DESCARBONIZACIÓN DE MATERIALES

Hojas de ruta del sector de la construcción en Europa

INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en una crisis climática sin precedentes que amenaza la supervivencia de toda forma de vida en el este planeta.

El **Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)** alerta en su último informe de 2022 de la necesidad urgente de tomar medidas drásticas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de manera significativa y rápida si queremos limitar el calentamiento global a 1.5 grados y evitar una catástrofe climática irreversible.

Para cumplir este objetivo, el informe advierte que es necesario reducir a la mitad las emisiones de CO_2 en 2030 y alcanzar emisiones cero en 2050.

Ante este reto, la **Asociación AUS – Arquitectura y Sostenibilidad** del Col.legi d'Arquitectes de Catalunya (COAC)- hemos iniciado una labor activista con el objetivo de reducir el impacto del sector de la construcción sobre el medioambiente y las personas y luchar por un futuro habitable.

Y es que, no se trata sólo de la responsabilidad del sector, que representa el **37% de las emisiones de gases de efecto invernadero y el 30% del total de residuos no reciclables que acaban en vertederos** [1], sino del hecho que la construcción y mejora de la habitabilidad es el fin último de nuestra profesión, una habitabilidad que, con el cambio climático, se pone en entredicho a escala global. Inmersos en esta realidad, es urgente la descarbonización del entorno edificado mediante la reducción del consumo de energía, el uso de energías renovables y la utilización de materiales de bajo impacto ambiental, que puedan ser recuperados, reutilizados o devueltos a la tierra al final de su vida útil.

Es necesario, también, sustituir aquellos materiales que requieren de la utilización de combustibles fósiles en sus procesos de producción (como son el cemento portland, el acero, el aluminio o los plásticos) por alternativas de menor impacto de manera inmediata y mientras no ofrezcan hojas de ruta de descarbonización realistas en forma y tiempo.

Además, la descarbonización del sector debe apoyarse en un marco normativo ambicioso que regule y limite sus impactos. En Europa, este marco se ha venido desarrollando en las últimas décadas en lo que respecta a la reducción del consumo de energía y el uso de renovables, pero queda pendiente abordar las emisiones derivadas de los materiales de construcción.

Los primeros pasos en este sentido se han dado en la última versión de la **EPBD, (Directiva de Eficiencia Energética de Edificios)**, cuyo borrador se prevé que quede aprobado en marzo de 2024.

La directiva supone un primer paso hacia la limitación de las emisiones en la construcción de manera coordinada en toda Europa, si bien se trata de un paso algo tímido, ya que obliga a contabilizar y declarar las emisiones, pero no establece limitaciones.

Afortunadamente, varios países de la Unión Europea han tomado la iniciativa. Finlandia, Francia, los Países Bajos y Suecia, entre otros, ya han implementado regulaciones de cómputo y limitación de emisiones de CO_2 en la construcción y rehabilitación de edificios, con hitos intermedios cada 2 o 3 años que permitirán conseguir reducciones de emisiones de alrededor del 60% al final de esta década, en la línea de los compromisos adquiridos por Europa en el **Acuerdo de París.**

En España este recorrido está todavía por hacer. Es necesario planificar la adaptación de la actual normativa a la nueva directiva y tomar la iniciativa para avanzar en el desarrollo de las herramientas y bases de datos necesarias para llevar a cabo este proceso.

Es por ello que desde AUS hemos iniciado la publicación de una serie de documentos con el objetivo de concienciar, buscar apoyos y generar consenso sobre la urgente necesidad de contribuir de forma activa y desde todos los ámbitos a la descarbonización del sector.

---

[1] United ations Environment Programme (2022). 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi.

INTRODUCCIÓN

En el presente documento profundizamos en la necesidad de iniciar una hoja de ruta de descarbonización del sector de la construcción en España.

En la primera parte hacemos un breve repaso del contexto actual en lo que respecta al cambio climático y el impacto del sector de la construcción para posteriormente centrarnos en el contexto europeo y analizar las hojas de ruta de descarbonización vigentes en distintos países miembros. Finalmente, esbozamos cuáles son los pasos necesarios y urgentes a poner en marcha para elaborar una hoja de ruta en nuestro país.

