

La huella de carbono que generan los edificios

Principales desafíos y aprendizajes de su cálculo desde la fase de proyecto en BIM

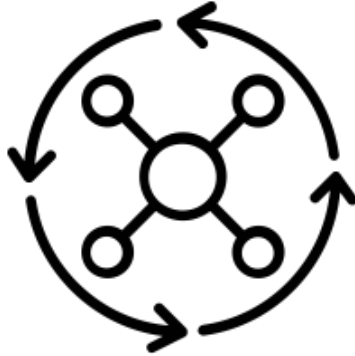
Bernardette Soust-Verdaguer

Universidad de Sevilla
DATUS -lab TEP 986

¿Qué vamos a tratar en esta sesión?



Problemática existente:
Crisis climática actual



Metodologías existentes
Análisis del Ciclo de Vida (ACV)
Digitalización (BIM)



Problemas existentes



Posibles soluciones

FORMACIÓN

Arquitecta

FADU. Facultad de Arquitectura
UDELAR.

Montevideo. Uruguay





Durazno

Iglesia San Pedro del Durazno
Ing. Eladio Dieste



Montevideo

Facultad de Arquitectura
Arq. Román Fresnedo Siri y Mario Muccinelli

FORMACIÓN

Arquitecta

FADU. Facultad de Arquitectura
UDELAR.

Montevideo. Uruguay

Master 2do ciclo (9 meses)

Architecture-Ambiance-Technique
Ecole Nationale Supérieure d'Architecture

Marsella. Francia

Master (postgrado)

Ciudad y Arquitectura Sostenibles
Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Sevilla. España

Doctora

Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Universidad de Sevilla

Sevilla. España

Investigadora post-doctoral

Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Universidad de Sevilla

Sevilla. España



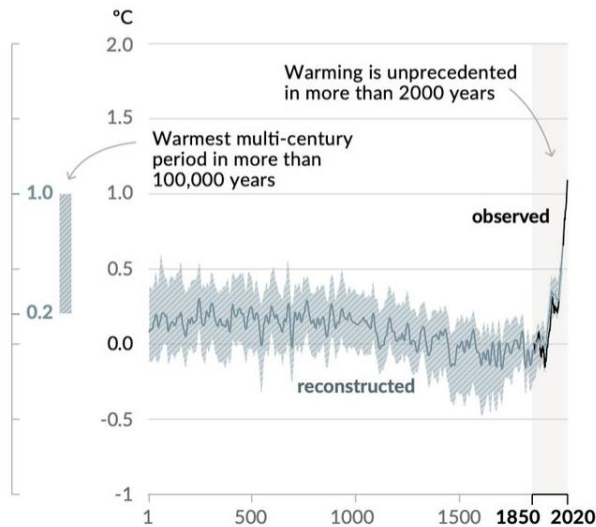


Panorama actual sobre la
crisis climática

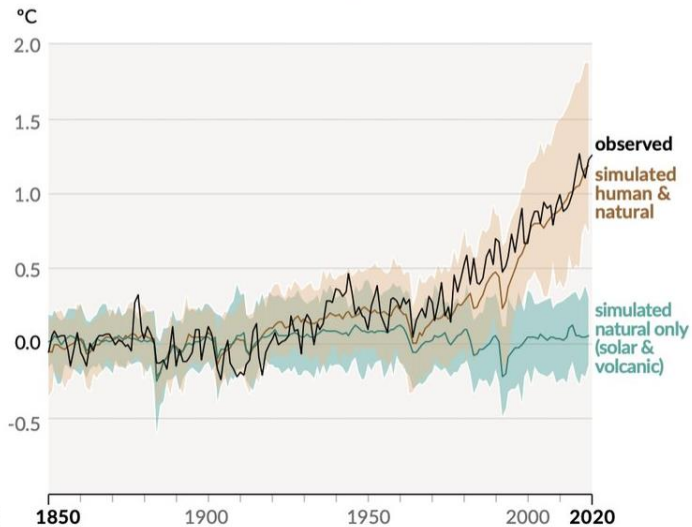
Crisis climática actual

Changes in global surface temperature relative to 1850-1900

a) Change in global surface temperature (decadal average) as **reconstructed** (1-2000) and **observed** (1850-2020)



b) Change in global surface temperature (annual average) as **observed** and simulated using **human & natural** and **only natural** factors (both 1850-2020)



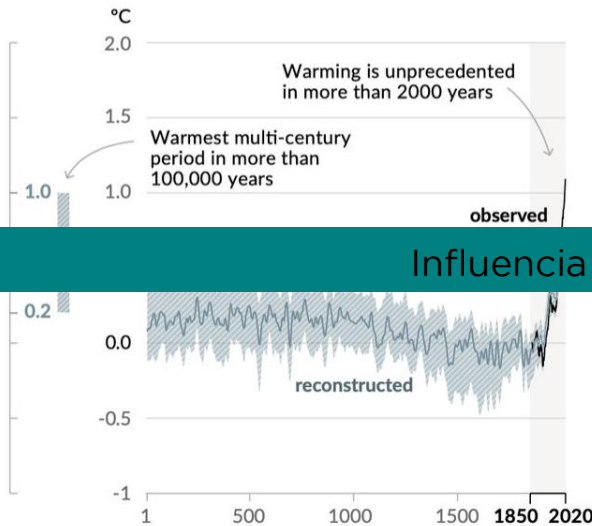
Fuente: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>



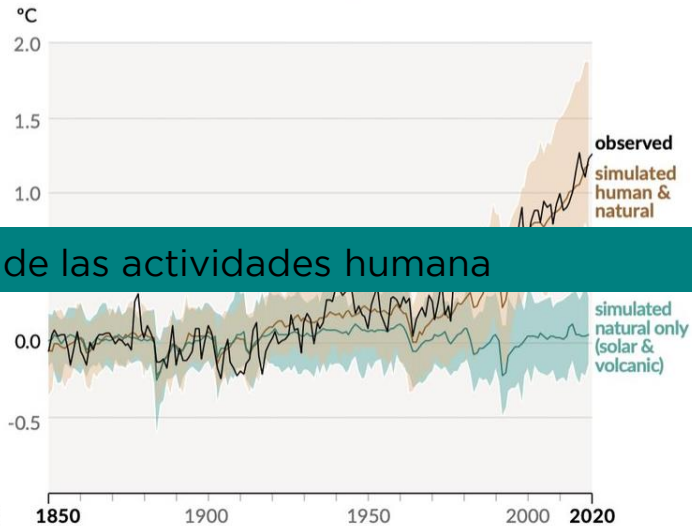
Crisis climática actual

Changes in global surface temperature relative to 1850-1900

a) Change in global surface temperature (decadal average) as **reconstructed** (1-2000) and **observed** (1850-2020)



b) Change in global surface temperature (annual average) as **observed** and simulated using **human & natural** and **only natural** factors (both 1850-2020)



