el reciclaje de materiales.
- > Ayuda a planificar la gestión de residuos de manera más eficiente, asegurando que los materiales que se utilicen en la obra tengan un destino sostenible al final de su vida útil.

5 Seguimiento de los objetivos de construcción sostenible

- > Permite a equipos de diseño y construcción establecer metas específicas en términos de sostenibilidad, como la reducción de emisiones de CO₂, la disminución de residuos y el uso de materiales reciclados.
- > La herramienta facilita el seguimiento de estos objetivos a lo largo del desarrollo del proyecto, proporcionando gráficos y reportes que muestran el progreso y las áreas de mejora.

La herramienta Excel asociada a la **Guía de Construcción Industrializada Sostenible del País Vasco** es un recurso valioso para profesionales del sector de la construcción que buscan mejorar la sostenibilidad de sus proyectos a través de la adopción de métodos de construcción industrializada. Su enfoque en la evaluación de impactos ambientales, la comparación de soluciones constructivas y la planificación de una economía circular facilita la integración de prácticas más sostenibles y eficientes desde la fase de diseño. Esto la convierte en una herramienta práctica para proyectos que desean optimizar su desempeño ambiental mientras adoptan nuevas tecnologías y métodos constructivos.

4.3. Design for disassembly (DFD)

El diseño para el desmontaje es una estrategia innovadora que se alinea perfectamente con los principios de sostenibilidad y economía circular en el sector de la construcción. Su objetivo principal es facilitar la separación, recuperación y reutilización de los componentes de un edificio al final de su vida útil, minimizando la generación de residuos y maximizando el valor de los materiales. Esta estrategia tiene un impacto profundo en la reducción de residuos desde la fase de diseño y ofrece múltiples ventajas tanto en términos ambientales como económicos. A continuación, se detallan los aspectos clave de cómo el diseño para el desmontaje contribuye a la sostenibilidad y minimización de residuos en la construcción.



1

Facilita la reutilización y el reciclaje de materiales

El enfoque principal del DfD es asegurar que los componentes de un edificio puedan desmontarse fácilmente para ser reutilizados o reciclados, en lugar de ser desechados o destruidos. Esto se logra diseñando sistemas de ensamblaje que utilizan adhesivos y técnicas que no dependen de uniones rígidas, como soldaduras o conexiones complejas, que dificultan la separación de los materiales al final de la vida útil de la estructura.



2

Conexiones desmontables

El uso de sistemas de conexión como tornillos, pernos y clips permite separar fácilmente los distintos componentes de un edificio al final de su vida útil, sin dañar los materiales. Esto facilita no solo el proceso de reciclaje, sino también la reutilización directa de elementos como vigas, paneles o módulos en nuevos proyectos, prolongando la vida útil de los materiales y reduciendo significativamente los desechos generados durante la demolición.