Tanto si eres profesional o entidad del sector, formas parte de una administración o simplemente tienes curiosidad por conocer más, te animamos a que tras leer este documento pases a la acción y te unas a la tarea activa que desarrollamos desde esta u otras asociaciones que luchan por la regulación del carbono en la construcción.

Sin duda, si existe alguna solución para mitigar los efectos de la crisis climática, ésta pasa por un esfuerzo conjunto de personas conscientes que trabajamos por un objetivo común desde nuestras profesiones, en nuestro día a día, por la sostenibilidad y la supervivencia en este planeta.

Si quieres ampliar información o unirte a nosotras, puedes hacerlo a través de los siguientes canales de comunicación:

> Visita nuestra web **Aus.arquitectes.cat**

> Asóciate **Aus.arquitectes.cat/agrupat/**

> e-mail **agrupacions@coac.net**

> Síguenos en redes

Instagram aus.arquitectes

LinkedIn auscatalunya

AUS

2. EMERGENCIA CLIMÁTICA

Recientemente se ha publicado **el sexto informe de síntesis sobre el cambio climático, redactado por el IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático).** En él se recogen las conclusiones de los distintos grupos de científicos que han analizado el fenómeno del cambio climático desde las bases físicas, estudiando el impacto que provoca y cómo trabajar para su mitigación.

La información aportada por dichos informes señala a la actividad humana, a través de las emisiones de gases de efecto invernadero, como la principal causa del calentamiento global y advierte que para tener posibilidades de superar esta crisis, las acciones deben producirse durante esta década, ya que su retraso aumentaría los riesgos para los ecosistemas (mayores impactos y fenómenos meteorológicos más frecuentes), elevaría los costes de adaptabilidad y provocaría cambios irreversibles que ponen en riesgo la supervivencia de toda forma de vida en este planeta.

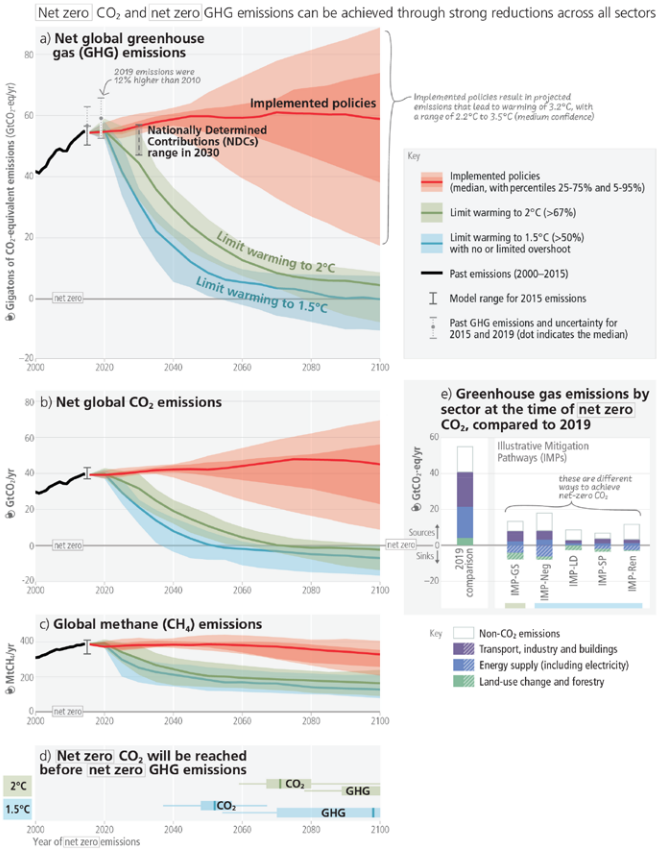
Todos los escenarios que conducen a una reducción de emisiones dentro de los límites de seguridad para la vida contemplan la necesaria transformación del sistema socioeconómico y productivo actual combinando la acción en la equidad e inclusión social, los cambios de regulación política, las estrategias económicas, el desarrollo de la tecnología, la ciencia y la cooperación internacional.

