UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Pregrado de acceso ABIERTO

2022-05

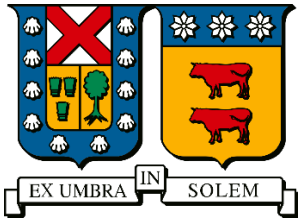
INDICADORES DE ECONOMÍA CIRCULAR EN LA CONSTRUCCIÓN EDIFICIOS EN CHILE

ROJAS ZARATE, PALOMA ROSÍO

https://hdl.handle.net/11673/53688

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES
VALPARAISO – CHILE



INDICADORES DE ECONOMÍA CIRCULAR EN LA CONSTRUCCIÓN EDIFICIOS EN CHILE

PALOMA ROSÍO ROJAS ZARATE

Memoria para optar al Título de
Constructor Civil

Profesor Guía
Felipe Ossio Castillo

Profesor Correferente
Sergio Carmona Malatesta

Valparaíso Chile, mayo 2022

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi madre, por ser parte de mi inspiración y darme la fuerza y el apoyo para concluir este proceso.

A mis hermanos y amigos, que me han apoyado incondicionalmente para lograr finalizar esta etapa universitaria con éxito.

A la Rosita por esta siempre presente en mi vida, por su preocupación y cuidados.

Además, de forma especial agradecer al profesor Felipe Ossio Castillo que me abrió las puertas para ser mi guía y aportar sus grandes conocimientos en el desarrollo de este estudio.

Gracias a todas las personas que tuve la oportunidad de conocer a lo largo de mi carrera dentro y fuera de la universidad que me enseñaron y ayudaron a crecer como persona y como profesional.

Por último, agradecer a todos los docentes que me han entregado sus conocimientos a lo largo de toda mi etapa estudiantil.

DEDICATORIAS

El presente trabajo de investigación se lo dedico principalmente a mi madre, por su trabajo y sacrificio, gracias ti he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy hoy en día. Tengo el orgullo y privilegio de ser tu hija.

A mi hermano Álvaro Belaunde Zarate por ser como un padre para mí y estar siempre presente, acompañándome y apoyándome todos estos años.

A mi hermano Cesar Belaunde Zarate que fue mi guía y ejemplo en mi proceso educativo.

RESUMEN

El sector de la construcción ha operado históricamente bajo un modelo lineal que se basa en un elevado consumo de materias primas y energías de bajo costo y fácil acceso. Además, la industria de la construcción se caracteriza por ser altamente ineficiente en términos de uso de recursos y aprovechamiento de los materiales al largo de todo su desarrollo, generando grandes volúmenes de residuos y altos niveles de contaminación ambiental. Es por esto que se hace necesario reducir estos impactos negativos en el entorno, a través de la implementación y promoción de alternativas que permitan el desarrollo sostenible en la construcción.

En este ámbito, la Economía Circular ofrece una nueva forma de diseñar, hacer y usar las cosas dentro de los límites del planeta, que se basa en tres principios claves que son: diseño libre de residuos y contaminación; mantener los productos y materiales en uso: y regenerar los sistemas naturales.

Estos principios aplicados a la construcción traen consigo una serie de beneficios costo-eficientes, con implicancias muy significativas en términos económicos, ambientales y en materia de desarrollo sostenible.

Para incorporar estos principios al rubro construcción y lograr su exitosamente su transición hacia la Economía Circular se requiere de métricas que mediante indicadores permitan controlar y monitorear su progreso.

En la presente investigación se realiza un estudio de análisis comparativo, en el cual se comparan indicadores de economía circular procedentes de ocho métricas internacionales y dos métricas nacionales en base a sus semejanzas y diferencias, para finalmente generar una propuesta con los indicadores existentes a nivel mundial que aún no han sido incorporados a la realidad chilena y pueden ser de gran utilidad para la Construcción de Edificios en Chile.

Palabras clave: *economía circular, construcción sostenible, indicadores de economía circular, desarrollo sostenible, métricas, indicadores*

ABSTRACT

The construction sector has historically operated under a linear model based on a high consumption of low-cost and easily accessible raw materials and energy. In addition, the construction industry is characterized by being highly inefficient in terms of the use of resources and materials throughout its development, generating large volumes of waste and high levels of environmental pollution. This is why it is necessary to reduce these negative impacts on the environment, through the implementation and promotion of alternatives that allow sustainable development in construction.

In this area, the Circular Economy offers a new way of designing, making and using things within the limits of the planet, based on three key principles: design free of waste and pollution; keeping products and materials in use; and regenerating natural systems.

These principles applied to construction bring with them a series of cost-efficient benefits, with very significant implications in economic, environmental and sustainable development terms.

To incorporate these principles into the construction sector and successfully achieve its transition to the Circular Economy, metrics are required to control and monitor its progress through indicators.

In this research a comparative analysis study is carried out, in which circular economy indicators from eight international metrics and two national metrics are compared based on their similarities and differences, to finally generate a proposal with existing indicators worldwide that have not yet been incorporated into the Chilean reality and can be very useful for Building Construction in Chile.

Key words: circular economy, sustainable construction, circular economy indicators, sustainable development, metrics, indicators

GLOSARIO

a: año

A: Ampere

ACS: Agua Caliente Sanitaria

ACV: Análisis del Ciclo de Vida

BIC: Balanza Inteligente para la Circularidad

BCG: Boston Consulting Group

CAI: Calidad del Ambiente Interior

CChC: Cámara Chilena de la Construcción

CES: Certificación de Edificio Sustentable

CEV: Calificación Energética de Viviendas

CO2: Dióxido de Carbono

CONAMA: Comisión Nacional de Medio Ambiente

CORFO: Corporación de Fomento de la Producción

CTI: Circular Transition Indicators

COP: Coeficiente de Rendimiento

COV: Compuestos orgánicos volátiles

C&DWM: Construction and Demolition Waste Management

C2CPII: Cradle to Cradle Products Innovation Institute

DA: Dirección de Arquitectura

DAP: Declaración Ambiental de Producto

dB: Decibelio

DGP: Índice de Probabilidad de deslumbramiento

DOM: Dirección de Obras Municipales

EER: Energy Efficiency Ratio

EC: Economía Circular

EL: Economía Lineal

ERNC: Energías Renovables No Convencionales

ETL: Evapotranspiración

FLD: Factor Luz Día

FSM: Factor Solar Modificado

GBCe: Green Building Council España

GEI: Gas de Efecto Invernadero

GRI: Global Reporting Initiative

GSSB: Global Sustainability Standards Board

HR: Humedad Relativa

IDIEM: Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales

IoT: Internet of Things

IRC: Índice de Reproducción Cromática

ISO9001: Norma: Sistemas de Gestión de Calidad

K: Kelvin

kg: Kilogramo

KPI: Key Performance Indicator

kWh: KiloWatt-hora

M: Masa total de entrada lineal

m^2: metro cuadrado

m³: metro cubico

mm: milímetros

MBDC: McDonough Braungart Desing Chemistry

MERV: Minimum Efficiency Value to be Reported

ML: Volumen de agua en masa

MOP: Ministerio de Obras Públicas

MwH: Megavatio-hora

N°: número

N/A: No Aplica

L: litros

LRS: Lista de Sustancias Restringidas

lux: Iluminancia/Nivel de iluminación

OGUC: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción

PACE: Platform for Accelerating the Circular Economy

PBDT: Planilla de Balance Térmico Dinámico

PEM: Precio de Ejecución Material

PIB: Producto Interno Bruto

PPE: Propiedad, Planta y Equipo

RAH: Renovación de aire hora

RCD: Residuos de Construcción y Demolición

REP: Responsabilidad Extendida del Productor

s: segundos

SDA: Autonomía de iluminación

SMART: inteligente

T°: Temperatura

T: Tonelada

T³: Tonelada cúbica

TDRe: Términos de Referencia Estandarizados

UGR: Unified Glare Rating

Um: Uniformidad media

USD: dólar

W: Watt/Vatio

WBCSD: World Business Council Sustainable Development

3D: Tres Dimensiones

€: euro

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN 14

1.1 Antecedentes de la investigación 14

1.2 Problema de investigación e hipótesis 16

1.3 Justificación de la investigación 16

1.4 Metodología 17

1.5 Esquema del informe 17

1.6 Definiciones 18

1.7 Delimitaciones de los alcances 19

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA 20

2.1 Introducción 20

2.2 Marco Teórico - Circular Metrics for Business 20

2.3 Indicadores de circularidad a nivel internacional 24

2.3.1 Indicadores de transición circular (CTI) – WBSCD 24

2.3.2 Indicadores para medir la circularidad en el sector de la edificación - GBCe 29

2.3.3 Circulytics 35

2.3.4 CIRCelligence (BCG) 44

2.3.5 Circle Assessment 49

2.3.6 GRI 306: Waste 2020 54

2.3.7 BIC (ReAcción Latam) 57

2.3.8 Certificación Cradle to Cradle 60

2.4 Indicadores de circularidad a nivel nacional 75

2.4.1 Certificación de Edificio Sustentable (CES) 75

2.4.2 Calificación Energética de viviendas (CEV) – MINVU 84

3 METODOLOGÍA 91

3.1 Introducción 91

3.2 Justificación de la metodología 91

3.3 Fuentes de datos y Unidad de análisis 92

3.4 Procedimiento para la recopilación de datos 92

3.5 Análisis de datos 93

4 ANÁLISIS DE DATOS 94

4.1 Introducción 94
4.2 Análisis contexto internacional 94
4.2.1 Semejanzas en los indicadores del contexto internacional aplicables a edificaciones 106
4.2.2 Análisis de los indicadores del contexto internacional únicos en su medición 110
4.3 Análisis contexto nacional 111
4.3.1 Semejanzas en los indicadores del contexto nacional 112
4.3.2 Análisis de indicadores según su evaluación 113
4.4 Análisis comparativo 115
5 CONCLUSIONES 122
6 BIBLIOGRAFÍA 124
7 ANEXOS 126

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. CTI 28
Tabla 2. Indicadores para medir la circularidad en la edificación GBCe 33
Tabla 3. Indicadores Circulytics 39
Tabla 4. Indicadores CIRCelligence 48
Tabla 5. Indicadores Circle Assessment 52
Tabla 6. Indicadores GRI306: Waste 2020 56
Tabla 7. Indicadores BIC 59
Tabla 8. Indicadores Certificación Cradle to Cradle 64
Tabla 9. Resumen indicadores del contexto internacional 70
Tabla 10. Indicadores CES 78
Tabla 11. Indicadores CEV 87
Tabla 12. Resumen indicadores del contexto nacional 88
Tabla 13. Objetivos de las métricas internacionales 95
Tabla 14. Análisis de Indicadores del contexto internacional aplicables a la edificación 97
Tabla 15. Resumen de Indicadores del contexto internacional aplicables a la edificación 103
Tabla 16. Indicadores del contexto internacional aplicables a la edificación según materia de evaluación 107
Tabla 17. Indicadores del contexto internacional únicos en su materia de evaluación 110
Tabla 18. Objetivos de las métricas del contexto nacional 111
Tabla 19. Indicadores del contexto nacional que evalúan la energía en las edificaciones 113
Tabla 20. Indicadores de la Certificación de Edificio Sustentable que no evalúan la energía 114
Tabla 21. Análisis comparativo de los indicadores del contexto internacional y nacional 116
Tabla 22. Propuesta de indicadores de Economía Circular aplicables a la construcción de Edificios en Chile 119
Tabla 23. Factores y fórmulas de cálculo CTI 126
Tabla 24. Factores y fórmulas de cálculo GBCe 127
Tabla 25. Factores y fórmulas de cálculo Circulytics 129
Tabla 26. Factores y fórmulas de cálculo CIRCelligence 135
Tabla 27. Factores de cálculo Circle Assessment 136
Tabla 28. Factores y fórmulas de cálculo GRI 306: Waste 2020 137
Tabla 29. Fórmula de cálculo BIC 138
Tabla 30. Factores de cálculo Certificación Cradle to Cradle 138
Tabla 31. Factores y fórmula de cálculo CES 141
Tabla 32. Factores y fórmulas de cálculo CEV 145

ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico 1. Clasificación de métricas del contexto internacional según tipos de indicador y fase de uso 96
Gráfico 2. Clasificación de las métricas del contexto nacional según tipos de indicador y fase de uso 112

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes de la investigación

La economía circular reconoce que la forma en que estamos haciendo las cosas bajo el sistema actual o "economía lineal", basado en "tomar, hacer y desechar", está alcanzando sus límites de recursos, y ya no funciona para la economía, medio ambiente y sociedad (Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción, 2020).

El concepto de economía circular es de gran interés tanto para los académicos como para los profesionales ya que se considera una operacionalización para que las empresas apliquen el tan debatido concepto de desarrollo sostenible (Ghisellini et al., 2016; Murray et al., 2017).

Como señalan (Antonini et al., 2020) y Heisel & Nelson (2020) en la actualidad el sector de la construcción a nivel mundial en relación con el uso de recursos, es el mayor consumidor de energía y materiales.

Los edificios usan el 40% de la materia prima global, generando entre un 25% y 40% de residuos sólidos, de los cuales, menos de un tercio son reciclados o reutilizados (WBCSD, 2020). La construcción y operación de edificios se relaciona al 36% del uso final de energía global (Kirchherr et al., 2017) y cerca del 39% de las emisiones de CO2 relacionadas. De estas emisiones, 28% se asocia a la etapa de operación, mientras que un 11% se refiere al carbono incorporado. A nivel nacional, las emisiones se estiman en 30% de las emisiones totales (CChC, 2019).

En adición a lo anterior, el crecimiento demográfico a nivel mundial y la rápida urbanización hace que sea necesario satisfacer el desarrollo sostenible de las ciudades, lo que implica una transformación de la industria de la construcción para mejorar la productividad y el uso eficiente de los recursos que esta involucra (Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción, 2020).

De acuerdo con cifras del "*World Economic Forum"*, la población global de las áreas urbanas crece en 200.000 personas por día, las que requieren de una vivienda asequible, y acceso a servicios e infraestructura habilitante. Actualmente, más de la mitad de la población vive en áreas urbanas y se espera que alcance un 70% al año 2060 (Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción, 2020).

En las dos últimas décadas se ha dedicado un creciente esfuerzo de investigación a la evaluación de la sostenibilidad del sector de la construcción y la demolición en los sistemas urbanos, debido a su enorme impacto ambiental y la generación de una gran cantidad de residuos (Ghisellini et al., 2018).

La economía circular en el rubro de la construcción ofrece un gran potencial y un abanico de posibilidades para avanzar en los objetivos del desarrollo sostenible y la reducción de emisiones, consumo de materias primas, generación de residuos e impacto medioambiental (Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción, 2020).

El marco de la economía circular y sus principios básicos "Reducir, Reutilizar y Reciclar" se han propuesto para evaluar y abordar más eficazmente los residuos de construcción y demolición materiales de construcción y demolición (C&DWM) (Huang et al., 2018; Esa et al., 2017; Lu y Yuan, 2011, (Ghisellini et al., 2018).

En el Acuerdo de París, Chile se comprometió a alcanzar el carbono neutralidad al año 2050 y llegar a un peak de emisiones GEI en el año 2027, por lo que la oportunidad de reducir emisiones a través de la economía circular resulta muy relevante para avanzar en los compromisos (Economy, 2021).

Bajo el contexto nacional la transición hacia una economía circular en el ámbito de la construcción ha ido tomando la agenda nacional en los últimos cinco años, mediante políticas impulsadas a nivel central: ley de REP (responsabilidad extendida del productor) y fomento al reciclaje, política nacional de residuos (2018-2030), programa construye 2025, instrumentos de fomento Corfo, mesa de trabajo de economía circular (MOP) y la hoja de ruta de economía circular en Chile (en desarrollo), entre otras iniciativas que nacen desde el sector privado (Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción, 2020).

Una de las principales barreras que se reconoce en la transición de la construcción hacia una economía circular corresponde a la inexistencia de indicadores compilados y de fácil acceso para poder evaluar y certificar que las edificaciones cuenten con estos atributos.

Por esta razón el objetivo principal de la presente memoria es generar indicadores de circularidad para la edificación, que permitan evaluar objetivamente el cumplimiento de los objetivos medioambientales tanto de la industria como el país.

1.2 Problema de investigación e hipótesis

El problema tratado en esta investigación corresponde a:

¿Qué indicadores de circularidad en la construcción de edificaciones a nivel internacional serían aplicables a las edificaciones en Chile?

El principal desafío se centra en el exhaustivo análisis de los indicadores recopilados en la literatura para poder estudiar su viabilidad y aplicación en las edificaciones en Chile, enfocándose en cumplir con los objetivos medioambientales del país y de la industria.

1.3 Justificación de la investigación

La Economía Circular en la construcción de edificios es una temática poco abordada, de manera que compilar y clasificar distintos indicadores internacionales, para usarlos en la realidad nacional es relevante para futuros proyectos que busquen un rápido acceso a esta información.

El uso de indicadores comunes de rendimiento de circularidad es esencial para acelerar la transición hacia la economía circular (WBCSD, 2020). Estos indicadores pueden ser aplicables a diversas áreas y en diferentes momentos del proyecto. Asimismo, pueden ser diferenciados por su nivel de impacto o por su origen, estrategia y objetivos.

Para cualquier proyecto de construcción de edificios que busque eficiencia en el uso de los recursos, adoptar economía circular será una oportunidad interesante, pero lo importante es medir su impacto.

Para comprender en qué punto se ubica una empresa en la actualidad en su circularidad y permitir el establecimiento de objetivos monitoreados por indicadores clave de rendimiento, los negocios necesitan un sistema de métricas que puedan guiar su toma de decisiones en el momento de adoptar la circularidad como parte de su estrategia corporativa (WBCSD, 2020).

En cuanto a indicadores, el informe comenta que existen “lagunas importantes en cuanto a los indicadores disponibles para medir la situación y progreso de la economía circular, especialmente en las fases iniciales de los circuitos de producción y consumo” (GBCe, 2019).

1.4 Metodología

El objetivo principal de este trabajo es proponer indicadores de circularidad para la edificación en Chile, que permitan evaluar objetivamente el cumplimiento de los objetivos medioambientales del proyecto.

El método de trabajo de la investigación se resume a tres objetivos específicos que se presentan a continuación:

- Objetivo específico 1: Identificar los indicadores de circularidad que son aplicables a edificios a nivel internacional.
- Objetivo específico 2: Analizar la pertinencia de los distintos indicadores de circularidad aplicables a los edificios a nivel nacional.
- Objetivo específico 3: Desarrollar una propuesta de indicadores de circularidad aplicables a los edificios en Chile.

1.5 Esquema del informe

En el capítulo 1 de este trabajo se presentan los antecedentes de la investigación y se introduce el problema de investigación, se indica su justificación, la metodología y un esquema general del trabajo, se agregan definiciones relevantes y se delimitan los alcances de aplicación.

A continuación, en el capítulo 2 se describe la revisión de la literatura existente relacionada a los indicadores de construcción circular aplicados alrededor del mundo. En esta sección se incluye la revisión de diversos artículos relacionados a la economía circular aplicada al sector de la construcción.

En el tercer capítulo se describe detalladamente la metodología de trabajo para recolección de indicadores de circularidad de edificaciones a nivel mundial, incluyendo las fuentes de datos, los procedimientos de trabajo, sus limitaciones, los programas utilizados y las especificaciones para ciertos casos particulares.

Los resultados y el análisis de los indicadores de circularidad recopilados se presentan en el capítulo 4, donde se estudia cuáles de las métricas encontradas en la literatura podrían ser aplicadas para las edificaciones en Chile.

Por último, en el quinto capítulo, se presentan las conclusiones del trabajo de investigación, en esta sección se incluye los resultados del análisis de los datos y como se relacionan con la hipótesis del problema de trabajo, es decir se presentan los posibles indicadores de circularidad para edificaciones en Chile con una propuesta para cada uno.

1.6 Definiciones

Para comprender de mejor forma el enfoque principal de este trabajo se definen los siguientes conceptos:

- ***Indicador:*** Es información, que puede ser utilizada por los mecanismos de control para monitorear y ajustar las acciones que un determinado sistema o proceso emprende para alcanzar el cumplimiento de los objetivos propuestos (ISO9001,2015).
- ***Indicador de circularidad:*** Es información sobre el rendimiento en economía circular de una empresa, que les permite comprender su potencial circular, además de: identificar las oportunidades y los riesgos lineales, establecer una línea base de monitoreo y progreso respecto de su transición circular, responder a las preguntas de los clientes e inversionistas, establecer conversaciones con la cadena de valor y atraer nuevos negocios (WBCSD, 2020).
- ***Economía Circular:*** Es un sistema económico que tiene como objetivo la eliminación de los residuos y la contaminación a lo largo del ciclo de vida de los materiales, desde la extracción del medio ambiente hasta la transformación industrial, y hasta los consumidores finales, aplicándose a todos los ecosistemas implicados. Al final de su vida útil, los materiales vuelven a un proceso industrial o, en el caso de un residuo orgánico tratado, regresan de forma segura al medio ambiente como en un ciclo de regeneración natural. Funciona creando valor a nivel macro, meso y micro y explota al máximo el concepto de sostenibilidad anidada. Las fuentes de energía utilizadas son limpias y renovables. El uso y el consumo de recursos son eficientes. Los organismos gubernamentales y los consumidores responsables juegan un papel activo para garantizar el correcto funcionamiento del sistema a largo plazo (Nobre & Tavares, 2021).

1.7 Delimitaciones de los alcances

Para el desarrollo de esta investigación se establece que el alcance estará delimitado a la industria de la construcción chilena, en específico al área relacionada a la aplicación de los criterios de economía circular al sistema de construcción de edificios actual, concentrándose en cumplir con los objetivos medioambientales y económicos del sector.

La literatura base para el trabajo está enfocada en los indicadores de circularidad relacionados con edificaciones a nivel nacional e internacional.

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Introducción

Los indicadores de circularidad en la construcción de edificios, como se indica en la sección 1.6 corresponde la información relevante de una empresa o proyecto que refleja el desempeño de la economía circular dentro de la misma. A continuación, se presenta una descripción exhaustiva de las métricas que contienen los indicadores recopilados en la revisión de la literatura internacional y nacional que se relacionan con las distintas etapas de la construcción de edificios.

2.2 Marco Teórico - Circular Metrics for Business

Como Marco Teórico para la siguiente investigación, se presenta el informe "Métricas Circulares para Negocios", desarrollado por el Circle Economy & PACE, en el año 2018. En él se describe como las empresas pueden medir una indicación de circularidad dentro de su organización, producto o cadena de valor, y cómo pueden utilizar esta información para crear o transformarse en un negocio más sostenible y circular.

Del presente documento existe información importante a destacar como el concepto de métricas circulares, y la aclaración de ciertos términos y definiciones, que se consideran relevantes para la comprensión del presente informe, como las siguientes:

- ***Métrica:*** es un método que empleamos para entender el cambio a lo largo del tiempo en una serie de dimensiones. Lo utilizamos como un término general para describir el método utilizado para medir algo, los valores resultantes, así como un conjunto calculado o conjunto de indicadores.
- ***Indicador:*** es un elemento crucial de una métrica, que se refiere a un único valor y su unidad, y se utiliza para indicar (de ahí su nombre) una tendencia o un rendimiento.
- ***Herramienta:*** Muchas de las métricas consideradas están parcial o totalmente automatizadas en herramientas en línea o fuera de línea que permiten fácil aplicación y reducen el riesgo de errores. En el contexto de esta publicación, las herramientas pueden considerarse como métricas automatizadas.
- ***Estándar:*** Las métricas que han pasado un cierto grado de escrutinio y prueba, y son comúnmente aceptadas como una forma de medir, pueden considerarse como estándares. Técnicamente, se pueden considerar tanto las normas "informales como

las normas que han sido oficialmente han sido documentadas y publicadas por organizaciones de normalización, pero en el contexto de esta publicación, sólo utilizaremos el término para referirnos a estas últimas.

- ***Certificado:*** es un tipo específico de norma que no puede ser aplicada por la propia organización, sino que requiere una tercera parte que evalúe si la actuación de la empresa ha sido conforme a una norma determinada. En suelen dar lugar a una etiqueta de producto emitida por la tercera parte.

Una vez aclaradas estas definiciones, podemos comprender que nuestro objeto de estudio, es decir, los indicadores de economía circular se encuentran como un elemento clave dentro de las métricas circulares, por lo que la investigación se verá dirigida a la búsqueda de estás métricas en primera instancia para poder conseguir los indicadores de economía circular útiles para el sector de la edificación en Chile.

Existen distintos tipos de métricas, algunas sirven para educar, fundamentar la toma de decisiones, supervisar e informar. Pero, realmente, un indicador, o incluso una métrica, no puede hacer todo eso por sí solo. Se necesita una variedad de métricas, cada una con un papel que desempeñar para ayudar a una organización en la transformación de un modelo de negocio lineal a un modelo de negocio circular. Las métricas pueden consistir en uno o una combinación de indicadores, metodologías y herramientas, y pueden estar estandarizados o incluso formar parte de una certificación.

Distinguiremos tres tipos de métricas en función del tipo de indicadores de circularidad en los que se centran:

- ***Indicadores principales:*** Dan un veredicto sobre el estado actual de la circularidad e indican lo lejos que está de su objetivo y si la empresa se está dirigiendo en la dirección correcta. Dependen del objetivo o la ambición de la organización, no puede haber demasiados y deben describir un estado final deseado, y no los medios pata conseguirlo.
- ***Indicadores de rendimiento:*** Su objetivo es mostrar cómo se desenvuelve la organización en los parámetros que influyen en la transición hacía la economía circular. Se centran en los tipos de producción y los flujos de materiales de la cadena

de valor y proporcionar información al cliente sobre las alternativas ecológicas a productos de su empresa.

- ***Indicadores de proceso:*** Informan sobre el progreso en el proceso de transición hacia la economía circular. Se utilizan para identificar dónde se necesita y cómo se puede generar el cambio. Los indicadores de proceso pueden estar relacionados con la cultura, los fallos del mercado y el comportamiento humano actividades operativas y la reforma institucional y, a diferencia de los indicadores de rendimiento, sólo influyen indirectamente en sus indicadores principales.

A la hora de buscar métricas circulares para la evaluación de una empresa, puede ser difícil debido a que ellas pueden variar en su propósito, alcance y audiencia, entre otras cosas. Las empresas pueden aplicar las métricas con distintos objetivos, como crear conciencia de las oportunidades de la economía circular, para innovar, buscar e identificar soluciones para su línea de negocio e incluso se pueden utilizar estás métricas para evaluar el potencial y construir planes de implementación de estas soluciones. Con respecto a esto último, las empresas pueden necesitar métricas para supervisar e informar sobre su progreso a la hora de implementar estas soluciones y convertir su modelo de negocio en circular o aumentar su circularidad. Para cada etapa del proceso de innovación con respecto a la transición de la economía lineal hacia una economía circular, necesitaran aplicar diferentes métricas que apunten en la dirección de productos nuevos y sostenibles que sean beneficiosos desde el punto de vista económico, social y medioambiental.

Las métricas que pueden utilizarse para medir su transición hacia un modelo empresarial circular a menudo se confunden con las métricas de sostenibilidad. Si se considera que la sostenibilidad es el objetivo final la economía circular es un medio para alcanzar ese objetivo. Por lo tanto, es muy relevante para las empresas no sólo medir su rendimiento en la transición hacia una economía circular, sino que también adoptar métricas de sostenibilidad para medir el impacto que espera tener al hacerlo.

En general, es útil clasificar las métricas ya sea por el tipo de indicador que contengan dentro de su método de evaluación, como se mencionó anteriormente o por, ejemplo, su clasificación para conocer de qué forma pueden ayudar a las empresas a innovar en materia de la economía circular.

En este sentido, se identifican distintos pasos que las organizaciones tiene que dar en su transición hacia la economía circular a través de la innovación.

- Métrica que busquen crear conciencia y establecer una línea base
- Métricas para identificar y seguir oportunidades
- Métricas para evaluar y comparar el potencial de construir casos de negocio
- Métricas para validar y compartir sus resultados

2.3 Indicadores de circularidad a nivel internacional

2.3.1 Indicadores de transición circular (CTI) – WBSCD

2.3.1.1 Descripción general

Los “Indicadores de Transición Circular” (CTI, por sus siglas en inglés) se basan en la evaluación de flujos de materiales dentro de los límites de una empresa, combinada con indicadores adicionales sobre la eficiencia y eficacia de los recursos, así como el valor agregado por el negocio circular. De esta manera, los CTI pueden guiar a las empresas en su transición hacia una economía circular de la forma más eficaz posible y sobre las oportunidades asociadas.

Fueron desarrollados por WBSCD (Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible) en el año 2020 en Suiza.

En la evaluación de los flujos materiales se pueden incluir nutrientes, compuestos, materiales, piezas, componentes o incluso productos, para este caso se hace referencia a todos ellos como flujo de materiales. La evaluación de estos flujos se centra en tres puntos clave de intervención: entrada, salida: potencial de recuperación y salida: y recuperación real. Los resultados de este análisis ilustran el grado de eficacia con que la empresa cierra el ciclo de sus flujos materiales. Además, se incluyen indicadores relacionados a optimizar y valorar el ciclo.

El objetivo de los CTI es desarrollar un marco objetivo, cuantitativo y flexible identificando los riesgos y oportunidades con el propósito de determinar las prioridades circulares y establecer objetivos. Sin reemplazar los marcos de sostenibilidad existentes, sino que incorporar información adicional acerca del rendimiento de circularidad.

La herramienta en línea para los CTI estructura los datos y calcula el resultado, a medida que compila datos agregados de forma anónima crea una línea base de referencia de la industria. Así, proporciona a las empresas retroalimentación personalizada sobre los niveles de rendimiento en comparación con las líneas base de la industria, la región y la cadena de valor.

El primer ciclo de evaluación es de carácter informativo y esclarecedor, repetir el ciclo con regularidad permite monitorear el progreso de transición circular de la empresa.

2.3.1.2 Sistema de cálculo

Para comenzar la evaluación se debe completar el módulo Cerrar el Ciclo. A continuación, las empresas pueden calcular los indicadores de Optimizar el ciclo y Valorar el ciclo para obtener información adicional.

El proceso de evaluación de los CTI consta de siete pasos que conforman un ciclo de evaluación. 1. Definición del alcance (objetivos de la evaluación); 2. Selección de indicadores; 3. Recopilación los datos; 4. Cálculo de los indicadores; 5. Análisis (interpretación de resultados); 6. Priorización (identificar las oportunidades); y por último 7. Aplicación.