Influencia de las actividades humanas

Fuente: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>



Consecuencias de la crisis climática

Sequías



Derretimiento de glaciares



Extinción de la flora y la fauna



Incendios



Incremento del nivel del mar



Inundaciones

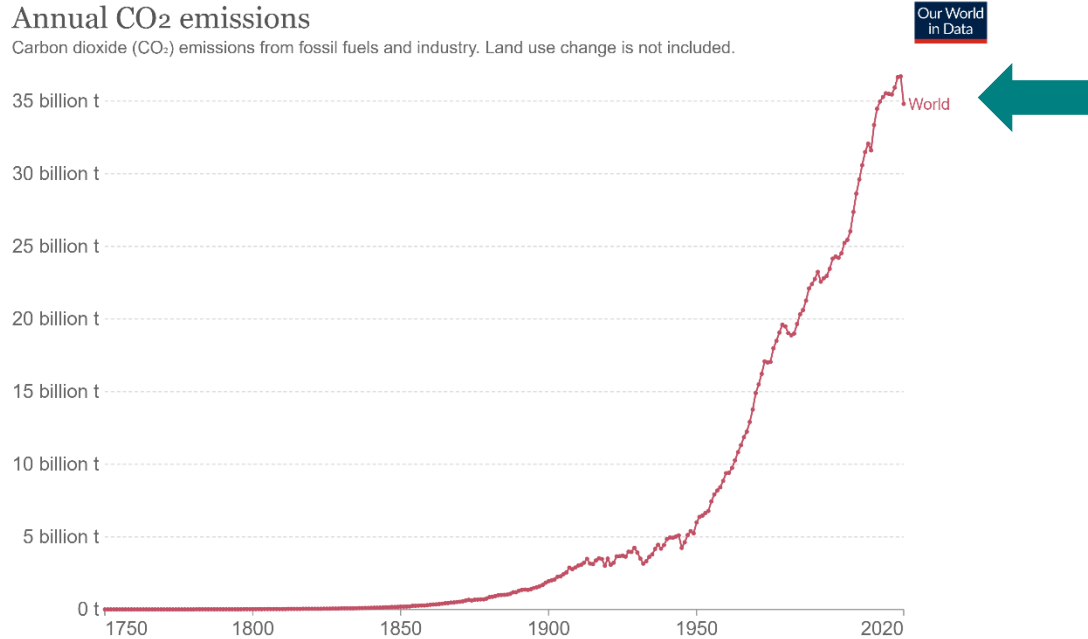


Fenómenos meteorológicos atípicos

Crisis climática actual

Annual CO₂ emissions

Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry. Land use change is not included.



Source: Global Carbon Project

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions/ • CC BY

Fuente: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>

Crisis climática actual

Global greenhouse gas emissions and warming scenarios



- Each pathway comes with uncertainty, marked by the shading from low to high emissions under each scenario.
- Warming refers to the expected global temperature rise by 2100, relative to pre-industrial temperatures.

Annual global greenhouse gas emissions
in gigatonnes of carbon dioxide-equivalents

150 Gt

100 Gt

50 Gt

Greenhouse gas emissions
up to the present

1990 2000 2010 2020 2030 2040 2050 2060 2070 2080 2090 2100

No climate policies
4.1 – 4.8 °C

→ expected emissions in a baseline scenario if countries had not implemented climate reduction policies.

Current policies
2.5 – 2.9 °C

→ emissions with current climate policies in place result in warming of 2.5 to 2.9°C by 2100.

Pledges & targets (2.1 °C)
→ emissions if all countries delivered on reduction pledges result in warming of 2.1°C by 2100.

2°C pathways
1.5°C pathways



Medidas
urgentes y
radicales

Data source: Climate Action Tracker (based on national policies and pledges as of November 2021).
OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems.

Last updated: April 2022.
Licensed under CC BY by the authors Hannah Ritchie & Max Roser.

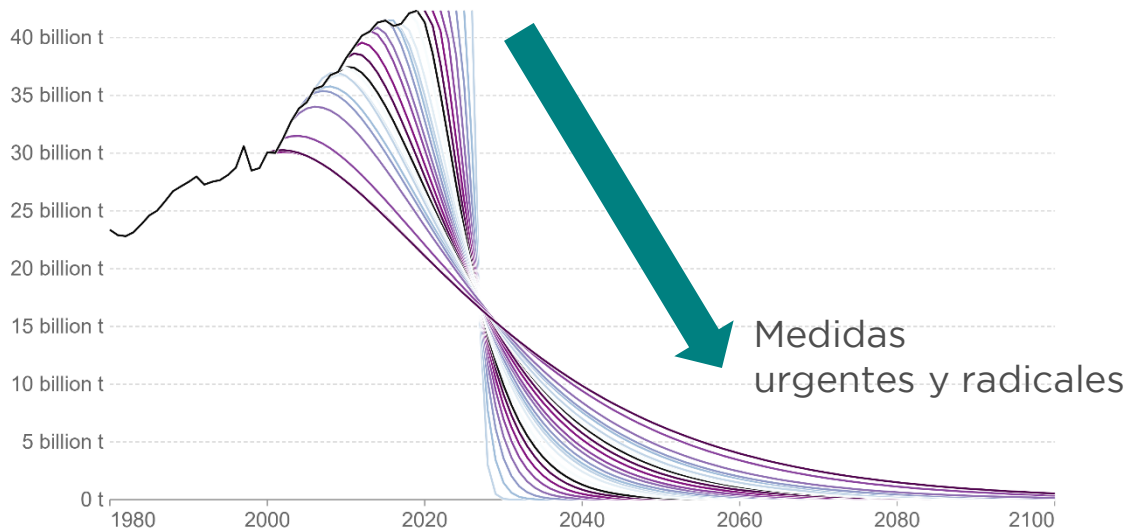
Fuente: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>

Crisis climática actual

CO₂ reductions needed to keep global temperature rise below 1.5°C

Annual emissions of carbon dioxide under various mitigation scenarios to keep global average temperature rise below 1.5°C. Scenarios are based on the CO₂ reductions necessary if mitigation had started – with global emissions peaking and quickly reducing – in the given year.

Our World
in Data



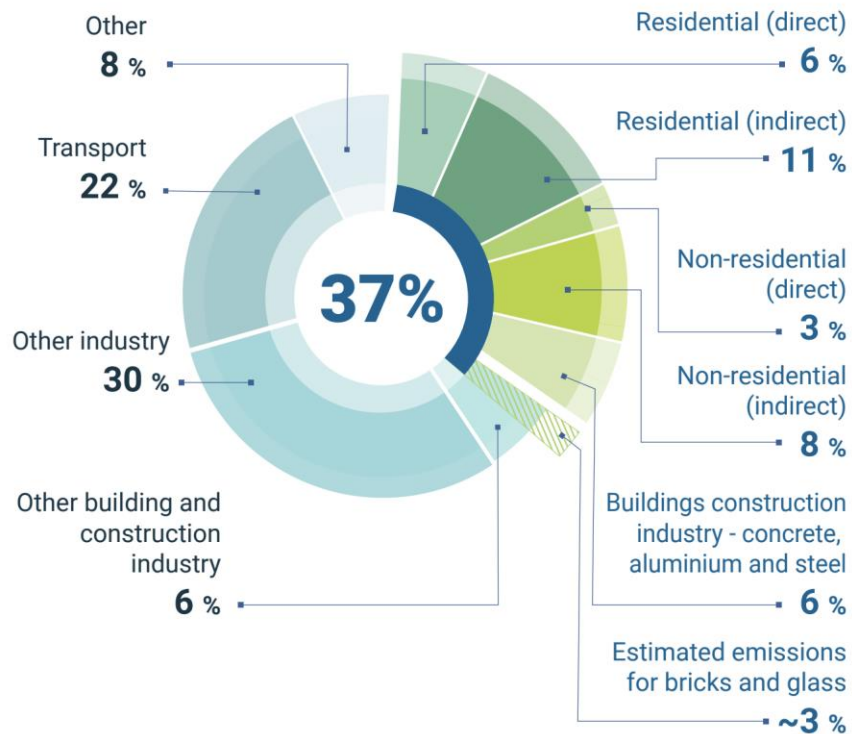
Source: Robbie Andrews (2019); based on Global Carbon Project & IPCC SR15

Note: Carbon budgets are based on a >66% chance of staying below 1.5°C from the IPCC's SR15 Report.

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

Fuente: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>

Crisis climática actual



Edificios y construcción

Crisis climática actual



European Green Deal

Reducción progresiva y absoluta de la **emisiones de CO₂** para el año **2050**

Crisis climática actual

AT A GLANCE
Plenary – March | 2023



Energy Performance of Buildings Directive

The Parliament is due to vote in plenary in March on a report from the Committee on Industry, Research and Energy (ITRE) on the proposal to revise the Energy Performance of Buildings Directive, part of the 'fit for 55' package. Once adopted, this will set Parliament's position for trilogue negotiations with the Council.