A pesar de que las iniciativas políticas y económicas llevadas a cabo hasta el momento han sido totalmente insuficientes para mitigar la crisis climática, todavía estamos a tiempo de actuar y hay **una ventana de oportunidad para lograr los objetivos de limitar el calentamiento climático a un incremento de 1,5ºC**, si se alcanza un pico de las emisiones de carbono en 2025, para reducirse al 50% en 2030 en relación a los valores de 1990 y llegar a cero emisiones en 2050.

Este sexto informe transmite un mensaje claro: la humanidad se encuentra en un punto de inflexión y debe hacer frente a los desafíos globales del cambio climático, como máxima prioridad mundial.

El clima, los ecosistemas y la biodiversidad son interdependientes y se encuentran en una grave crisis que amenaza la supervivencia en este planeta, por ello debemos organizar de forma urgente nuestras sociedades hacia un escenario de sostenibilidad que garantice salud y la vida en el planeta.

Fig 1. Limitar el calentamiento a 1,5°C y 2°C implica una reducción rápida, profunda y, en la mayoría de los casos, inmediata de las emisiones de gases de efecto invernadero



Fuente: IPPC
Descarga aquí el gráfico

3. IMPACTO DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

La construcción de edificios e infraestructuras tiene un elevado impacto sobre el planeta en forma de generación de residuos, consumo de agua, emisión de sustancias contaminantes o agotamiento de recursos planetarios, entre otros. Si bien es necesario abordar todos estos impactos de forma integral, también es cierto que la mayoría de expertos coinciden en que una acción coordinada sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, es una de las acciones más urgentes y apremiantes para mitigar los graves efectos de la crisis climática que amenaza nuestra supervivencia.

¿Cuánto carbono emitimos?

El sector de la construcción es responsable del 37% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) [2] que se dividen entre las emisiones de carbono operativo, las derivadas del consumo de energía de edificios y carbono embebido, las derivadas principalmente de la producción de materiales de construcción:

> El Carbono operativo representa el 27% del total de las emisiones del planeta y contempla las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del consumo energético del edificio: climatización (calefacción y refrigeración), producción de agua caliente sanitaria, iluminación y aparatos eléctricos.

Fig 2. Emisiones CO_2 globales

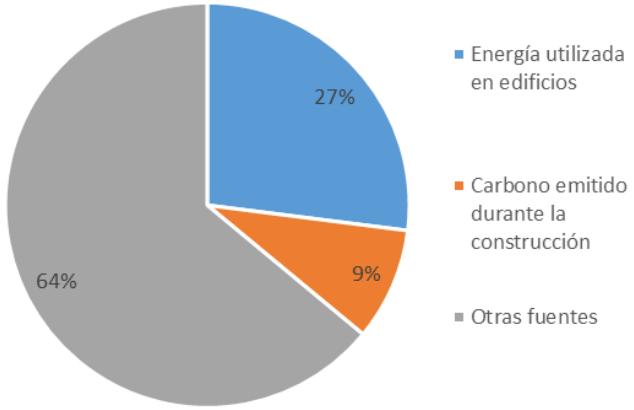


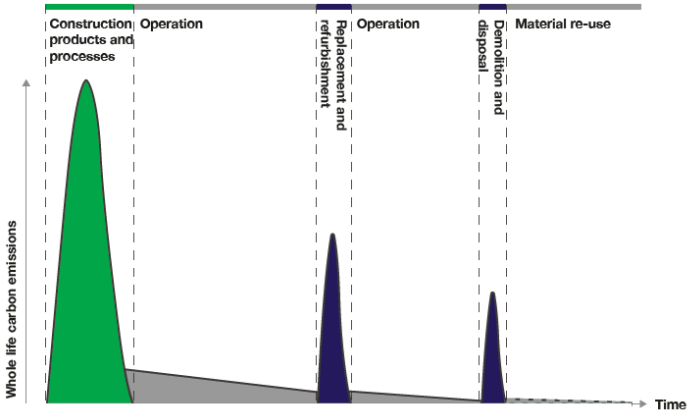
Gráfico: elaboración propia a partir del United Nations Environment Programme (2022). 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi.

> El Carbono embebido o incorporado representa el 9% del total y agrupa las emisiones asociadas a la producción de materiales y procesos de construcción durante todo el ciclo de vida de un edificio incluyendo la construcción, renovación y demolición del mismo.