En la primera instancia en el módulo "Cerrar el ciclo" existen cuatro indicadores. El % de entrada que evalúa la circularidad total de los materiales entrantes en tres categorías: virgen no renovable (lineal), virgen renovable (circular) o secundario (circular). El segundo indicador % de salida circular, evalúa la circularidad total de los materiales salientes, vale decir, revela la eficacia combinada de su empresa para: diseñar o tratar la salida de modo que sea recuperable, mide el % del potencial de recuperación, y, por otro lado, conocer que cantidad de los materiales que dejan la empresa realmente vuelven a integrarse a la economía, por lo que se mide el % de recuperación. Ambos indicadores se calculan de una forma similar, a partir del promedio ponderado del porcentaje individual de circularidad de los materiales. El tercer indicador de este ciclo corresponde al % de circularidad del agua el cual aún se encuentra en desarrollo. Y, por último, se evalúa el % de energía renovable, el cual demuestra el % de energía renovable que se fue utilizada durante el proceso.

A continuación, en el módulo "Optimizar el Ciclo" se presentan dos indicadores. El % de materiales críticos, el que proporciona una primera impresión del porcentaje de entrada en riesgo mediante la distinción inicial entre los materiales críticos y no críticos y el % tipo de recuperación que entrega información acerca de los tipos de recuperación y en qué porcentaje se presentan.

Para finalizar el primer y único indicador desarrollado por la WBCSD para "Valorar el Ciclo" corresponde a la evaluación de la productividad circular, indicador que expresa el valor que las empresas pueden monitorear en el tiempo.

2.3.1.3 Aplicación en edificación

En cuanto a la aplicación de los indicadores expuestos en la sección anterior al rubro de la construcción, en específico al área de la edificación se consideran de mayor relevancia los dos primeros: % de entrada y salida circular ya que reflejan el flujo de los materiales y como contribuyen estos a cerrar el ciclo de la economía circular dentro de la empresa.

La circularidad de los flujos de entrada depende de las características de los flujos como renovables o no vírgenes. En la economía circular, se prioriza la entrada de un material virgen renovable o secundario antes que un material lineal, asegurando así su reintegración en un nuevo ciclo posteriormente. La oportunidad de mejora se presenta en la evaluación de las características de los flujos más grandes de entrada lineal y en la búsqueda de alternativas renovables o no vírgenes.

Por otro lado, dentro del % de salida circular, nos encontramos con dos subíndices que dan a conocer: en primer lugar, la eficacia de la empresa para poder recuperar los materiales al mismo nivel de equivalencia funcional, midiendo el % potencial de recuperación técnica o biológica y económicamente viable del material. Información sumamente importante de conocer, ya que no basta que el material que ingresa al proceso de la edificación sea renovable, sino que también es importante la forma en que es tratado durante y después del proceso de ejecución, que es lo que va a asegurar que el material llegue de forma íntegra al final del ciclo y pueda reincorporarse en un próximo ciclo. El segundo subíndice del % de salida circular es el % de recuperación que refleja los materiales que realmente vuelven a integrarse a la economía, este se trata de un indicador que requiere de datos reales para su cálculo, lo que sería más complicado de implementar en el rubro, ya que hoy en día no existe esa información al alcance de todos, sino que debe ser evaluado en el momento con el proyecto en ejecución con un responsable encargado de obtener datos certeros que permitan realizar el correcto calculo y análisis de este indicador.

En una economía circular, la producción de energía depende de fuentes renovables y se aleja de los combustibles fósiles. El indicador % de energía renovable que se utilizada en una edificación podría ser útil para visualizar como aumenta o disminuye el uso de las energías renovables durante el proceso de construcción de una edificación.

Luego, el indicador % de materiales críticos proporciona una primera impresión del porcentaje de entrada en riesgo mediante la distinción inicial entre los materiales críticos y no críticos. Los resultados de este indicador demuestran hasta qué punto una empresa depende de los materiales identificados como críticos. Sin embargo, esto aplicado a la edificación puede ser controversial, ya que a lo largo de todo el proceso ingresan distintos tipos de materiales y en distintas cantidades que su vez van cambiando con el tiempo a medida que va avanzando la construcción. A pesar de esto si este indicador se midiera, por ejemplo, dentro de una misma etapa como sería la obra gruesa se podrían distinguir los materiales críticos para esta etapa y así poder evaluar como impactan estos materiales en el desarrollo del proyecto. Por el contrario, si se analizara este indicador en etapas distintas, por ejemplo, si evaluamos los materiales críticos de obra gruesa en contraste con los materiales críticos de las terminaciones, estamos hablando de naturalezas completamente distintas, por lo que los resultados no serían comparables.

El % tipo de recuperación entrega información acerca de los tipos de recuperación y en qué porcentaje se presentan, el análisis se centra en oportunidades de optimizar el diseño, como por ejemplo el diseño modular, diseño para el desmontaje, posibilidad de reparación, alta posibilidad de reciclaje mediante el uso de mono materiales, entre otros. Este indicador puede ser de gran ayuda a la hora de organizar los RCD en una obra ya que serviría para agilizar el proceso y lograr con éxito la recuperación de dicho material y volver a incorporarlo en un futuro ciclo.

El último indicador bajo este estudio, no se considera tan relevante para su aplicación en la edificación, ya que a pesar de que entrega información acerca de la productividad del material circular, valor que sirve para que las empresas puedan monitorear en el tiempo. Una de las variables a tener en cuenta son los ingresos de la empresa, que en un proceso de edificación se pueden observar en gran medida al finalizar el proyecto, es por esto que durante el proceso de ejecución como tal, no proporcionaría una información relevante en cuanto a la aplicación de la economía circular, ya que mensualmente, el ingreso va a depender del avance de la obra lo que puede diferir enormemente de un mes a otro dependiendo las faenas que se ejecuten en dicho mes según el costo establecido, el avance programado y el avance real.

Tabla 1. CTI

Métrica	**Indicadores de transición circular (WBSCD)**			
País	Suiza			
Año	2020			
Tema	**Materia de evaluación**	**Indicador**	**Unidad**	**Descripción u objetivo**
Cerrar el Ciclo	**Entrada de materiales**	% de entrada circular	%	Evalúa la circularidad total de los materiales entrantes
	Salida de materiales	% de salida circular	%	Evalúa la circularidad total de los materiales salientes
	Recuperación	% potencial de recuperación	%	Capacidad de la empresa para asegurar la recuperación de los materiales
	Recuperación	% de recuperación real	%	Refleja la cantidad de materiales que se recuperan realmente
	Energía	% de energía renovable	%	Indica la cantidad de energía renovable que se utiliza
Optimizar el Ciclo	**Entrada de materiales**	% de materiales críticos	%	Indica la primera impresión del % de entrada en riesgo mediante la distinción de materiales críticos y no críticos
	Recuperación	% de recuperación	%	Entrega información acerca de los tipos de recuperación y en qué % se presentan
Valorar el Ciclo	**Productividad**	Productividad circular	$\frac{\%}{M}$	La productividad del material circular expresa el valor que las empresas pueden monitorea en el tiempo

2.3.2 Indicadores para medir la circularidad en el sector de la edificación - GBCe

2.3.2.1 Descripción general

El documento “Indicadores para medir la circularidad en el sector de la edificación” en su segunda edición, coordinada por la GBCe en conjunto con la fundación CONAMA y la Asociación Española de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (RCD Asociación) en el año 2019 expone una lista de indicadores divididos en dos grandes grupos (a corto y a largo plazo) y se ha definido como marco estratégico el Análisis del Ciclo de Vida, al cual muchos indicadores hacen referencia. La información sobre estos indicadores se ha restringido al ámbito de trabajo de la edificación y ha dejado fuera el área de urbanismo, y se ha convenido que el trabajo estará reflejado en la Estrategia Local Española Hacia la Economía Circular.

Siguiendo la idea de que “lo que no se puede medir, no se puede mejorar”, uno de los principales objetivos de este documento es que los organismos competentes en cada materia recojan datos, los traten y publiquen como medida de seguimiento de las políticas hacia la economía circular en la edificación. Este documento pretende dar respuesta a la necesidad de implantar un sistema de indicadores en el sector de la edificación, que se ha definido como prioritario en el paquete de medidas de economía circular de la Comisión Europea y en la Estrategia Española de Economía Circular.

El sistema de indicadores busca establecer un marco común de indicadores clave centrados en los aspectos más importantes de los impactos medio ambientales, que permitan comparar y proporcionar información de fácil acceso, fiable y coherente a las partes interesadas.

El informe no se presenta con una posición neutral, sino que esta alineado con las tesis planteadas en el posicionamiento de la GBCe frente a la economía circular y es complementario a dicho documento.

El documento se encuentra abierto para quienes tengan mayor conocimiento puedan acabar de dar la forma a cada indicador según sus objetivos de evaluación y se espera que sea útil para el objetivo final que es medir bien para luego optimizar.

2.3.2.2 Sistema de cálculo

El indicador estratégico global: Análisis de Ciclo de Vida (ACV) no es un indicador por sí mismo, sino que corresponde a un conjunto de indicadores, medidos bajo una metodología bien definida y estandarizada, que definen los impactos medioambientales y consumo de recursos de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia, incluida la edificación. Por este motivo, el ACV es una metodología de gran fuente de conocimiento y evaluación de la Economía Circular. El informe entiende que cualquier indicador en Economía Circular debe alinearse a los criterios del ACV, integrándose en el futuro en una edificación con el ACV normalizado.

En primer lugar, se presenta la propuesta de indicadores a corto plazo que corresponde a aquellos indicadores que hoy en día tienen la capacidad de ser contabilizados por fuentes válidas y creíbles, ya que se basan en indicadores existentes parecidos o de los cuales actualmente ya se recopilan datos, y que se cree que se podrían implementar con cierta facilidad. A su vez estos se pueden clasificar en indicadores directos, que son aquellos que están midiendo un flujo en la edificación que hoy en día es lineal y se aspira a convertir en circular o indicadores indirectos, que son aquellos que no están midiendo un flujo directamente, sino herramientas que son de gran necesidad para alcanzar la Economía Circular.

En segundo lugar, se presenta la propuesta de indicadores a largo plazo, que corresponde a aquellos indicadores que se reconocen como estratégicos, pero de lo que hoy en día no se dispone de fuentes necesarias fiables para su medición, ni de referencias sólidas.

Para el cálculo como tal de cada indicador ya sea a corto o largo plazo en el informe se mencionan los criterios y detalles del cómputo, donde se explica claramente lo que se incluye y excluye para cada medición, así como las propuestas de fuentes de datos útiles según sea el indicador que se quiera medir. Para cada indicador el método de cálculo varía, ya que se trata de indicadores que miden diferentes variables en distintas etapas, en su mayoría los indicadores a corto plazo se miden en base a la superficie construida o la superficie construida anual. Y, para los indicadores de largo plazo no se presenta un método de cálculo en particular ya que se trata de propuestas a desarrollar una vez que se cuente con una base de datos fiables para su posterior cálculo.

2.3.2.3 Aplicación en edificación

Como el título del informe lo indica los indicadores expuestos están dirigidos directamente a medir la circularidad en el sector de la edificación. El principal indicador ACV es clave para la evaluación de la circularidad de las edificaciones, ya que abarca el ciclo de vida completo de un edificio. La medición de la huella de carbono de los edificios forma parte del ACV y valora la evolución de uno de los principales impactos medioambientales.

En la fase de uso de un edificio la medición la demanda energética entrega una radiografía del nivel de eficiencia de la envolvente de la edificación, previo a considerar la eficiencia de los sistemas o fuentes de energía externa que se incorporan en el siguiente cálculo del consumo de energía primaria junto con los factores de paso según la fuente energética. Como indicadores complementarios a lo anterior, el cálculo de energía primaria a lo largo de todo el ciclo de vida sirve como dato comparativo con el cual se puede estimar la cantidad de energía primaria involucrada en cada etapa del proceso de edificación y localizar puntos prioritarios a optimizar en las nuevas actuaciones. Además, el consumo de energético real en relación con el parque edificado por habitante y PIB genera gráficos donde se puede apreciar cuando el consumo baja debido a una mejora de la eficiencia.

Los indicadores acerca del flujo de agua en el entorno construido están enfocados a los distintos usos que se tiene este recurso a lo largo del proceso de edificación, y a los tipos de agua que se van generando en la fase de uso y los sistemas de aprovechamiento de estos mismos. Siempre con el objetivo de reducir y gestionar su consumo.

En cuanto al cálculo de consumo de materiales de construcción para la edificación incluyendo toda la vida útil, pone el valor el volumen de edificación que cada vez consuma menos materiales, sea cual sea su origen, con el objetivo de lograr una mayor eficiencia. Con el mismo objetivo se mide la generación de RCD ya que la eficiencia de los materiales es el primer paso para reducir la producción de residuos y evitar el agotamiento de las fuentes de materia prima. Además, se potencia la rehabilitación de los edificios antes que una obra nueva ya que la primera consume menos materiales por naturaleza.

La tasa de rehabilitación y reforma da conocer si este tipo de obras prima ante la obra nueva. La rehabilitación es una herramienta para la economía circular para alargar la vida útil del parque edificado sea cual sea su envergadura, además una rehabilitación integral puede

mejorar las eficiencias y prestaciones de un edificio y por lo tanto disminuir la demanda de recursos considerando que la rehabilitación implica un consumo menor que una obra nueva. La tasa de demolición previa a nueva planta en relación con la economía circular traza la priorización de la rehabilitación a la obra nueva. Y la tasa de inversión en rehabilitación refleja el sector de la rehabilitación a nivel económico e indica si el sector está produciendo una mayor riqueza con un menor consumo de recursos, en menor medida también es un reflejo de la profundidad y calidad de la intervención en las obras de rehabilitación.

El número de productos o equipos con ACV abren el primer paso a la normalización del ACV a nivel de edificio para que el mercado disponga de materiales con Declaración Ambiental del productos (DAP) o ACV, cuya información se pueda incorporar al edificio entero, este indicador se vincula al desarrollo de una base de datos pública y abierta para así también poder conocer indicadores tales como la vida útil o durabilidad, los componentes principales, y las condiciones para el aprovechamiento o reciclado del producto al final de su vida útil.

Por último, dentro de los indicadores a largo plazo, la propuesta de medición del volumen de negocios del sector de mantenimiento de edificio puede generar grandes oportunidades tanto como para la creación de nuevos negocios que realicen la labor de mantenimiento de los edificios, como para los mismo usuarios y dueños de los edificios que tendrán la oportunidad de extender la vida útil y conservar de mejor manera dicha edificación. Medir la intensidad de uso de edificios públicos, abre las puertas al desarrollo de nuevas prácticas circulares concentrándose en el bienestar de la sociedad y el aprovechamiento de estos espacios para aplicar estrategias en beneficio del medioambiente. Para finalizar, la medición del volumen de negocio de los productos de construcción y RCD reciclados tienen el objetivo de identificar los residuos como recurso valioso para su reintegración en un nuevo ciclo de vida y es indispensable contar un buen plan de gestión tanto de los de los productos que entran al proceso, como los RCD que se generan para lograr este objetivo.

Tabla 2. Indicadores para medir la circularidad en la edificación GBCe

Métrica	**Indicadores para medir la circularidad en el sector de la edificación (GBCe)**			
País	España			
Año	2019			
Tema	**Materia de evaluación**	**Indicador**	**Unidad**	**Descripción u objetivo**
Corto plazo	**Emisiones**	Huella de carbono de los edificios	$\frac{KgCO2}{m^2año}$	Valora la evolución del conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero producidas directa o indirectamente
	Energía	Demanda energética en edificios en uso	$\frac{kWh}{m^2a}$	Obtener un diagnóstico del nivel de eficiencia de la envolvente del parque edificado y poner en valor la calidad de la edificación, de forma que se garantice un bajo consumo energético
	Energía	Consumo de energía primaria sobre la fase de uso	$\frac{kWh}{m^2a}$	Incorpora el papel de la eficiencia de los sistemas y las fuentes energéticas, representa el flujo que se quiere optimizar en la Economía Circular
	Energía	Consumo de energía primaria sobre el ciclo de vida completo	$\frac{kWh}{m^2a}$	Incorpora el papel de la eficiencia de los sistemas y las fuentes energéticas, representa el flujo que se quiere optimizar en la Economía Circular
	Energía	Consumo energético real en el parque edificado por habitante y PIB	N/A	Se gráfica el consumo energético en relación con los habitantes y el PIB
	Agua	Consumo de agua	$\frac{m^3}{\text{ocupante a}}$	Consumo total de agua
	Agua	Uso de Agua Gris / Lluvia	N/A	Presencia de sistemas de reaprovechamiento de agua gris y/o lluvia
	Agua	Recolección de agua de escorrentía en el área alrededor del edificio	m^3	Volumen de agua de escorrentía urbana recuperada y regenerada
	Agua	Sistema de monitoreo del consumo	N/A	Usos de sistema de monitoreo para la comunicación a la comunidad

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Corto plazo	**Agua**	Reducir el consumo del agua (en construcción y en fase de uso)	m^3	N° de medidas de ahorro de agua incluidas en la fase de construcción y en fase de uso. Ahorro de agua
	Agua	Huella hídrica	N/A	Huella hídrica del proceso de construcción
	Agua	Consumo de agua por hogar	$\frac{m^3}{hogar}$	Volumen de agua distribuida a los hogares
	Entrada de materiales	Consumo de materiales de construcción	$\frac{(kg, T)}{m^2 año}$	Valorizar el mínimo consumo de materiales de construcción, sea cual sea su origen, incluyendo toda la vida útil del edificio
	Residuos	Generación de residuos de construcción y demolición	$\frac{(kg, T)}{m^2}$	Potenciar la eficiencia del material, es decir, la inicial reducción de RCD previo a su reutilización o reciclado
	ACV	Número de productos con ACV	Unidades	N° de productos o equipos para la edificación comercializados en España con una DAP o ACV
	Rehabilitación	Tasa de rehabilitación o reforma	%	Porcentaje que representa la superficie de obra de rehabilitación y reforma en relación con la superficie del parque edificado
	Rehabilitación	Tasa de demolición previa a nueva planta	%	Representa la superficie de obras de demolición previa a la nueva planta en relación con la superficie edificada
	Rehabilitación	Tasa de inversión en rehabilitación	$\frac{€}{m^2}$	Relación del PEM de obras de rehabilitación y/o reforma, con la superficie rehabilitada
Largo plazo	**Mantenimiento**	Volumen de negocio del sector de mantenimiento de edificios	N/A	Servicios integrales a edificios e instalaciones recoge actividades relacionadas con el mantenimiento de edificios
	Uso	Intensidad de uso de los edificios públicos	N/A	Facturación o número de población activa dentro de este sector
	Negocios	Volumen de negocio de los productos de construcción reciclados / RCD reciclados	N/A	Identificar residuos como recurso valioso

2.3.3 Circulytics

2.3.3.1 Descripción general

Circulytics es una herramienta que se encuentra disponible para medir el rendimiento de la economía circular de una empresa. Mediante un amplio conjunto de indicadores mide los aspectos que permiten la transformación de toda la empresa y al mismo tiempo acredita a las empresas que ya muestran resultados circulares. Su propósito es apoyar la transición de las empresas hacia una economía circular entregando información para la toma de decisiones y guiar las estrategias de economía circular.

Esta herramienta ha sido desarrollada por la Fundación Ellen Mac Arthur, organización benéfica independiente sin fines de lucro registrada en el Reino Unido, cuya misión es acelerar la transición hacia una economía circular.

Circulytics 2.0 fue lanzada en el año 2021 como una actualización de Circulytics 1.0 (2020), con una metodología mejorada, mediante la colaboración con socios estratégicos y organizaciones miembro; y analizado por reconocidas empresas e instituciones académicas.

Para la presentación y uso de datos Circulytics utiliza la plataforma Qualtrics donde las empresas pueden registrarse con una cuenta única para acceder a la plataforma, a través del sitio web; y pueden optar por ver la evaluación en inglés, chino, español o portugués, no obstante, todos los comentarios y documentos de apoyo deben añadirse en inglés. Con la información recibida a través de la plataforma se genera una tarjeta de puntuación a nivel de empresa, categoría y tema. A esto se le suma el comentario del analista de la Fundación Ellen MacArthur, en caso de que sea miembro de una red, un socio de la Fundación, o si tiene un ingreso anual sobre los mil millones de dólares. Los términos y condiciones completos sobre la recopilación de datos se incluyen en el acuerdo de Circulytics, que aparece al acceder a la plataforma de encuestas en línea.

La puntuación tiene once temas, cinco para Facilitadores que se basan en un camino de transformación de la empresa y seis para Resultados que cubren de manera integral los resultados de la economía circular a nivel empresarial. Estos once temas han sido seleccionados para describir exhaustivamente cada categoría y cada uno está compuesto de indicadores, tanto cualitativos como cuantitativos.

2.3.3.2 Sistema de cálculo

En primer lugar, se consulta sobre la información básica de la empresa, donde se presentan preguntas sobre el tipo de industria y el tipo de materiales (flujo) que esta utiliza.

A continuación, en la categoría Facilitadores, las preguntas de los indicadores son las mismas para todas las empresas y los temas corresponden a: Estrategia y planificación; Innovación; Personas y competencias; Operaciones; y Compromiso externo.

Luego, en la categoría Resultados, algunas preguntas son las mismas para todas las empresas, pero otras dependerán de la información básica entregada al inicio. Los temas son: Fabricación; Ciclo reverso/Gestión de residuos; Servicios; Instituciones financieras; y Energía. Además, a las empresas que consumen mucha agua también se les hace preguntas sobre sus flujos de agua. Circulytics cuenta con un mapeo de clasificación de las industrias.

Los indicadores obligatorios están marcados con un asterisco rojo. Cualquier indicador no obligatorio que se deje vacío o que no se responda en su totalidad, afectará negativamente a la puntuación del indicador, lo que a su vez afectará a la puntuación general de su compañía.

Las se empresas se evalúan utilizando una suma de puntuaciones de indicadores ponderados, que resultan en una calificación de A+ a E. Para generar la puntuación se utiliza la siguiente lógica: cada opción de respuesta de cada indicador cualitativo se traduce en una "puntuación" cuantitativa de 0-100; cada indicador cuantitativo solicita una información porcentual de 0-100; A cada indicador se le da un peso que colectivamente suma 100 por tema. Estos pesos se usan para calcular una puntuación media ponderada, para cada tema. A cada tema también se le asigna un peso, y estos se usan para calcular una puntuación media ponderada, que es la puntuación del nivel de categoría. Finalmente, a cada categoría se le asigna un peso de 50, para calcular una puntuación general. Si una empresa obtiene una puntuación más alta en la categoría de Resultados que en los Facilitadores, su puntuación en los Resultados se utilizará como la puntuación general.

En la categoría Resultados las ponderaciones de cada tema varían dependiendo del tipo de industria, según sea una empresa con uso intensivo de agua o empresas de prestación de servicios.

2.3.3.3 Aplicación en edificación

La herramienta presenta una larga lista de indicadores de los cuales varios pueden ser de gran utilidad en la medición de la circularidad del proceso de edificación.

En primer lugar, en la categoría facilitadores, el tema de la estrategia y planificación es clave dentro de la construcción ya que es el primer paso para medir y prever los riesgos y oportunidades a los que se expone el proyecto si sigue una economía lineal en contraste con la transición a una economía circular. La estrategia y el plan de implementación de la economía circular en la edificación debe estar alineado con los principios de la economía circular y debe contar con objetivos medibles para su evaluación. Por otro lado, la innovación en materia de economía circular aplicada a un proyecto de edificación se puede ver reflejada en un diseño libre de residuos y contaminantes, la mantención de los productos y materiales en uso durante todo el proceso y la integración de la regeneración de sistemas.

A lo largo de todo el proceso la edificación se ve involucrada un gran número de personas, en relación con esto el tema Personas y Competencias es útil para medir la comunicación interna de la estrategia y planes de implementación de la economía circular en el proyecto, la formación del personal involucrado y rol del personal encargado de supervisar el cumplimiento de los objetivos circulares planteados.

Para el proceso de operación de edificación hoy en día existen diversos sistemas informáticos y digitales para apoyar la economía circular, su correcta aplicación puede generar un gran ahorro tanto de recursos como de generación de residuos, al igual que la configuración de nuevos procesos de operación para apoyar las iniciativas circulares.

Por otra parte, evaluar el compromiso externo en el proceso de edificación se relaciona directamente a la colaboración con la cadena de valor involucrada, como los proveedores externos para priorizar el abastecimiento basado en los principios de la economía circular, el compromiso con los clientes para entregar un producto con características circulares, el compromiso con los encargados de formular políticas para ayudar a la transición de la hacia una economía circular, así como el compromiso con inversores y financistas y su participación en iniciativas relacionadas con la economía circular.

En segundo lugar, en la categoría “resultados” el primer tema en evaluación corresponde al uso de Productos y Materiales, este tema evalúa uno de los factores más importantes de la

edificación, por lo que la medición del flujo de entrada y salida de productos y materiales, y conocer a que tipo de ciclo al que pertenecen estos flujos, sirven para crear una estrategia de gestión de productos y materiales, con el fin de lograr una mayor eficiencia de los recursos y una disminución en la generación de residuos que no recirculan.

En cuanto a la evaluación de servicios, existen empresas ligadas a la edificación que prestan servicios a lo largo del proceso, este tema evalúa el porcentaje de ingresos provenientes de servicios circulares y los impactos de los principios de la economía circular que tienen un impacto positivo en la prestación de servicios.

La evaluación de los activos de PPE utilizados por las empresas ligadas al rubro de la edificación, considera los que posee y los que alquila en este tema se incluyen los mobiliarios para las instalaciones de faenas, oficina técnica, las maquinarias livianas, de peso medio y pesadas para la ejecución, así como también el transporte y equipos de almacenamiento, considerar estos factores es fundamental ya que cumplen un rol clave para el desarrollo del proyecto. Y es importante adquirirlos en base a un enfoque circular.

La edificación involucra un gran consumo de agua en todo su proceso de construcción y fase de uso, en primera instancia el uso de agua es inminente para la producción de ciertos materiales y productos que se utilizan para construir, luego, en la etapa de ejecución la demanda por parte del personal para el consumo como bebestible y el uso en las instalaciones de faenas como baños, duchas, comedores, lavado de camiones de hormigón, proceso de curado del hormigón, entre otros, y posteriormente en la fase de uso. Contar con un proceso de medición del consumo de ese recurso natural proporciona información del flujo de entrada y salida, las fuentes de obtención y la gestión es clave para reducir su consumo e implementar estrategias de optimización a los proyectos constructivos.

La demanda de energía tanto en las operaciones de construcción, como el uso del edificio es muy alta, ya que involucra consumo por parte de los aparatos tecnológicos de las oficinas, los sistemas de iluminación, el uso de maquinarias eléctricas en terreno, sistema de calefacción y ACS, entre otros. Contar con fuentes de energía renovable para estos casos sería una buena medida de ahorro, la medición de este recurso al igual que el anterior se puede utilizar para crear estrategias y planes de disminución y optimización de su consumo.

Tabla 3. Indicadores Circulytics

Métrica	**Circulytics (Fundación Ellen MacArthur)**			
País	Reino Unido			
Año	2020			
FACILITADORES				
Tema	**Materia de evaluación**	**Indicador**	**Unidad**	**Descripción u objetivo**
Estrategia y planificación	**Estrategias**	Importancia de la EC	N/A	Prioridad de la EC en la organización en comunicaciones externas
	Riesgos y oportunidades	Riesgos y oportunidades de la EC y Riesgos de la EL	N/A	Riesgos y oportunidades de la transición hacia una EC y riesgos de permanecer en una EL
	Objetivos	Objetivo de volverse más circular	N/A	Estrategia de la organización alineada con el objetivo de volverse más circular
	Objetivos	Objetivos de Economía Circular	N/A	Objetivos medibles de EC
	Estrategias y objetivos	Estrategia y objetivos medibles de EC	N/A	Disponibilidad pública de la Estrategia de EC y objetivos medibles de EC de la organización
	Plan de implementación	Plan de implementación de EC	N/A	Conocer si la organización ha desarrollado un plan de implementación de la EC
Innovación	**Innovación**	Proyectos de innovación	N/A	Conocer en qué medida están orientadas las funciones de la organización de innovar al diseñar productos/servicios / modelos comerciales alineados con los principios de la EC
Personas y Competencias	**Estrategias**	Estrategia y planes de implementación de la EC	N/A	Comunicación interna de la estrategia y planes de implementación de la EC
	Formación	Formación en EC	N/A	Formación relacionada con la EC dentro de la empresa
	Personal	Rol dedicado a la EC	N/A	Conocer en que funciones hay al menos un rol equivalente a media jornada, dedicado a la implementación de la EC
Operaciones	**Tecnología**	Sistemas informáticos y digitales	N/A	Sistemas informáticos y digitales para apoyar modelos, productos o servicios comerciales circulares

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Operaciones	**Procesos**	Configuración de procesos	N/A	Configuración de los procesos para apoyar modelos, productos o servicios comerciales circulares
	Activos de PPE	Activos de propiedad, planta y equipo (PPE)	N/A	Activos de PPE adecuados para apoyar modelos, productos o servicios comerciales circulares
Compromiso externo	**Proveedores**	Proveedores	N/A	Medida en que se involucra la organización con los proveedores para aumentar el abastecimiento basado en los principios de la economía circular
	Clientes	Clientes	N/A	Medida en que la organización se compromete con los clientes en temas avanzados de EC
	Política	Encargados de formular políticas	N/A	Medida en que la organización se compromete con los encargados de formular políticas para apoyar la transición hacia una economía circular
	Inversionistas	Inversores o financistas externos	N/A	Medida en que la organización se compromete con inversores o financistas externos en temas relacionados con la EC
	Participación	Membresía o participación de iniciativas relacionadas con la EC	N/A	Si la organización cuenta con una membresía o participa activamente de iniciativas relacionadas con la EC
RESULTADOS				
Tema	**Materia de evaluación**	**Indicador**	**Unidad**	**Descripción u objetivo**
Productos y Materiales	**Entrada de materiales**	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico	T^3	Masa anual total de entrada de productos y materiales adecuados para el ciclo técnico
	Salida de materiales			Masa anual total de salida de productos y materiales adecuados para el ciclo técnico
	Entrada de materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico		Masa anual total de entrada de productos y materiales adecuados para el ciclo biológico
	Salida de materiales			Masa anual total de salida de productos y materiales adecuados para el ciclo biológico

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Productos y Materiales	**Entrada de materiales**	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico	%	% (en masa) del flujo de entrada de productos y materiales adecuados para el ciclo técnico de cada categoría
	Entrada de materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico	%	% (en masa) del flujo de entrada de productos y materiales adecuados para el ciclo biológico que proviene de cada categoría
	Salida de materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico	%	% (en masa) de su salida total de productos y materiales adecuados para el ciclo técnico, que representa residuos o coproductos que van al vertedero o se destinan a la incineración (no recirculan)
	Salida de materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico	%	% (en masa) de su salida total de productos y materiales adecuados para el ciclo biológico, representa residuos o coproductos que van al vertedero o se destinan a la incineración (no recirculan)
	Diseño	Productos diseñados según principios de la EC	%	% (en masa) de productos físicos que están diseñados según los principios de la economía circular para las categorías de uso y fin de vida funcional
	Diseño	Productos diseñados para que sus clientes mejoren el rendimiento de la EC	%	% (en masa) de productos físicos que están diseñados para permitir que sus clientes mejoren el rendimiento de la EC de su producto que no cumplen con el indicador anterior
	Salida de materiales	Contenido de Sustancias Restringidas en sus salidas de material	N/A	Revisión de las salidas de material que contienen alguna sustancia de la LSR del Programa de productos certificados Cradle to Cradle, en cantidades superiores a la concentración máxima permitida definida en la lista

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Productos y Materiales	**Recuperación**	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico que recirculan	%	% (en masa) de productos y materiales adecuados para el ciclo técnico que recirculan en la práctica para cada categoría
	Recuperación	Ciclos de reutilización/renovación	N/A	Promedio de usos que tienen antes de llegar al final de su vida útil los productos que recirculan mediante la reutilización / renovación
Servicios	**Ingresos**	% de ingreso por servicios circulares	%	% de los ingresos por servicios que proviene de los servicios circulares de cada categoría
	Ingresos	Impactos positivos de los principios de la EC	N/A	Impactos positivos dentro de los principios de la EC en los que los servicios que se destacó en el indicador anterior
Activos de Propiedad, Planta y Equipo (PPE)	**Activos de PPE**	Propios o de alquiler	N/A	Tipos de activos de PPE que posee o alquila la compañía
	Activos de PPE		Unidad	Cantidad activos de PPE que posee o alquila la compañía
	Activos de PPE	Adquiridos con enfoques de la adquisición circular	%	% de activos de PPE se adquieren con enfoques de la adquisición circular para cada categoría
Agua	**Agua**	Flujo	N/A	¿La compañía lidia con flujos de agua?
	Agua	Entrada	ML	Volumen total anual de entrada de agua
	Agua	Salida	ML	Volumen total anual de salida de agua
	Agua	Fuente de la demanda	%	% (en volumen) de su demanda de agua anual que proviene de cada fuente
	Agua	Objetivos SMART	%	% (en volumen) de su demanda de agua anual que ha evaluado la necesidad de establecer objetivos SMART para su reducción
	Agua	Extracción de sustancias	N/A	Plan de extracción del excedente de nutrientes, metales, productos químicos, calor y recursos valiosos similares.