Background

In December 2021, the European Commission proposed a [revision](#) to the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), as part of the 'fit for 55' package, to meet a minimum 55% EU reduction in greenhouse gas (GHG) emissions by 2030, now legally required under the 2021 [European Climate Law](#). This EPBD revision sets out how the EU can achieve a zero-emission and fully decarbonised building stock by 2050, in particular by increasing the rate of renovation for the worst-performing buildings in each EU Member State.

European Commission proposal

As of 2030, all new buildings in the EU must be zero-emission (2027 for all new public buildings). To ensure more harmonised standards across Member States, **minimum energy performance standards** will be set at EU level. Non-residential buildings with the lowest (class G) energy performance certificate (EPC) will need to be renovated to at least class F by 2027 and at least class E by 2030. Meanwhile, all class G residential buildings will need to reach class F by 2030 and class E by 2033. In future, **EPC class G must cover at least 15% of buildings in each Member State**, while lower class EPCs (D-G) would be issued for only 5 years.

Council of the EU position

The Council of the EU adopted a [general approach](#) (negotiating position) during a meeting of energy ministers on 25 October 2022. This would require all new buildings to be zero-emission from 2030 (2028 for all new buildings owned by public bodies). Exceptions would be possible for some types of building, including historical ones, places of worship and buildings used for defence purposes. Residential buildings would need to meet at D class by 2033 and higher standards by 2040 or 2050 based on national trajectories towards zero-emission building stocks. Non-residential buildings would need to meet **maximum energy performance thresholds**, based on primary energy use and determined according to 15-25% of the worst performing energy stock in each Member State. Class A EPCs would apply to zero-emission buildings; a new A+ class would apply to zero-emission buildings contributing on-site renewable energy to the grid.

European Parliament position

The ITRE committee adopted its [report](#) on 9 February 2023. This would set an earlier deadline for all new buildings to be zero-emission (2028), and apply this obligation from 2026 to all new buildings occupied, operated or owned by public authorities. All new buildings should be equipped with solar technologies by 2028, where feasible (2032 for residential buildings undergoing major renovation). Residential buildings would need to reach EPC class E by 2030, and class D by 2033. Non-residential and public buildings would have to achieve the same classes by 2027 and 2030 respectively. A limited set of exemptions would apply to certain categories of building, including public social housing, where renovations would lead to rent increases that weren't compensated by greater savings on energy bills. Fossil fuels in new heating systems would be totally phased out by 2035, unless the Commission allowed their installation until 2040.

First-reading report: [2023/0026 \(COD\)](#), Committee responsible: ITRE, Rapporteur: Cláudia Cuffe (Greens/EFA, Ireland). For further information see our 'EU Legislation in progress' [briefing](#).



EPRS | European Parliamentary Research Service

Author: Alex Wilson, Member's Research Service
PE 739.377 – March 2023



This document is prepared for, and addressed to, the Members and staff of the European Parliament as background material to assist them in their parliamentary work. The content of the document is the sole responsibility of its author(s) and any opinions expressed herein should not be taken to represent an official position of the Parliament. Reproduction and translation for non-commercial purposes are authorised, provided the source is acknowledged and the European Parliament is given prior notice and sent a copy. © European Union, 2023

[https://www.epprs.eu/itres/2023/0026/cod/](#) (Internet) [https://www.epprs.eu/itres/2023/0026/cod/](#) (Internet) [https://www.epprs.eu/itres/2023/0026/cod/](#) (Internet) [https://www.epprs.eu/itres/2023/0026/cod/](#) (Internet)

EN

EPBD



Huella de Carbono
a lo largo del ciclo de vida

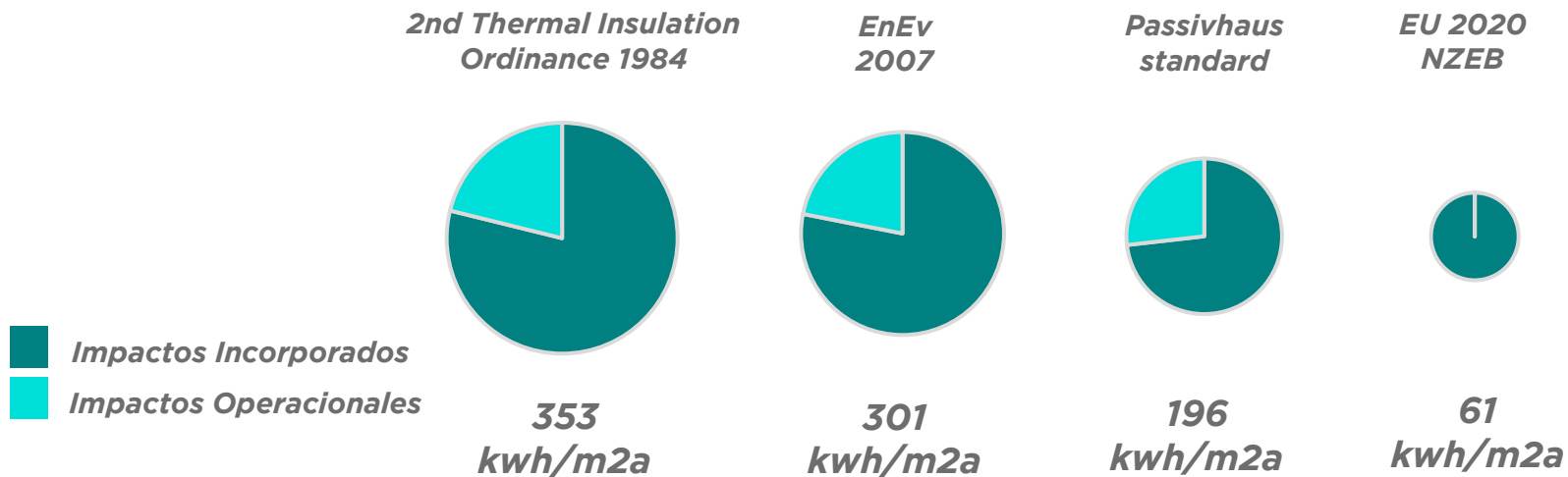


Impactos incorporados



Impactos operacionales

Crisis climática actual



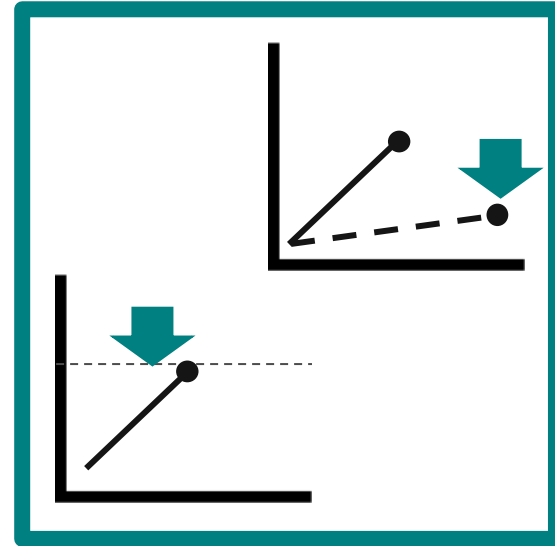


¿Cómo podemos desde el
sector de la edificación
avanzar hacia reducir y mitigar
esos efectos?