5. Pasaporte de materiales

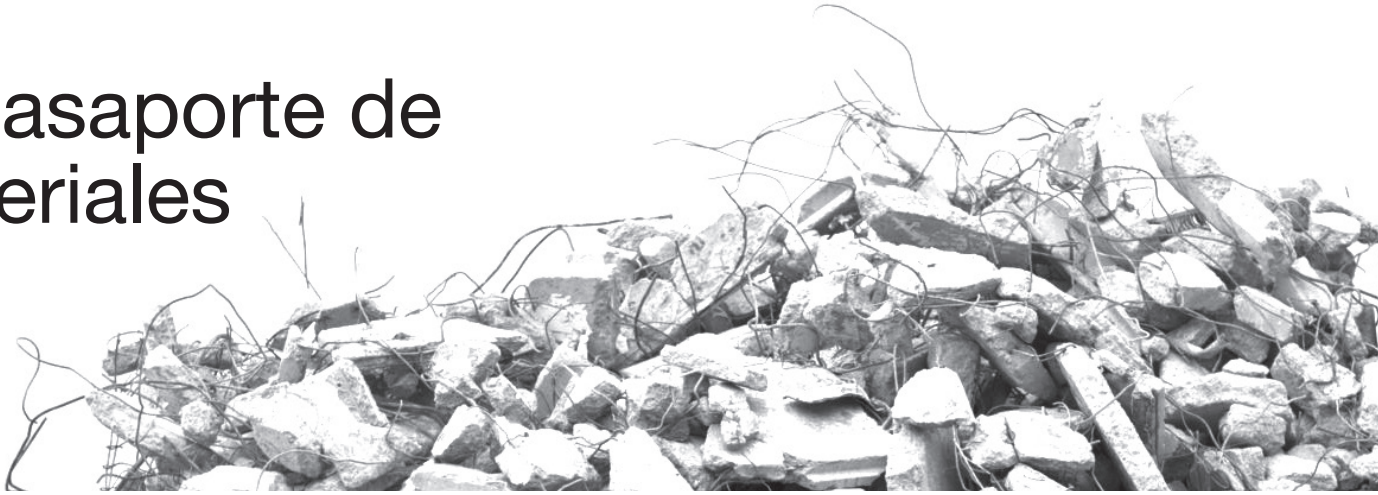


Imagen 20: Pasaporte de Materiales

Fuente: CTEC

El **pasaporte de materiales** es una herramienta clave para reducir residuos desde la etapa de diseño de un proyecto de construcción, ya que proporciona información detallada y estructurada sobre los materiales utilizados en un edificio o infraestructura. Esta información incluye la composición, origen, propiedades y posibilidades de reciclaje y reutilización de cada material a lo largo de su ciclo de vida. A continuación, se detallan las razones principales por las cuales el pasaporte de materiales es fundamental para la reducción de residuos desde el diseño:

1

Transparencia en la composición y origen de los materiales

> Descripción detallada de los materiales

El pasaporte de materiales documenta la composición exacta de los materiales utilizados en cada componente de un edificio, lo que facilita la comprensión de qué materiales están presentes, cómo se comportan y cuál es su impacto ambiental.

> Contribución a la reducción de residuos

Mejor selección de materiales: Al tener información precisa sobre los materiales, los diseñadores pueden seleccionar aquellos que sean más duraderos, reciclables o biodegradables, lo que ayuda a reducir los residuos desde el principio del diseño.

Fomento de la economía circular: Con la información detallada de los pasaportes, es posible optar por materiales que se integren mejor en un modelo de economía circular, ya que se conocen sus posibilidades de reutilización o reciclaje al final de su vida útil.

2

Diseño para el desmontaje (DFD) y la reutilización

> Facilita el diseño para el desmontaje

Los pasaportes de materiales permiten identificar fácilmente cómo y en qué condiciones se pueden desmontar, recuperar y reutilizar los materiales y componentes al final de la vida útil del edificio.

> Contribución a la reducción de residuos

Recuperación de materiales: Saber qué materiales están presentes y cómo están conectados facilita la planificación para la recuperación de elementos valiosos, evitando que se conviertan en residuos durante las actividades de renovación o demolición.

Reutilización de componentes: Los diseñadores pueden prever cómo ciertos elementos estructurales, como vigas, paneles o sistemas de fachada, pueden ser desmontados sin daños y reutilizados en otros proyectos, lo que reduce la necesidad de fabricar nuevos materiales y disminuye los desechos.

3

Optimización de la Gestión de Materiales durante la Vida Útil del Edificio

> Monitoreo y gestión de materiales

El pasaporte de materiales actúa como una base de datos que puede ser consultada a lo largo de la vida útil del edificio, proporcionando información sobre el mantenimiento, la durabilidad y la sustitución de materiales.

> Contribución a la reducción de residuos

Mantenimiento eficiente: Con información detallada sobre cada material, es más fácil planificar el mantenimiento y la sustitución de componentes, lo que ayuda a prolongar la vida útil de los materiales y evitar reemplazos innecesarios que generan desechos.

Gestión de residuos de renovación: Durante las renovaciones o reformas, el pasaporte facilita la identificación de materiales que pueden ser reutilizados o reciclados, minimizando los residuos generados durante estos procesos.

4

Facilita la Certificación y Cumplimiento de Estándares Ambientales

> Apoyo en la certificación sostenible

Los pasaportes de materiales proporcionan una base sólida para cumplir con los requisitos de certificaciones ambientales como LEED, BREEAM y otros esquemas que valoran la transparencia en el uso de materiales y la planificación para el reciclaje y la reutilización.

> Contribución a la reducción de residuos

Cumplimiento de criterios de circularidad: Muchos esquemas de certificación otorgan créditos por el uso de materiales con bajo impacto ambiental y por la planificación para la reutilización. El pasaporte de materiales facilita la documentación de estos esfuerzos, lo cual es esencial para obtener certificaciones que promuevan la reducción de residuos.

Estandarización de prácticas sostenibles: Los pasaportes ayudan a estandarizar las prácticas de selección de materiales sostenibles y de diseño para la recuperación, lo que incentiva una cultura de reducción de residuos en toda la industria de la construcción.



5

Contribuye a la creación de un mercado de materiales secundarios

> Promueve la valorización de residuos

Al detallar las propiedades y el potencial de reutilización de cada material, el pasaporte facilita la comercialización de materiales recuperados como recursos valiosos en lugar de como desechos.

> Contribución a la reducción de residuos

Mercado de materiales recuperados: Con el pasaporte de materiales, los residuos de demolición o renovación pueden ser identificados y clasificados como recursos reutilizables, promoviendo su venta o intercambio en el mercado de materiales secundarios.

Reducción de costos asociados al vertido de residuos: Al facilitar la reutilización de materiales, se reducen los costos asociados al transporte y disposición de residuos en vertederos, promoviendo una gestión más económica y ecológica de los recursos.