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Agua	**Agua**	Recursos extraídos que recirculan después		De acuerdo con los procesos implementados para extraer los excedentes del agua utilizada en operaciones, conocer si en su mayoría los recursos extraídos se recirculan después
	Agua	Uso operaciones que sale de su infraestructura	%	% (en volumen) del agua que se utiliza por año en sus operaciones que sale de su infraestructura
Energía	**Energía**	Energía total operaciones	MWh	Energía anual total utilizada en operaciones
	Energía	Energía proveniente de fuentes renovables	%	% de energía para sus operaciones que proviene de fuentes renovables
	Energía	Producción de energía	MWh	Producción de energía anual total de la compañía

2.3.4 CIRCelligence (BCG)

2.3.4.1 Descripción general

CIRCelligence es una métrica y herramienta que ofrece un enfoque estratégico integral que permite a las empresas evaluar su circularidad actual y proporciona recomendaciones basadas en hechos que les permite integrar una estrategia circular en su estrategia empresarial principal para aumentar la circularidad. Fue desarrollada por Boston Consulting Group (BCG) y asistida en el desarrollo de la metodología por Circle Economy en el año 2020 para ayudar a las empresas en su transición hacia una economía circular.

El marco holístico CIRCelligence analiza toda la cadena de valor, desde la entrada hasta el final de la vida útil, por lo que ayuda a transformar las cadenas de valor en ciclos de valor, y evalúa oportunidades para situar el pensamiento circular en el centro del negocio y del ecosistema.

El uso de esta herramienta es un primer paso en el desarrollo de una estrategia circular, midiendo un punto de partida o la comprensión de si las primeras iniciativas pueden obtener el impacto deseado.

La herramienta está parcialmente automatizada y las empresas reciben una versión de autoevaluación que les permite supervisar el progreso años siguientes. La primera aplicación de CIRCelligence siempre se empareja con un proyecto BCG, guiada y apoyada por BCG, lo que significa que el equipo proporciona toda la información necesaria a la empresa. Las siguientes aplicaciones pueden ser llevada a cabo por la empresa sin necesidad de terceros y los costos asociados. En estas aplicaciones, CIRCelligence permite al cliente editar los datos subyacentes para los nuevos cálculos de forma que es posible controlar el progreso de su empresa.

Aunque CIRCelligence ayuda a las empresas a dar sus primeros pasos hacia la circularidad, el éxito dependerá de una aplicación exhaustiva y una reevaluación continua de las iniciativas circulares para garantizar la creación de valor a largo plazo.

2.3.4.2 Sistema de cálculo

CIRCelligence en su proceso de evaluación consta de tres pasos principales.

En el primer paso: Crear transparencia. CIRCelligence utiliza una calculadora propia para reunir datos cuantitativos y cualitativos a través de una encuesta personalizable según los intereses de la empresa. Esta encuesta genera conocimientos para cada paso del ciclo de valor y función empresarial global. Cuando se recogen las respuestas, los datos se revisan, se refinan y finalmente se utilizan para calcular la circularidad de la empresa. Este crea la transparencia necesaria para que la alta dirección para comprender las ventajas competitivas existentes y las de la integración del pensamiento circular en toda la empresa.

Los resultados cuantitativos indican la circularidad de la empresa para cada paso del ciclo de valor y se presentan como un porcentaje, del 0% al 100%. Las puntuaciones cualitativas se muestran utilizando calificaciones de la A a la F para significar el grado en que la empresa ha integrado el pensamiento circular en sus procesos y en su estructura de gobierno. Siendo A la máxima puntuación y F la más baja puntuación.

Luego, en el segundo paso: Desarrollar una hoja de ruta procesable. A través de CIRCelligence, se pueden simular diferentes escenarios para las actividades requeridas y los niveles de ambición. De este modo, una empresa puede entender qué grado de circularidad puede alcanzarse razonablemente en un plazo determinado. BCG proporciona entonces recomendaciones sobre cómo alcanzar este nivel de ambición y cómo integrar el pensamiento circular en toda la organización.

Finalmente, en el tercer paso: Poner en marcha las iniciativas clave. BCG identifica indicadores clave de rendimiento (KPI) que pueden ser rastreados para medir el rendimiento en términos de objetivos de circularidad. Además, CIRCelligence puede utilizarse para la comunicación interna y externa con las partes interesadas, desde la junta directiva hasta los informes de sostenibilidad externos. Tras el proyecto inicial apoyado por BCG, todos los casos de uso están disponibles a través de la herramienta de autoevaluación.

2.3.4.3 Aplicación en la edificación

La aplicación de CIRCelligence gracias a su enfoque integral para la evaluación de circularidad ofrece al sector de la edificación una oportunidad para reunir y analizar las posibilidades y ventajas competitivas y de integración del pensamiento circular en la edificación.

Dado que CIRCelligence tiene en cuenta todo el ciclo de valor, desde los insumos hasta el final de la vida útil, es capaz de abordar la medición de todas las etapas presentes en la construcción de edificios. La evaluación de circularidad para cada etapa del proyecto de edificación permite evaluar las oportunidades y mejoras que se puedan implementar en cada una de ellas y en paralelo concede un monitoreo continuo para ir evaluando cada cierto tiempo los resultados de los planes implementados.

Desde otra perspectiva, el desarrollo de una ruta procesable, mediante la simulación de diferentes escenarios para las actividades requeridas y el nivel de ambición del proceso de edificación, puede dar a conocer el grado de circularidad que puede alcanzarse en un plazo determinado y proporcionar las recomendaciones sobre como alcanzar ese nivel de ambición en cada etapa. La flexibilidad de las lentes de simulación, permiten descubrir las razones que subyacen a las puntuaciones de circularidad específicas e identificar posibles soluciones a nivel operativo. En la edificación se utiliza la planificación por medio de una carta Gantt para hacer seguimiento de las partidas involucradas, de la misma forma a través de la información entregada por CIRCelligence podría ser posible realizar una planificación basada en el nivel de ambición que se desee, tomando el caso más favorable dentro de las simulaciones para alcanzar los objetivos de economía circular que se quieran aplicar en el proyecto.

En adición a lo anterior, el BCG apoya la implementación estableciendo KPIs claros para que las empresas los utilicen en los distintos niveles de la organización. Estos KPI dan a las empresas una mayor posibilidad de lograr el éxito en las iniciativas de circularidad de alta prioridad y facilitan la comunicación de los avances en materia de circularidad de forma clara y medible a diversas partes interesadas, incluidos los inversores, los consumidores y los gobiernos. El seguimiento de indicadores de rendimiento en la etapa de diseño puede servir para medir la incorporación de los principios de la economía circular al proyecto, de forma de asegurar que, en los planos y las especificaciones técnicas, entre otros documentos se vean

reflejadas las acciones y medidas a seguir para construir un edificio con atributos circulares y que se ejecuten de la manera correcta y de forma circular. Durante la etapa de ejecución de una edificación los KPIs son útiles para tener una noción de cómo se está llevando a cabo el proceso y como se podría mejorar en el trayecto con respecto a los objetivos circulares. Y, en la fase de uso el seguimiento de KPIs podrían ser necesarios para conocer el rendimiento de los sistemas de energía, agua y gestión de residuos, entre otros factores necesarios para mantener el edificio en funcionamiento de la forma más circular posible.

Otra ventaja que ofrece CIRCelligence a la edificación, es que no sólo examina el flujo material puro a lo largo del ciclo de valor, sino que también considera el valor del material e incorpora explícitamente la dirección corporativa y los compromisos con el ecosistema.

El flujo de materiales dentro de la edificación es uno de los factores más relevantes para logar el desarrollo de un proyecto. En relación con esto, CIRCelligence utiliza las respuestas de la empresa para generar información para cada ciclo de valor: sobre el tipo de recursos que fluyen hacia la empresa (entrada), la duración del uso de los recursos (flujo lento), el tipo de recursos que fluyen fuera de la empresa (flujo de salida), los aspectos cualitativos y la función empresarial global.

Gracias a que la herramienta está preparada para analizar casi 100 materiales de entrada diferentes, y puede personalizarse para analizar otros materiales nuevos, abre una gran oportunidad a la evaluación de la gran cantidad de Productos y Materiales que fluyen a lo largo del proceso constructivo de una edificación y las distintas naturalezas involucradas. CIRCelligence, puede identificar los productos y materiales con el mayor potencial de mejora de circularidad debido a su diseño y a las especificaciones de los materiales.

Además, la incorporación de la evaluación de las implicaciones del final de la vida útil, le herramienta posee la característica de analizar hasta 10 mercado de venta, con la posibilidad de añadir más de esta forma, esto permitiría para las edificaciones evaluar tanto el costo como las implicaciones comerciales involucradas en sus procesos y así a ayudar a la toma de decisiones estratégicas al final de su vida útil y la de los elementos que incorpora.

Tabla 4. Indicadores CIRCelligence

Métrica	**CIRCelligence (BCG)**			
País	Alemania			
Año	2020			
Tema	**Materia de evaluación**	**Indicador**	**Unidad**	**Descripción u objetivo**
Indicadores generales	**Global**	% de circularidad	%	Se calcula como la media de los 5 indicadores de rendimiento
Indicadores de rendimiento	**Entrada de materiales**	% circularidad de la "entrada"	%	Indica el porcentaje de circularidad de la etapa de entrada del ciclo de valor
	Diseño	% circularidad del "diseño del producto"	%	Indica el porcentaje de circularidad de la etapa de diseño del producto
	Producción y venta	% circularidad de "producción y venta "	%	Indica el porcentaje de circularidad de la etapa de producción y venta del producto
	Negocios	% circularidad del "modelo de negocio y usos "	%	Indica el porcentaje de circularidad del modelo de negocio y usos del producto
	Salida de materiales	% circularidad del "fin de vida "	%	Indica el porcentaje de circularidad de la etapa de fin de vida del producto
Evaluación cualitativa	**Global**	Capacidad de las herramientas para gestionar la EC	letra	El sistema evalúa con las letras de la A a la F los esfuerzos actuales y capacidad de las herramientas para gestionar la circularidad
Indicadores de proceso	**Negocios**	Implementación de negocios	N/A	Cualitativo
	Colaboración	Colaboración y Ecosistemas	N/A	Cualitativo

2.3.5 Circle Assessment

2.3.5.1 Descripción general

Circle Assessment o "Evaluación del Círculo" (en su traducción), es una herramienta de auto diagnostico en línea que apoya a las empresas a entender los distintos aspectos organizacionales y operacionales de la economía circular, tales como la implementación de programas de reciclaje o el desarrollo de nuevos modelos de negocios. La evaluación se enfoca en entregar una forma simple de diagnosticar si las practica actuales de la empresa están alineadas a objetivos de circularidad.

Las métricas incorporadas en el Circle Assessment fueron desarrolladas en año 2018 por el Circle Economy con el objetivo de generar conciencia dentro de las organizaciones que se someten a la evaluación.

Su evaluación se basa en el uso de métricas de desempeño, que juegan un rol fundamental para interpretar datos ya disponibles, trazar objetivos y el cumplimiento de metas, y métricas de procesos, que pueden ayudar a medir aspectos como la eficiencia y productividad de la organización.

La herramienta asigna un puntaje a las empresas en cuanto a su actual nivel de conocimiento en economía circular, y también para educar sobre posibles oportunidades de circularidad en la empresa a través del marco de referencia que propone Circle Economy que denominan *"The key elements of the circular economy".*

El marco considera ocho elementos: tres elementos centrales relacionados con la circularidad de los recursos que son: Priorizar recursos renovables o regenerativos, Extender el ciclo de vida y el uso de Residuos como recurso, y cinco elementos facilitadores: Diseñar para el futuro considerando los criterios que permiten la circularidad, Repensar el modelo de negocio revisando nuevas oportunidades e incentivos, Incorporar tecnología digital, Colaboración en la cadena de valor y Fortalecer el conocimiento avanzado en economía circular. Estas estrategias se relacionan con algunas de las barreras que se identifican en la transición hacia la circularidad.

2.3.5.2 Sistema de cálculo

El sistema de cálculo se genera a través de la herramienta en línea se encuentra disponible para la auto evaluación de cualquier organización.

Las evaluaciones pueden completarse para toda la organización, completarse a través de múltiples divisiones de negocio, así como completarse a lo largo del tiempo para seguir el progreso.

La herramienta permite a las empresas evaluar su nivel de circularidad a través de una encuesta automatizada en línea con un conjunto de preguntas adaptadas en función del tipo de negocio. Evalúa los factores estratégicos que determinan el grado de cumplimiento de los objetivos de la economía circular por parte de las organizaciones y ofrece recomendaciones para aprovechar las oportunidades circulares, permitir el crecimiento a largo plazo y reducir los riesgos lineales.

Finalmente, la herramienta entrega los resultados en forma de un gráfico identificando las áreas más desarrollas y las que aún faltan por trabajar.

Los resultados de la herramienta pueden utilizarse en los debates estratégicos internos para desarrollar una estrategia circular, así como para compartirlos externamente con los principales inversores

2.3.5.3 Aplicación en la edificación

La “Evaluación del Círculo” en la edificación en base al marco de los elementos clave de la economía circular, brinda la alternativa de evaluar el proceso constructivo, su etapa previa y posterior.

En la edificación, en primer lugar, priorizar recursos renovables o regenerativos, vale decir, incorporar productos, materiales y servicios que aseguren un desarrollo sostenible de la industria, disminuyendo así su impacto medio ambiental. Por ejemplo, mediante la utilización de energías renovables no convencionales (ERNC) y/o el uso de productos y materiales que sean renovables a final de su vida útil, o en su defecto que, si no son reincorporados posteriormente a un nuevo ciclo, que sean regenerativos por naturaleza.

El segundo elemento de evaluación “extender el ciclo de vida” en el ámbito de la edificación se debe considerar en todas las etapas de proyecto, el diseño de un edificio debe considerar

técnicas de construcción que extiendan la vida útil del edificio en su fase de uso, para esto es clave la mantención del edificio en los momentos correctos para cumplir con este objetivo, este plan de mantenimiento debe ser desarrollado previamente para que los usuarios y dueños finales puedan ejecutarlo asegurando así la extensión de la vida útil.

El uso de los residuos como recurso se relaciona directamente con el primer elemento central ya que considerar un RCD como recurso para un ciclo posterior asegura que la disposición final no sea un vertedero o la incineración, sino que da la oportunidad al recurso de reincorporarse en un nuevo ciclo, ya sea en la misma industria de la construcción o en otra. Esto puede ser a través de la salida en forma íntegra del recurso o a través de fábricas que permiten la renovación para que sea reutilizado para un fin similar o en otro contexto.

Dentro de los elementos facilitadores o estrategias que se presenta el Circle Assessment, tenemos el diseño para el futuro considerando criterios que permitan la circularidad, esta estrategia puede ser simplemente aplicada al diseño de edificios integrando los principios de la economía circular. En cuanto a repensar el modelo de negocio revisando nuevas oportunidades e incentivos, como estrategia no es realmente aplicable al proceso de edificación como tal, sino que se puede enfocar en los negocios relacionados con la construcción.

Por otro lado, incorporar tecnología digital, en la construcción de edificios es clave para desarrollar y ejecutar un proyecto ya que otorga grandes ventajas en todas sus etapas, por ejemplo, la tecnología que se puede utilizar para la fase de diseño como los sistemas de dibujo en 3D y simulaciones, para facilitar el cálculo estructural. En la etapa de ejecución existen aplicaciones y herramientas para monitorear los avances, control de calidad, modificaciones, control documental, control de hormigones, entre otras. Luego, para la fase de uso también es importante incorporar la tecnología para el ahorro en el consumo de recursos importantes como la energía y el agua, y en el fin de la vida útil la tecnología aplica para las empresas encargadas del reciclaje, sistemas de gestión de los RCD, de forma que los residuos se puedan reincorporar en un nuevo ciclo.

En relación a la colaboración en la cadena de valor dentro de la edificación hoy en día no se ve tan desarrollada, pero es importante a la hora de cerrar ciclos, por lo tanto es una estrategia que necesita ser aplicada en esta área para que todos los actores de la cadena de valor sean

conscientes y puedan colaborar con en el proceso por ejemplo, en la recuperación de materiales al fin de su vida útil, o la recuperación de los envases donde entregan los productos, creando planes de gestión de estos recursos, favoreciendo una buena comunicación que cree un equipo capaz de incorporar los principios de la economía circular en su ciclo de producción.

Y, por último, fortalecer el conocimiento avanzado en economía circular, se presenta como una estrategia importante ya que mientras más personas conozcan que es la economía circular y las oportunidades y beneficios que involucra puede ser capaz de incorporar de mejor forma sus principios en la ejecución de los proyectos circulares.

Tabla 5. Indicadores Circle Assessment

Métrica	**Circle Assessment (Circle Economy)**			
País	Ámsterdam			
Año	2018			
Tema	**Materia de evaluación**	**Indicador**	**Unidad**	**Descripción u objetivo**
Elementos centrales de la economía circular	**Entrada de materiales**	Priorizar los recursos regenerativos	N/A	Considerar la regeneración de flujos y ecosistemas y el diseño de la gestión de los residuos priorizando: >rechazar >reducir >repensar
	Mantenimiento	Preservar y ampliar la vida útil	N/A	Mantener los productos en uso durante más tiempo priorizando: >reusar >reparar >renovar >remanufactura Flujos lentos
	Residuos	Utilizar los residuos como recurso	N/A	Diseño de la gestión de los residuos: >reutilizar >recuperar >reciclar Cerrar flujos

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Áreas de mejora estratégica	**Diseño**	Diseño para el futuro	N/A	Tener en cuenta la perspectiva de los sistemas durante el proceso de diseño, utilizar los materiales adecuados, diseñar para una vida útil apropiada y diseñar para un uso futuro prolongado
	Negocios	Repensar el modelo de negocio	N/A	Considerar las oportunidades de crear un mayor valor y alinear los incentivos que se basan en la interacción entre productos y servicios
	Tecnología	Incorporar tecnología digital	N/A	Utilizar plataformas y tecnologías digitales y en línea que proporcionen información para rastrear y optimizar el uso de los recursos, reforzar las conexiones entre los agentes de la cadena de suministro y permitir la aplicación de modelos circulares
	Colaboración	Colaborar para crear valor conjunto	N/A	Trabajar en conjunto con toda la cadena de suministro, dentro de las organizaciones y con el sector público y las comunidades para aumentar la transparencia y crear valor conjunto

2.3.6 GRI 306: Waste 2020

2.3.6.1 Descripción general

GRI 306: Residuos 2020 es un documento que contiene información para que las organizaciones informen sobre sus impactos relacionados con los residuos y cómo gestionan estos impactos. Este contenido permite a las organizaciones proporcionar información sobre cómo evitan la generación de residuos y cómo gestionan los que no pueden evitar, tanto en sus propias actividades como en las anteriores y posteriores de su cadena de valor.

Esta Norma es efectiva para los informes u otros materiales publicados a partir del 1 de enero de 2022 y forma parte de los Estándares GRI para la elaboración de memorias de sostenibilidad. Los Estándares GRI permiten a una organización reportar información sobre sus impactos más significativos en la economía, el medio ambiente y las personas incluyendo los impactos sobre sus derechos humanos, y cómo gestiona estos impactos.

El documento, fue diseñado y desarrollado para promover la elaboración de informes de sostenibilidad por el Global Sustainability Standards Board (GSSB) a través de un proceso consultivo único de múltiples partes interesadas en el que participan representantes de organizaciones y usuarios de informes de todo el mundo.

La Norma puede ser utilizada por cualquier organización -independientemente de su tamaño, tipo, sector, ubicación geográfica o experiencia en la elaboración de informes- para comunicar información sobre sus impactos relacionados con los residuos. Esta Norma también puede ser utilizada por organizaciones que gestionan residuos generados por otras organizaciones, como las organizaciones públicas y privadas de gestión de residuos.

2.3.6.2 Sistema de cálculo

Una organización que informa de acuerdo con los Estándares GRI debe informar sobre cómo gestiona cada uno de sus temas materiales. Además, la organización debe agregar cualquier información de esta sección que sea relevante para sus impactos relacionados con los residuos.

Los Estándares GRI incluyen Requerimientos, es decir, instrucciones obligatorias. En el texto, los requerimientos aparecen en negrita y se indican con la palabra “debe”. Los requerimientos se deben leer en el contexto de las recomendaciones y directrices. Las Recomendaciones tratan de casos en los que se anima a tomar unas medidas concretas, que

no son obligatorias. En el texto, la palabra “debería” indica una recomendación. Por otro lado, las Directrices, incluyen información sobre antecedentes, explicaciones y ejemplos para ayudar a las organizaciones a entender mejor los requerimientos. Las organizaciones están obligadas a cumplir todos los requerimientos aplicables para declarar que su informe se ha elaborado de conformidad con los Estándares GRI.

En la primera sección la empresa informa sobre la generación de residuos y los impactos significativos reales y potenciales relacionados a estos, se solicita a la empresa añadir una descripción de las entradas, actividades y salidas que conducen o podrían conducir a estos impactos y si estos impactos están relacionados a los residuos generados por la propia empresa o en sus fases anteriores o posteriores.

A continuación, se requiere la información acerca de la gestión de los residuos, es decir las medidas de circularidad adoptadas para prevenir la generación de estos en las propias actividades de la empresa o en las fases anteriores o posteriores.

Luego, en la segunda sección, la empresa debe comunicar acerca de los residuos generados y desglosados por composición añadiendo información que de contexto a estos datos y como se han recopilado.

Finalmente, se solicita información acerca de la cantidad de residuos que se eliminan y un desglose de según la operación mediante la cual se eliminan estos residuos por parte de la empresa, además de la información contextual para el entendimiento de estos datos.

2.3.6.3 Aplicación en la edificación

La información que se genera a través de los estándares de GRI: Residuos 2020 permite al rubro de la edificación informar acerca los impactos relacionados con los RCD y cómo se gestionan estos impactos. Esta información, en este ámbito se puede utilizar para generar planes de gestión con el fin de evitar y/o disminuir la generación de residuos tanto en las propias actividades de construcción, como en las anteriores durante el proceso de fabricación de productos y materiales que tienen como destino la construcción, y también considerar los procesos posteriores tales como la fase de uso del edificio y su posterior demolición.

La edificación genera residuos en todas sus actividades, desde la instalación de faenas, hasta la fase de fin de uso del edificio. Dentro de la etapa constructiva los residuos en su gran

mayoría son provenientes los materiales utilizados y los residuos que generan las personas que trabajan en el proceso constructivo.

Informar sobre la generación de residuos y sus impactos significativos reales y potenciales, involucrando la entrada, actividades y salidas que conducen o podrían conducir a estos impactos y si los residuos son generados por la propia empresa o en fases anteriores o posteriores, sirve en primer lugar para ser conscientes de las cantidades y en segundo lugar, tomar decisiones importantes frente a su gestión y como minimizar estos impactos que relacionan directa o indirectamente a los residuos generados, mediante acciones previamente planificadas de acuerdo a la información obtenida.

En resumen, la aplicación de esta normativa a la construcción de edificios se reduce a la declaración de residuos por parte de la empresa constructora e idealmente de la toda la cadena de valor que se ve involucrada en este proceso, para poder tomar medidas importantes frente a sus impactos reales y potenciales relacionados a la economía, el medio ambiente y las personas incluyendo los impactos sobre sus derechos humanos.

Tabla 6. Indicadores GRI306: Waste 2020

Métrica	**GRI306: Waste 2020(GSSB)**			
País	Ámsterdam			
Año	2020			
Tema	**Materia de evaluación**	**Indicador**	**Unidad**	**Descripción u objetivo**
Información sobre la gestión de temas	**Residuos**	**306-1** Generación de residuos e impactos significativos	T^3 ó Relación entre las entradas y las salidas	Flujo de procesos de entradas, actividades y salidas que conduzcan o puedan conducir a impactos significativos relacionados con los residuos.
	Residuos	**306-2** Gestión de impactos significativos relacionados con los residuos	N/A	Comunicar sobre la gestión de los residuos generados
Divulgación de temas	**Residuos**	**306-3** Residuos generados	T^3	Comunicar sobre los residuos generados
	Residuos	**306-4** Residuos desviados de la eliminación	T^3	Comunicar sobre los residuos desviados de la eliminación
	Residuos	**306-5** Residuos dirigidos a la eliminación	T^3	Comunicar sobre los residuos dirigidos a la eliminación

2.3.7 BIC (ReAcción Latam)

2.3.7.1 Descripción general

El sistema BIC (Balanza Inteligente para la Circularidad), implementa un desarrollo en línea de trazabilidad de vanguardia con la Economía Circular. Es un dispositivo de medición, adaptable y robusto, que permite monitorear la generación de residuos según cada fracción aportando datos en tiempo real a través de IoT del peso para el estudio y optimización de la gestión de residuos, sean domiciliarios, comerciales, industriales e inclusive de la construcción.

Este sistema fue desarrollado en año 2021 por la agencia consultora para sustentabilidad ambiental y la economía circular y regenerativa ReAcción Latam, ubicada en la ciudad de Montevideo, Uruguay. Su plataforma de comunicación y gestión integradas resuelve problemas para organizaciones de Uruguay y la región. Detrás hay un grupo de profesionales de la comunicación, ingeniería ambiental, sociología, diseño gráfico y personas expertas en áreas específicas unidas por la convicción de que un modelo de vida más sustentable es posible y un cambio cultural es necesario. La agencia realiza estudios sectoriales y evaluaciones de nuevos escenarios para ciudades y organizaciones con un foco ambiental y cultural con una metodología que consta de 6 pasos: 1) Conocer-Diagnostico; 2) Comunicar-Identidad; 3) Comprender-Capacitación; 4) Comprometer-Acción; 5) Cuantificar-Indicadores; y 6) Cambiar-Evolución.

Este dispositivo, fue creado con el objetivo de reducir el tiempo de medición y comunicación para un análisis y gestión mucho más eficaz de los residuos generados durante el proceso que llevan a cabo las empresas.

El Sistema BIC fue el ganador del concurso Impactá Montevideo con apoyo de la fundación internacional Avina, y ya está funcionando en procesos operativos en retail y en pequeñas industrias, así como también en fase piloto para el sector de la construcción e industrias de gran tamaño.

Los indicadores, de fácil lectura, para la planificación y gestión, pueden ser utilizados también en reportes de sustentabilidad de la compañía, procesos de mejora continua, rediseño de modelos de trabajo y adquisición de insumos, entre otros.

2.3.7.2 Sistema de cálculo

El sistema es sencillo de implementar y muy versátil a las distintas realidades. En tiempo real es decodificable por cualquier persona que esté en la operativa mientras que en simultáneo produce información crítica para modelar procesos y que permite profundizar en las soluciones con datos fiables.

En primer lugar, se debe instalar el dispositivo tipo balanza, bajo cada recipiente de los distintos residuos generados por la empresa a evaluar. Existen dispositivos preparados para pesar hasta 2.500 kg. Y también para formatos pequeños de hasta 200 kg. de residuos, dependiendo de envergadura de la industria.

Una vez instalados los dispositivos, el sistema de cálculo se lleva a cabo automáticamente mediante una aplicación en línea desarrollada por la agencia, donde se muestran los datos a través de una interfase amigable y simple, con un set de indicadores prefijados y adaptables, en un reporte que puede ser visto de forma online y/o descargable en una planilla Excel.

2.3.7.3 Aplicación en la edificación

La balanza inteligente para la circularidad ya está siendo aplicada en su primera instancia al rubro de la construcción, instalando el dispositivo bajo los contenedores que almacenan por separado los residuos generados en las obras durante el proceso constructivo de los edificios.

Este dispositivo también es útil en la edificación, para la medición y monitoreo en el sector de oficinas técnicas e instalación de faenas ya que al contar con un gran número de trabajadores en la construcción, también se generan otro tipo de residuos, como orgánicos, latas, plásticos, entre otros, los que igualmente se deben considerar a la hora de tomar decisiones sobre su disposición final, ya sea en transporte, hacia las plantas de tratamiento o vertederos, evitando a toda costa esto último.

El sistema BIC en su evaluación genera indicadores útiles para la planificación e implementación de estrategias y objetivos que acompañen el desarrollo constructivo junto con el manejo de residuos y a la vez llevar un monitoreo y control de estos mismos.