Aspectos clave para reducir y mitigar impactos



Evaluación y monitorización



Poner límites y reducir

Aspectos clave para reducir y mitigar impactos



Evaluación y monitorización



Fuente: <https://pre-sustainability.com/articles/life-cycle-assessment-lca-basics/>

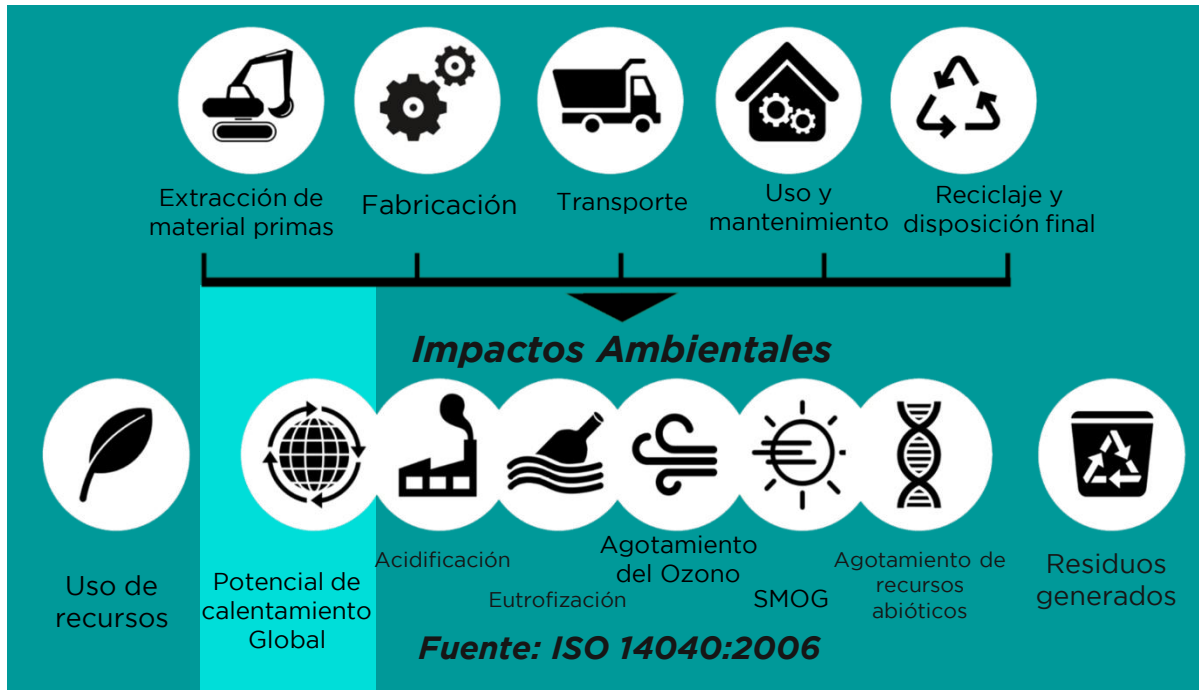
Huella de Carbono



emisiones de GEI (CO₂ Eq.) basadas en la metodología de ACV utilizando como única categoría de impacto el cambio climático