A nivel nacional se cuenta con la Plataforma de Pasaporte de Materiales (P+), herramienta tecnológica innovadora y pionera, cuyo objetivo es la elaboración de pasaportes de materiales y de edificios, basados en información verificada que sustenta atributos de circularidad, impactos ambientales y toxicidad de todos los materiales, productos y componentes de una edificación, convirtiéndose en un gran inventario para los actores del ecosistema y brindando información detallada que apoya la gestión sustentable de los activos inmobiliarios.

Esta información permite realizar cálculos y generar indicadores e informes, que además de dar valor al uso actual del producto o bien evaluado, ayuda a visualizar su potencial de valorización apoyando así un enfoque holístico de la gestión sostenible.

La herramienta es gestionada por [Chile Green Building Council \(Chile GBC\)](#) y el [Centro Tecnológico para la Innovación en Construcción \(CTEC\)](#), ambas organizaciones especialistas en promover el desarrollo sostenible e innovación en el sector construcción.

Enlace P+ 



6. Conclusión



Dentro de las prácticas más importantes para la reducción de residuos desde la etapa de diseño se puede destacar la inclusión del ecodiseño, la estandarización de componentes y el diseño para el desmontaje (DfD). El ecodiseño permite incorporar criterios de sostenibilidad al seleccionar materiales con menor huella ambiental y optimizar su uso. La estandarización reduce los desperdicios al producir piezas modulares que minimizan los sobrantes. Además, el DfD facilita la separación y reutilización de los componentes al final de su vida útil, evitando desechos innecesarios. Estas prácticas no solo disminuyen la generación de residuos, sino que también promueven la economía circular y la sostenibilidad a largo plazo.

Reducir los residuos en la construcción es de vital importancia no solo por los impactos ambientales, sino también por los beneficios económicos y sociales que conlleva. La industria de la construcción es una de las mayores generadoras de residuos a nivel global, contribuyendo significativamente a la sobrecarga de vertederos, la contaminación del suelo y la emisión de gases de efecto invernadero. Al reducir los desechos, se disminuye la demanda de nuevos materiales, lo que reduce el consumo de recursos naturales y la energía necesaria para su extracción y procesamiento. Además, la reducción de residuos contribuye a la eficiencia en los proyectos, optimizando los costos, mejorando los plazos de entrega y facilitando el cumplimiento de normativas ambientales cada vez más estrictas.

7. Referencias bibliográficas



- BREEAM International New Construction Version 6. (s. f.). https://files.bregroup.com/breem/technicalmanuals/sd/international-new-construction-version-6/?utm_campaign=2241538_BREEAM%20NEW%20NC%20manual%20downloads&utm_medium=email&utm_source=BRE&dm_i=47CQ,1C1KY,6YNCAG,667EQ,1#07_transport/transport.htm?TocPath=Transport%257C____0
- Catálogo BIM - Objetos BIM. (s. f.). Catálogo Arquitectura Productos de Arquitectura y Construcción www.catalogoarquitectura.cl/cl/bim
- Circular Buildings Toolkit. (s. f.) <https://ce-toolkit.dhub.arup.com>
- CTEC. (2024). Guía MMC, Introducción a los Métodos Modernos de Construcción https://ctecinnovacion.cl/wp-content/uploads/2024/04/2024_-GUIA_MMC_CTEC_CCHC.pdf
- Pasaporte de materiales. (s. f.). Pasaporte de Materiales <https://pasaportemateriales.cl>
- Planbim. (2023). Estándar BIM para proyectos públicos - Planbim <https://planbim.cl/documentos/estandar-bim-para-proyectos-publicos>
- Portal Verde Chile GBC. (s. f.). www.portalverdechilegbc.com/chile/index.php

8. Link de interés



- Certificación LEED www.usgbc.org/leed
- Certificación EDGE <https://edge.gbci.org/home?language=es>
- Certificación CVS <https://cvschile.cl/#/home>
- Catálogo Arquitectura www.catalogoarquitectura.cl/cl/bim
- Eco-Design Pilot <http://pilot.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPANOL/INDEX.HTM>
- Guía MMC https://ctecinnovacion.cl/wp-content/uploads/2024/04/2024_-GUIA_MMC_CTEC_CCHC.pdf
- CTEC <https://ctecinnovacion.cl>
- Pasaporte de Materiales <https://pasaportemateriales.cl>
- Portal Verde www.portalverdechilegbc.com/chile
- 25 Usos BIM <https://planbim.cl/documentos/estandar-bim-para-proyectos-publicos>
- CDT www.cdt.cl
- Circular Buildings Toolkit <https://ce-toolkit.dhub.arup.com/strategies>



CDT
Somos CChC

DOCUMENTO



PREVENCIÓN DE RESIDUOS DESDE EL DISEÑO