Tabla 7. Indicadores BIC

Métrica	**Balanza Inteligente para la Circularidad (ReAcción)**			
País	Uruguay			
Año	2021			
Tema	**Materia de evaluación**	**Indicador**	**Unidad**	**Descripción u objetivo**
Indicadores directos	**Residuos**	Cantidad de cada fracción de residuos generados	Kg / T	El dispositivo mide el peso de cada fracción de residuo generado por la organización
Indicadores indirectos	**Recuperación**	Materiales recuperados	T	Cantidad de materiales que se recuperan
	Residuos	Etapas y horarios claves para planificación	N/A	Evaluación de las etapas y horarios claves para planificar la gestión de los residuos
	Entrada de materiales	Consumos evitables	N/A	Información sobre los recursos que se podrían haber evitado
	Residuos	Eficiencia en gestión	N/A	Eficiencia en la gestión de residuos
	Residuos	Reducción de viajes	Unidades	Cantidad de viajes realmente necesarios para el transporte de cada residuo
	Entrada de materiales	Relleno evitado	T	Cantidad de relleno que se puede evitar
	Entrada de materiales	Recursos naturales evitados	T	Cantidad de recursos naturales que se pueden evitar
	Residuos	Residuos generados x m² construido	$\frac{T}{m^2}$ o $\frac{\$}{m^2}$	Cantidad de residuos generados por metro cuadrado construido
	Recuperación	Materiales reciclados	T	Cantidad de materiales reciclados
	Recuperación	Materiales reincorporados	T	Cantidad de materiales reincorporados
	Residuos	Cantidad de residuos respecto al PIB	$\frac{T}{PIB}$	Gráfica que ilustra la cantidad de residuos generados respecto al PIB
	Emisiones	Disminución disposición inadecuada/ Contaminación de cuentas	N/A	Cálculo de la disposición inadecuada y contaminación
	Capacitación	Personas capacitadas	N/A	Número de persona capacitadas
	Colaboración	Alianzas/Gestores /Autoridades	N/A	Información acerca de otros actores involucrados
	Negocios	Emprendimientos circulares impactados	N/A	Emprendimientos que han sido impactados por el uso de BIC
	Personal	Personas comprometidas	N/A	Cantidad de personas comprometidas con el sistema de gestión de residuos

2.3.8 Certificación Cradle to Cradle

2.3.8.1 Descripción general

El programa Cradle to Cradle Certified Products es la norma más avanzada del mundo, basada en la ciencia, para diseñar y fabricar productos para la economía circular. Esta proporciona a los diseñadores, fabricantes y proveedores un marco para mejorar continuamente productos y cómo se fabrican.

Fue creada por McDonough Braungart Design Chemistry (MBDC) empresa consultora de sostenibilidad global fundada en 1995 por el arquitecto William McDonough y el químico Dr. Michael Braungart para reconocer los altos niveles de sostenibilidad alcanzados por sus clientes al desarrollar productos basados en los principios de diseño Cradle to Cradle, y para inspirar a otros a optimizar sus productos y "repensar la forma de hacer las cosas".

Actualmente es administrada por el Instituto de Innovación de Productos Cradle to Cradle (C2CPII) para ponerla a disposición del público como un programa independiente, de terceros y revisado por pares, con el fin de estimular la innovación a nivel mundial. El C2CPII es una organización independiente y sin fines de lucro dedicada a maximizar los impactos positivos de los productos y materiales. Su visión es la de un mundo en el que se diseñan y fabrican materiales y productos seguros en una economía próspera y circular para maximizar la salud y el bienestar de las personas y el planeta. Y su misión es liderar, inspirar y permitir a todas las partes interesadas de la economía mundial crear y utilizar productos y materiales innovadores que tengan un impacto positivo en las personas y el planeta.

La primera versión 1.0 de la norma se lanzó en 2005, la versión 2.0 en 2008. Luego la versión 3.0 en enero del 2013 y finalmente la versión 4.0 se publicó el 16 de marzo de 2021 y entro en vigor el 1 de julio de 2021.

Desde su lanzamiento en 2005, la Norma de Productos Certificados Cradle to Cradle ha ido evolucionando para abordar una mayor de los impactos ambientales y sobre la salud humana del diseño, la fabricación, el uso, la reutilización y eliminación de materiales, los avances en las mejores prácticas y la tecnología, y su aplicación a una mayor variedad de tipos de productos y materiales.

2.3.8.2 Sistema de cálculo

Los requisitos de la norma se basan en los principios de diseño Cradle to Cradle descritos en el libro de William McDonough y Michael Braungart en 2002, Cradle to Cradle: *"Remaking the Way We Make Things"*, y proporcionan orientación en cinco categorías clave: Salud de los materiales; Circularidad del producto; Aire limpio y protección del clima; Gestión del agua y el suelo; y Equidad social.

El Programa de Productos Certificados Cradle to Cradle se basa en el concepto de mejora continua y, por lo tanto, hay cuatro niveles posibles de logro dentro de cada una de las cinco categorías de requisitos clave de la norma: Bronce, Plata, Oro y Platino. Para alcanzar un nivel de logro deseado dentro de cada categoría, el nivel deseado dentro de cada categoría, el producto debe cumplir todos los requisitos de ese nivel, además de los requisitos de todos los niveles inferiores.

La certificación se concede a un producto cuando cumple los requisitos del nivel de logro deseado en cada una de las cinco categorías clave, así como los requisitos generales, los requisitos de envasado y los requisitos de bienestar animal, si procede. El nivel de certificación global del producto es igual al nivel más bajo alcanzado en las cinco categorías (Bronce, Plata, Oro o Platino).

El nivel de certificación del producto se indica en el certificado Cradle to Cradle, junto con una tarjeta de puntuación que indica el nivel alcanzado en las cinco categorías, se recoge en el Registro de Productos Certificados Cradle to Cradle en el sitio web del C2CPII.

La certificación de cada producto es válida durante dos años. El producto debe ser recertificado antes de su fecha de caducidad para mantener su condición de producto certificado. Como parte del proceso de recertificación, la evaluación del producto debe ser actualizada y revisada por el C2CPII para garantizar el cumplimiento continuo de los requisitos de la norma.

Para todos los niveles de certificación, se debe realizar una visita final a las instalaciones de fabricación como parte de certificación para verificar que se han cumplido los requisitos de la norma.

2.3.8.3 Aplicación en la edificación

Para la aplicación de la certificación Cradle to Cradle a la edificación, el edificio deber ser visto como el producto de evaluación, de esta forma los requisitos deben ser verificados considerando la totalidad de elementos y procesos que contempla la estructura edificada en su fase de fabricación.

Otra forma de aplicar esta normativa a la construcción de edificios es en la evaluación de los productos y materiales involucrados, de manera de asegurar que estos cumplan con los requisitos y puedan ser gestionados desde que ingresan al proceso constructivo hasta que salen y vuelven a incorporarse en un ciclo posterior.

Las categorías clave de evaluación que componen esta certificación, tienen de alguna forma relación con la edificación, por ejemplo, evaluar la salud de los materiales de construcción es importante, ya que los materiales son un insumo clave para edificar, y por lo tanto priorizar la salud humana y el medio ambiente por medio de esta evaluación genera un impacto positivo en la calidad de los materiales disponibles para su uso y ciclos futuros dentro de la edificación.

Luego, la evaluación de la circularidad del producto busca que los productos sean diseñados intencionalmente para su siguiente uso y su incorporación a un siguiente ciclo previsto. Esta categoría es aplicable en primer lugar en la etapa de diseño de edificios, pero enfocada en sus materiales, ya que esta es la instancia donde se puede planificar el uso de los materiales y como se les puede dar una segunda oportunidad de uso ya sea en el mismo rubro u otro. Aplicar esta categoría a la evaluación del edificio como tal es más complicado, ya que el edificio se construye con un objetivo de uso claro desde el diseño, e incorporar opciones diferente para su siguiente uso podría ser complejo y no tan relevante en esta materia.

Evaluar el aire limpio y la protección del clima en la construcción de edificios, tiene un impacto positivo en la calidad del aire, suministro de energía renovable y el equilibrio de los gases de efecto invernadero que cambian el clima. En este sentido es importante la medición tanto en la etapa constructiva como en la fase de uso, ya que en ambas se ve involucrada la contaminación que estos procesos puedan generar en su desarrollo. Por ejemplo, en la construcción mediante la utilización de materiales en polvo o líquidos que emiten partículas al aire, en el movimiento de tierras y/o en el transporte son instancias donde se puede

contaminar el aire y el clima, por otro lado, en la fase de uso una edificación que implemente medidas y tecnologías para disminuir estos tipos de contaminación podrían reducir el impacto en el medioambiente.

Otra categoría importante que se considera en los requisitos de evaluación es la gestión del agua y el suelo, donde se busca que se traten como recursos preciosos y compartidos, las cuencas hidrográficas y los ecosistemas del suelo estén protegidos, y el agua limpia y los suelos sanos estén a disposición de las personas y de todos los demás organismos. En la edificación el uso de agua es intensivo para el desarrollo constructivo y posterior uso, y hoy en día en su gran mayoría no son tratados de esta manera, por lo que comenzar a aplicar medidas es de suma importancia para poder hacer un buen uso de este valioso recurso. Además, el uso del suelo también se ve involucrado en las edificaciones tanto el sector donde se construirá el edificio que se verá afectado en gran parte por la presión de la gran estructura y el cambio que se producirá en esta zona, y también se ven involucrados otros suelos como los diferentes lugares donde se extraen arenas, gravillas, tierras, entre otros que se utilizan como materia prima para la preparación del suelo, compactación y en gran parte para la preparación del hormigón.

Y por último la categoría Equidad social, busca que las empresas se comprometan a respetar los derechos humanos y a aplicar prácticas empresariales justas y equitativas, esta es un área que en estos últimos años se desarrollado a nivel global y no sólo en la industria de la construcción. Dentro de la edificación los derechos de los trabajadores y el respeto entre los diferentes cargos son clave para llevar adelante el proceso constructivo, puesto que la mano de obra que implica es muy numerosa y se debe garantizar que cuenten con un buen ambiente laboral, salarios justos, contar con infraestructuras aptas e instancias de formación y distención, serán de gran ayuda para cumplir de manera adecuada con los objetivos del proyecto.

Tabla 8. Indicadores Certificación Cradle to Cradle

Métrica	**Certificación Cradle to Cradle (MBDC)**			
País	EEUU			
Año	2010-2021			
Tema	**Materia de evaluación**	**Indicador**	**Unidad**	**Descripción u objetivo**
Salud del material	**Entrada de materiales**	Lista de sustancias restringidas (LSR)	N/A	Verificar el cumplimiento de la LSR
	Entrada de materiales	Órganos halógenos	N/A	Verifica cumplimiento de los requisitos de contenido de sustancias órgano halogenadas y las clases químicas relacionadas
	Entrada de materiales	Inventario de materiales y productos químicos	N/A	Composición material y química del producto
	Entrada de materiales	Evaluación de productos químicos y materiales	N/A	Evaluación de sustancias químicas y materiales del producto
	Estrategias	Estrategia de optimización de la salud de los materiales	N/A	Estrategia para priorizar el uso de materiales y productos químicos que se sabe que son compatibles con la salud humana y medioambiental
	Entrada de materiales	Uso de materiales optimizados	N/A	Verificar que el producto se fabrica con productos químicos y materiales que han sido seleccionados intencionalmente en función de sus atributos de seguridad
	Emisiones	Compuestos orgánicos volátiles (COV)	N/A	Verificar que el producto cumple con las normas que demuestran bajas emisiones de COV con el objetivo de proteger la calidad del aire interior
	Emisiones		N/A	Para los productos de consumo o de construcción líquidos, viscosos o en aerosol, limitar el contenido de COV a niveles bajos según lo establecido por las principales normas
	Emisiones	Optimización de la química en la cadena de suministro	N/A	Abordar las sustancias químicas peligrosas en la cadena de suministro del producto y desarrollar una estrategia para reducir aún más el uso y/o las emisiones de sustancias químicas peligrosas en la cadena de suministro

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Requisitos de circularidad de los productos	**Formación**	Educación sobre la circularidad	N/A	Participación en iniciativas de educación sobre la circularidad con el fin de obtener conocimientos prácticos sobre el desarrollo o la mejora la infraestructura necesaria para que el producto forme parte de un sistema circular
	Estrategias	Definición de los ciclos técnicos y/o biológicos del producto	N/A	Designación de todos los materiales homogéneos del producto como biológicos o técnicos e identificación de las vías de ciclado apropiadas para esos materiales una vez que el producto ha llegado al final de su ciclo de uso actual
	Recuperación	Preparación para el ciclismo activo	N/A	Medidas demostrables para abordar cualquier obstáculo a la recuperación y el procesamiento de materiales con el fin de reciclar activamente esos materiales para su siguiente uso
	Entrada de materiales	Aumento de la demanda: Incorporación de contenidos cíclicos y/o renovables	N/A	Aumentar la demanda de materiales de origen circular como resultado del mayor uso de materiales reciclados o renovables en el producto, lo que ayuda a cerrar el círculo y a avanzar en la economía circular. Reducción de los impactos negativos del uso de materiales vírgenes
	Entrada de materiales	Compatibilidad de los materiales para los ciclos técnicos y/o biológicos	N/A	Verificar que se han seleccionado intencionalmente los materiales de los productos con mayor capacidad para los ciclos biológicos y/o técnicos, aumentando la probabilidad de que dichos materiales conserven su valor y pasen por los siguientes ciclos de uso
	Salida de materiales	Datos de Circularidad e Instrucciones de Ciclado	N/A	Disponibilidad pública de la información sobre la circularidad para el manejo adecuado del producto al final de su uso, lo que aumenta la probabilidad de que los materiales del producto se recuperen y procesen activamente para un siguiente ciclo de uso

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Requisitos de circularidad de los productos	**Diseño**	Oportunidades de diseño circular e innovación	N/A	Verificar que el producto este diseñado de manera de crear más oportunidades de entrar a un próximo ciclo al final del uso
	Diseño	Producto diseñado para el desmontaje	N/A	El producto puede desmontarse fácilmente en materiales discretos compatibles con sus vías de ciclismo previstas lo que hace más probable que un gran porcentaje de los materiales del producto se reciclen
	Recuperación	Ciclado activo	N/A	Los materiales del producto se recuperan y procesan activamente para su siguiente uso a través de los ciclos previstos y/o el fabricante del producto está invirtiendo de forma demostrable en un programa que conducirá a mayores tasas de ciclado de productos y materiales y/o a una mayor calidad de estos
Requisitos de protección del aire y el clima	**Emisiones**	Emisiones a la atmósfera	N/A	Verificar que las instalaciones de la fase final de fabricación cumplen con la normativa o las directrices sobre emisiones a la atmósfera
	Energía Emisiones	Electricidad y emisiones de gases de efecto invernadero	N/A	Cuantificación del uso de la electricidad y de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la fabricación final con el objetivo de crear una línea base para ayudar a identificar áreas de mejora.
	Aire y clima	Protección del aire y del clima	N/A	Desarrollar una estrategia de protección del aire y el clima limpios e informar sobre los progresos realizados en la consecución de la estrategia en cada recertificación
	Energía Emisiones	Uso de electricidad renovable y tratamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero	N/A	Utilización de la electricidad renovable y tratamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en la fabricación final
	Energía	Eficiencia energética del producto	N/A	Verificar la fabricación de productos eficientes desde el punto de vista energético durante su uso

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Requisitos de protección del aire y el clima	**Emisiones**	Transparencia	N/A	Verificar que los datos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero están a disposición de las partes interesadas, demostrando el compromiso del fabricante con la protección del clima
	Emisiones	Uso de agentes espumantes con bajo o nulo potencial de calentamiento global	N/A	Verificar que los agentes espumantes utilizados en la fabricación del producto y en la cadena de suministro no contribuyen al cambio climático ni al agotamiento de la capa de ozono
	Emisiones	Abordar las emisiones de gases de efecto invernadero incorporadas	N/A	Disminución de forma demostrable de las de gases de efecto invernadero que cambian el clima atribuible a la fabricación del producto
Requisitos para la gestión del agua y el suelo	**Agua y suelo**	Problemas relacionados con el agua y el suelo	N/A	Caracterizar los problemas de agua y suelo locales relevantes para el producto
	Agua	Calidad de los efluentes	N/A	Para las instalaciones de la fase final de fabricación y de los proveedores seleccionados verificar que cumplen con las limitaciones de efluentes de la normativa y/o de las mejores prácticas de la industria
	Agua	Uso de agua	N/A	Cuantificación de extracciones, vertidos y consumos anuales de agua en todas las instalaciones de la fase final de fabricación
	Agua	Suministro de agua potable, saneamiento e higiene	N/A	El acceso al agua potable, al saneamiento y a la higiene se considera un requisito básico en las instalaciones donde se fabrica el producto
	Agua y suelo	Estrategia de gestión del agua y el suelo	N/A	Desarrollo de una estrategia de gestión del agua y el suelo que proporciona una vía de actuación para operar de forma que se protejan los recursos hídricos y el suelo
	Agua y suelo	Conservación del agua y del suelo	N/A	Aplicación de tecnologías de conservación y mejores prácticas para reducir el uso del agua y/o mejorar la calidad de los efluentes y/o del suelo cuando se conocen problemas

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Requisitos para la gestión del agua y el suelo	**Agua y suelo**	Sustancias químicas en los efluentes y los lodos	N/A	Evaluación y optimización de las sustancias químicas relevantes para el producto en los efluentes y los lodos
	Agua	Transparencia	N/A	Verificar que los datos sobre el uso del agua y la calidad de los efluentes de las instalaciones de la fase final de fabricación están a disposición de las partes interesadas, demostrando el compromiso del fabricante con la gestión del agua
	Agua	Proyecto de impacto positivo	N/A	Asegurar que la calidad del agua y/o del suelo, la cantidad de agua o la salud de los ecosistemas acuáticos y/o del suelo dentro de las cuencas donde se encuentran el fabricante, los empleados, los clientes y/o los proveedores mediante la iniciación o la participación en un proyecto de colaboración
	Agua y suelo	Optimización de la calidad de los efluentes y los lodos en las instalaciones	N/A	Verificar que los efluentes y los lodos de las instalaciones de fabricación final se gestionan con el objetivo de proteger la calidad del agua local
Requisitos de equidad social	**Estrategias**	Evaluación de riesgos y oportunidades	N/A	Identifican y comprender las oportunidades de mejora como resultado de una evaluación de los riesgos en materia de derechos humanos
	Políticas	Política de derechos humanos	N/A	Compromiso de respeto de los derechos humanos, consagrados en la legislación municipal y en las normas de derechos humanos reconocidas internacionalmente, a través de la política de la empresa
	Rendimiento	Controlar y verificar el rendimiento	N/A	Supervisar y verificar el desempeño en la defensa de los derechos humanos, garantizando que se tomen medidas correctivas cuando se identifique un desempeño deficiente y se aumente el nivel de garantía de que se abordan los riesgos para los derechos humanos

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Requisitos de equidad social	**Estrategias y política**	Estrategia para la aplicación de la política	N/A	Desarrollar una estrategia para aplicar la política de derechos humanos e informar sobre el progreso de la aplicación en cada recertificación
	Compromiso	Demostrar el compromiso	N/A	Demostrar compromiso y apoyo para establecer y mantener una cultura en la que los empleados y los socios comerciales sean capaces de alcanzar altos niveles de desempeño social
	Gestión	Sistemas de gestión	N/A	Sistema de gestión de personas y procedimientos que garantiza que se tomen las medidas correctivas necesarias, que las acciones sean efectivas y que, en última instancia, se mejore el desempeño en materia de protección de los derechos humanos
	Reclamos	Mecanismos de reclamo	N/A	Mecanismo mediante el cual los empleados, clientes, proveedores y otras partes interesadas pueden informar de forma segura efectos negativos de las actividades y operaciones de la empresa y otros problemas de justicia social con el fin de obtener una reparación de dichos impactos
	Proyectos	Proyecto de impacto positivo	N/A	Proyecto de impacto positivo que mejore de forma cuantificable la vida de los empleados, la comunidad local o un aspecto social dentro de la cadena de valor del producto
	Estrategias	Transparencia y participación	N/A	Disponibilidad pública de cómo se gestionan los riesgos de los derechos humanos y como se abordan los impactos adversos, con la inclusión de comentarios de las partes interesadas
	Colaboración	Colaboración en problemas sociales	N/A	Colaboración en el desarrollo y la ampliación de soluciones a problemas sociales dentro de la cadena de valor del producto

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Requisitos de equidad social	**Compromiso**	Fomentar una cultura de equidad social	N/A	Fomentar un entorno de trabajo diverso, inclusivo y comprometido en el que la equidad social funcione como parte fundamental de la contratación, la formación, la remuneración, la evaluación del rendimiento y las estructuras de incentivos

A continuación, se presenta una tabla resumen de todos los indicadores recopilados a nivel internacional, para su posterior análisis.

Tabla 9. Resumen indicadores del contexto internacional

Indicadores de transición circular (WBSCD)	
Materia de evaluación	**Indicador**
Entrada de materiales	% de entrada circular
Salida de materiales	% de salida circular
Recuperación	% potencial de recuperación
Recuperación	% de recuperación real
Energía	% de energía renovable
Entrada de materiales	% de materiales críticos
Recuperación	% de recuperación
Productividad	Productividad circular
Indicadores para medir la circularidad en el sector de la edificación (GBCe)	
Materia de evaluación	**Indicador**
Emisiones	Huella de carbono de los edificios
Energía	Demanda energética en edificios en uso
Energía	Consumo de energía primaria sobre la fase de uso
Energía	Consumo de energía primaria sobre el ciclo de vida completo
Energía	Consumo energético real en el parque edificado por habitante y PIB
Agua	Consumo de agua
Agua	Uso de Agua Gris / Lluvia
Agua	Recolección de agua de escorrentía en el área alrededor del edificio
Agua	Sistema de monitoreo del consumo
Agua	Reducir el consumo del agua (en construcción y en fase de uso)
Agua	Huella hídrica
Agua	Consumo de agua por hogar
Entrada de materiales	Consumo de materiales de construcción
Residuos	Generación de residuos de construcción y demolición
ACV	Número de productos con ACV

Materia de evaluación	Indicador
Rehabilitación	Tasa de rehabilitación o reforma
Rehabilitación	Tasa de demolición previa a nueva planta
Rehabilitación	Tasa de inversión en rehabilitación
Mantenimiento	Volumen de negocio del sector de mantenimiento de edificios
Uso	Intensidad de uso de los edificios públicos
Negocios	Volumen de negocio de los productos de construcción reciclados / RCD reciclados
Circulytics (Fundación Ellen MacArthur)	
FACILITADORES	
Materia de evaluación	**Indicador**
Estrategias	Importancia de la EC
Riesgos y oportunidades	Riesgos y oportunidades de la EC y Riesgos de la EL
Objetivos	Objetivo de volverse más circular
Objetivos	Objetivos de Economía Circular
Estrategias y objetivos	Estrategia y objetivos medibles de EC
Plan de implementación	Plan de implementación de EC
Innovación	Proyectos de innovación
Estrategias	Estrategia y planes de implementación de la EC
Formación	Formación en EC
Personal	Rol dedicado a la EC
Tecnología	Sistemas informáticos y digitales
Procesos	Configuración de procesos
Activos de PPE	Activos de propiedad, planta y equipo (PPE)
Proveedores	Proveedores
Clientes	Clientes
Política	Encargados de formular políticas
Inversionistas	Inversores o financistas externos
Participación	Membresía o participación de iniciativas relacionadas con la EC
RESULTADOS	
Materia de evaluación	**Indicador**
Entrada de materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico
Salida de materiales	
Entrada de materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico
Salida de materiales	
Entrada de materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico
Entrada de materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico
Salida de materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico
Salida de materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico
Diseño	Productos diseñados según principios de la EC
Diseño	Productos diseñados para que sus clientes mejoren el rendimiento de la EC
Salida de materiales	Contenido de Sustancias Restringidas en sus salidas de material
Recuperación	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico que recirculan
Recuperación	Ciclos de reutilización/renovación
Ingresos	% de ingreso por servicios circulares
Ingresos	Impactos positivos de los principios de la EC

Materia de evaluación	Indicador
Activos de PPE	Propios o de alquiler
Activos de PPE	
Activos de PPE	Adquiridos con enfoques de la adquisición circular
Agua	Flujo
Agua	Entrada
Agua	Salida
Agua	Fuente de la demanda
Agua	Objetivos SMART
Agua	Extracción de sustancias
Agua	Recursos extraídos que recirculan después
Agua	Uso operaciones que sale de su infraestructura
Energía	Energía total operaciones
Energía	Energía proveniente de fuentes renovables
Energía	Producción de energía
Energía	Energía que produce proveniente de fuentes renovables de energía
Ingresos	Tamaño total al final del último año fiscal
Ingresos	% que evalúa positivamente su postura en relación a la EC
Ingresos	Monto destinado a financiar la EC
CIRCelligence (BCG)	
Materia de evaluación	**Indicador**
Global	% de circularidad
Entrada de materiales	% circularidad de la "entrada"
Diseño	% circularidad del "diseño del producto"
Producción y venta	% circularidad de "producción y venta "
Negocios	% circularidad del "modelo de negocio y usos "
Salida de materiales	% circularidad del "fin de vida "
Global	Capacidad de las herramientas para gestionar la EC
Negocios	Implementación de negocios
Colaboración	Colaboración y Ecosistemas
Circle Assessment (Circle Economy)	
Materia de evaluación	**Indicador**
Entrada de materiales	Priorizar los recursos regenerativos
Mantenimiento	Preservar y ampliar la vida útil
Residuos	Utilizar los residuos como recurso
Diseño	Diseño para el futuro
Negocios	Repensar el modelo de negocio
Tecnología	Incorporar tecnología digital
Colaboración	Colaborar para crear valor conjunto
Formación	Fortalecer y avanzar en el conocimiento
GRI306: Waste 2020(GSSB)	
Materia de evaluación	**Indicador**
Residuos	**306-1** Generación de residuos e impactos significativos
Residuos	**306-2** Gestión de impactos significativos relacionados con los residuos

Materia de evaluación	Indicador
Residuos	**306-3** Residuos generados
Residuos	**306-4** Residuos desviados de la eliminación
Residuos	**306-5** Residuos dirigidos a la eliminación
Balanza Inteligente para la Circularidad (ReAcción)	
Materia de evaluación	**Indicador**
Residuos	Cantidad de cada fracción de residuos generados
Recuperación	Materiales recuperados
Residuos	Etapas y horarios claves para planificación
Entrada de materiales	Consumos evitables
Residuos	Eficiencia en gestión
Residuos	Reducción de viajes
Entrada de materiales	Relleno evitado
Entrada de materiales	Recursos naturales evitados
Residuos	Residuos generados x m² construido
Recuperación	Materiales reciclados
Recuperación	Materiales reincorporados
Residuos	Cantidad de residuos respecto al PIB
Emisiones	Disminución disposición inadecuada/Contaminación de cuentas
Capacitación	Personas capacitadas
Colaboración	Alianzas/Gestores /Autoridades
Negocios	Emprendimientos circulares impactados
Personal	Personas comprometidas
Certificación Cradle to Cradle (MBDC)	
Materia de evaluación	**Indicador**
Entrada de materiales	Lista de sustancias restringidas (LSR)
Entrada de materiales	Órganos halógenos
Entrada de materiales	Inventario de materiales y productos químicos
Entrada de materiales	Evaluación de productos químicos y materiales
Estrategias	Estrategia de optimización de la salud de los materiales
Entrada de materiales	Uso de materiales optimizados
Emisiones	Compuestos orgánicos volátiles (COV)
Emisiones	
Emisiones	Optimización de la química en la cadena de suministro
Formación	Educación sobre la circularidad
Estrategias	Definición de los ciclos técnicos y/o biológicos del producto
Recuperación	Preparación para el ciclismo activo
Entrada de materiales	Aumento de la demanda: Incorporación de contenidos cíclicos y/o renovables
Entrada de materiales	Compatibilidad de los materiales para los ciclos técnicos y/o biológicos
Salida de materiales	Datos de Circularidad e Instrucciones de Ciclado
Diseño	Oportunidades de diseño circular e innovación

Materia de evaluación	Indicador
Diseño	Producto diseñado para el desmontaje
Recuperación	Ciclado activo
Emisiones	Emisiones a la atmósfera
Energía Emisiones	Electricidad y emisiones de gases de efecto invernadero
Aire y clima	Protección del aire y del clima
Energía Emisiones	Uso de electricidad renovable y tratamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero
Energía	Eficiencia energética del producto
Emisiones	Transparencia
Emisiones	Uso de agentes espumantes con bajo o nulo potencial de calentamiento global
Emisiones	Abordar las emisiones de gases de efecto invernadero incorporadas
Agua y suelo	Problemas relacionados con el agua y el suelo
Agua	Calidad de los efluentes
Agua	Uso de agua
Agua	Suministro de agua potable, saneamiento e higiene
Agua y suelo	Estrategia de gestión del agua y el suelo
Agua y suelo	Conservación del agua y del suelo
Agua y suelo	Sustancias químicas en los efluentes y los lodos
Agua	Transparencia
Agua	Proyecto de impacto positivo
Agua y suelo	Optimización de la calidad de los efluentes y los lodos en las instalaciones
Estrategias	Evaluación de riesgos y oportunidades
Políticas	Política de derechos humanos
Rendimiento	Controlar y verificar el rendimiento
Estrategias y política	Estrategia para la aplicación de la política
Compromiso	Demostrar el compromiso
Gestión	Sistemas de gestión
Reclamos	Mecanismos de reclamo

Para finalizar la revisión de la literatura correspondiente al ámbito internacional, como apoyo a esta información en la sección final “ANEXOS” se presenta las tablas que contiene los factores y fórmulas necesarios para el cálculo de estos indicadores.

2.4 Indicadores de circularidad a nivel nacional

2.4.1 Certificación de Edificio Sustentable (CES)

2.4.1.1 Descripción general

La Certificación de Edificio Sustentable (CES) es un sistema que permite evaluar, calificar y certificar el grado de sustentabilidad ambiental de un edificio, entendiendo esta como la capacidad de un edificio de lograr niveles adecuados de calidad ambiental interior (CAI), con un uso eficiente de recursos y baja generación de residuos y emisiones.

El sistema se compone de dos partes: En primer lugar, la Evaluación y Calificación, en base a un conjunto de requerimientos obligatorios y voluntarios, metodologías de cálculo, escalas, ponderaciones y umbrales contenidos en su manual. Y, en segundo lugar, la Certificación, en base a un conjunto de procedimientos, protocolos y reglamentos, y en general todos los elementos necesarios para que el sistema pueda operar.

La certificación ha sido desarrollada por el Instituto de obras públicas con el trabajo y soporte técnico del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales – IDIEM, de la Universidad de Chile, promovido por el MOP, CChC y el colegio de arquitectos de chile, con la colaboración de distintas instituciones y empresas "Interesadas" y cofinanciado por Innova de Corfo con el objetivo de que una tercera parte independiente verifique que las características del edificio a certificar cumplen con los requerimientos definidos en su manual.