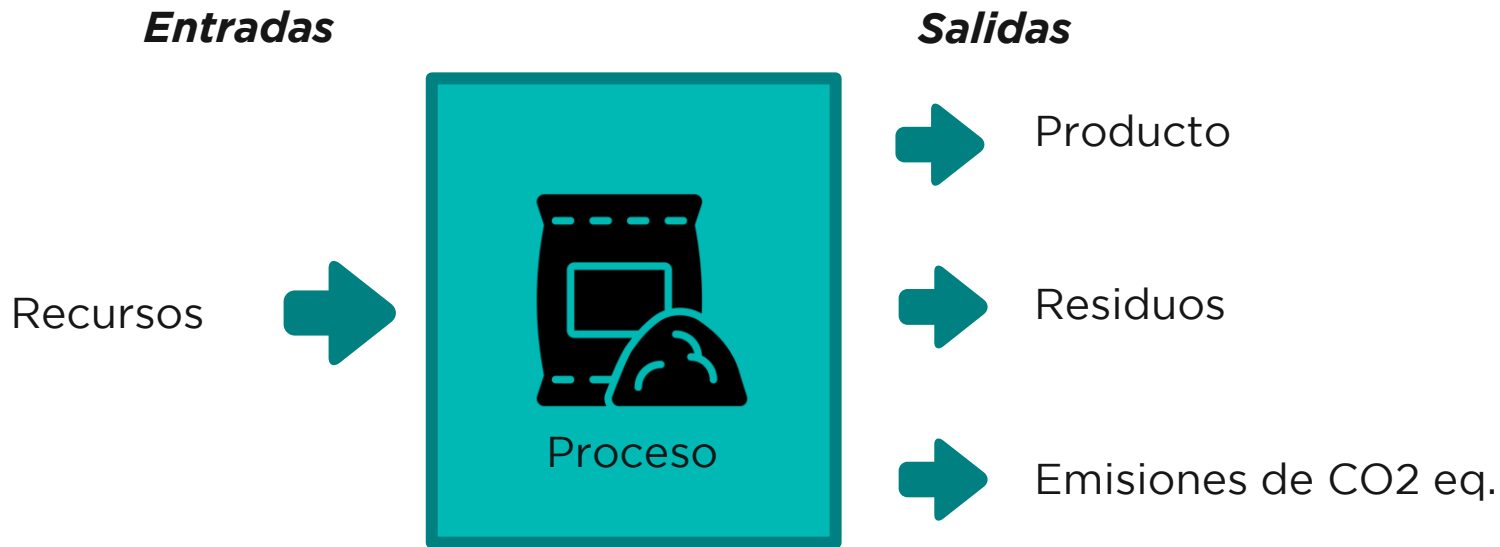
Análisis del Ciclo de Vida

Huella de Carbono



Análisis del Ciclo de Vida

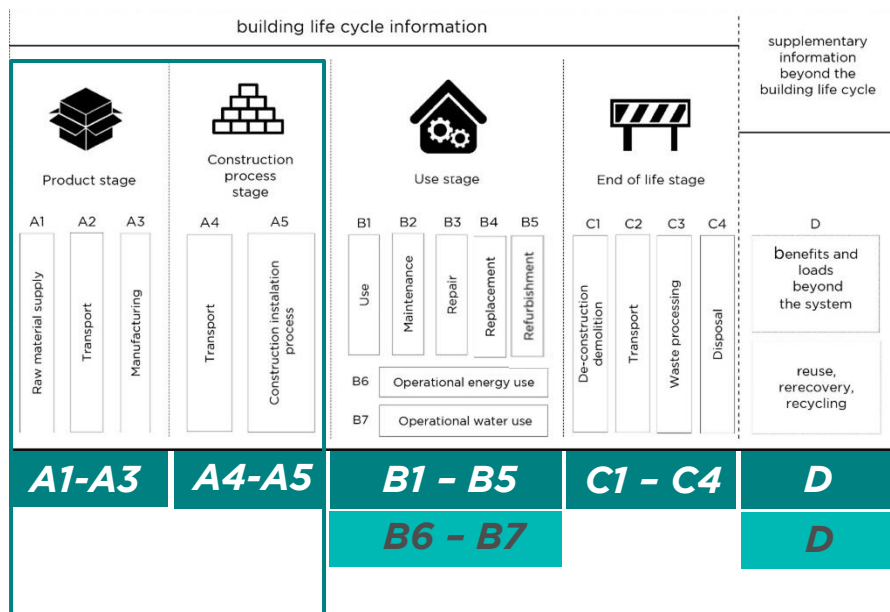
Huella de Carbono



Fuente: ISO 14040:2006

Análisis del Ciclo de Vida

Huella de Carbono

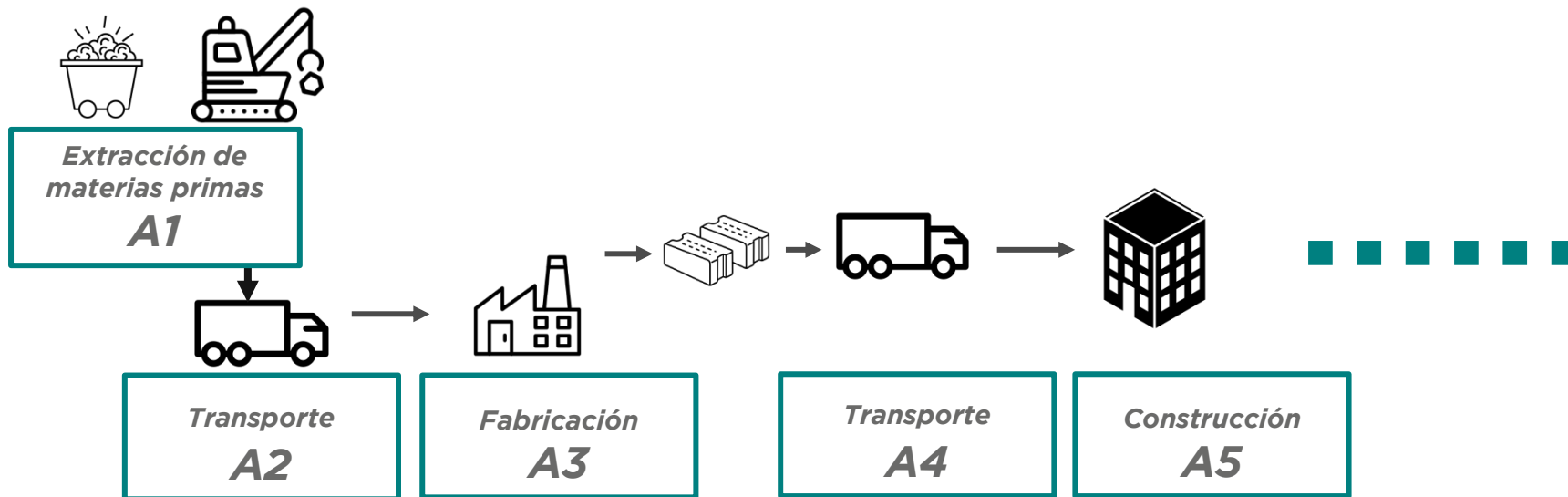


Impactos Incorporados

Impactos operacionales

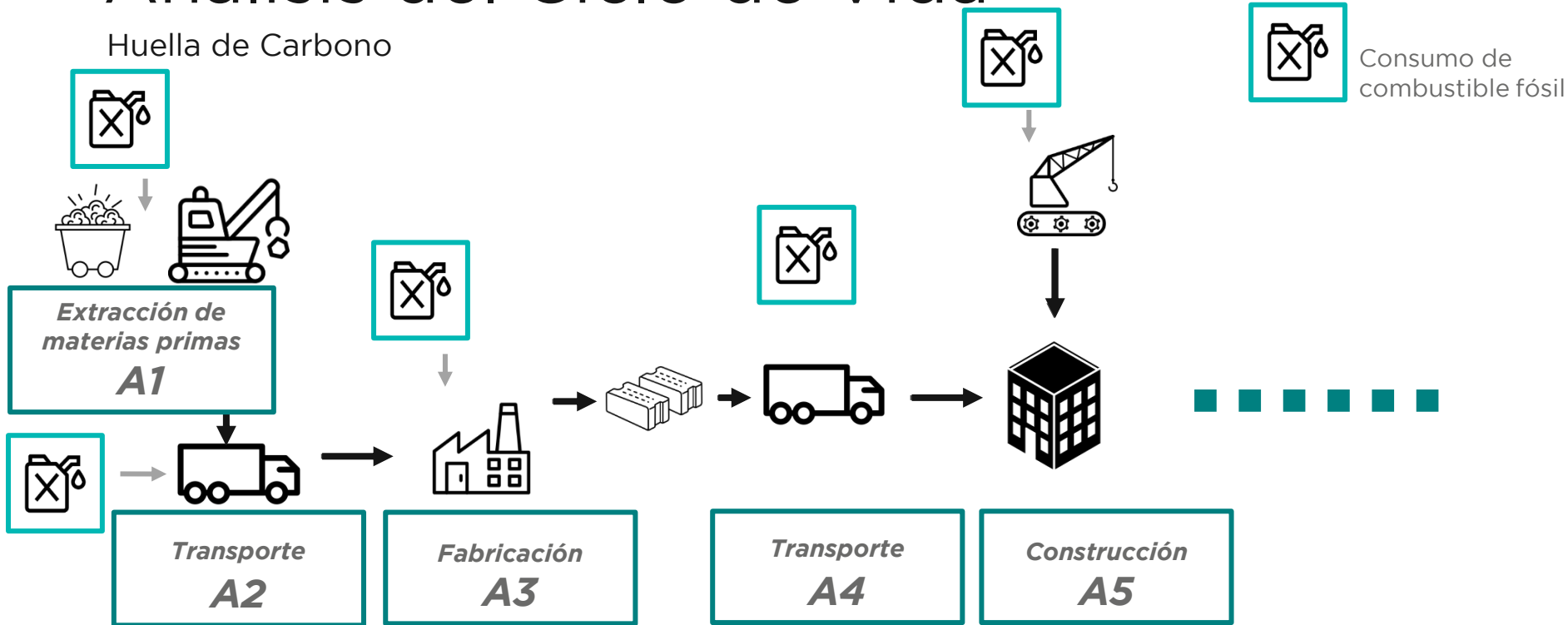
Análisis del Ciclo de Vida

Huella de Carbono



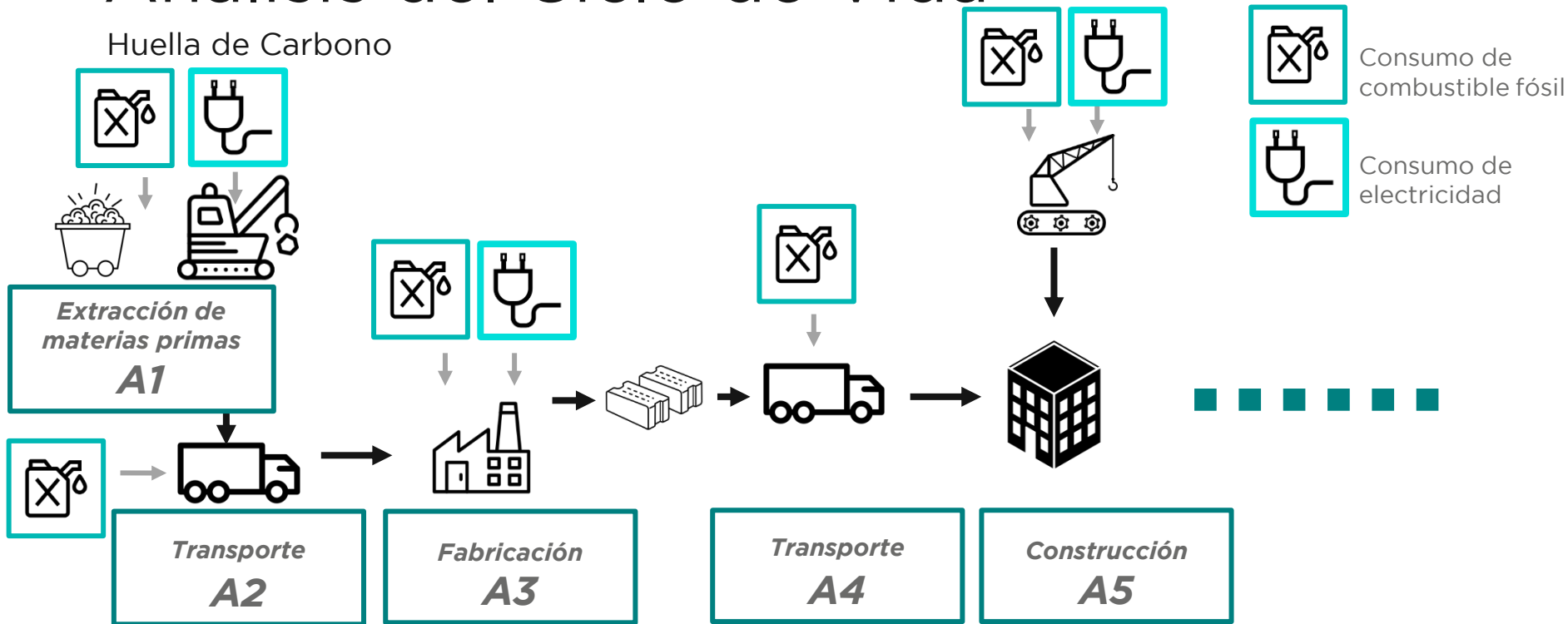
Análisis del Ciclo de Vida

Huella de Carbono



Análisis del Ciclo de Vida

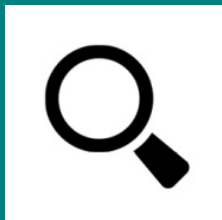
Huella de Carbono



Análisis del Ciclo de Vida

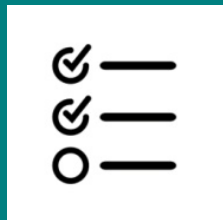
Huella de Carbono

1



*Alcance y
objetivos*

2



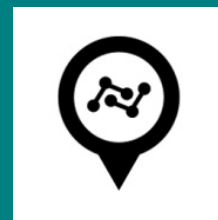