Hasta ahora, siguiendo las directrices europeas, la legislación actual nacional solo ha impulsado la limitación de las emisiones operativas, tanto para los edificios de obra nueva como, de manera paulatina, para los edificios existentes que deberán ser objeto de rehabilitaciones profundas en los próximos años. En cambio, las emisiones embebidas de cualquier tipo de construcción aún no se contemplan ni mucho menos se limitan en ninguna normativa de nuestro país.

Como consecuencia, el carbono operativo se ha ido reduciendo notablemente (en especial en los edificios de obra nueva, ya que la tasa de renovación sigue siendo baja), mientras que el peso del carbono embebido cada vez es mayor. Se estima que **alrededor del 70% de las emisiones de carbono embebido de un edificio de obra nueva se producen durante las fases de extracción, manufactura y transporte de los materiales** [3], así como durante el proceso de construcción y el 30% restante corresponde a las emisiones en fases posteriores a la construcción del edificio (mantenimiento, derribo y gestión de residuos).

Fig 3. Emisiones de carbono a lo largo de la vida (2020)



Fuente: : World Business Council for Sustainable Development
Descarga aquí el informe

[2] United ations Environment Programme (2022). 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi.

[3] WBCSD y Arup, 2021. *Net-zero buildings. Where do we stand?*

¿Cuánto carbono nos queda por emitir?

Más allá de calcular las emisiones generadas por el sector de la construcción, es importante conocer el presupuesto de carbono disponible en cada país con el objetivo de establecer unas directrices y objetivos claros de limitación acordes con el Acuerdo de París.

El presupuesto de carbono, también conocido como **"Carbon Budget"**, es un concepto introducido por el IPCC que cuantifica el límite de emisiones de CO_2 equivalente que se pueden emitir a la atmósfera para mantener la temperatura media global en un escenario de 1,5ºC de calentamiento global. El IPCC estima un rango que se mueve entre 300 $GtCO_2$ para una probabilidad del 83% de que no superemos los 1.5ºC y 900 $GtCO_2$ para una probabilidad del 17%. Esto contabilizado a partir del año 2020[4].

Cada año emitimos globalmente alrededor de 40 $GtCO_2$, lo que significa que entre 2020 y 2023 se han emitido algo más de 120 $GtCO_2$. Esto representa entre el 40% y el 14% del presupuesto de carbono disponible hasta la descarbonización, por lo que cada año que pasa, nuestro presupuesto de carbono se reduce y también la probabilidad de alcanzar el objetivo de 1.5ºC.

Si el sector de la construcción es responsable del 37% de las emisiones, y suponiendo que esta proporción se mantiene durante la transición hacia la descarbonización, podemos estimar el presupuesto de carbono del sector entre 67 y 287 $GtCO_2$, lo que equivaldrían a entre 5 y 20 años de actividad si se mantienen los niveles actuales de emisiones.

La estrecha relación entre el carbono operativo y el carbono embebido

Por último, es necesario tener en cuenta que las nuevas regulaciones en materia de rehabilitación orientadas a reducir el carbono operativo en el parque edificado, supondrán un aumento del carbono embebido si éste no se regula, ya que será necesaria una inversión en materiales para rehabilitar y construir edificios energéticamente eficientes.

Es necesaria, por ello, una **visión estratégica** que incorpore el análisis de todo el ciclo de vida de los edificios y se alinee a los objetivos de descarbonización globales.

---

[4] AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. IPPC.

4. MARCO NORMATIVO PARA LA DESCARBONIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN EUROPA. LA EPBD.

La Comisión Europea presentó en 2023 el último borrador de la nueva **Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios** (EPBD). Esta revisión tenía como objetivos "fomentar la mejora de la eficiencia energética de los edificios **y la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)",** en vistas al objetivo de neutralidad climática en toda la UE en 2050.

Así, "si bien la propuesta se centra en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero operativas, se dan los primeros pasos para abordar las emisiones de carbono a lo largo del ciclo de vida completo de un edificio ".