El sistema contempla la Pre-Certificación y Certificación "Edificio Sustentable" respecto del cumplimiento de un conjunto variables, con requerimientos obligatorios y voluntarios que entregan puntaje, y contempla adicionalmente un sello opcional voluntario llamado Sello "Plus Operación". La Pre-Certificación se establece principalmente como una instancia de evaluación de la etapa de diseño que permite introducir mejoras a su arquitectura e instalaciones, incluido posibles modificaciones durante la etapa de construcción. La Certificación se obtiene una vez que se ha efectuado la recepción municipal, de manera de efectuarse sobre el edificio construido definitivamente y en condiciones de ser ocupado. Y, por último, el Sello "Plus Operación" es una certificación adicional y opcional, que tiene por objetivo promover la mantención en el tiempo de las condiciones de calidad ambiental y

eficiencia energética con las cuales fue certificado el edificio, como también promover y facilitar el mejoramiento continuo de la gestión de dichas condiciones.

2.4.1.2 Sistema de cálculo

La Pre-certificación y la Certificación se basa en el cumplimiento de un total de 23 variables, que se dividen en 15 requerimientos obligatorios y 33 requerimientos voluntarios que entregan puntaje, y 1 requerimiento que entrega el Sello "Plus Operación". Los requerimientos voluntarios poseen una ponderación o importancia relativa en el conjunto, lo que se traduce en un puntaje. El máximo puntaje es 100.

Para esta certificación, el ámbito general del comportamiento ambiental de un edificio se centra en cinco aspectos temáticos: 1. Calidad del Ambiente Interior 2. Energía 3. Agua 4. Residuos 5. Gestión. A su vez, estas temáticas se han agrupado en cuatro categorías: A. Diseño Arquitectónico Pasivo (Arquitectura) B. Diseño de Sistemas Activos (Instalaciones) C. Construcción D. Operación. La categoría "C. Construcción", se enfoca específicamente en requerimientos de "Manejo de Residuos durante la Construcción", mientras que en la categoría "D. Operación" se enfoca en requerimientos "Gestión de la Operación y Mantenimiento".

Para obtener la certificación se debe cumplir con los requerimientos obligatorios y mediante los requerimientos voluntarios obtener el puntaje mínimo de 30 puntos. A partir de este mínimo, se proponen tres rangos, en base al indicador global del edificio, en una escala de 100 puntos porcentuales: "Edificio Certificado": 30 a 54,5 puntos, "Certificación Destacada": 55 a 69,5 puntos y "Certificación Sobresaliente": 70 a 100 puntos.

Existen dos tipos de evaluación. La Evaluación prescriptiva, que se enfoca en las "causas" que influyen en la CAI y el uso de recursos (energía y agua), fijando criterios determinados tales como valores límite de transmitancia térmica de la envolvente y rendimiento nominal de equipos. Y la Evaluación prestacional, que por su parte y en términos simples, se enfoca en los "efectos" en la CAI y el uso de recursos, fijando requerimientos basados en prestaciones o resultados "outputs", usando los sistemas pasivos y activos como "inputs". Se realiza mediante programas informáticos especializados de tipo "dinámico", o planillas de cálculo.

2.4.1.3 Aplicación en edificación

La Certificación de Edificio Sustentable se limita su aplicación a los edificios de uso público, que se definen como "construcciones destinadas a complementar las funciones básicas de habitar, producir y circular, cualquiera sea su clase o escala", y sin diferenciar propiedad y/o administración pública o privada, siendo condición mínima que posea al menos un recinto "regularmente ocupado".

Sin perjuicio de lo anterior, para esta versión de la certificación, se ha acotado su aplicación a los edificios de uso público con los siguientes destinos, tanto nuevos como existentes, sin diferenciar administración o propiedad pública o privada: Educación, Salud (excluyendo hospitales, clínicas, cementerios y crematorios), Servicios (incluyendo oficinas habilitadas y de tipo "planta libre"), Seguridad (excluyendo cárceles y centros de detención) y destino Social.

Asimismo, cabe señalar que si bien está certificación está orientada a edificios con superficies construidas de hasta 5.000m2, puede ser aplicada a edificios de mayor tamaño, sin restricción.

Para efectos de este sistema, los edificios son considerados infraestructuras que deben entregar las condiciones adecuadas para que sus usuarios realicen diversas actividades en su interior; en este caso a dichas condiciones se las engloba con el concepto de Calidad del Ambiente Interior (CAI). En la CAI influyen la arquitectura y construcción del edificio (sistemas pasivos), para luego ser complementado por las instalaciones (sistemas activos). También influyen en la CAI aspectos asociados al tipo de uso y operación del edificio. El grado de influencia de cada factor dependerá de cada edificio. En su operación, los edificios consumen recursos, para este caso agua y energía, asociados principalmente al funcionamiento de los sistemas activos. A su vez, se obtienen como resultado de este proceso, externalidades en forma de residuos y emisiones de gases.

Tabla 10. Indicadores CES

Métrica	**Certificación Edificio Sustentable (CES)**			
Año	2014			
REQUERIMIENTOS OBLIGATORIOS				
Tema	**Materia de evaluación**	**Indicador**	**Unidad**	**Descripción u objetivo**
Arquitectura CAI	**Iluminación**	Factor Luz Día	FLD	Confort visual - pasivo Maximizar el aporte de luz natural a través de los elementos transparentes de la envolvente del edificio, para aumentar los niveles de confort visual y disminuir los consumos energéticos en iluminación artificial
		Iluminancia útil	%	
	Aire	Superficie ventana practicable	N/A	Calidad del aire - pasivo Limitar la concentración de CO2 emitidos por los usuarios, ya sea directamente en las zonas de alta ocupación, o por contaminación cruzada entre espacios de uso específico
		Renovaciones de aire hora	RAH	
	Aislamiento	Aislamiento acústico de fachada	dB(A)	Confort acústico Limitar el traspaso de ruido mediante aislamiento para lograr el confort acústico
Arquitectura Energía	**Envolvente**	Transmitancia Térmica	$\frac{W}{m^2K}$	Demanda de energía Disminuir la demanda de energía necesaria para la calefacción, refrigeración e iluminación de un edificio, en base a limitar la transmitancia térmica de la envolvente y el factor solar modificado
		Factor Solar Modificado	FSM	
	Sellos	Especificación apropiada de sellos	N/A	Hermeticidad de la envolvente Limitar las infiltraciones a través de los elementos constructivos de la envolvente, para disminuir la demanda de energía para calefacción y enfriamiento de los ambientes interiores del edificio, y aumentar los niveles de confort higrotérmico
Arquitectura Agua	**Agua**	% de disminución de la evapotranspiración	% [ETLmm]	Reducir el uso de agua para riego, sea esta agua potable o de otras fuentes de aguas superficiales o subsuperficiales, en base a reducir la necesidad de agua de las especies vegetales del proyecto de paisajismo

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Instalaciones CAI	**Ventilación**	Caudal mínimo de ventilación	$\frac{L}{s}$	Calidad del aire - activo Limitar la concentración de CO2 emitidos por los usuarios, ya sea directamente en las zonas de alta ocupación, o por contaminación cruzada entre recintos de uso específico
	Aire	Eficiencia promedio de filtraje	% o MERV	Minimizar la exposición de los ocupantes del edificio a partículas potencialmente peligrosas, contaminantes químicos y biológicos, que degraden la calidad del aire
	Calefacción	Sistemas de calefacción utilizados	N/A	No utilizar sistemas de calefacción de combustión en base a llama abierta
	Iluminación	Iluminancia mínima	lux	Confort visual - activo Los sistemas de iluminación artificial deberán diseñarse y calcularse de tal forma que cumplan con los valores mínimos de iluminancia, control del deslumbramiento y rendimiento cromático
		Uniformidad media	Um	
		Deslumbramiento de las luminarias	UGR	
		Rendimiento cromático de las fuentes lumínicas	IRC	
Instalaciones CAI	**Diseño**	Condiciones de diseño del proyecto de climatización	N/A	Confort térmico - activo Los sistemas de climatización deberán diseñarse y calcularse de tal forma que cumplan con las condiciones de diseño fijadas objetivamente
Instalaciones Energía	**Aislamiento**	Espesor aislación térmica de cañerías y conductos	N/A	Climatización y ACS Disminuir el consumo de energía del edificio, en base a asegurar la correcta aislación térmica en las redes de conducción de líquido y aire del sistema de climatización
Instalaciones Agua	**Agua**	Disminución del consumo de agua potable	%	Sistemas de Agua Potable Disminuir el consumo de agua potable mediante la incorporación de artefactos eficientes y sistemas de control
	Agua	Disminución del consumo de agua para riego	%	Reducir el uso de agua para riego, sea esta agua potable o de otras fuentes de aguas superficiales o subsuperficiales, en base a la eficiencia del sistema de riego
Construcción Residuos	**Residuos**	Separación, control y reciclaje de residuos	N/A	Manejo de residuos Asegurar las acciones mínimas de control y mitigación de residuos y emisiones durante la construcción del edificio

REQUERIMIENTOS VOLUNTARIOS				
Tema	**Materia de evaluación**	**Indicador**	**Unidad**	**Descripción u objetivo**
Arquitectura CAI	**Aire**	% Reducción de horas de disconfort	%	Confort térmico - pasivo Disminuir el periodo de tiempo en el cual los usuarios de una edificación se encuentren fuera del rango de confort térmico gracias a medidas pasivas. Controlando las condiciones térmicas al interior de los recintos se mejora la productividad y se evita efectos negativos sobre la salud de los usuarios
	Iluminación	Factor Luz Día	FLD	Confort visual - pasivo Maximizar el aporte de luz natural a través de los elementos transparentes de la envolvente del edificio, para aumentar los niveles de confort visual y disminuir los consumos energéticos en iluminación artificial. Controlar el deslumbramiento de los usuarios producto del ingreso de la luz natural
		Iluminancia Útil	N/A	
		Autonomía de iluminación	SDA	
		Probabilidad de Deslumbramiento	DGP	
	Visual	% de áreas con acceso visual al exterior	%	Establecer un porcentaje mínimo de acceso visual al exterior para los usuarios del edificio
	Ventilación	Metodología de cálculo y porcentaje de áreas con ventilación natural	N/A	Calidad del aire - pasivo Limitar la concentración de CO2 emitidos por los usuarios, ya sea directamente en las zonas de alta ocupación, o por contaminación cruzada entre espacios de uso específico
Arquitectura CAI	**Aire**	Cumplimiento de requisito en materiales	N/A	Limitar la cantidad de contaminantes tipo COV producidos por materiales usados al interior del edificio
	Aire	% Reducción de la concentración ponderada de COV	%	
	Aislamiento	Aislamiento acústico entre recintos y Nivel de Presión Sonora de Impacto Normalizado	dB(A)	Limitar el traspaso de ruido mediante aislamiento para lograr el confort acústico y sus requerimientos
	Acondicionamiento acústico	Tiempo de reverberación	N/A	El mensaje del emisor debe ser claro y comprensible para el conjunto de personas dentro del recinto
		Inteligibilidad de la palabra	N/A	
		Material absorbente	N/A	

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Arquitectura Energía	**Iluminación**	Demanda anual de energía en climatización e iluminación	$\frac{kWh}{m^2}$	Disminuir la demanda de energía necesaria para la calefacción, refrigeración e iluminación de un edificio
		Transmitancia Térmica	$\frac{W}{m^2K}$	
		Factor Solar Modificado	FSM	
	Envolvente	Transmitancia térmica de pisos en contacto con el terreno	N/A	Hermeticidad de la envolvente Limitar las infiltraciones a través de los elementos constructivos de la envolvente, para disminuir la demanda de energía para calefacción y enfriamiento de los ambientes interiores del edificio, y aumentar los niveles de confort higrotérmico
		Infiltración de aire por la envolvente	N/A	
		Permeabilidad al aire de las carpinterías de ventana	N/A	
	Energía	Cantidad de categorías de materiales estructurales del edificio en que se declara la información de energía incorporada	N/A	Incentivar la entregar información relacionada a la energía incorporada en los materiales que componen la estructura del edificio
	Energía	% superficie de los elementos estructurales que se mantienen	%	
Arquitectura Agua	**Agua**	% de disminución de la evapotranspiración	% [ETLmm]	Reducir el uso de agua para riego, sea esta agua potable o de otras fuentes de aguas superficiales o subsuperficiales, en base a reducir la necesidad de agua de las especies vegetales del proyecto de paisajismo
		Cantidad de categorías de materiales estructurales del edificio en que se declara la información de agua incorporada	N/A	Incentivar la entregar información relacionada al agua incorporada en los materiales que componen la estructura del edificio
		Porcentaje de la superficie de los elementos estructurales que se mantienen	%	
Arquitectura Residuos	**Residuos**	Posee equipamiento para el manejo de residuos durante la operación del edificio	N/A	Manejo de residuos Generar las condiciones necesarias para que se realice una gestión y separación adecuada de los residuos
Instalaciones CAI	**Ventilación**	% de aumento del caudal de ventilación	$\frac{L}{s}$	Calidad del aire - activo Limitar la concentración de CO2 emitidos por los usuarios, ya sea directamente en las zonas de alta ocupación, o por contaminación cruzada entre recintos de uso específico

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Instalaciones CAI	**Ventilación**	Eficiencia promedio de filtraje	% o MERV	Minimizar la exposición de los ocupantes del edificio a partículas potencialmente peligrosas, contaminantes químicos y biológicos, que degraden la calidad del aire
	Aire	Sistema de monitoreo de concentración de CO2	N/A	Limitar la concentración de CO2 emitidos por los usuarios, a través de un sistema de monitoreo permanente
	Acústica	Valores máximos de nivel sonoro	dB(A)	Evitar la emisión de ruido aéreo y su transmisión mediante la vibración de las estructuras sobre las cuales van montados los equipos que producen dicha vibración
	Iluminación	Iluminancia mínima	N/A	Confort visual - activo Los sistemas de iluminación artificial deberán diseñarse y calcularse de tal forma que cumplan con los valores mínimos e iluminancia, uniformidad, control del deslumbramiento y rendimiento cromático
		Índice de Deslumbramiento ≤ 19 o 22	UGR	
		Rendimiento cromático >80	IRC	
		Uniformidad media ≥ 0.5	N/A	
	Climatización	Cantidad y distribución de los controles del sistema de climatización	N/A	Confort térmico - activo Incorporar en el proyecto de climatización sistemas de control locales que permitan a ocupantes individuales o grupos mejorar su confort térmico
Instalaciones Energía	**Energía**	% de reducción del consumo anual de energía de todo el edificio	$\frac{kWh}{m^2}$	Disminuir el consumo de energía del edificio, sobre todo la necesaria para la calefacción, refrigeración e iluminación de un edificio
	Iluminación	Reducción en la Potencia instalada proyecto de iluminación	$\frac{W}{m^2}$	Los sistemas de iluminación artificial deberán diseñarse y calcularse de tal forma que deberán producir y mantener condiciones ambientales adecuadas, con un consumo de energía lo más eficiente posible
	Tecnología	Tipo de sistemas de control	N/A	Los sistemas de iluminación artificial deberán diseñarse y calcularse de tal forma que podrán producir y mantener condiciones ambientales adecuadas con un consumo de energía lo más eficiente posible

Tema	Materia de evaluación	Indicador	Unidad	Descripción u objetivo
Instalaciones Energía	**Energía**	Cobertura de la Potencia requerida	% kW	Las instalaciones térmicas deberán diseñarse y calcularse en forma coherente con las características climáticas del lugar, las características arquitectónicas y constructivas del edificio, y el uso y funcionamiento de este, de tal forma que puedan producir y mantener condiciones ambientales adecuadas con un consumo de energía lo más eficiente posible
Instalaciones Energía	**Climatización**	Rendimiento nominal sistema climatización	COP / EER	Las instalaciones térmicas deberán diseñarse y calcularse de tal forma que puedan producir y mantener condiciones ambientales adecuadas con un consumo de energía lo más eficiente posible
	Energía	% reducción del consumo estimado de energía de equipos y artefactos de oficina	%	Reducción del consumo de equipos y artefactos del edificio
	Energía	Cobertura de la demanda de energía primaria del edificio	%	Incentivar el uso de energías renovables no convencionales y los procesos de cogeneración de alta eficiencia, reduciendo el consumo de combustibles y electricidad en el edificio
Instalaciones Agua	**Agua**	Disminución del consumo de agua potable	% m^3 año	Sistemas de agua potable Disminuir el consumo de agua potable mediante la incorporación de artefactos eficientes y sistemas de control
		Tratamiento para remoción de la dureza del agua	N/A	Reducir la dureza del agua potable en los edificios ubicados en comunas con agua potable con alta concentración de dureza
		Disminución del consumo de agua para riego	%	Reducir el uso de agua para riego, sea esta agua potable o de otras fuentes de aguas superficiales o subsuperficiales
Construcción Residuos	**Residuos**	Separación, control y reciclaje de residuos	N/A	Manejo de residuos Asegurar la trazabilidad a través de la correcta disposición final de los residuos generados durante la construcción del edificio

2.4.2 Calificación Energética de viviendas (CEV) – MINVU

2.4.2.1 Descripción general

La Calificación Energética de Viviendas (CEV) es una herramienta que permite medir y evaluar, estandarizada y objetivamente, el desempeño energético global de las viviendas en Chile, mediante parámetros adecuados al contexto nacional.

El modelo de medición y evaluación del sistema CEV entrega indicadores que permiten identificar y comparar el desempeño térmico y la eficiencia energética de las viviendas. El sistema evalúa la interacción dinámica de la vivienda con el clima de la zona en la cual se emplaza, para luego determinar su desempeño energético.

La Calificación ha sido desarrollada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), en conjunto con el Ministerio de Energía, que opera desde el año 2012 y que hoy en día presenta características mejoradas y actualizadas. Desde entonces se aplica voluntariamente para calificar y evaluar proyectos de vivienda, respecto de sus requerimientos de energía para calefacción, agua caliente sanitaria e iluminación y, a partir de la presente versión, también el requerimiento de energía para enfriamiento; esto, con el fin de entregar información objetiva tanto a usuarios que proyectan la compra de una vivienda, como a los mandantes de los proyectos.

La CEV busca introducir y difundir la eficiencia energética en el sector de la edificación, con el objetivo de que, en el corto plazo, este atributo se transforme en un criterio principal, tanto en la oferta, como en la demanda habitacional, y que el mercado la reconozca como una señal de compromiso con el medioambiente y la sustentabilidad.

Finalmente, las viviendas calificadas contarán con una etiqueta con colores, porcentajes y letras, que van desde la **A+** a la **G**, siendo esta última la menos eficiente, mientras que la letra E representa el estándar actual de construcción, establecido en el artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

2.4.2.2 Sistema de cálculo

Para realizar la evaluación de la CEV se consideran aspectos como transmitancia térmica de la envolvente (es decir, techo, muros exteriores, pisos, ventanas y puertas), inercia térmica, orientación de la vivienda, puentes térmicos de la envolvente, nivel de infiltraciones y tipo de ventilación. Todos estos elementos son evaluados y comparados con una vivienda de referencia que cumple con el estándar mínimo establecido en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) mediante las pautas contenidas en el "Manual de Procedimientos de la Calificación Energética de Viviendas en Chile". En cuanto al consumo energético de la vivienda, éste se incluye en el informe de evaluación y considera aspectos como el desempeño de los equipos (para calefacción, agua caliente sanitaria, iluminación y ventilación) y la incorporación de energías renovables no convencionales generadas en la vivienda o en el conjunto de viviendas.

El sistema CEV incluye las planillas de balance térmico dinámico, las cuales pueden ser descargadas y utilizadas por cualquier usuario, pero que no emiten etiquetas ni informes y la herramienta web, la cual emite etiquetas e informes pero que puede ser utilizada solamente por evaluadores energéticos acreditados. Los evaluadores energéticos acreditados, de conformidad a lo establecido en el presente documento, deben aplicar las herramientas de calificación, cumpliendo con el procedimiento que detalla el manual.

Para el procedimiento de cálculo se utiliza la planilla de balance térmico dinámico PBTD está compuesto de tres herramientas de cálculo generadas en formato Excel, las cuales corresponden a las siguientes:

01. PBTD Datos de arquitectura

02. PBTD Motor de cálculo demanda de energía

03. PBTD Datos de equipos y resultados

La Planilla de balance térmico dinámico realiza un balance térmico cada 60 segundos, evaluando la temperatura al interior del recinto con base en los flujos de las distintas variables de entrada.

Existen dos tipos de calificación. La Precalificación Energética que es la calificación de eficiencia energética de un proyecto de vivienda, con permiso de edificación aprobado por la

Dirección de Obras Municipales (DOM), pero aún sin recepción municipal, y que entrega una calificación energética de carácter transitorio y referencial, que es válida hasta la obtención de la recepción municipal de la obra que otorga la DOM. Y, la Calificación Energética que es la calificación de eficiencia energética de un proyecto de vivienda que cuenta con recepción municipal definitiva emitida por la DOM, y que entrega una calificación energética definitiva. La evaluación de eficiencia energética mantendrá su vigencia mientras la vivienda conserve las características que sirvieron de fundamento para su calificación.

Ambas evaluaciones arrojan como resultado cuatro documentos: el certificado, la etiqueta, el sello para la vivienda y el informe, a los que se suma un sello para el conjunto habitacional, el que permite hacer difusión de un proyecto residencial.

2.4.2.3 Aplicación en edificación

La Calificación Energética de Viviendas, como su nombre lo indica se utiliza para evaluar edificaciones destinadas a vivienda. La letra que entrega la Calificación Energética representa un porcentaje de ahorro, es decir, mientras más ahorra la vivienda, mejor letra de calificación obtiene. Para obtener este ahorro, se toma el diseño de la vivienda a calificar y se compara con el de otra vivienda igual en diseño (vivienda de referencia), pero que cumple solo con las exigencias mínimas establecidas en la reglamentación térmica de la normativa OGUC. Esta vivienda de referencia utiliza, por defecto, gas licuado y equipos estándar para calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria.

La vivienda de referencia replica la geometría de la vivienda objeto, sin considerar el efecto de sus propios elementos de sombra (por ejemplo, aleros), y asigna a los elementos de la envolvente las transmitancias máximas permitidas en la segunda etapa de la reglamentación térmica. En cuanto al emplazamiento, la demanda de energía de la vivienda de referencia se obtiene promediando los valores de demanda de la vivienda girada en cuatro orientaciones y las mismas condiciones climáticas que la vivienda objeto.

La vivienda de referencia representa un consumo 19.200 kWh/año. Exigencia actual establecida en OGUC en la que a partir del año 2007 deben cumplir todas las viviendas que se construyen en nuestro país.

Tabla 11. Indicadores CEV

Métrica	**Calificación energética de viviendas en Chile (MINVU)**			
Año	2019			
Tema	**Materia de evaluación**	**Indicador**	**Unidad**	**Objetivo**
Indicadores principales	**Energía**	% de ahorro	%	% de mejora en la demanda de energía para lograr calefacción, enfriamiento, iluminación y dotación de agua caliente sanitaria, apropiados para la vivienda. Se obtiene al comparar la demanda de energía de la vivienda real, con la demanda de energía de una vivienda de referencia, y representa la eficiencia energética de la arquitectura de la vivienda
		Demanda total	kWh	La demanda total incluye la demanda de calefacción, enfriamiento, iluminación y ACS de la vivienda
		Requerimiento energético Demanda total	$\frac{kWh}{m^2}$	La demanda total se puede representar en relación con la superficie útil de la vivienda
		Nivel de eficiencia energética	letra	Relación entre el requerimiento energético de la vivienda que está siendo calificada y una vivienda de referencia. Mayor letra equivale a mayor porcentaje de ahorro, lo que a su vez significa mayor eficiencia energética

Para finalizar la revisión de la literatura del contexto nacional, se presente a continuación una tabla resumen de todos los indicadores recopilados que se utilizan actualmente en nuestro país.

Tabla 12. Resumen indicadores del contexto nacional

Certificación Edificio Sustentable (CES)	
REQUERIMIENTOS OBLIGATORIOS	
Materia de evaluación	**Indicador**
Iluminación	Factor Luz Día
	Iluminancia útil
Aire	Superficie ventana practicable
	Renovaciones de aire hora
Aislamiento	Aislamiento acústico de fachada
Envolvente	Transmitancia Térmica
	Factor Solar Modificado
Sellos	Especificación apropiada de sellos
Agua	% de disminución de la evapotranspiración
Ventilación	Caudal mínimo de ventilación
Aire	Eficiencia promedio de filtraje
Calefacción	Sistemas de calefacción utilizados
Iluminación	Iluminancia mínima
	Uniformidad media
	Deslumbramiento de las luminarias
	Rendimiento cromático de las fuentes lumínicas
Diseño	Condiciones de diseño del proyecto de climatización
Aislamiento	Espesor aislación térmica de cañerías y conductos
Agua	Disminución del consumo de agua potable
Agua	Disminución del consumo de agua para riego
Residuos	Separación, control y reciclaje de residuos
REQUERIMIENTOS VOLUNTARIOS	
Materia de evaluación	**Indicador**
Aire	% Reducción de horas de disconfort
Iluminación	Factor Luz Día
	Iluminancia Útil
	Autonomía de iluminación
	Probabilidad de Deslumbramiento
Visual	% de áreas con acceso visual al exterior
Ventilación	Metodología de cálculo y porcentaje de áreas con ventilación natural
Aire	Cumplimiento de requisito en materiales
Aire	% Reducción de la concentración ponderada de COV
Aislamiento	Aislamiento acústico entre recintos y Nivel de Presión Sonora de Impacto Normalizado
Acondicionamiento acústico	Tiempo de reverberación
	Inteligibilidad de la palabra
	Material absorbente

Materia de evaluación	Indicador
Iluminación	Demanda anual de energía en climatización e iluminación
	Transmitancia Térmica
	Factor Solar Modificado
Envolvente	Transmitancia térmica de pisos en contacto con el terreno
	Infiltración de aire por la envolvente
	Permeabilidad al aire de las carpinterías de ventana
Energía	Cantidad de categorías de materiales estructurales del edificio en que se declara la información de energía incorporada
Energía	% superficie de los elementos estructurales que se mantienen
Agua	% de disminución de la evapotranspiración
	Cantidad de categorías de materiales estructurales del edificio en que se declara la información de agua incorporada
	Porcentaje de la superficie de los elementos estructurales que se mantienen
Residuos	Posee equipamiento para el manejo de residuos durante la operación del edificio
Ventilación	% de aumento del caudal de ventilación
Ventilación	Eficiencia promedio de filtraje
Aire	Sistema de monitoreo de concentración de CO2
Acústica	Valores máximos de nivel sonoro
Iluminación	Iluminancia mínima
	Índice de Deslumbramiento ≤ 19 o 22
	Rendimiento cromático >80
	Uniformidad media ≥ 0.5
Climatización	Cantidad y distribución de los controles del sistema de climatización
Energía	% de reducción del consumo anual de energía de todo el edificio
Iluminación	Reducción en la Potencia instalada proyecto de iluminación
Tecnología	Tipo de sistemas de control
Energía	Cobertura de la Potencia requerida
Climatización	Rendimiento nominal sistema climatización
Energía	% reducción del consumo estimado de energía de equipos y artefactos de oficina
Energía	Cobertura de la demanda de energía primaria del edificio
Agua	Disminución del consumo de agua potable
	Tratamiento para remoción de la dureza del agua
	Disminución del consumo de agua para riego
Residuos	Separación, control y reciclaje de residuos
Gestión	Actas de reuniones / Informe
Gestión	Obtención del Sello y Revisión anual

Calificaciones energéticas de viviendas en Chile (MINVU)	
Materia de evaluación	**Indicador**
Energía	% de ahorro
	Demanda total
	Requerimiento energético/Demanda total
	Nivel de eficiencia energética

Por último, para complementar la información anterior, en los “ANEXOS” se presentan tablas con los factores y fórmulas de cálculo correspondientes a estos indicadores.

3 METODOLOGÍA

3.1 Introducción

Dentro de este capítulo se describe en detalle la metodología utilizada para la presente investigación, que tiene como objetivo principal crear una propuesta de indicadores de circularidad para la edificación en Chile, que permitan evaluar objetivamente el cumplimiento de los objetivos medioambientales del proyecto.

El primer paso para llevar a cabo la investigación fue el planteamiento del problema de investigación que se expone en la sección 1.2, y que corresponde a la siguiente pregunta:

¿Qué indicadores de circularidad en la construcción de edificaciones a nivel internacional serían aplicables a las edificaciones en Chile?

Luego, para responder a esta pregunta se proponen tres objetivos específicos en la sección 1.4, que acompañan al objetivo principal, estos son:

- Objetivo específico 1: Identificar los indicadores de circularidad que son aplicables a edificios a nivel internacional.
- Objetivo específico 2: Analizar la pertinencia de los distintos indicadores de circularidad aplicables a los edificios a nivel nacional.
- Objetivo específico 3: Desarrollar una propuesta de indicadores de circularidad aplicables a los edificios en Chile.

3.2 Justificación de la metodología

En base a los objetivos se aborda un tipo de investigación de carácter exploratoria y descriptiva según su nivel de profundización, ya que en primera instancia se pretende explorar en la literatura existente, posteriormente realizar un análisis de los datos recopilados, para finalmente crear una propuesta. Además, según el tipo de datos empleados la investigación es de tipo cualitativa, según las fuentes de datos es de tipo documental y según su propósito es aplicada, ya que se espera que la propuesta pueda ser aplicada a futuro.

La revisión de la literatura es un elemento central de la investigación, ya que aporta tanto a la base conceptual como a los datos necesarios para el análisis que permiten el desarrollo de la propuesta de la tesis. A partir de la revisión bibliográfica se ha podido configurar el marco teórico general.

Como se describe en la sección 2.2 los indicadores forman una parte importante de las métricas, por lo tanto, para poder dar con estos indicadores y conocer la forma en la que operan y cuáles son sus objetivos de medición, nos concentramos en la búsqueda de métricas que contarán con indicadores de estas características, para posteriormente analizarlos y evaluarlos respecto a nuestros objetivos.

3.3 Fuentes de datos y Unidad de análisis

Para cumplir con el objetivo de la siguiente investigación se utilizarán fuentes de datos primarios y secundarios. Primeramente, se procederá a hacer la revisión de la literatura relacionada al objetivo específico número 1. Los datos obtenidos de esta revisión constituyen a los datos secundarios. Esta revisión se llevó a cabo en el capítulo 2 del presente informe.

La unidad de análisis corresponde a los indicadores de economía circular aplicables a la construcción de edificios a nivel internacional. Estos indicadores tienen origen en métricas para la economía circular. Es por lo que las fuentes de datos primarios corresponden a las métricas internacionales de circularidad y los indicadores obtenidos de dichas fuentes corresponden a los datos secundarios.

La cantidad de métricas seleccionadas para esta investigación suman un total de diez, de estas ocho son sistemas de medición internacionales y dos nacionales. El requisito excluyente de estás métricas corresponde al contenido de indicadores aplicables a la construcción de edificios, por lo tanto, se considerarán solo aquellas que cumplan con esta característica.