Inventario

3



Evaluación

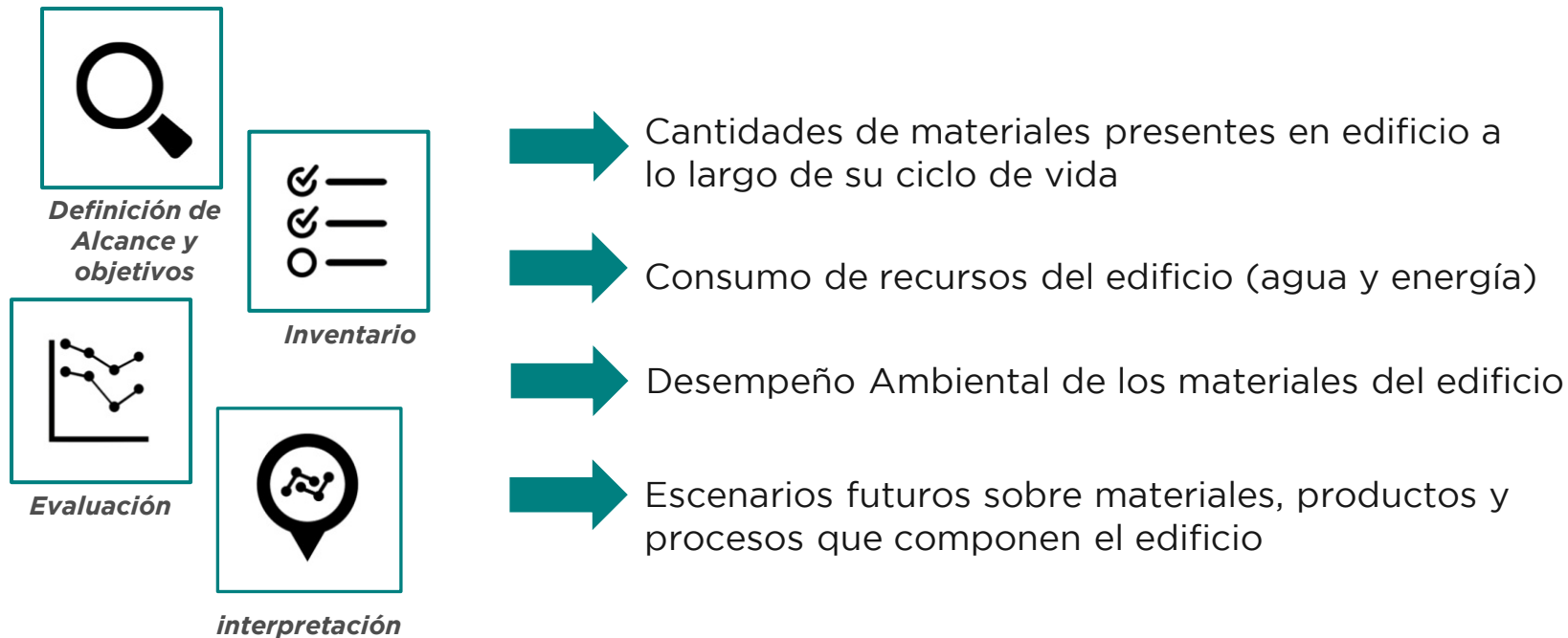
4



Interpretación

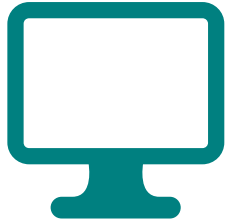
Análisis del Ciclo de Vida

Huella de Carbono



ACV en BIM

Huella de Carbono



Uso del modelo
BIM para la extracción
de cantidades
de materiales.



Datos Ambientales
(genéricos and
específicos
EPDs/DAPs)



Herramientas de
ACV



Definición de
escenarios y
cálculo del ACV

ACV en BIM

Huella de Carbono




Reducir esfuerzos en la
Fase de inventario del ciclo de vida

ACV en BIM

Huella de Carbono

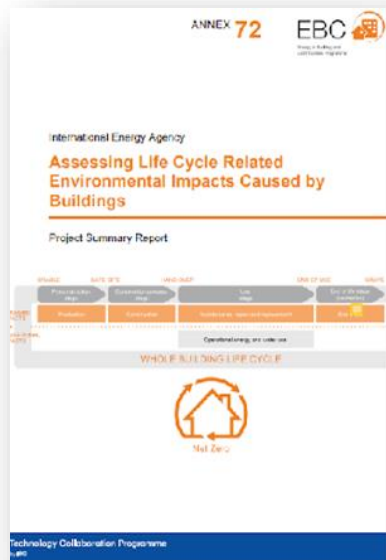


Facilitar la implementación del ACV a lo largo
del proceso de diseño



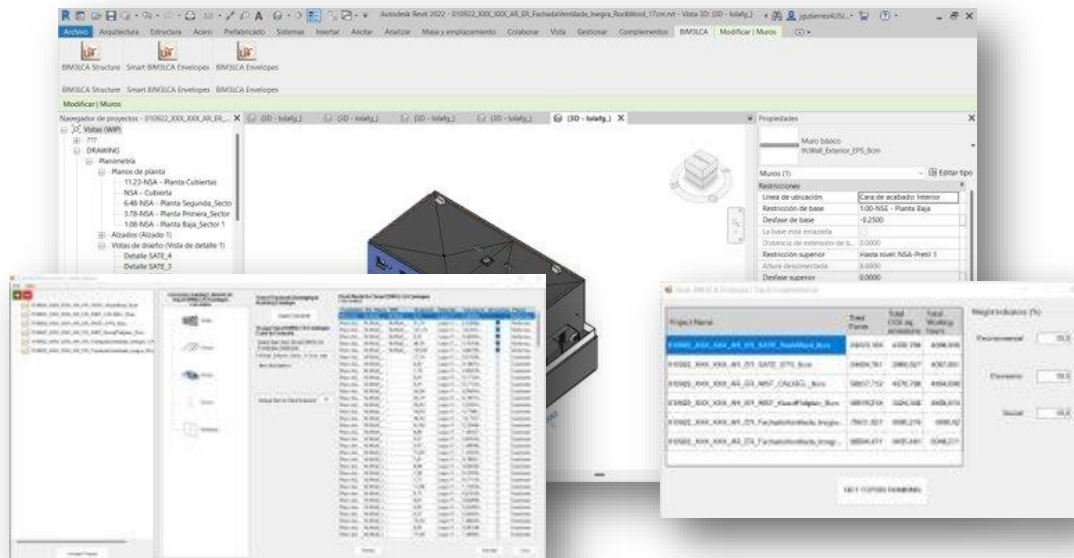
Principales inconvenientes a la hora de calcular la huella de carbono en BIM