Por primera vez, la visión de la EPBD abarca no sólo las emisiones de gases de efecto invernadero operativa sino también las del ciclo de vida completo del edificio, es decir, las emisiones "asociadas al edificio **en todas las etapas de su ciclo de vida**, desde la «cuna» (extracción de las materias primas utilizadas en la construcción del edificio), pasando por la producción y la transformación de los materiales y por la etapa de funcionamiento del edificio, hasta la «tumba» (desmontaje del edificio y reutilización, reciclado, recuperación de otro tipo y eliminación de sus materiales)".

En este sentido, la EPBD obliga a calcular el **potencial de calentamiento global a lo largo del ciclo de vida completo de un edificio (PCG)** bajo ciertos supuestos. El PCG indica la contribución global de (un) edificio a las emisiones que provocan el cambio climático, y comprende las emisiones de gases de efecto invernadero incorporadas en los productos de construcción y las emisiones directas e indirectas de la etapa de uso.

La obligatoriedad de calcular el PCG se define en el artículo 7.2 del decreto, que indica que: "Los Estados miembros velarán por que el potencial de calentamiento global (PCG) a lo largo del ciclo de vida se calcule de conformidad con el anexo III y se dé a conocer por medio del certificado de eficiencia energética del edificio:

a) a partir del 1 de enero de 2027, para todos los edificios nuevos con una superficie útil superior a 2000 metros cuadrados; y

b) a partir del 1 de enero de 2030, para todos los edificios nuevos" [5].

Así, a partir de 2027 y de manera gradual, el certificado de eficiencia energética de los edificios de nueva construcción incorporará también el resultado del cálculo del PCG para cada etapa del ciclo de vida del edificio, expresado en Kg de CO_2e/m2 de superficie útil y promediado para un año de un período de referencia de 50 años.

Con el fin de armonizar la metodología de cálculo del PCG, la UE ha desarrollado el marco común Level(s), que determina, entre otros, los criterios mínimos que deben cumplir las herramientas de cálculo o la definición de lo que incluyen los elementos y los equipos técnicos de un edificio.

En conclusión, si bien la nueva directiva es "un primer paso hacia la atribución de una mayor importancia al rendimiento a lo largo del ciclo de vida completo de los edificios y hacia una economía circular" tiene aún un recorrido extenso para hacer en lo que se refiere a la limitación de las emisiones de GEI de los materiales de construcción. La directiva obliga a realizar el cálculo del PCG y comunicar el resultado a partir de 2027, pero sin establecer valores umbral máximos a respetar y sólo para algunos edificios de nueva construcción, excluyendo por el momento a las rehabilitaciones de edificios existentes,lo que es preocupante siendo que su objetivo es impulsar la rehabilitación profunda y masiva del parque existente en el territorio de la UE.

---

[5] Todas las frases entrecomilladas citan la directiva EPBD

5. REGULACIONES DE DESCARBONIZACIÓN DE LOS PAÍSES MIEMBROS

5.1. EJEMPLOS DESTACADOS DE IMPLEMENTACIÓN DE HOJAS DE RUTA

En Europa existen **numerosos países con distintos niveles de implementación de hojas de ruta** de descarbonización del sector de la construcción en marcha ya sea en fases experimentales de cómputo de carbono, en fases de regulación e implementación de la normativa o bien en estados avanzados de implementación con regulaciones vigentes en cómputo y limitación de carbono en la construcción [6].

Entre ellos destacan, debido a su avanzado estado de implementación **Francia, Dinamarca y Países Bajos**.

Se trata de países que han llevado a cabo procesos de regulación de carbono de varios años de duración y en los que han participado todos los agentes del sector, partiendo de una administración ambiciosa que ha liderado la implementación de una hoja de ruta con el apoyo de institutos tecnológicos y universitarios de referencia y en continua comunicación con los actores del sector tanto profesionales técnicos como industriales.

En el presente informe presentamos una síntesis de los contextos normativos de los tres países mencionados, todos ellos inmersos en la fase más avanzada del despliegue normativo y que por tanto, ya han establecido valores umbral máximos de emisiones de carbono embebidas en los materiales de construcción.