3.4 Procedimiento para la recopilación de datos

La recopilación de datos se realizó a través de la búsqueda de métricas de circularidad que entregarán información respecto de indicadores de economía circular aplicables a edificios, a través de las bases WoS, Scielo y Scopus. Utilizando palabras claves como: métricas de circularidad, indicadores de circularidad, economía circular, entre otras relacionadas a los objetivos de la investigación, para evaluar su pertinencia al marco teórico.

A partir de estás métricas, el siguiente paso fue analizar en profundidad cada una de ellas para rescatar los indicadores que cumpliesen con el objetivo de este estudio, es decir, indicadores aplicables al sector de la edificación.

3.5 Análisis de datos

El análisis de datos que se utiliza para esta investigación corresponde a un análisis de tipo comparativo. El primer análisis se realiza con respecto a los indicadores recopilados y su pertinencia en la aplicación a edificaciones. Luego, se hace un análisis comparativo entre las métricas internacionales, con el objetivo de encontrar similitudes y diferencias entre sus indicadores, y de la misma forma con las métricas nacionales. Y, por último, el análisis final, se realiza al comparar el conjunto de indicadores aplicables a la edificación del ámbito internacional versus el nacional, con el objetivo de evaluar cuales son los indicadores internacionales que ya se aplican actualmente en el ámbito nacional y cuales no, y en base a estos últimos crear la propuesta que responde a nuestro problema de investigación.

4 ANÁLISIS DE DATOS

4.1 Introducción

En este capítulo se presentará el análisis de los datos recopilados en la sección 2 tanto del contexto internacional como del contexto nacional. El análisis se basa en la búsqueda de indicadores del contexto internacional que sean aplicables a las edificaciones en Chile dentro de las métricas circulares de la literatura internacional, para ello se analizarán las similitudes y diferencias que existen en ambos contextos, para finalizar con un análisis comparativo que nos permita conocer que indicadores internacionales no se aplican actualmente en la realidad chilena y por sus características si pudiesen implementarse.

4.2 Análisis contexto internacional

En la recopilación de datos del contexto internacional identificamos ocho métricas de evaluación que contienen indicadores que evalúan la economía circular que podrían ser aplicables en el sector de la edificación, estas son:

1. CTI (WBSCD)
2. Indicadores para medir la circularidad en el sector de la edificación (GBCe)
3. Circulytics (Fundación Ellen MacArthur)
4. CIRCelligence (BCG)
5. Circle Assessment (Circle Economy)
6. GRI 306: Waste 2020 (GSSB)
7. BIC (ReAcción Latam)
8. Certificación Cradle to Cradle (MBDC)

Los indicadores contenidos en estas ocho métricas se exponen en la *Tabla 1*. del presente informe. El primer análisis que se realizará con este conjunto de datos será de acuerdo con sus objetivos, tipos de indicador y fase en las que son útiles en la transición a la economía circular.

Tabla 13. Objetivos de las métricas internacionales

Ítem	Métrica	Objetivo
1	CTI	Evaluar el rendimiento circular de una empresa e identificar riesgos y oportunidades para determinar prioridades y objetivos circulares.
2	Indicadores de circularidad para la edificación	Evaluar los impactos medioambientales y consumo de recursos de un producto o servicio en todas sus etapas como medida de seguimiento hacia la economía circular en la edificación.
3	Circulytics	Evaluar el rendimiento circular de una empresa y entregar información para la toma de decisiones y guiar estrategias de economía circular.
4	CIRCelligence	Evaluar la circularidad actual de una empresa y proporcionar recomendaciones que permita integrar la economía circular en su estrategia empresarial para aumentar la circularidad.
5	Circle Assessment	Evaluar a una empresa en cuanto a su nivel de conocimiento en economía circular y educar sobre posibles oportunidades de circularidad en la empresa, generando conciencia dentro de la organización.
6	GRI 306: Waste 2020	Promover la elaboración de informes se sostenibilidad, donde una empresa declare sobre los residuos generados, la gestión y sus impactos.
7	BIC	Monitorear la generación total y el tipo de residuos en tiempo real a través de IoT.
8	Cradle to Cradle	Norma para diseñar, fabricar y certificar productos para la economía circular.

De acuerdo con la información de la *Tabla 13.* podemos notar que las métricas 1, 3, 4 y 5 se centran en evaluar la circularidad actual de la empresa y en encontrar e informar las oportunidades y/o estrategias de mejora para mejorar su circularidad en base a la información entregada. Por otra parte, las métricas 2 y 5, se concentran en el monitoreo de factores influyentes en la economía circular, la primera en la evaluación de los impactos medioambientales y el consumo de recursos de las edificaciones y la segunda de los residuos generados aplicable a cualquier tipo de empresa. Por último, las métricas 6 y 8 corresponden a normativas, es decir, contienen un conjunto de regulaciones que la empresa debe seguir para cumplir sus requisitos.

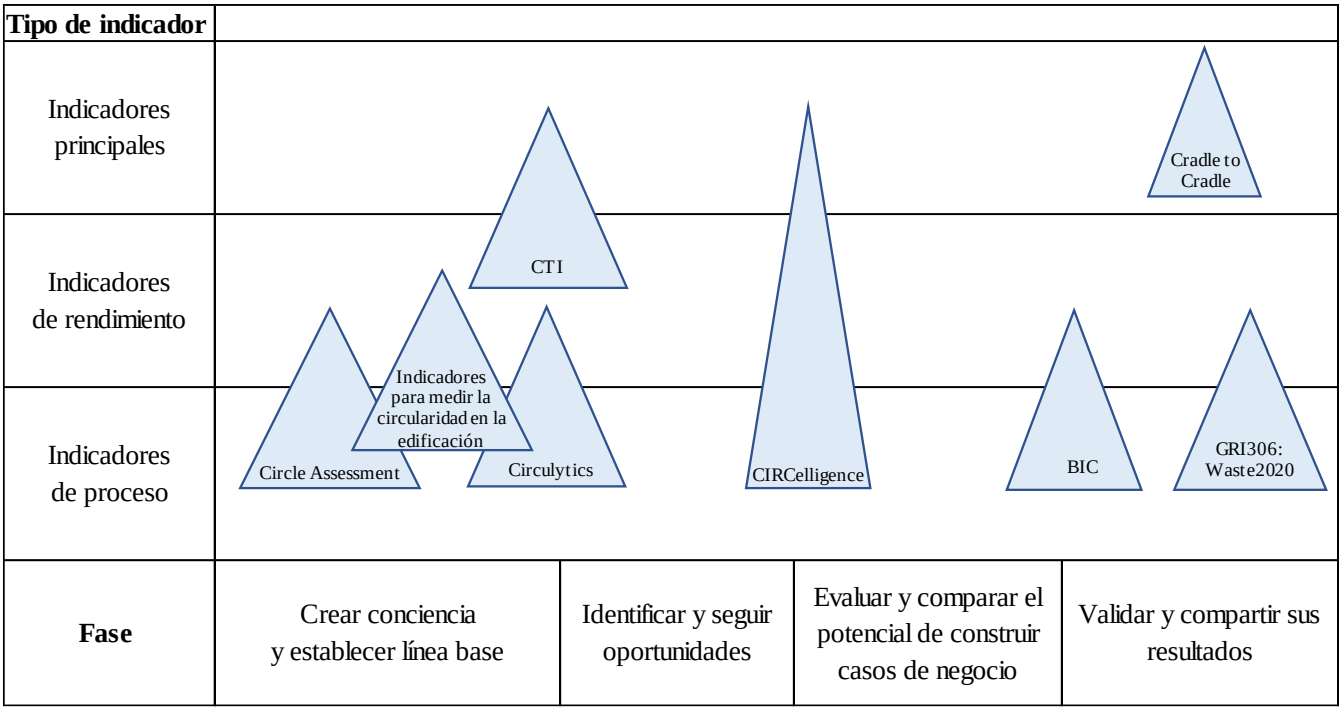


Gráfico 1. Clasificación de métricas del contexto internacional según tipos de indicador y fase de uso

En el *Gráfico 1.* se puede apreciar los tipos de indicadores que contienen las métricas internacionales y en qué paso de la transición hacia la economía circular son útiles.

En segundo lugar, de los indicadores recopilados dentro de estás ocho métricas que se puede observar en la *Tabla 9.* que se encuentra en el capítulo 2 del presente informe, se analiza su pertinencia de aplicación al sector de la edificación.

Tabla 14. Análisis de Indicadores del contexto internacional aplicables a la edificación

Métrica	**Indicadores de transición circular (WBSCD)**			
Tema	**Indicador**	**¿Es aplicable a las edificaciones?**		**¿Por qué?**
		Sí	**No**	
Cerrar el Ciclo	% de entrada circular	X		
	% de salida circular	X		
	% potencial de recuperación		X	*
	% de recuperación real		X	*
	% de energía renovable	X		
Optimizar el Ciclo	% de materiales críticos		X	**
	% de recuperación		X	*
Valorar el Ciclo	Productividad circular		X	**
Métrica	**Indicadores para medir la circularidad en el sector de la edificación (GBCe)**			
Tema	**Indicador**	**¿Es aplicable a las edificaciones?**		**¿Por qué?**
		Sí	**No**	
Corto plazo	Huella de carbono de los edificios	X		
	Demanda energética en edificios en uso	X		
	Consumo de energía primaria sobre la fase de uso	X		
	Consumo de energía primaria sobre el ciclo de vida completo	X		
	Consumo energético real en el parque edificado por habitante y PIB	X		
	Consumo de agua	X		
	Uso de Agua Gris / Lluvia	X		
	Recolección de agua de escorrentía en el área alrededor del edificio	X		
	Sistema de monitoreo del consumo	X		
	Reducir el consumo del agua (en construcción y en fase de uso)	X		
	Huella hídrica	X		
	Consumo de agua por hogar	X		
	Consumo de materiales de construcción	X		
	Generación de residuos de construcción y demolición	X		
	Número de productos con ACV	X		
	Tasa de rehabilitación o reforma	X		
	Tasa de demolición previa a nueva planta	X		
	Tasa de inversión en rehabilitación	X		
Largo plazo	Volumen de negocio del sector de mantenimiento de edificios		X	*

Tema	Indicador	Sí	No	¿Por qué?
Largo plazo	Intensidad de uso de los edificios públicos		X	*
	Volumen de negocio de los productos de construcción reciclados / RCD reciclados		X	*
Métrica	**Circulytics (Fundación Ellen MacArthur)**			
Tema	**Indicador**	**¿Es aplicable a las edificaciones?**		**¿Por qué?**
		Sí	**No**	
Estrategia y planificación	Importancia de la EC		X	**
	Riesgos y oportunidades de la EC y Riesgos de la EL	X		
	Objetivo de volverse más circular		X	***
	Objetivos de Economía Circular	X		
	Estrategia y objetivos medibles de EC	X		
	Plan de implementación de EC	X		
Innovación	Proyectos de innovación	X		
Personas y Competencias	Estrategia y planes de implementación de la EC	X		
	Formación en EC		X	**
	Rol dedicado a la EC		X	**
Operaciones	Sistemas informáticos y digitales	X		
	Configuración de procesos	X		
	Activos de PPE		X	
Compromiso externo	Proveedores	X		
	Clientes	X		
	Encargados de formular políticas		X	
	Inversores o financistas externos	X		
	Membresía o participación de iniciativas relacionadas con la EC		X	
Productos y Materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico (masa entrada y salida)	X		
	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico (masa entrada y salida)	X		
	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico (clasificación según origen)	X		
	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico (clasificación según origen)	X		
	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico (residuos que no recirculan)	X		
	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico (residuos que no recirculan)	X		
	Productos diseñados según principios de la EC	X		

Tema	Indicador	Sí	No	¿Por qué?
Productos y Materiales	Productos diseñados para que sus clientes mejoren el rendimiento de la EC	X		
	Contenido de Sustancias Restringidas en sus salidas de material		X	***
	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico que recirculan	X		
	Ciclos de reutilización/renovación	X		
Servicios	% de ingreso por servicios circulares		X	**
	Impactos positivos de los principios de la EC		X	**
Activos de PPE	Propios o de alquiler	X		
	Adquiridos con enfoques de la adquisición circular	X		
Agua	Flujo		X	***
	Entrada	X		
	Salida	X		
	Fuente de la demanda	X		
	Objetivos SMART		X	**
	Extracción de sustancias		X	**
	Recursos extraídos que recirculan después		X	**
	Uso operaciones que sale de su infraestructura	X		
Energía	Energía total operaciones	X		
	Energía proveniente de fuentes renovables	X		
	Producción de energía	X		
	Energía que produce proveniente de fuentes renovables de energía	X		
Finanzas	Tamaño total al final del último año fiscal		X	**
	% que evalúa positivamente su postura en relación a la EC		X	**
	Monto destinado a financiar la EC		X	*
Métrica	**CIRCelligence (BCG)**			
Tema	**Indicador**	**¿Es aplicable a las edificaciones?**		**¿Por qué?**
		Sí	**No**	
Indicador general	% de circularidad	X		
Indicadores de rendimiento	% circularidad de la entrada	X		
	% circularidad del diseño del producto	X		
	% circularidad de producción y venta	X		
	% circularidad del modelo de negocio y usos	X		

Tema	Indicador	Sí	No	¿Por qué?
Indicadores de rendimiento	% circularidad del fin de vida	X		
	Evaluación cualitativa	X		
Indicadores de proceso	Implementación de negocios		X	**
	Colaboración y Ecosistemas		X	**
Métrica	**Circle Assessment (Circle Economy)**			
Tema	**Indicador**	**¿Es aplicable a las edificaciones?**		**¿Por qué?**
		Sí	**No**	
Elementos centrales de la economía circular	Priorizar los recursos regenerativos	X		
	Preservar y ampliar la vida útil	X		
	Utilizar los residuos como recurso	X		
Áreas de mejora estratégica	Diseño para el futuro	X		
	Repensar el modelo de negocio		X	**
	Incorporar tecnología digital	X		
	Colaborar para crear valor conjunto	X		
	Fortalecer y avanzar en el conocimiento	X		
Métrica	**GRI306: Waste 2020(GSSB)**			
Tema	**Indicador**	**¿Es aplicable a las edificaciones?**		**¿Por qué?**
		Sí	**No**	
Información sobre la gestión de temas	Generación de residuos e impactos significativos	X		
	Gestión de impactos significativos relacionados con los residuos	X		
Divulgación de temas	Residuos generados	X		
	Residuos desviados de la eliminación	X		
	Residuos dirigidos a la eliminación	X		
Métrica	**Balanza Inteligente para la Circularidad (ReAcción)**			
Tema	**Indicador**	**¿Es aplicable a las edificaciones?**		**¿Por qué?**
		Sí	**No**	
Indicadores directos	Cantidad de cada fracción de residuos generados	X		
Indicadores indirectos	Materiales recuperados		X	***
	Etapas y horarios claves para planificación		X	***
	Consumos evitables		X	***
	Eficiencia en gestión		X	***
	Reducción de viajes		X	***
	Relleno evitado		X	***
	Recursos naturales evitados		X	***
	Residuos generados x m² construido		X	***

Tema	Indicador	Sí	No	¿Por qué?
Indicadores indirectos	Materiales reciclados		X	***
	Materiales reincorporados		X	***
	Cantidad de residuos respecto al PIB		X	***
	Disminución disposición inadecuada/ Contaminación de cuentas		X	***
	Personas capacitadas		X	***
	Alianzas/Gestores /Autoridades		X	***
	Emprendimientos circulares impactados		X	***
	Personas comprometidas		X	***
Métrica	**Certificación Cradle to Cradle (MBDC)**			
Tema	**Indicador**	**¿Es aplicable a las edificaciones?**		**¿Por qué?**
		Sí	**No**	
Salud del material	Lista de sustancias restringidas		X	****
	Órganos halógenos		X	****
	Inventario de materiales y productos químicos	X		
	Evaluación de productos químicos y materiales		X	****
	Estrategia de optimización de la salud de los materiales		X	****
	Uso de materiales optimizados	X		
	Compuestos orgánicos volátiles (COV)		X	****
	Optimización de la química en la cadena de suministro		X	****
Requisitos de circularidad de los productos	Educación sobre la circularidad		X	**
	Definición de los ciclos técnicos y/o biológicos del producto	X		
	Preparación para el ciclismo activo	X		
	Aumento de la demanda: Incorporación de contenidos cíclicos y/o renovables	X		
	Compatibilidad de los materiales para los ciclos técnicos y/o biológicos	X		
	Datos de Circularidad e Instrucciones de Ciclado	X		
	Oportunidades de diseño circular e innovación	X		
	Producto diseñado para el desmontaje	X		
	Ciclado activo	X		
Requisitos de protección del aire y el clima	Emisiones a la atmósfera	X		
	Electricidad y emisiones de gases de efecto invernadero	X		
	Protección del aire y del clima	X		

Tema	Indicador	Sí	No	¿Por qué?
Requisitos de protección del aire y el clima	Uso de electricidad renovable y tratamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero	X		
	Eficiencia energética del producto	X		
	Transparencia	X		
	Uso de agentes espumantes con bajo o nulo potencial de calentamiento global	X		
	Abordar las emisiones de gases de efecto invernadero incorporadas	X		
Requisitos para la gestión del agua y el suelo	Problemas relacionados con el agua y el suelo		X	**
	Calidad de los efluentes	X		
	Uso de agua	X		
	Suministro de agua potable, saneamiento e higiene	X		
	Estrategia de gestión del agua y el suelo	X		
	Conservación del agua y del suelo	X		
	Sustancias químicas en los efluentes y los lodos	X		
	Transparencia	X		
	Proyecto de impacto positivo	X		
	Optimización de la calidad de los efluentes y los lodos en las instalaciones	X		
Requisitos de equidad social	Evaluación de riesgos y oportunidades	X		
	Política de derechos humanos		X	****
	Controlar y verificar el rendimiento	X		
	Estrategia para la aplicación de la política		X	****
	Demostrar el compromiso	X		
	Sistemas de gestión	X		
	Mecanismos de reclamo		X	**
	Proyecto de impacto positivo		X	
	Transparencia y participación	X		
	Colaboración en problemas sociales	X		

* Falta de datos para el uso del indicador en la edificación

** No se considera relevante en cuanto a la medición de le EC en la construcción de edificios

*** El indicador es producto de un indicador global

**** Se evalúa en otra etapa de la cadena de valor asociada a la construcción de edificios

Tabla 15. Resumen de Indicadores del contexto internacional aplicables a la edificación

Métrica	Tema	Indicador	Materia de evaluación
CTI	Cerrar el Ciclo	% de entrada circular	Entrada de materiales
		% de salida circular	Salida de materiales
		% de energía renovable	Energía
Indicadores para medir la circularidad en el sector de la edificación	A corto plazo	Huella de carbono de los edificios	Emisiones
		Demanda energética en edificios en uso	Energía
		Consumo de energía primaria sobre la fase de uso	Energía
		Consumo de energía primaria sobre el ciclo de vida completo	Energía
		Consumo energético real en el parque edificado por habitante y PIB	Energía
		Consumo de agua	Agua
		Uso de Agua Gris / Lluvia	Agua
		Recolección de agua de escorrentía en el área alrededor del edificio	Agua
		Sistema de monitoreo del consumo	Agua
		Reducir el consumo del agua (en construcción y en fase de uso)	Agua
		Huella hídrica	Agua
		Consumo de agua por hogar	Agua
		Consumo de materiales de construcción	Entrada de materiales
		Generación de residuos de construcción y demolición	Residuos
		Número de productos con ACV	ACV
		Tasa de rehabilitación o reforma	Rehabilitación
		Tasa de demolición previa a nueva planta	Rehabilitación
		Tasa de inversión en rehabilitación	Rehabilitación
Circulytics	Estrategia y planificación	Riesgos y oportunidades de la EC y Riesgos de la EL	Estrategias
		Objetivos de Economía Circular	Objetivos
		Estrategia y objetivos medibles de EC	Estrategia y objetivos
		Plan de implementación de EC	Plan de implementación
	Innovación	Proyectos de innovación	Innovación
	Personas y competencias	Estrategia y planes de implementación de la EC	Estrategias
	Operaciones	Sistemas informáticos y digitales	Tecnología
		Configuración de procesos	Procesos
	Compromiso externo	Proveedores	Proveedores
		Clientes	Clientes
		Inversores o financistas externos	Inversionistas

Métrica	Tema	Indicador	Materia de evaluación
Circulytics	Productos y Materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico (masa entrada y salida)	Entrada de materiales Salida de materiales
		Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico (masa entrada y salida)	Entrada de materiales Salida de materiales
		Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico (clasificación según origen)	Entrada de materiales
		Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico (clasificación según origen)	Entrada de materiales
		Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico (residuos que no recirculan)	Salida de materiales
		Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico (residuos que no recirculan)	Salida de materiales
		Productos diseñados según principios de la EC	Diseño
		Productos diseñados para que sus clientes mejoren el rendimiento de la EC	Diseño
		Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico que recirculan	Recuperación Salida de Materiales
		Ciclos de reutilización/renovación	Recuperación Salida de Materiales
	Activos de PPE	Propios o de alquiler	Activos de PPE
		Adquiridos con enfoques de la adquisición circular	Activos de PPE
	Agua	Entrada	Agua
		Salida	Agua
		Fuente de la demanda	Agua
		Uso operaciones que sale de su infraestructura	Agua
	Energía	Energía total operaciones	Energía
		Energía proveniente de fuentes renovables	Energía
		Producción de energía	Energía
		Energía que produce proveniente de fuentes renovables de energía	Energía
CIRCelligence	Indicador general	% de circularidad	Global
	Indicadores de rendimiento	% circularidad de la entrada	Entrada de materiales
		% circularidad del diseño del producto	Diseño
		% circularidad de producción y venta	Producción y venta
		% circularidad del modelo de negocio y usos	Negocios
		% circularidad del fin de vida	Salida de materiales
		Evaluación cualitativa	Global
Circle Assessment	Elementos centrales de la economía circular	Priorizar los recursos regenerativos	Entrada de materiales
		Preservar y ampliar la vida útil	Mantenimiento
		Utilizar los residuos como recurso	Residuos

Métrica	Tema	Indicador	Materia de evaluación
Circle Assessment	Mejora estratégica	Diseño para el futuro	Diseño
		Incorporar tecnología digital	Tecnología
		Colaborar para crear valor conjunto	Colaboración
		Fortalecer y avanzar en el conocimiento	Formación
GRI306 Waste 2020	Información sobre la gestión de temas	Generación de residuos e impactos significativos	Residuos
		Gestión de impactos significativos relacionados con los residuos	Residuos
	Divulgación de temas	Residuos generados	Residuos
		Residuos desviados de la eliminación	Residuos
		Residuos dirigidos a la eliminación	Residuos
BIC	Indicador directo	Cantidad de cada fracción de residuos generados	Residuos
Cradle to Cradle	Salud del Material	Inventario de materiales y productos químicos	Entrada de materiales
		Uso de materiales optimizados	Entrada de materiales
	Requisitos de circularidad	Definición de los ciclos técnicos y/o biológicos del producto	Estrategias
		Preparación para el ciclismo activo	Recuperación
		Aumento de la demanda: Incorporación de contenidos cíclicos y/o renovables	Entrada de materiales
		Compatibilidad de los materiales para los ciclos técnicos y/o biológicos	Entrada de materiales
		Datos de Circularidad e Instrucciones de Ciclado	Salida de materiales
		Oportunidades de diseño circular e innovación	Diseño Innovación
		Producto diseñado para el desmontaje	Diseño
		Ciclado activo	Recuperación
	Requisitos de protección del aire y el clima	Emisiones a la atmósfera	Emisiones
		Electricidad y emisiones de gases de efecto invernadero	Energía Emisiones
		Protección del aire y del clima	Aire y clima
		Uso de electricidad renovable y tratamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero	Energía Emisiones
		Eficiencia energética del producto	Energía
		Transparencia	Emisiones
		Uso de agentes espumantes con bajo o nulo potencial de calentamiento global	Emisiones
		Abordar las emisiones de gases de efecto invernadero incorporadas	Emisiones

Métrica	Tema	Indicador	Materia de evaluación
Cradle to Cradle	Requisitos para la gestión del agua y el suelo	Calidad de los efluentes	Agua y suelo
		Uso de agua	Agua
		Suministro de agua potable, saneamiento e higiene	Agua
		Estrategia de gestión del agua y el suelo	Agua y suelo
		Conservación del agua y del suelo	Agua y suelo
		Sustancias químicas en los efluentes y los lodos	Agua y suelo
		Transparencia	Agua
		Proyecto de impacto positivo	Agua
		Optimización de la calidad de los efluentes y los lodos en las instalaciones	Agua y suelo
	Requisitos de equidad social	Evaluación de riesgos y oportunidades	Estrategias
		Controlar y verificar el rendimiento	Rendimiento
		Demostrar el compromiso	Compromiso
		Sistemas de gestión	Gestión

Para ejecutar este filtro de indicadores se consideran todas las fases presentes en un proyecto de edificación, y se analizó cuáles de ellos pudieses ser útiles para la medición de las características circulares de ciertas etapas que ayuden al objetivo de convertir la industria en un modelo más circular de trabajo. Es por esto, que los indicadores expuestos en la *Tabla 15.* serán los que pasarán al siguiente análisis, para analizar sus semejanzas y diferencias.

4.2.1 Semejanzas en los indicadores del contexto internacional aplicables a edificaciones

A continuación, de los indicadores que se exponen en la *Tabla 15.* se realizará el análisis de sus semejanzas, es decir, que indicadores tienen una medición en común, para esto los indicadores se agruparán según materia de evaluación independiente de la métrica a la que pertenezcan.

Tabla 16. Indicadores del contexto internacional aplicables a la edificación según materia de evaluación

Indicadores que evalúan la "entrada de materiales"	
Métrica	**Indicador**
CTI	% de entrada circular
GBCe	Consumo de materiales de construcción
Circulytics	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico
	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico
CIRCelligence	% circularidad de la "entrada"
Circle Assessment	Priorizar los recursos regenerativos
Cradle to Cradle	Inventario de materiales y productos químicos
	Uso de materiales optimizados
	Aumento de la demanda: Incorporación de contenidos cíclicos y/o renovables
	Compatibilidad de los materiales para los ciclos técnicos y/o biológicos
Indicadores que evalúan la "salida de materiales"	
Métrica	**Indicador**
CTI	% de salida circular
Circulytics	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico
	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico
	Contenido de Sustancias Restringidas en sus salidas de material
	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico que recirculan
	Ciclos de reutilización/renovación
CIRCelligence	% circularidad del "fin de vida "
Cradle to Cradle	Datos de Circularidad e Instrucciones de Ciclado
Indicadores que evalúan la "energía"	
Métrica	**Indicador**
CTI	% de energía renovable
GBCe	Demanda energética en edificios en uso
	Consumo de energía primaria sobre la fase de uso
	Consumo energético real en el parque edificado por habitante y PIB
Circulytics	Energía total operaciones
	Energía proveniente de fuentes renovables
	Producción de energía
	Energía que produce proveniente de fuentes renovables de energía
Cradle to Cradle	Electricidad y emisiones de gases de efecto invernadero
	Uso de electricidad renovable y tratamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero
	Eficiencia energética del producto

Indicadores que evalúan el "agua"	
Métrica	**Indicador**
GBCe	Consumo de agua
	Uso de Agua Gris / Lluvia
	Recolección de agua de escorrentía en el área alrededor del edificio
	Sistema de monitoreo del consumo
	Reducir el consumo del agua (en construcción y en fase de uso)
	Huella hídrica
	Consumo de agua por hogar
Circulytics	Entrada
	Salida
	Fuente de la demanda
	Uso operaciones que sale de su infraestructura
Cradle to Cradle	Calidad de los efluentes
	Uso de agua
	Suministro de agua potable, saneamiento e higiene
	Estrategia de gestión del agua y el suelo
	Conservación del agua y del suelo
	Sustancias químicas en los efluentes y los lodos
	Transparencia
	Proyecto de impacto positivo
	Optimización de la calidad de los efluentes y los lodos en las instalaciones
Indicadores que evalúan los "residuos"	
Métrica	**Indicador**
GBCe	Generación de residuos de construcción y demolición
Circle Assessment	Utilizar los residuos como recurso
GRI 306	Generación de residuos e impactos significativos
	Gestión de impactos significativos relacionados con los residuos
	Residuos generados
	Residuos desviados de la eliminación
	Residuos dirigidos a la eliminación
BIC	Cantidad de cada fracción de residuos generados
Indicadores que evalúan la "recuperación"	
Métrica	**Indicador**
Circulytics	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico que recirculan
	Ciclos de reutilización/renovación
Cradle to Cradle	Preparación para el ciclismo activo
	Aumento de la demanda: Incorporación de contenidos cíclicos y/o renovables
	Ciclado activo

Indicadores que evalúan el "diseño"	
Métrica	**Indicador**
Circulytics	Productos diseñados según principios de la EC
	Productos diseñados para que sus clientes mejoren el rendimiento de la EC
CIRCelligence	% circularidad del "diseño del producto"
Circle Assessment	Diseño para el futuro
Cradle to Cradle	Oportunidades de diseño circular e innovación
	Producto diseñado para el desmontaje
Indicadores que evalúan las "emisiones"	
Métrica	**Indicador**
GBCe	Huella de carbono de los edificios
Cradle to Cradle	Emisiones a la atmósfera
	Electricidad y emisiones de gases de efecto invernadero
	Uso de electricidad renovable y tratamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero
	Transparencia
	Uso de agentes espumantes con bajo o nulo potencial de calentamiento global
	Abordar las emisiones de gases de efecto invernadero incorporadas
Indicadores que evalúan las "estrategias y objetivos "	
Métrica	**Indicador**
Circulytics	Objetivos de Economía Circular
	Riesgos y oportunidades de la EC y Riesgos de la EL
	Estrategia y objetivos medibles de EC
	Estrategia y planes de implementación de la EC
Cradle to Cradle	Definición de los ciclos técnicos y/o biológicos del producto
	Evaluación de riesgos y oportunidades
	Transparencia y participación
Indicadores que evalúan la "tecnología "	
Métrica	**Indicador**
Circulytics	Sistemas informáticos y digitales
Circle Assessment	Incorporar tecnología digital

En la *Tabla 16.* nos encontramos con los indicadores disponibles del contexto internacional capaces de evaluar la economía circular en edificación agrupados según su materia de evaluación, con el fin de observar sus similitudes en cuanto al objetivo de medición.

4.2.2 Análisis de los indicadores del contexto internacional únicos en su medición

De los indicadores expuestos en la *Tabla 15.* existe un grupo que no se presenta en la *Tabla16.* y este corresponde a los indicadores que únicamente se evalúan en una de las ocho métricas del contexto internacional y que por ende no cuentan con similitudes de medición con los otros.