Experiencias existentes



IEA EBC Annex 72

<https://annex72.iea-ebc.org/>



BIM3LCA / ODISEA / EVA-BIM / BIM-ZEN

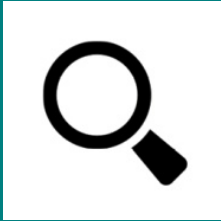
Grupo TEP 986- Universidad de Sevilla

Proyectos de investigación culminados o en fase de desarrollo

ACV en BIM

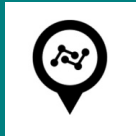
Huella de Carbono

1



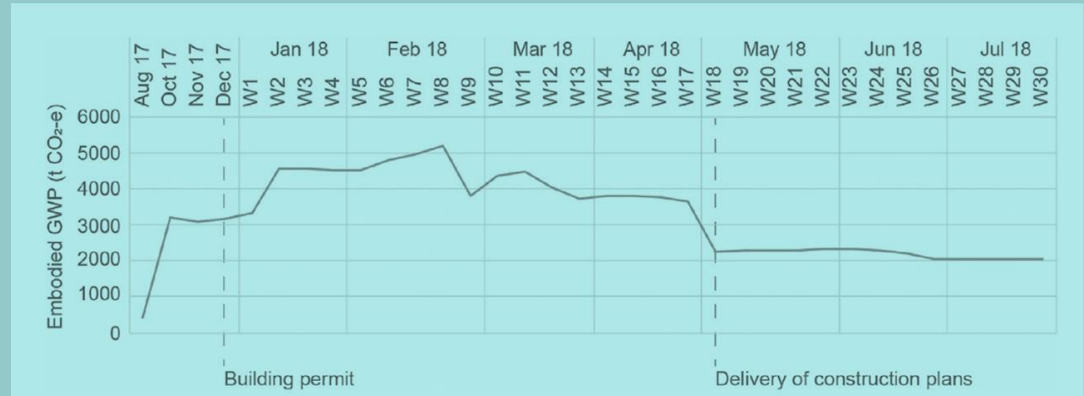
Alcance y objetivos

4



Interpretación

Variabilidad en los resultados a lo largo del proceso de diseño.

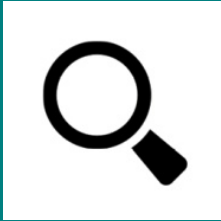


Fuente: Hollberg, A. et al. (2020). "Evaluation of BIM-Based LCA Results for Building Design." Automation in Construction 109:102972. doi: 10.1016/j.autcon.2019.102972.

ACV en BIM

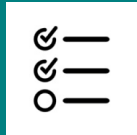
Huella de Carbono

1



*Alcance y
objetivos*

2



Inventario

Dificultades en la organización y uso de la información del edificio contenida en el modelo BIM.



ACV en BIM

Huella de Carbono

3



Evaluación

4



Interpretación

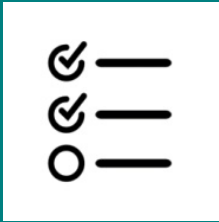
Variabilidad en tipos de datos,
problemas de interoperabilidad y
flujos de trabajo.



ACV en BIM

Huella de Carbono

2



Inventario

3



Evaluación

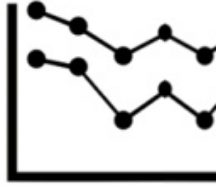
Complejidad de modelado de procesos.



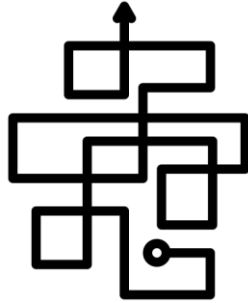
An aerial photograph showing a dense, lush green forest canopy. The trees are packed closely together, creating a textured, vibrant green surface. The lighting is even, highlighting the various shades of green from deep forest greens to lighter, sunlit areas.

Posibles ***soluciones*** para
los problemas detectados

Problemas detectados



Variabilidad de los resultados a lo largo del proceso de diseño.



Dificultades en la organización y uso de la información del edificio contenida en el modelo BIM.



Variabilidad en tipos de datos, interoperabilidad y flujos de trabajo



Complejidad de modelado de procesos

ACV en BIM

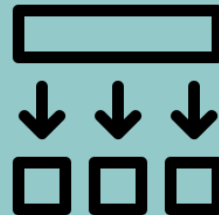
Huella de Carbono

PROBLEMA

Variabilidad en los resultados a lo largo del proceso de diseño.

SOLUCIÓN

Definición armonizada de las ***fases de diseño y descomposición*** sistemática del edificio



ACV en BIM

Huella de Carbono

SOLUCIÓN

Definición armonizada de las fases de diseño y descomposición sistemática del edificio.

| | Fase temprana de diseño | | | Fase de diseño detallado | | | | Mantenimiento | |
|----------------|---|-----------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|---|-------------|
| Fase de diseño | Definición estratégica | Estudio preliminar | Diseño conceptual | Proyecto Básico | Proyecto de ejecución | Construcción | Final de obra | Gestión y mantenimiento | Fin de vida |
| Objetivo | Requerimientos generales, evaluación de riesgos y alternativas de diseño. | Estudio de viabilidad | Esquemas | Elaboración del concepto | Definición técnica | Construcción y supervisión | Puesta en funcionamiento | Gestión de instalaciones, uso y mantenimiento | Demolición |
| LOD / LOIN | 0 | 0-100 | 100-200 | 200-300 | 300-350 | 350-400 | 400-500 | 400-500 | 400-500 |



PB



PE



“As built”

ACV en BIM

Huella de Carbono

SOLUCIÓN

Definición armonizada de las fases de diseño y descomposición sistemática del edificio.

Ejemplo



Volumen de vigas extraído del modelo BIM.



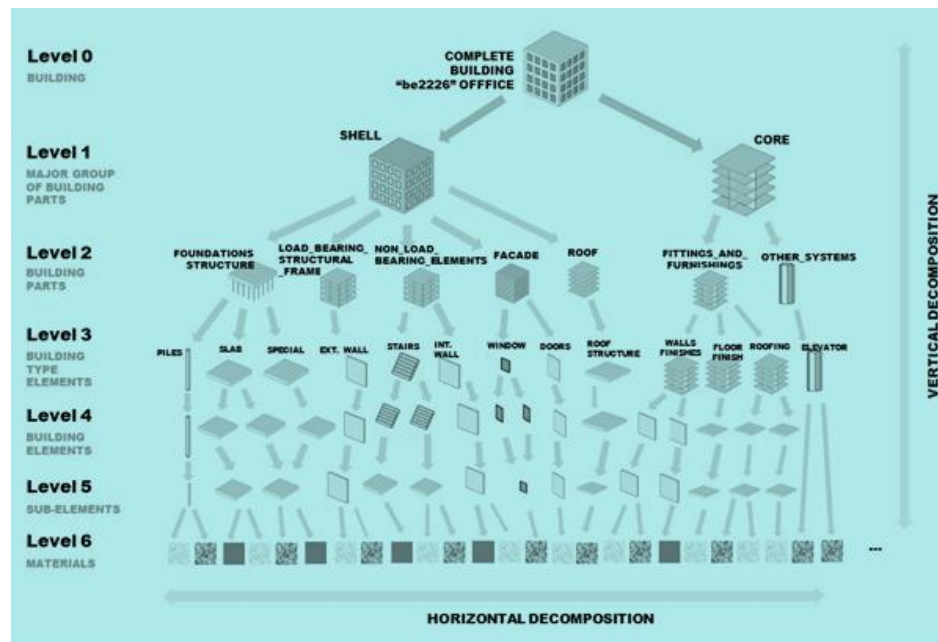
Cantidad de hormigón y acero estimado usando misma hipótesis.

ACV en BIM

Huella de Carbono

SOLUCIÓN

Definición armonizada de las fases de diseño y descomposición sistemática del edificio.



Edificio



Sistema



Elemento



Sub-elemento



Material

ACV en BIM

Huella de Carbono

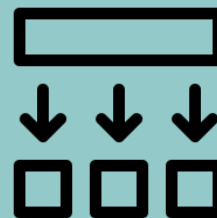
PROBLEMA

Dificultades en la organización y uso de la información del edificio contenida en el modelo BIM.