[6] Para información completa sobre implementación de hojas de ruta de descarbonización del sector de la construcción en Europa, consultar estudio Ramboll y Universidad de Aalbor

5.2. FRANCIA

Francia es uno de los pocos países de la UE que ya tiene incorporado el análisis del carbono embebido en su normativa. Tras la aprobación de la RE2020 en 2022, no solo es obligatorio contabilizar las emisiones de CO_2 a lo largo del ciclo de vida de los edificios, sino que también se han establecido límites de emisiones que se van a ir reduciendo de manera progresiva hasta 2031. La **RE2020** supone un cambio de una reglamentación térmica (RT2012, a la que sustituye) a una reglamentación ambiental, con un aumento tanto de las exigencias como del número de indicadores evaluados.

Proceso de implementación

En 2015, la **Ley de transición energética para el crecimiento verde (LTECV)**, introdujo la Estrategia Nacional de bajo carbono (SNBC) y el **programa plurianual de la energía (PPE)** que, a su vez, establecen las hojas de ruta para los distintos sectores con vistas a lograr la neutralidad en carbono para 2050.

Para el sector de la construcción, la hoja de ruta se concreta por un lado en una mejora de la eficiencia energética de los edificios nuevos y existentes (a través de límites más exigentes y el fomento de la rehabilitación energética), y por el otro, en una reducción significativa de su huella de carbono (a través del cambio de fuentes energéticas fósiles, en especial el gas, a renovables y de la contabilización de las emisiones embebidas en los productos de construcción en edificios nuevos).

La RE2020 se inscribe en esta trayectoria, limitando el consumo de energías no renovables y basadas en el carbono a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio.

Consciente de la enorme transformación que la RE2020 supone en el sector de la construcción, el Ministerio de Transición Ecológica ha dividido el proceso de implementación de la normativa en tres fases principales:

Fase de experimentación (2017-2020), llamada "expérimentation Énergie positive, Réduction carbone (E+C-)" en la que se realizaron pruebas a gran escala de edificios por encima de los estándares tanto en lo que se refiere a la eficiencia energética como a las emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, se evaluaron de manera voluntaria más de 1000 edificios con el fin de, por un lado, generar una base de datos (que se llamó "observatoire") que sirviera de punto de partida en la elaboración del borrador de la RE2020 y, del otro, familiarizar a los técnicos con la metodología y las herramientas de evaluación de la huella de carbono. Se creó también una certificación (la etiqueta E+C-) que permitió poner en valor los edificios con mejor comportamiento ambiental.

Fase de consulta (2019-2022), en la que los distintos agentes del sector fueron llamados a participar en 4 grupos de consulta temáticos, que se apoyaron en el trabajo de 16 grupos de expertos y en los resultados de la fase de experimentación E+C- para debatir sobre 4 temas distintos: método de cálculo, producción de los datos, indicadores y exigencias y herramientas de apoyo. Estos debates contribuyeron a sentar las bases para la redacción del primer borrador de la RE2020, identificando puntos de consenso y posibles discordancias en los distintos aspectos tratados.

Entrada en vigor y sucesivas revisiones de la RE2020 (2022-2031). Su aplicación será progresiva. Desde enero de 2022, es de obligado cumplimiento para los edificios de viviendas o ampliaciones nuevas que requieran un permiso de construcción. Desde julio de ese mismo año, también deben cumplirla los edificios de oficinas y escuelas de primaria y secundaria. Más adelante se aplicará también al resto de edificios terciarios (hoteles, comercios, gimnasios …). Los valores umbral exigidos también evolucionarán progresivamente a la baja, en sucesivas revisiones.

Objetivos e indicadores

En lo que concierne a sus objetivos, la RE2020 se articula en torno a tres ejes, cada uno de ellos expresado a través de uno o más indicadores para los que se establecen umbrales reglamentarios:

Eje 1: Mejorar la eficiencia energética de los edificios nuevos. Se aumenta la exigencia en los dos indicadores ya existentes en la RT2012 (Bbio y Cep) y se incorpora un nuevo indicador (Cep,nr).

5.2. FRANCIA

Eje 2: Disminuir el impacto sobre el clima de los edificios nuevos, tomando en cuenta el conjunto de emisiones en todo su ciclo de vida, esto es, incluyendo las emisiones de los materiales de construcción y equipos. Para ello se introducen dos indicadores: el ICconstruction y el ICénergie.

Eje 3: Permitir a los ocupantes vivir en edificios adaptados a las condiciones climáticas futuras, por lo que pone el foco en maximizar el confort en verano, expresado a través del indicador DH.