Tabla 17. Indicadores del contexto internacional únicos en su materia de evaluación

Métrica	Indicador	Materia de evaluación
GBCe	Número de productos con ACV	ACV
	Tasa de rehabilitación o reforma	Rehabilitación
	Tasa de demolición previa a nueva planta	Rehabilitación
	Tasa de inversión en rehabilitación	Rehabilitación
Circulytics	Plan de implementación de EC	Plan de implementación
	Proyectos de innovación	Innovación
	Configuración de procesos	Procesos
	Proveedores	Proveedores
	Clientes	Clientes
	Inversores o financistas externos	Inversionistas
	Propios o de alquiler	Activos de PPE
	Adquiridos con enfoques de la adquisición circular	Activos de PPE
CIRCelligence	% de circularidad	Global
	% circularidad de "producción y venta "	Producción y venta
	% circularidad del "modelo de negocio y usos "	Negocios
	Evaluación cualitativa	Global
Circle Assessment	Preservar y ampliar la vida útil	Mantenimiento
	Colaborar para crear valor conjunto	Colaboración
	Fortalecer y avanzar en el conocimiento	Formación
Cradle to Cradle	Protección del aire y del clima	Aire y clima
	Controlar y verificar el rendimiento	Rendimiento
	Demostrar el compromiso	Compromiso
	Sistemas de gestión	Gestión
	Colaboración en problemas sociales	Colaboración
	Fomentar una cultura de equidad social	Compromiso

4.3 Análisis contexto nacional

Los indicadores recopilados en el contexto nacional fueron seleccionados de dos sistemas de evaluación, ambos aplicables a edificación, pero con distinto uso, estos son:

1. Certificación de Edificio Sustentable (CES)
2. Calificación Energética de Viviendas (CEV)

Tabla 18. Objetivos de las métricas del contexto nacional

Ítem	Métrica	Objetivo
1	CES	Medir, calificar y certificar el grado de sustentabilidad ambiental de un edificio de uso público
2	CEV	Evaluar y calificar el desempeño energético de proyectos de vivienda en su etapa de uso

Con respecto a sus objetivos las métricas nacionales, se diferencian básicamente, en que la primera incluye una certificación y su evaluación se basa en el grado de sustentabilidad de un edificio público, en cambio la segunda corresponde a una calificación, que no posee certificación y su evaluación se basa en el desempeño energético de una vivienda.

Debido a que ambas métricas son aplicables exclusivamente a edificaciones del contexto nacional, se considerarán todos en su análisis de semejanzas y diferencias para finalmente ser expuestos en un cuadro comparativo con los indicadores recopilados del contexto internacional aplicables a la edificación.

Tipo de indicador				
Indicadores principales				
Indicadores de rendimiento			CEV	
Indicadores de proceso			CES	
Fase	Crear conciencia y establecer línea base	Identificar y seguir oportunidades	Evaluar y comparar el potencial de construir casos de negocio	Validar y compartir sus resultados

Gráfico 2. Clasificación de las métricas del contexto nacional según tipos de indicador y fase de uso

En cuando a la clasificación de las métricas nacionales, como se indica en el *Gráfico 2.* ambas contienen indicadores de rendimiento, y se utilizan en las últimas dos fases de evaluación, el CES además contiene indicadores de procesos y el CEV por su parte un indicador principal cualitativo.

Los indicadores pertenecientes a estos modelos se ubican en la *Tabla 12.* del presente informe, y corresponde a los que serán utilizados en el siguiente análisis.

4.3.1 Semejanzas en los indicadores del contexto nacional

El primer análisis que se realiza a los indicadores del contexto nacional corresponde a la búsqueda de similitudes en su evaluación en materia de la economía circular. En este sentido, las semejanzas se reducen a la evaluación de la energía, ya que el segundo modelo se compone únicamente de indicadores que evalúan este recurso, por lo que no se encuentran mayores similitudes en otros temas de evaluación.

Por su parte el primer modelo (CES) contiene distintas áreas de evaluación como la CAI, el agua, los residuos y la gestión, factores que no se consideran en el segundo modelo (CEV) por lo que no son comparables en este sentido.

Tabla 19. Indicadores del contexto nacional que evalúan la energía en las edificaciones

Indicadores que evalúan la "energía"	
Métrica	**Indicador**
CEV	% de ahorro
	Demanda total
	Nivel de eficiencia energética
CES	Transmitancia Térmica y FSM
	Especificación apropiada de sellos
	Espesor aislación térmica de cañerías y conductos
	Demanda anual de energía en climatización e iluminación
	Transmitancia Térmica
	Factor Solar Modificado
	Transmitancia térmica de pisos en contacto con el terreno
	Infiltración de aire por la envolvente
	Permeabilidad al aire de las carpinterías de ventana
	Cantidad de categorías de materiales estructurales del edificio en que se declara la información de energía incorporada
	% superficie de los elementos estructurales que se mantienen
	% de reducción del consumo anual de energía de todo el edificio
	Reducción en la Potencia instalada proyecto de iluminación
	Tipo de sistemas de control
	Cobertura de la Potencia requerida
	Rendimiento nominal sistema climatización
	% reducción del consumo estimado de energía de equipos y artefactos de oficina
	Cobertura de la demanda de energía primaria del edificio

4.3.2 Análisis de indicadores según su evaluación

Debido a que en el análisis anterior nos encontramos únicamente con similitudes en cuanto a la evaluación de la energía, a continuación, se presentan los indicadores que no entran en dicha categoría, y que pertenecen solamente al sistema de evaluación CES.

Tabla 20. Indicadores de la Certificación de Edificio Sustentable que no evalúan la energía

Indicadores que evalúan la "CAI"		
Métrica	**Indicador**	**Materia de evaluación**
Obligatorios	Factor Luz Día	Iluminación (Arquitectura)
	Iluminancia útil	
	Superficie ventana practicable	Aire (Arquitectura)
	Renovaciones de aire hora	
	Aislamiento acústico de fachada	Aislamiento (Arquitectura)
	Caudal mínimo de ventilación	Ventilación (Instalaciones)
	Eficiencia promedio de filtraje	Aire (Instalaciones)
	Sistemas de calefacción utilizados	Calefacción (Instalaciones)
	Iluminancia mínima	Iluminación (Instalaciones)
	Uniformidad media	
	Deslumbramiento de las luminarias	
	Rendimiento cromático de las fuentes lumínicas	
	Condiciones de diseño del proyecto de climatización	Diseño (Instalaciones)
Voluntarios	% Reducción de horas de disconfort	Aire (Arquitectura)
	Factor Luz Día	Iluminación (Arquitectura)
	Iluminancia Útil	
	Autonomía de iluminación	
	Probabilidad de Deslumbramiento	
	% de áreas con acceso visual al exterior	Visual (Arquitectura)
	Metodología de cálculo y porcentaje de áreas con ventilación natural	Ventilación (Arquitectura)
	Cumplimiento de requisito en materiales	Aire (Arquitectura)
	% Reducción de la concentración ponderada de COV	Aire (Arquitectura)
	Aislamiento acústico entre recintos y Nivel de Presión Sonora de Impacto Normalizado	Aislamiento (Arquitectura)
	Tiempo de reverberación	Acondicionamiento acústico (Arquitectura)
	Inteligibilidad de la palabra	
	Material absorbente	
	% de aumento del caudal de ventilación	Ventilación (Instalaciones)
	Eficiencia promedio de filtraje	Ventilación (Instalaciones)
	Sistema de monitoreo de concentración de CO2	Aire (Instalaciones)
	Valores máximos de nivel sonoro	Acústica (Instalaciones)
	Iluminancia mínima	Iluminación (Instalaciones)
	Índice de Deslumbramiento ≤ 19 o 22	
	Rendimiento cromático >80	
	Uniformidad media ≥ 0.5	
	Cantidad y distribución de los controles del sistema de climatización	Climatización (Instalaciones)

Indicadores que evalúan el "Agua"		
Métrica	**Indicador**	**Materia de evaluación**
Obligatorios	% de disminución de la evapotranspiración	Agua (Arquitectura)
	Disminución del consumo de agua potable	Agua (Instalaciones)
	Disminución del consumo de agua para riego	Agua (Instalaciones)
Voluntarios	% de disminución de la evapotranspiración	Agua (Arquitectura)
	Cantidad de categorías de materiales estructurales del edificio en que se declara la información de agua incorporada	Agua (Arquitectura)
	Porcentaje de la superficie de los elementos estructurales que se mantienen	Agua (Arquitectura)
	Disminución del consumo de agua potable	Agua (Instalaciones)
	Tratamiento para remoción de la dureza del agua	Agua (Instalaciones)
	Disminución del consumo de agua para riego	Agua (Instalaciones)
Indicadores que evalúan los "residuos"		
Métrica	**Indicador**	**Materia de evaluación**
Obligatorio	Separación, control y reciclaje de residuos	Residuos (Construcción)
Voluntarios	Posee equipamiento para el manejo de residuos durante la operación del edificio	Residuos (Arquitectura)
	Separación, control y reciclaje de residuos	Residuos (Construcción)
Indicadores que evalúan la "gestión"		
Métrica	**Indicador**	**Materia de evaluación**
Voluntarios	Actas de reuniones / Informe	Gestión
	Obtención del Sello y Revisión anual	Gestión

4.4 Análisis comparativo

Para finalizar esta sección de análisis, se realiza el análisis comparativo de los indicadores del contexto internacional aplicables a la edificación (*Tabla 15.*) con los indicadores del contexto nacional (*Tabla 12.*). Con el fin de encontrar que indicadores que se utilizan internacionalmente para medir la economía circular y que son aplicables a las edificaciones pudiesen ser aplicables con ese mismo objetivo a la construcción de edificios en Chile.

Tabla 21. Análisis comparativo de los indicadores del contexto internacional y nacional

Métrica	Tema	Indicador	¿Se aplica en Chile?	
			Sí	No
CTI	Cerrar el Ciclo	% de entrada circular		X
		% de salida circular		X
		% de energía renovable	X	
GBCe	A corto plazo	Huella de carbono de los edificios		X
		Demanda energética en edificios en uso	X	
		Consumo de energía primaria sobre la fase de uso	X	
		Consumo de energía primaria sobre el ciclo de vida completo		X
		Consumo energético real en el parque edificado por habitante y PIB		X
		Consumo de agua	X	
		Uso de Agua Gris / Lluvia		X
		Recolección de agua de escorrentía en el área alrededor del edificio		X
		Sistema de monitoreo del consumo		X
		Reducir el consumo del agua (en construcción y en fase de uso)	X	
		Huella hídrica		X
		Consumo de agua por hogar	X	
		Consumo de materiales de construcción		X
		Generación de residuos de construcción y demolición	X	
		Número de productos con ACV		X
		Tasa de rehabilitación o reforma		X
		Tasa de demolición previa a nueva planta		X
		Tasa de inversión en rehabilitación		X
Circulytics	Estrategia y planificación	Riesgos y oportunidades de la EC y Riesgos de la EL		X
		Objetivos de Economía Circular		X
		Estrategia y objetivos medibles de EC		X
		Plan de implementación de EC		X
	Innovación	Proyectos de innovación		X
	Personas y competencias	Estrategia y planes de implementación de la EC		X
	Operaciones	Sistemas informáticos y digitales		X
		Configuración de procesos		X
	Compromiso externo	Proveedores		X
		Clientes		X
		Inversores o financistas externos		X

Métrica	Tema	Indicador	Sí	No
Circulytics	Productos y Materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico (masa entrada y salida)		X
		Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico (masa entrada y salida)		X
		Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico (clasificación según origen)		X
		Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico (clasificación según origen)		X
		Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico (residuos que no recirculan)		X
		Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico (residuos que no recirculan)		X
		Productos diseñados según principios de la EC		X
		Productos diseñados para que sus clientes mejoren el rendimiento de la EC		X
		Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico que recirculan		X
		Ciclos de reutilización/renovación		X
	Activos de PPE	Propios o de alquiler		X
		Adquiridos con enfoques de la adquisición circular		X
	Agua	Entrada	X	
		Salida	X	
		Fuente de la demanda		X
		Uso operaciones que sale de su infraestructura		X
	Energía	Energía total operaciones	X	
		Energía proveniente de fuentes renovables	X	
		Producción de energía	X	
		Energía que produce proveniente de fuentes renovables de energía	X	
CIRCelligence	Indicador general	% de circularidad		X
	Indicadores de rendimiento	% circularidad de la "entrada"		X
		% circularidad del "diseño del producto"		X
		% circularidad de "producción y venta "		X
		% circularidad del "modelo de negocio y usos "		X
		% circularidad del "fin de vida "		X
		Evaluación cualitativa		X
Circle Assessment	Elementos centrales de la economía circular	Priorizar los recursos regenerativos		X
		Preservar y ampliar la vida útil		X
		Utilizar los residuos como recurso		X
	Mejora estratégica	Diseño para el futuro		X
		Incorporar tecnología digital		X
		Colaborar para crear valor conjunto		X
		Fortalecer y avanzar en el conocimiento		X

Métrica	Tema	Indicador	Sí	No
GRI306 Waste 2020	Información sobre la gestión de temas	Generación de residuos e impactos significativos		X
		Gestión de impactos significativos relacionados con los residuos		X
	Divulgación de temas	Residuos generados	X	
		Residuos desviados de la eliminación	X	
		Residuos dirigidos a la eliminación	X	
BIC	Indicador directo	Cantidad de cada fracción de residuos generados		X
Cradle to Cradle	Salud del Material	Inventario de materiales y productos químicos		X
		Uso de materiales optimizados		X
	Requisitos de circularidad	Definición de los ciclos técnicos y/o biológicos del producto		X
		Preparación para el ciclismo activo		X
		Aumento de la demanda: Incorporación de contenidos cíclicos y/o renovables		X
		Compatibilidad de los materiales para los ciclos técnicos y/o biológicos		X
		Datos de Circularidad e Instrucciones de Ciclado		X
		Oportunidades de diseño circular e innovación		X
		Producto diseñado para el desmontaje		X
		Ciclado activo		X
	Requisitos de protección del aire y el clima	Emisiones a la atmósfera		X
		Electricidad y emisiones de gases de efecto invernadero		X
		Protección del aire y del clima		X
		Uso de electricidad renovable y tratamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero		X
		Eficiencia energética del producto	X	
		Transparencia		X
		Uso de agentes espumantes con bajo o nulo potencial de calentamiento global		X
		Abordar las emisiones de gases de efecto invernadero incorporadas		X
	Requisitos para la gestión del agua y el suelo	Calidad de los efluentes		X
		Uso de agua		X
		Suministro de agua potable, saneamiento e higiene	X	
		Estrategia de gestión del agua y el suelo		X
		Conservación del agua y del suelo		X
		Sustancias químicas en los efluentes y los lodos		X
		Transparencia		X
		Proyecto de impacto positivo		X
		Optimización de la calidad de los efluentes y los lodos en las instalaciones		X

Métrica	Tema	Indicador	Sí	No
Cradle to Cradle	Requisitos de equidad social	Evaluación de riesgos y oportunidades		X
		Controlar y verificar el rendimiento		X
		Demostrar el compromiso		X
		Sistemas de gestión		X

A partir de la presente tabla se considera que los indicadores que no se aplican actualmente en el contexto nacional que podrían ser aplicables la industria de la construcción, conforman la propuesta que responde al problema planteado en esta investigación. En la siguiente tabla se presenta el resumen de estos incluyendo su tema y materia de evaluación.

Tabla 22. Propuesta de indicadores de Economía Circular aplicables a la construcción de Edificios en Chile

Tema	Indicador	Materia de evaluación
Cerrar el Ciclo	% de entrada circular	Entrada de materiales
	% de salida circular	Salida de materiales
A corto plazo	Consumo de energía primaria sobre el ciclo de vida completo	Energía
	Consumo energético real en el parque edificado por habitante y PIB	Energía
	Uso de Agua Gris / Lluvia	Agua
	Recolección de agua de escorrentía en el área alrededor del edificio	Agua
	Sistema de monitoreo del consumo	Agua
	Huella hídrica	Agua
	Consumo de materiales de construcción	Entrada de materiales
	Número de productos con ACV	ACV
	Tasa de rehabilitación o reforma	Rehabilitación
	Tasa de demolición previa a nueva planta	Rehabilitación
	Tasa de inversión en rehabilitación	Rehabilitación
Estrategia y planificación	Riesgos y oportunidades de la EC y Riesgos de la EL	Estrategias
	Objetivos de Economía Circular	Objetivos
	Estrategia y objetivos medibles de EC	Estrategia y objetivos
	Plan de implementación de EC	Plan de implementación
Innovación	Proyectos de innovación	Innovación
Personas y competencias	Estrategia y planes de implementación de la EC	Estrategias
Operaciones	Sistemas informáticos y digitales	Tecnología
	Configuración de procesos	Procesos

Tema	Indicador	Materia de evaluación
Compromiso externo	Proveedores	Proveedores
	Clientes	Clientes
	Inversores o financistas externos	Inversionistas
Productos y Materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico (masa entrada y salida)	Entrada de materiales Salida de materiales
	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico (masa entrada y salida)	Entrada de materiales Salida de materiales
	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico (clasificación según origen)	Entrada de materiales
	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico (clasificación según origen)	Entrada de materiales
	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico (residuos que no recirculan)	Salida de materiales
	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico (residuos que no recirculan)	Salida de materiales
	Productos diseñados según principios de la EC	Diseño
	Productos diseñados para que sus clientes mejoren el rendimiento de la EC	Diseño
Productos y Materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico que recirculan	Recuperación Salida de Materiales
	Ciclos de reutilización/renovación	Recuperación Salida de Materiales
Activos de PPE	Propios o de alquiler	Activos de PPE
	Adquiridos con enfoques de la adquisición circular	Activos de PPE
Agua	Fuente de la demanda	Agua
	Uso operaciones que sale de su infraestructura	Agua
Indicador general	% de circularidad	Global
Indicadores de rendimiento	% circularidad de la "entrada"	Entrada de materiales
	% circularidad del "diseño del producto"	Diseño
	% circularidad de "producción y venta "	Producción y venta
	% circularidad del "modelo de negocio y usos "	Negocios
	% circularidad del "fin de vida "	Salida de materiales
	Evaluación cualitativa	Global
Elementos centrales de la economía circular	Priorizar los recursos regenerativos	Entrada de materiales
	Preservar y ampliar la vida útil	Mantenimiento
	Utilizar los residuos como recurso	Residuos
Mejora estratégica	Diseño para el futuro	Diseño
	Incorporar tecnología digital	Tecnología
	Colaborar para crear valor conjunto	Colaboración
	Fortalecer y avanzar en el conocimiento	Formación

Tema	Indicador	Materia de evaluación
Información sobre la gestión de temas	Generación de residuos e impactos significativos	Residuos
	Gestión de impactos significativos relacionados con los residuos	Residuos
Indicador directo	Cantidad de cada fracción de residuos generados	Residuos
Salud del Material	Inventario de materiales y productos químicos	Entrada de materiales
	Uso de materiales optimizados	Entrada de materiales
Requisitos de circularidad	Definición de los ciclos técnicos y/o biológicos del producto	Estrategias
	Preparación para el ciclismo activo	Recuperación
	Aumento de la demanda: Incorporación de contenidos cíclicos y/o renovables	Entrada de materiales
	Compatibilidad de los materiales para los ciclos técnicos y/o biológicos	Entrada de materiales
	Datos de Circularidad e Instrucciones de Ciclado	Salida de materiales
	Oportunidades de diseño circular e innovación	Diseño Innovación
	Producto diseñado para el desmontaje	Diseño
	Ciclado activo	Recuperación
Requisitos de protección del aire y el clima	Emisiones a la atmósfera	Emisiones
	Electricidad y emisiones de gases de efecto invernadero	Energía Emisiones
	Protección del aire y del clima	Aire y clima
	Uso de electricidad renovable y tratamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero	Energía Emisiones
	Transparencia	Emisiones
	Uso de agentes espumantes con bajo o nulo potencial de calentamiento global	Emisiones
	Abordar las emisiones de gases de efecto invernadero incorporadas	Emisiones
Requisitos para la gestión del agua y el suelo	Calidad de los efluentes	Agua y suelo
	Uso de agua	Agua
	Estrategia de gestión del agua y el suelo	Agua y suelo
	Conservación del agua y del suelo	Agua y suelo
	Sustancias químicas en los efluentes y los lodos	Agua y suelo
	Transparencia	Agua
	Proyecto de impacto positivo	Agua
	Optimización de la calidad de los efluentes y los lodos en las instalaciones	Agua y suelo
Requisitos de equidad social	Evaluación de riesgos y oportunidades	Estrategias
	Controlar y verificar el rendimiento	Rendimiento
	Demostrar el compromiso	Compromiso
	Sistemas de gestión	Gestión
	Transparencia y participación	Estrategias

5 CONCLUSIONES

En base a lo estudiado y expuesto en la presente memoria de título, al finalizar el análisis de datos (sección 4), se puede concluir que la respuesta al problema de investigación planteado en la sección 1.2 del presente documento, corresponde a la *Tabla 22.*: Indicadores de circularidad en la construcción de edificios a nivel internacional que podrían ser aplicables a las edificaciones en Chile.

En cuanto a los aportes de este estudio, en primera instancia, este trabajo permitió tener una visión global de los indicadores de economía circular, y en específico de los indicadores de economía circular que se relacionan directa o indirectamente a la industria de la construcción, mediante una recopilación y análisis, por lo que mi primer aporte a la teoría es poner a disposición el registro de los principales indicadores y los que se evalúan en el contexto nacional. En segundo lugar, esta metodología permite no solo definir una línea base de indicadores, sino que corresponde a una metodología que además permite ser actualizada en el futuro a la medida que se vaya avanzando en materia de economía circular tanto conceptualmente como en el ecosistema.

Por otro lado, los indicadores propuestos bajo esta investigación pueden tener también varias implicaciones para las políticas y prácticas a nivel nacional. Por un parte los indicadores podrían ser adaptados a sistemas de certificación existentes como el CES y el CEV, de manera de que sirvan para complementar dichas certificaciones o permitir la creación de nuevos sistemas de evaluación de las edificaciones futura o existentes de nuestro país. Pero dado que el objetivo de una certificación no solo es ser capaz de dar una prueba tangible de un atributo de sustentabilidad, sino también traccionar al mercado estableciendo estándares más elevados que los mínimos de la reglamentación, por consiguiente, en la medida que estos indicadores seas aplicados por estos sistemas permitirá además traccionar a la práctica estos principios de economía circular para que el resto de las industrias también avancen en materia de economía circular y el desarrollo sostenible.

En el ámbito público, estos indicadores podrían incluirse en las bases administrativas de los proyectos públicos, de modo tal de traccionar la industria de la construcción hacia la economía circular.

De igual manera, indicadores pueden darles a los privados que tengan un interés en avanzar a la economía circular, un conjunto de indicadores concretos de como evaluarse en esta materia para un desarrollo más sostenible.

Es importante considerar que la literatura existente aún está en desarrollo en el tema de la aplicación de los principios de economía circular a la industria de la construcción, esto conlleva a una dificultad de encontrar referentes que puedan ser aplicados a la industria de la construcción y en consecuencia una de las limitaciones de este estudio es el bajo número de literatura existente para el presente estudio, por lo que contamos con una cantidad restringida de indicadores que fueron analizados.

Debido a lo anterior, es que aún no todas las soluciones tanto técnicas como logísticas y culturales están resueltas y en la medida en que esas condiciones se vayan resolviendo, nuevos principios de economía circular van a ir surgiendo, de esta forma el ecosistema se irá desarrollando en esta área y los indicadores van a ir cambiando en el tiempo, estos se irán adaptando a un ecosistema más maduro y a nuevas estrategias de economía circular aplicables al rubro de la construcción lo que se debe tener en consideración para investigaciones posteriores relacionadas a este estudio.

6 BIBLIOGRAFÍA

Antonini, E., Boeri, A., Lauria, M., & Giglio, F. (2020). Reversibility and durability as potential indicators for circular building technologies. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(18). https://doi.org/10.3390/su12187659

BCG. (2021). CIRCelligence. *Https://Corporatefinanceinstitute.Com/Resources/Knowledge/Strategy/Boston-Consulting-Group-Bcg-Matrix/*. https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/strategy/boston-consulting-group-bcg-matrix/

C2CPII. (2021). *Cradle to Cradle Product Standard*. *4*, 113. https://www.c2ccertified.org/resources/detail/cradle_to_cradle_certified_product_standard

CChC. (2019). *El Sector de la Construcción ante el Desafío Climático Global*.

Circle economy. (2019). *Circular Metrics Framework*. *October*, 3–39.

Circle economy. (2020). *Circular metrics for business - Finding opportunites in the circular economy*. *October*. https://www.circle-economy.com/resources/circular-metrics-for-business

Circle economy & BCG. (2018). *Circular Metrics for Business*. *May*, 1–35.

Circulytics, & Foundation, E. M. (2020). *Lista de Indicadores*. 1–42.

Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción. (2020). *Introducción a la Economía Circular en la Construcción Diagnóstico y Oportunidades en Chile*.

Cradle to Cradle Products Innovation Institute. (2021). *Cradle To Cradle Certified ® Version4.0*. 98. www.c2ccertified.org.

Economy, C. (2021). *The CULARITY GAP summary*.

Ellen Macarthur Foundation. (n.d.). *Términos del acuerdo circulytics*. 1–6.

Ellen Macarthur Foundation. (2020). Circulytics 2.0. *Circulytics*, 1–9.

GBCe. (2019). *Indicadores para medir la circularidad en el sector de la construcción*.

Ghisellini, P., Ripa, M., & Ulgiati, S. (2018). Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review. *Journal of Cleaner Production*, *178*, 618–643. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.207

GSSB. (2021). *GRI 306: Waste 2020*. *January*.

Hacemos – ReAcción Latam. (s/f). Com.uy. Recuperado el 17 de mayo de 2022, de https://reaccion.com.uy/hacemos/

Heisel, F., & Nelson, C. (2020). RhinoCircular: Development and Testing of a Circularity Indicator Tool for Application in Early Design Phases and Architectural Education. *AIA/ACSA Intersections Research Conference: CARBON, October*, 1–6. https://www.researchgate.net/publication/346678011

Instituto de la Construcción &, & IDIEM. (2014). *Certificación edificio sustentable. Manual de Herramientas de Evaluación y Cálculo 3*. 46. www.certificacionsustentable.cl

Instituto de la Construcción & IDIEM. (2014a). *Certificación Edificio Sustentable. Manual de Operación 2*. http://www.certificacionsustentable.cl/descarga-de-documentos

Instituto de la Construcción & IDIEM. (2014b). *Certificación Edificio Sustentable. Manual Evaluación y Calificación 1*. http://www.certificacionsustentable.cl/documentos_sitio/27310_Manual1_Evaluacion&Calificacion_v1.1_2014.05.28.pdf

Jorgegens. (2012, septiembre 26). *Procedimientos documentadosISO 9001 calidad. Sistemas de Gestión de Calidad según ISO 9000*. Iso9001calidad.com. https://iso9001calidad.com/procedimientos-documentados-145.html

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, *127*(September), 221–232. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005

MBCD. (2021). *CRADLE TO CRADLE CERTIFIED*.

MINVU. (2018a). *Calificación energética de viviendas*. 16. https://www.calificacionenergetica.cl/media/Calificaion-Energetica-de-Viviendas.pdf

MINVU. (2018b). Manual de procedimientos calificación energética de viviendas en Chile. In *Monografías y ensayos* (Issue Febrero).

Minvu, M. de V. y U., Ministerio de Vivienda y Urbanismo MINVU Chile, Ministerio de Energía, & NCh853. (2007). Curso Evaluadores Energéticos. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 1–83.

Nobre, G. C., & Tavares, E. (2021). The quest for a circular economy final definition: A scientific perspective. *Journal of Cleaner Production*, *314*(December 2020), 127973. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127973

Tevi. (s/f). Circle-Lab.Com. Recuperado el 17 de mayo de 2022, de http://tevi.circle-lab.com/

WBCSD. (2020). *Indicadores de transición circular v1.0*. *1*, 1–52.