Variabilidad en tipos de datos, interoperabilidad y flujos de trabajo.

SOLUCIÓN

Definición de ***flujos de trabajo, herramientas y fuentes de datos***

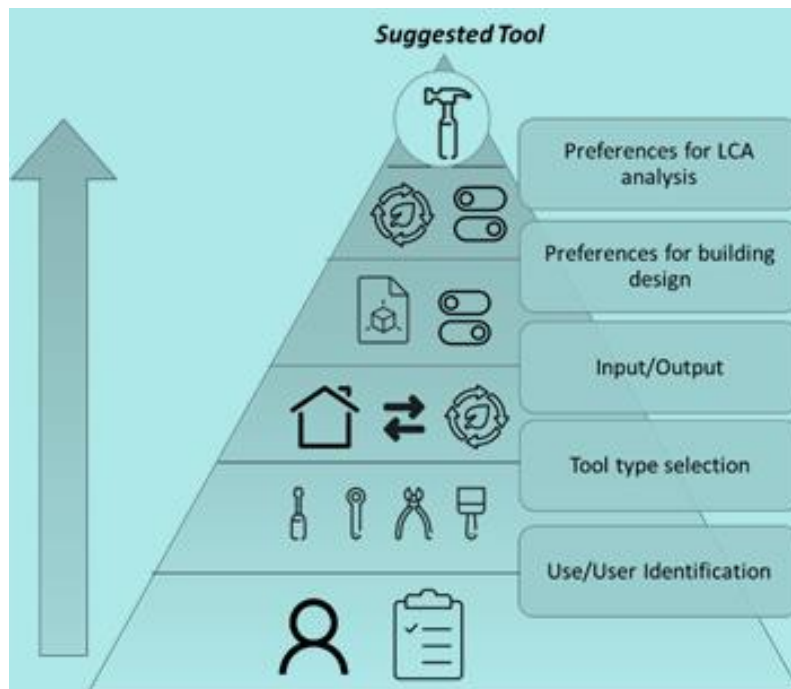


ACV en BIM

Huella de Carbono

SOLUCIÓN

Definición de flujos de trabajo, herramientas y fuentes de datos.



ACV en BIM

Huella de Carbono

SOLUCIÓN

Definición de flujos de trabajo, herramientas y fuentes de datos.



Level(s)

https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_en

ACV en BIM

Huella de Carbono

PROBLEMA

Complejidad de modelado de procesos.

SOLUCIÓN

Gestión de la ***incertidumbre***, ***interpretación*** y ***visualización de los resultados***.

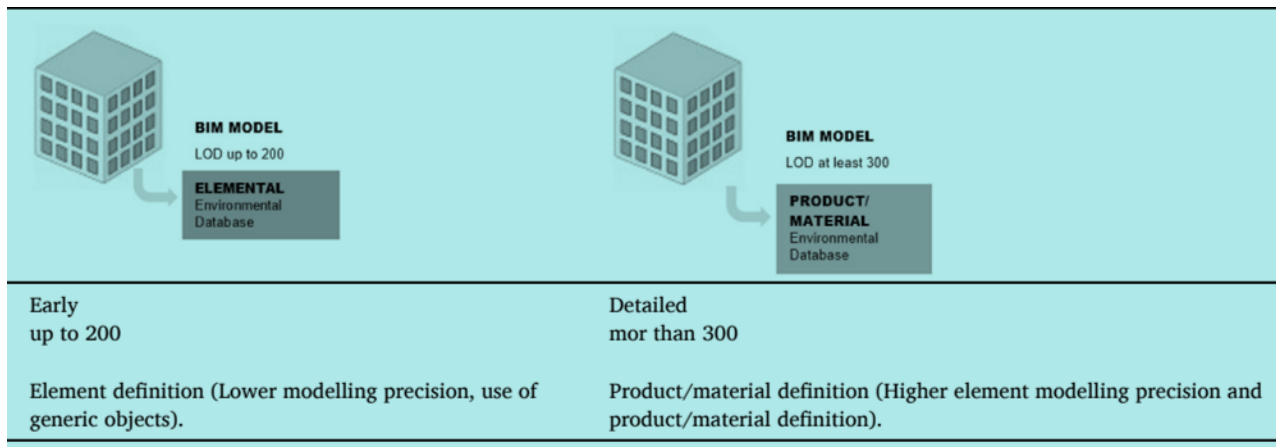


ACV en BIM

Huella de Carbono

SOLUCIÓN

Gestión de la incertidumbre, interpretación y visualización de los resultados.



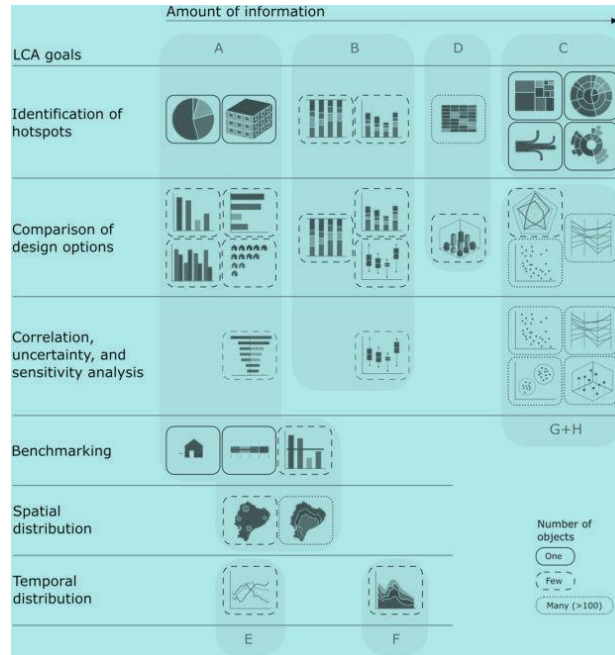
Fuente: Soust-Verdaguer et. al. 2023 -Using systematic building decomposition for implementing LCA: The results of a comparative analysis as part of IEA EBC Annex 72
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135422>

ACV en BIM

Huella de Carbono

SOLUCIÓN

Gestión de la incertidumbre, interpretación y visualización de los resultados.




Nivel de complejidad y cantidad de información



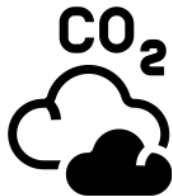
Fase de diseño y actores interesados

Fuente: Hollberg et. al. 2021 -Review of visualising LCA results in the design process of buildings. Building and Environment. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107530>

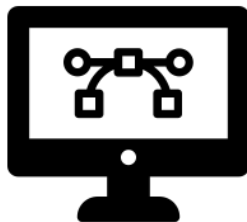
The background is a collage of architectural images. On the left, there's a wooden structure with a complex roof. In the center, a modern multi-story building with large windows and balconies. On the right, a green building with a prominent vertical green wall. The text is overlaid on the central part of the collage.

¿Qué podemos hacer para avanzar y mejorar la **implementación del ACV** y el cálculo de la **huella de carbono** a lo largo del proceso de diseño de los edificio?

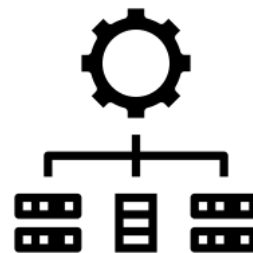
Conclusiones



Importancia de integrar la **huella de carbono** como una **variable de diseño relevante**.



Importancia de incrementar el nivel de integración del cálculo y **evaluación de la huella de carbono** a lo largo de **proceso de diseño**.



Procedimientos y métodos cada vez más **sistematizados nos acercan a resultados más fiables, comparables y representativos** para el contexto en el que se emplaza el edificio.

Muchas gracias por vuestra atención

Bernardette Soust-Verdaguer

Universidad de Sevilla

bsoust@us.es

<https://www.linkedin.com/in/bernardette-soust-verdaguer-ph-d-architect-b5951426/>

EUBIM 2023

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

VALENCIA

17 - 20 Mayo 2023