7 ANEXOS

Tabla 23. Factores y fórmulas de cálculo CTI

Indicadores de transición circular (WBSCD)			
Tema	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
Cerrar el Ciclo	% de entrada circular	%	> masa de entrada renovable > masa de entrada no virgen > masa total de entrada
	(masa de entrada renovable + masa de entrada no virgen) x 100% masa total de todas las entradas		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	% de salida circular	%	> masa de salida renovable > masa de salida no virgen > masa total de salida
	(masa de salida renovable + masa de salida no virgen) x 100% masa total de todas las salidas		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	% potencial de recuperación	%	> salida recuperable > salida no recuperable
	salida totalmente recuperable = 100% salida no recuperable = 0%		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	% de recuperación real	%	> requiere datos reales de los materiales que realmente se recuperan
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	% de energía renovable	%	> consumo anual de energía renovable > consumo anual de energía total
	consumo anual de energía renovable x 100% consumo anual de energía total		
Optimizar el Ciclo	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	% de materiales críticos	%	> masa de entrada definida como critica > masa total de entrada lineal
	masa de entrada definida como critica x100% masa total de entrada lineal		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	% de recuperación	%	> material que se reutiliza > material que se repara > material que se recicla > material que se reacondiciona > material que se remanufactura > material que se biodegrada o composta
Valorar el Ciclo	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Productividad circular	$\frac{\%}{M}$	> ingresos de la empresa > masa total de entrada lineal
	ingresos de la empresa masa total de entrada lineal		

Tabla 24. Factores y fórmulas de cálculo GBCe

Indicadores para medir la circularidad en el sector de la edificación (GBCe)			
Tema	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
Corto plazo	Huella de carbono de los edificios	KgCO2 m²año	Huella de carbono relacionada a: > Fase de uso del edificio > Materiales de construcción > Transporte de materiales > Fin de vida de los materiales Superficie edificada anual
	Huella de carbono Superficie edificada anual		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Demanda energética en edificios en uso	kWh m²a	Usos incluidos en el cálculo: > Calefacción > Refrigeración > Ventilación/Renovación de aire > ACS > Iluminación Superficie construida * Se excluye el uso de energía asociada a procesos
	Demanda energética edificio en uso Superficie construida anual		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Consumo de energía primaria sobre la fase de uso	kWh m²a	> Consumo de energía primaria en fase de uso > Rendimiento de los sistemas energéticos > Factores de paso según fuente energética
	Consumo de energía primaria edificio en uso Superficie construida anual		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Consumo de energía primaria sobre el ciclo de vida completo	kWh m²a	> Consumo de energía primaria durante el ciclo de vida completo > Rendimiento de los sistemas energéticos > Factores de paso según fuente energética
	Consumo de energía primaria ciclo de vida Superficie construida anual		
	Consumo energético real en el parque edificado por habitante y PIB	N/A	> Consumo energético > N° de habitante x > PIB
	Gráfico		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Consumo de agua	m³ ocupante a	> Consumo de agua anual > N° de ocupantes anual
	Consumo total de agua anual N° de ocupantes anual		

Tema	Indicador	Unidad	Factores de cálculo
Corto plazo	Uso de Agua Gris / Lluvia	N/A	N/A
	Recolección de agua de escorrentía en el área alrededor del edificio	m^3	>Recuperación y regeneración
	Sistema de monitoreo del consumo	N/A	>Gestión del consumo
	Reducir el consumo del agua (en construcción y en fase de uso)	m^3	N/A
	Huella hídrica	N/A	ISO 14046
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Consumo de agua por hogar	$\frac{m^3}{hogar}$	N/A
	$\frac{\text{Volumen total de agua distribuida a los hogares}}{\text{N° de hogares}}$		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Consumo de materiales de construcción	$\frac{(kg, T)}{m^2 año}$	> Consumo de materiales para la edificación incluyendo toda la vida útil del edificio > Superficie edificada
	$\frac{\text{Consumo de materiales}}{\text{Superficie edificada anual}}$		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Generación de residuos de construcción y demolición	$\frac{(kg, T)}{m^2}$	> Cantidad en peso de los RCD generados en la edificación > Superficie construida
	$\frac{\text{Peso RDC}}{\text{Superficie construida}}$		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Número de productos con ACV	Unidades	> N° de productos con DAP o ACV
	Conteo		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Tasa de rehabilitación o reforma	%	> Superficie de obra rehabilitada o reformada > Superficie total del parque edificado
	$\frac{\text{Superficie de obra rehabilitada o reformada}}{\text{Superficie total del parque edificado}} \times 100\%$		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Tasa de demolición previa a nueva planta	%	> Superficie de obras de demolición > Superficie total edificada
	$\frac{\text{Superficie de obras de demolición}}{\text{Superficie total edificada}} \times 100\%$		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Tasa de inversión en rehabilitación	$\frac{€}{m^2}$	> PEM > Superficie edificada
	$\frac{\text{PEM}}{\text{Superficie edificada}}$		

Tema	Indicador	Unidad	Factores de cálculo
Largo plazo	Volumen de negocio del sector de mantenimiento de edificios	N/A	N/A
	Intensidad de uso de los edificios públicos	N/A	N/A
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Volumen de negocio de los productos de construcción reciclados / RCD reciclados	N/A	N/A
	Contabilizar las salidas de las plantas de gestión de RCD que presenten beneficio económico		

Tabla 25. Factores y fórmulas de cálculo Circulytics

Circulytics (Fundación Ellen MacArthur)			
FACILITADORES			
Tema	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
Estrategia y planificación	Importancia de la EC	N/A	Grado en que la organización menciona la EC como prioridad estratégica en comunicaciones externas
	Riesgos y oportunidades de la EC y Riesgos de la EL	N/A	Inclusión de los riesgos y oportunidades de la transición hacia una EC y los riesgos de permanecer en una EL en la Gestión de riesgos de la organización
	Objetivo de volverse más circular	N/A	N/A
	Objetivos de Economía Circular	N/A	Considerar si la organización tiene objetivos medibles de EC
	Estrategia y objetivos medibles de EC	N/A	N/A
	Plan de implementación de EC	N/A	N/A
Innovación	Proyectos de innovación	N/A	N/A
Personas y Competencias	Estrategia y planes de implementación de la EC	N/A	Medida en que se comunica internamente la estrategia y planes de implementación de la EC
	Formación en EC	N/A	Medida en que la organización ofrece formación relacionada con la EC
	Rol dedicado a la EC	N/A	Lista de Funciones: > Innovación > Estrategia corporativa > Gestión de la cadena de suministro > Gestión de la producción > Ventas y marketing > Gestión de cuentas > Función de EC/sostenibilidad o equivalente

Tema	Indicador	Unidad	Factores de cálculo
Operaciones	Sistemas informáticos y digitales	N/A	Medida en que existen sistemas informáticos y digitales adecuados para apoyar modelos, productos o servicios comerciales circulares
	Configuración de procesos	N/A	Medida en que se configuran los procesos para apoyar modelos, productos o servicios comerciales circulares
	Activos de propiedad, planta y equipo (PPE)	N/A	Medida en que existen activos de PPE adecuados para apoyar modelos, productos o servicios comerciales circulares
Compromiso externo	Proveedores	N/A	Proveedores de: > materiales > productos > activos de PPE Incluidos los proveedores con los que se involucran estos mismos al final de su uso
	Clientes	N/A	N/A
	Encargados de formular políticas	N/A	N/A
	Inversores o financistas externos	N/A	N/A
	Membresía o participación de iniciativas relacionadas con la EC	N/A	> Membresías > Iniciativas de EC
RESULTADOS			
Tema	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
Productos y Materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico	T^3	Incluir: >Todas las entradas de materiales (embalajes y el agua incorporada y excluyendo agua utilizada en operaciones) >Todas las salidas de materiales de los productos (incluyendo el agua incorporada), embalajes, coproductos y residuos. >Activos de PPE que sean propiedad de la compañía pero que sean utilizados por los clientes Excluir: >Activos de PPE utilizados en las operaciones de su compañía
	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico		
	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico	%	Categorías: >No virgen >Virgen pero renovable y de origen regenerativo >Virgen pero renovable de origen sostenible >Otro Excluye: materiales utilizados para servicios que no son propiedad de la compañía

Tema	Indicador	Unidad	Factores de cálculo
Productos y Materiales	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico	%	Categorías: >De flujos de coproductos/residuos >Virgen pero renovable y de origen regenerativo >Virgen pero renovable y de origen sostenible >Otro Excluye: materiales para la producción de energía que no cumplen con las condiciones de calificación para la recirculación de nutrientes y materiales utilizados para servicios que no sean propiedad de la empresa.
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico	%	*Mtec*: Masa de salida total de materiales incluye productos, embalajes, residuos y coproductos adecuados para el ciclo técnico *Wtec*: Masa de residuos y coproductos adecuados para el ciclo técnico que se pierden de la economía mientras que los otros permanecen en sus procesos. Incluye los flujos de materiales utilizados en servicios que no son propiedad de la compañía
	$\frac{Wtec}{Mtec} x100\ \%$		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Productos y materiales adecuados para el ciclo biológico	%	Opciones para que los materiales sigan siendo adecuados para el ciclo biológico, que son residuos o coproductos en la economía, son: >compostaje >Digestión anaeróbica >Otra forma de recirculación de nutrientes *Mbio*: Masa de salida total de materiales incluye productos, embalajes, residuos y coproductos adecuados para el ciclo biológico *Wbio*: Masa de residuos y coproductos adecuados para el ciclo biológico que se pierden de la economía. Incluye los flujos de materiales utilizados en servicios que no son propiedad de la compañía
	$\frac{Wbio}{Mbio} x100\ \%$		

Tema	Indicador	Unidad	Factores de cálculo
Productos y Materiales	Productos diseñados según principios de la EC	%	Categoría 1: Durante el uso >Longevidad >Reutilización >Capacidad de reparación >Materiales de origen biológico cultivados de forma regenerativa Categoría 2: Fin de vida funcional Diseñado para: >el desmontaje >la remanufactura/renovación >el reciclaje >la recirculación de nutrientes
	Productos diseñados para que sus clientes mejoren el rendimiento de la EC	%	Productos diseñados para: >prevenir los residuos y la contaminación >aumentar la longevidad de otros productos >aumentar el rendimiento del reciclaje >permitir el retorno seguro de los nutrientes a la bioeconomía >aumentar el uso de energías renovables de origen regenerativo
	Contenido de Sustancias Restringidas en sus salidas de material	N/A	LSR: Lista de Sustancias Restringidas ppm: concentración máxima permitida
	Productos y materiales adecuados para el ciclo técnico que recirculan	%	Categorías: >Reutilización/redistribución >Renovación/refabricación >Reciclaje >Recirculación de nutrientes >Otro
	Ciclos de reutilización/renovación	N/A	>Número de ciclos de reutilización / renovación de productos que recirculan
Servicios	% de ingreso por servicios circulares	%	Categorías: >Asesoramiento y apoyo comercial >Software >Servicios que utilizan productos >Recirculación >Otro
	Impactos positivos de los principios de la EC	N/A	% de ingreso por servicios circulares

Tema	Indicador	Unidad	Factores de cálculo
Activos de Propiedad, Planta y Equipo (PPE)	Propios o de alquiler	N/A	Tipos: > Equipo de TI > Textiles > Mobiliario > Edificios > Maquinaria pesada > Maquinaria de peso medio > Maquinaria liviana > Transporte pesado/ peso medio/ liviano > Equipo de almacenamiento
		Unidad	Indicar unidades y masa absoluta (si se conoce)
	Adquiridos con enfoques de la adquisición circular	%	Enfoques categoría 1: >Activos de segunda mano >Nuevos activos diseñados con enfoque de diseño circular >Durante el uso: longevidad, reutilización, capacidad de reparación, materiales de origen biológico cultivados de forma regenerativa >Fin de vida útil: modelo de alquiler, diseñado para el desmontaje, refabricación/renovación, reciclaje, recirculación de nutrientes. Enfoques categoría 2: >Reutilización/redistribución >Renovación/remanufactura >Reciclaje >Recirculación de nutrientes
Agua	Flujo	N/A	N/A
	Entrada	ML	N/A
	Salida	ML	N/A
	Fuente de la demanda	%	Fuentes: >Recolección de precipitaciones >Uso del agua en cascadas >Agua recirculada de forma interna >Agua no potable de áreas que no están clasificadas como áreas con estrés hídrico >Otros
	Objetivos SMART	%	N/A
	Extracción de sustancias	N/A	Medida en que se tienen planes de extraer el excedente de nutrientes, metales, productos químicos, calor y recursos valiosos similares, antes de tirar el agua utilizada en sus operaciones
	Recursos extraídos que recirculan después		N/A
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Uso operaciones que sale de su infraestructura	%	Vto: Volumen total de agua utilizada en operaciones Vso: Volumen de agua utilizada en operaciones que sale de su infraestructura
	$\frac{Vso}{Vto.} \times 100\%$		

Tema	Indicador	Unidad	Factores de cálculo
Energía	Energía total operaciones	MWh	Incluye todas las formas de combustibles y electricidad de la red, utilizadas en las operaciones de su compañía.
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Energía proveniente de fuentes renovables	%	Si la compañía es "productora de energía", el alcance de este indicador excluye la energía producida por su compañía y utilizada en sus propias operaciones, ya que está cubierta en los indicadores siguientes.
	energía operaciones de fuentes renovables x 100% energía total operaciones		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Producción de energía	MWh	N/A
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Energía que produce proveniente de fuentes renovables de energía	%	>Producción de energía >Producción de energía de fuentes renovables
	Producción de energía de fuentes renovables x 100% Producción de energía		
Finanzas	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Tamaño total al final del último año fiscal	USD	Categorías: > Préstamo > Renta fija > Capital privado > Renta variable cotizada > Otros
	% que evalúa positivamente su postura en relación a la EC	%	
	Monto destinado a financiar la EC	USD	

Tabla 26. Factores y fórmulas de cálculo CIRCelligence

CIRCelligence (BCG)			
Tema	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
Indicadores generales	% de circularidad	%	%e: circularidad de la "entrada" %d: circularidad del "diseño del producto" %pv: circularidad de "producción y venta " %mn: circularidad del "modelo de negocio y usos " %fv: circularidad del "fin de vida "
	$\frac{\%e + \%d + \%pv + \%mn + \%fv}{5}$		
Indicadores de rendimiento	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	% circularidad de la "entrada"	%	6 subindicadores
	% circularidad del "diseño del producto"	%	4 subindicadores
	% circularidad de "producción y venta "	%	10 subindicadores
	% circularidad del "modelo de negocio y usos "	%	6 subindicadores
	% circularidad del "fin de vida "	%	8 subindicadores
Evaluación cualitativa	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Capacidad de las herramientas para gestionar la EC	letra	Donde A: Se hacen todos los esfuerzos para establecer y proteger la circularidad. Esto significa que la puntuación cuantitativa es el resultado de una dirección eficaz. F: El esfuerzo y herramientas para establecer la circularidad no son suficiente, lo que significa que la puntuación cuantitativa es coincidente y está en riesgo
	A - B - C - D - E - F		
Indicadores de proceso	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	Implementación de negocios	N/A	12 subindicadores
	Colaboración y Ecosistemas	N/A	9 subindicadores

Tabla 27. Factores de cálculo Circle Assessment

Circle Assessment (Circle Economy)			
Tema	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
Elementos centrales de la economía circular	Priorizar los recursos regenerativos	N/A	N/A
	Preservar y ampliar la vida útil	N/A	N/A
	Utilizar los residuos como recurso	N/A	N/A
Áreas de mejora estratégica	Diseño para el futuro	N/A	>capacidad para desmontar productos y reutilizar componentes o materiales por defectos de diseño >capacidad de recuperar el valor de los residuos
	Repensar el modelo de negocio	N/A	N/A
	Incorporar tecnología digital	N/A	>información completa sobre la ubicación y el estado de los activos o el uso de los recursos
	Colaborar para crear valor conjunto	N/A	>confluencia de intereses y alineación de objetivos entre las partes interesadas en la cadena de valor
	Fortalecer y avanzar en el conocimiento	N/A	N/A

Tabla 28. Factores y fórmulas de cálculo GRI 306: Waste 2020

GRI306: Waste 2020(GSSB)			
Tema	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
Información sobre la gestión de temas	**306-1** Generación de residuos e impactos significativos	T^3 o Relación entre las entradas y las salidas	Para los impactos significativos reales y potenciales relacionados con los residuos, describir: > entradas, actividades y salidas que conducen o podrían conducir a estos impactos; > si estos impactos están relacionados con los residuos generados en las propias actividades de la organización, o generados en las fases anteriores o posteriores de su cadena de valor
	$\frac{\text{entradas}}{\text{salidas}}$		
	Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
	306-2 Gestión de impactos significativos relacionados con los residuos	N/A	Comunicar: >Acciones adoptadas para prevenir la generación de residuos en las propias actividades de la organización y en las fases anteriores y posteriores de su cadena de valor, y para gestionar los impactos significativos de los residuos generados. > Si los residuos generados por la organización en sus propias actividades son gestionados por un tercero, describir de los procesos utilizados para determinar si el tercero gestiona los residuos de acuerdo con las obligaciones contractuales o legislativas. >Los procesos utilizados para recoger y controlar los datos relacionados con los residuos.
Tema	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
Divulgación de temas	**306-3** Residuos generados	T^3	Comunicar: >Peso total de residuos generados >Desglose del total de residuos por composición >Información contextual para entender los datos y cómo se han recuperado
	306-4 Residuos desviados de la eliminación	T^3	Comunicar acerca de los residuos desviados de la eliminación: >Peso total y un desglose por composición >Peso total de los residuos peligrosos y un desglose por operación de recuperación >Peso total de los residuos no peligrosos y un desglose por operación de recuperación >Para cada operación de recuperación agregar un desglose del peso total de residuos peligrosos y no peligrosos si se realiza in situ o fuera de las instalaciones >Información contextual para entender los datos y cómo se han recuperado

Tabla 29. Fórmula de cálculo BIC

Balanza Inteligente para la Circularidad (ReAcción)			
Tema	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
Indicadores directos	Cantidad de cada fracción de residuos generados	Kg / T	N/A
	A través de una plataforma en línea		
Indicadores indirectos	Se calculan de forma automática en la plataforma a partir del indicador directo		

Tabla 30. Factores de cálculo Certificación Cradle to Cradle

Certificación Cradle to Cradle (MBDC)			
Tema	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**
Salud del material	Lista de sustancias restringidas (LSR)	N/A	LSR: es una lista básica aplicable a todo tipo de materiales y productos, que indican la concentración máxima permitida de cada sustancia restringida en cualquier material homogéneo en un producto certificado
	Órganos halógenos	N/A	N/A
	Inventario de materiales y productos químicos	N/A	>Caracterización de los materiales del producto >Concentración de cada material cómo % del peso total del producto >Definición completa de la composición química de los materiales >Evaluación toxicológica del material
	Evaluación de productos químicos y materiales	N/A	>Bronce: Evaluar al menos el 75% del producto >Plata: Evaluar al menos el 95% del producto >Oro: Evaluar el 100% del producto >Platino Evaluar el 100% del producto y toda la química que tiene contacto con el producto o sus componentes materiales durante la fase final de fabricación
	Estrategia de optimización de la salud de los materiales	N/A	>Progresos demostrables del seguimiento de la estrategia
	Uso de materiales optimizados	N/A	N/A
	Compuestos orgánicos volátiles (COV)	N/A	>Informar pruebas y requisitos de acreditación de laboratorio >Demostrar la conformidad del producto con los requisitos de al menos un conjunto regional de mejores prácticas para productos cualificados de baja emisión de COV
	Optimización de la química en la cadena de suministro	N/A	>Demostrar el progreso de las reducciones en cada recertificación

Tema	Indicador	Unidad	Factores de cálculo
Requisitos de circularidad de los productos	Educación sobre la circularidad	N/A	N/A
	Definición de los ciclos técnicos y/o biológicos del producto	N/A	N/A
	Preparación para el ciclismo activo	N/A	N/A
	Aumento de la demanda: Incorporación de contenidos cíclicos y/o renovables	N/A	N/A
	Compatibilidad de los materiales para los ciclos técnicos y/o biológicos	N/A	N/A
	Datos de Circularidad e Instrucciones de Ciclado	N/A	Poner a disposición publica: >Datos que apoyan el ciclo del producto en sus vías previstas > Instrucciones sobre cómo realizar el ciclo del producto, incluyendo cómo identificar los materiales para el ciclo, cualquier mantenimiento necesario del producto y cómo recuperar, reprocesar o reciclar el producto
	Oportunidades de diseño circular e innovación	N/A	N/A
	Producto diseñado para el desmontaje	N/A	N/A
	Ciclado activo	N/A	N/A
Requisitos de protección del aire y el clima	Emisiones a la atmósfera	N/A	N/A
	Electricidad y emisiones de gases de efecto invernadero	N/A	N/A
	Protección del aire y del clima	N/A	N/A
	Uso de electricidad renovable y tratamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero	N/A	>Emplear medidas de eficiencia y conservación para reducir el uso de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero >Señalar la demanda de energía renovable >Apoyar proyectos de compensación de carbono >Evitar el uso de combustibles que contribuyen a la reducción de la seguridad alimentaria, la conversión de zonas forestales y otras áreas naturales en tierras de cultivo, y/o causar un aumento a corto plazo del dióxido de carbono atmosférico >Producir un exceso de electricidad renovable y liberarla a la red para que todos la utilicen >Influir positivamente en el equilibrio de los gases de efecto invernadero
	Eficiencia energética del producto	N/A	>certificación y/o etiqueta utilizando una norma de eficiencia energética
	Transparencia	N/A	N/A
	Uso de agentes espumantes con bajo o nulo potencial de calentamiento global	N/A	N/A
	Abordar las emisiones de gases de efecto invernadero incorporadas	N/A	N/A

Tema	Indicador	Unidad	Factores de cálculo
Requisitos para la gestión del agua y el suelo	Problemas relacionados con el agua y el suelo	N/A	>Evaluación y comprensión de los impactos relacionados con el agua y el suelo atribuibles al producto >Identificar oportunidades para abordar los impactos
	Calidad de los efluentes	N/A	N/A
	Uso de agua	N/A	Indicar datos y sus fuentes de datos de: >Extracciones por fuente y tipo de agua >Vertidos por cuerpo receptor/destino >Capacidad de los equipos de tratamiento in situ >Consumo por fuente >Cantidad total y % de agua reciclada y reutilizada
	Suministro de agua potable, saneamiento e higiene	N/A	N/A
	Estrategia de gestión del agua y el suelo	N/A	N/A
	Conservación del agua y del suelo	N/A	N/A
	Sustancias químicas en los efluentes y los lodos	N/A	N/A
	Transparencia	N/A	N/A
	Proyecto de impacto positivo	N/A	N/A
	Optimización de la calidad de los efluentes y los lodos en las instalaciones	N/A	>Establecer un sistema integral de gestión de la calidad de los efluentes y los lodos >Optimizar los efluentes y lodos producidos como resultado de todos los procesos de fabricación utilizados en la instalación
Requisitos de equidad social	Evaluación de riesgos y oportunidades	N/A	N/A
	Política de derechos humanos	N/A	N/A
	Controlar y verificar el rendimiento	N/A	N/A
	Estrategia para la aplicación de la política	N/A	N/A
	Demostrar el compromiso	N/A	N/A
	Sistemas de gestión	N/A	N/A
	Mecanismos de reclamo	N/A	N/A
	Proyecto de impacto positivo	N/A	>Evaluación para determinar el impacto del proyecto de impacto positivo utilizando métricas cuantitativas.
	Transparencia y participación	N/A	N/A
	Colaboración en problemas sociales	N/A	N/A
	Fomentar una cultura de equidad social	N/A	N/A

Tabla 31. Factores y fórmula de cálculo CES

Certificación Edificio Sustentable (CES)				
REQUERIMIENTOS OBLIGATORIOS				
Tema	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**	**Fórmula de cálculo**
Arquitectura CAI	Factor Luz Día	FLD	Factor Luz Día o Iluminancia útil mínimos	Evaluación prestacional
	Iluminancia útil	%		Evaluación prestacional
	Superficie ventana practicable	N/A	Superficie mínima de ventana o caudal mínimo de aire	Opción1: Cálculo superficie practicable
	Renovaciones de aire hora	RAH		Opción2: Evaluación prestacional
	Aislamiento acústico de fachada	dB(A)	Aislación acústica mínima de fachadas exteriores	Evaluación prestacional
Arquitectura Energía	Transmitancia Térmica	$\frac{W}{m^2K}$	Transmitancia térmica de la envolvente y Factor Solar modificado	Evaluación prescriptiva
	Factor Solar Modificado	FSM		Evaluación prescriptiva
	Especificación apropiada de sellos	N/A	Sellos exteriores para carpintería y paso de instalaciones	Evaluación prescriptiva
Arquitectura Agua	% de disminución de la evapotranspiración	% [ETLmm]	Reducir 20% evapotranspiración de proyecto de paisajismo	Evaluación prestacional
Instalaciones CAI	Caudal mínimo de ventilación	$\frac{L}{s}$	Cumplir con las tasas mínimas de ventilación	Evaluación prescriptiva
	Eficiencia promedio de filtraje	% o MERV	Eficiencia promedio de filtraje	Evaluación prescriptiva
	Sistemas de calefacción utilizados	N/A	No utilizar sistemas de calefacción de combustión en base a llama abierta	Evaluación prescriptiva
	Iluminancia mínima	lux	Condiciones de diseño mínimas de Iluminancia, Rendimiento cromático y Deslumbramiento	Evaluación prescriptiva
	Uniformidad media	Um		
	Deslumbramiento de las luminarias	UGR		
	Rendimiento cromático de las fuentes lumínicas	IRC		
	Condiciones de diseño del proyecto de climatización	N/A	Definir condiciones de diseño del proyecto de climatización	Definición criterios de diseño
Instalaciones Energía	Espesor aislación térmica de cañerías y conductos	N/A	Aislación térmica en distribución de calor y frío	Evaluación prescriptiva
Instalaciones Agua	Disminución del consumo de agua potable	%	Reducir en un 20% el consumo de agua potable	Evaluación prestacional
	Disminución del consumo de agua para riego	%	Reducir en un 20% el consumo de agua para riego	Evaluación prestacional
Construcción Residuos	Separación, control y reciclaje de residuos	N/A	"Medidas de control y mitigación" durante la construcción	Definición criterios de gestión

REQUERIMIENTOS VOLUNTARIOS				
Tema	**Indicador**	**Unidad**	**Factores de cálculo**	**Fórmula de cálculo**
Arquitectura CAI	% Reducción de horas de disconfort	%	% de tiempo que la T° se encuentra dentro del rango de confort de manera pasiva	Opción1: Cálculo por planilla - temperatura del aire Opción2: Cálculo dinámico - temperatura operativa y HR
	Factor Luz Día	FLD	Aporte luz natural	Evaluación prestacional
	Iluminancia Útil	N/A		
	Autonomía de iluminación	SDA		
	Probabilidad de Deslumbramiento	DGP	Control de Deslumbramiento	Evaluación prestacional
	% de áreas con acceso visual al exterior	%	Acceso visual al exterior	Evaluación prescriptiva
	Metodología de cálculo y porcentaje de áreas con ventilación natural	N/A	Cobertura de las tasas de renovación por ventilación natural	Opción1: Evaluación en base Metodología de TDRe de la DA (MOP) Opción2: Evaluación en base a Metodología utilizando Bernoulli Opción3: Evaluación dinámica, utilizando programa informático especializado en base a modelos tipo Air-Flow-Networks
	Cumplimiento de requisito en materiales	N/A	Concentración máxima de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	Opción1y2: Cantidad de grupos de materiales que cumplen
	% Reducción de la concentración ponderada de COV	%		Opción3: Porcentaje de reducción
	Aislamiento acústico entre recintos y Nivel de Presión Sonora de Impacto Normalizado	dB(A)	Aislamiento acústico al ruido aéreo entre dos recintos	Opción1: Evaluación prescriptiva Opción2: Evaluación prestacional por cálculo, ensayo o inspección
	Tiempo de reverberación	N/A	Acondicionamiento acústico	Opción1: Evaluación prestacional por cálculo, ensayo o inspección
	Inteligibilidad de la palabra	N/A		
	Material absorbente	N/A		Opción2: Evaluación prescriptiva
Arquitectura Energía	Demanda anual de energía en climatización e iluminación	$\frac{kWh}{m^2}$	Disminución de la demanda de energía para calefacción, enfriamiento e iluminación.	Evaluación prestacional
	Transmitancia Térmica	$\frac{W}{m^2K}$	Transmitancia térmica y factor solar modificado (FSM)	Evaluación prescriptiva
	Factor Solar Modificado	FSM		
	Transmitancia térmica de pisos en contacto con el terreno	N/A		

Tema	Indicador	Unidad	Factores de cálculo	Fórmula de cálculo
Arquitectura Energía	Infiltración de aire por la envolvente	N/A	Infiltraciones por la envolvente y permeabilidad al aire de carpinterías de ventana	Blower door test
	Permeabilidad al aire de las carpinterías de ventana	N/A		>Por carpintería certificada >Por tipo de abertura de carpintería
	Cantidad de categorías de materiales estructurales del edificio en que se declara la información de energía incorporada	N/A	Porcentaje de los materiales estructurales del edificio en que se declara la información de energía incorporada.	Opción 1:Energía incorporada en base a Etiqueta ambiental tipo I Opción 2: Energía incorporado en base a Etiqueta ambiental tipo III o DAP
	% superficie de los elementos estructurales que se mantienen	%		Opción 3: Edificios Existentes
Arquitectura Agua	% de disminución de la evapotranspiración	% [ETLmm]	Disminución de la evapotranspiración del proyecto de paisajismo	Evaluación prestacional
	Cantidad de categorías de materiales estructurales del edificio en que se declara la información de agua incorporada	N/A	Porcentaje de los materiales estructurales del edificio en que se declara la información de agua incorporada.	Opción 1: Agua incorporada en base a Etiqueta ambiental tipo I Opción 2: Agua incorporada en base a Etiqueta ambiental tipo III o DAP
	Porcentaje de la superficie de los elementos estructurales que se mantienen	%		Opción 3: Edificios Existentes
Arquitectura Residuos	Posee equipamiento para el manejo de residuos durante la operación del edificio	N/A	Incorporar equipamiento y elementos que permitan la separación de los residuos durante la operación del edificio	Evaluación prescriptiva
Instalaciones CAI	% de aumento del caudal de ventilación	L s	Ventilación Mecánica – Caudal de diseño	Evaluación prescriptiva
	Eficiencia promedio de filtraje	% o MERV	Ventilación Mecánica - Filtraje	Evaluación prescriptiva
	Sistema de monitoreo de concentración de CO2	N/A	Monitoreo de la calidad del aire	Evaluación prescriptiva
	Valores máximos de nivel sonoro	dB(A)	Control del ruido proveniente de equipos	Opción1:Evaluación prestacional Opción2:Evaluación prescriptiva
	Iluminancia mínima	N/A	Condiciones mínimas proyecto de iluminación	Evaluación prescriptiva
	Índice de Deslumbramiento ≤ 19 o 22	UGR		
	Rendimiento cromático >80	IRC		
	Uniformidad media ≥ 0.5	N/A		
	Cantidad y distribución de los controles del sistema de climatización	N/A	Controlabilidad de la climatización	Evaluación prescriptiva

Tema	Indicador	Unidad	Factores de cálculo	Fórmula de cálculo
Instalaciones Energía	% de reducción del consumo anual de energía de todo el edificio	kWh m^2	Disminución de energía del edificio	Opción 1: Evaluación Prestacional del consumo anual estimado de energía del edificio
	Reducción en la Potencia instalada proyecto de iluminación	$\frac{W}{m^2}$	Potencia instalada	Opción2: Evaluación Prescriptiva
	Tipo de sistemas de control	N/A	Sistemas de control	
	Cobertura de la Potencia requerida	% kW	Relación de la potencia requerida e instalada	
	Rendimiento nominal sistema climatización	COP EER	Rendimiento nominal de equipos de climatización y ACS	
	% reducción del consumo estimado de energía de equipos y artefactos de oficina	%	Reducción de la potencia de equipos y artefactos	
	Cobertura de la demanda de energía primaria del edificio	%	Cobertura del consumo de energía mediante ERNC o procesos de cogeneración de alta eficiencia	Reducción en la demanda de energía primaria en base a ERNC
Instalaciones Agua	Disminución del consumo de agua potable	% m^3 año	Reducción del consumo de agua potable	Evaluación prestacional
	Tratamiento para remoción de la dureza del agua	N/A	Reducción de la dureza del agua	Evaluación prestacional
	Disminución del consumo de agua para riego	%	Eficiencia hídrica del sistema de riego	Evaluación prestacional

Tabla 32. Factores y fórmulas de cálculo CEV

Calificación energética de viviendas en Chile (MINVU)		
Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
% de ahorro	%	*Dt*: demanda total *Dr*: demanda de referencia
% de mejora = $\frac{Dt}{Dr}$ * 100%		
Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
Demanda total	kWh	*Dt*: demanda total *Dc*: demanda calefacción *De*: demanda enfriamiento *Di*: demanda iluminación *Dacs*: demanda de agua caliente sanitaria
$Dt = Dc + De + Di + Dacs$		
Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
Requerimiento energético Demanda total	$\frac{kWh}{m^2}$	*Dt*: demanda total *Dc*: demanda calefacción *De*: demanda enfriamiento *Di*: demanda iluminación *Dacs*: demanda de agua caliente sanitaria *Su*: Superficie útil
$Dt = \frac{Dc + De + Di + Dacs}{Su}$		
Indicador	**Unidad**	**Factores de cálculo**
Nivel de eficiencia energética	letra	A+: ahorro energético de 85% a 100% A: ahorro energético de 70% a 85% B: ahorro energético de 70% a 55% C: ahorro energético de 55% a 40% D: ahorro energético de 40% a 20% E: ahorro energético de 20% a -10% F: ahorro energético de -10% a -35% G: ahorro energético de -35%