Así, la RE2020 cuenta en total con 6 indicadores reglamentarios destinados a verificar el cumplimiento de cada uno de los ejes y establece límites para cada uno de ellos.

En lo que se refiere a la contabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero (Eje 2), la normativa se basa en la noción de que un edificio es un sistema complejo que puede ser descompuesto en 5 categorías que contribuyen de manera específica a los impactos ambientales que éste genera:

- ***composants*** (impacto asociado a los materiales de construcción en todas las fases de su ciclo de vida),

- ***chantier*** (impacto asociado al uso de energía y agua y producción de residuos durante la construcción del edificio),

- ***energies*** (impacto asociado al uso de energía en el edificio),

- ***eau*** (impacto asociado a la gestión del agua en el edificio)

- ***parcelle*** (impactos asociados a la urbanización, uso y mantenimiento de los elementos exteriores o anexos al edificio).

La normativa obliga a la contabilización de todos ellos, si bien sólo los tres primeros tienen incidencia en los indicadores establecidos en la RE2020 y están sujetos a umbrales normativos. Así, el indicador $IC_{construction}$ engloba los impactos de las categorías composants y chantier y el $IC_{énergie}$ los de la categoría energies. La suma de ambos representa típicamente el 90% de las emisiones asociadas a un edificio. El resto de categorías se contabilizan en alguno de los tres indicadores suplementarios de la normativa ($IC_{bâtiment}$, StockC y IC_{ded}) y no tienen exigencia reglamentaria. **La relación entre indicadores y categorías se muestra en la siguiente tabla:**

INDICADOR	CATEGORÍAS	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
Reglamentarios (con umbral exigido)			
$IC_{construction}$	*composants chantier*	Kg CO_{2eq}/m^2	Impacto en el cambio climático de los productos y equipos de construcción y su puesta en obra
$IC_{énergie}$	energies	Kg CO_{2eq}/m^2	Impacto en el cambio climático del consumo de energía (C_{ep}) durante la vida útil del edificio (50 años)
No reglamentarios (sin exigencia normativa)			
$IC_{batiment}$	*composants chantier énergies eau*	Kg CO_{2eq}/m^2	Impacto en el cambio climático del edificio en todo su ciclo de vida
StockC	*composants*	Kg C/m^2	Cantidad de carbono biogénico almacenado en el edificio y sus componentes, por ejemplo, en la estructura de madera del edificio.
IC_{ded}	*composants*	Kg CO_{2eq}/m^2	El indicador $IC_{construction}$ se calcula utilizando datos medioambientales específicos y datos medioambientales por defecto o valores globales. Este indicador muestra la proporción de datos medioambientales por defecto utilizados para calcular el impacto de los componentes del edificio.

5.2. FRANCIA

Método de cálculo

La evaluación del impacto ambiental del edificio se basa en el método del **análisis del ciclo de vida (ACV)**. La RE2020 reconoce cinco etapas del ciclo de vida de un edificio: producción, construcción, explotación (con una duración de 50 años), fin de vida y beneficios y cargas más allá del ciclo de vida, con un módulo de transporte presente en cada una de las etapas. La siguiente tabla muestra las etapas que se incluyen para cada una de las categorías de contribución:

CATEGORIA	ETAPA DEL CICLO DE VIDA				
	PRODUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	EXPLOTACIÓN	FIN DE VIDA	BENEFICIOS Y CARGAS
Composants	X	X	X	X	X
Chantier		X			X
energies			X		
eau			X		
parcelle	X	X	X	X	X

Si bien sólo se reglamenta la contribución al calentamiento global, el análisis de ciclo de vida se realiza para 27 categorías de impacto, utilizando los datos ambientales de la **base INIES**. La contribución al calentamiento global se calcula siguiendo una metodología dinámica, que toma en cuenta la temporalidad de las emisiones y los efectos del almacenamiento de carbono, ya que evalúa el forzamiento radiativo acumulado 100 años después de la construcción del edificio. En otras palabras, el método dinámico penaliza las emisiones realizadas hoy frente a las que se prevé se realicen en el futuro.

A grandes rasgos, el cálculo se realiza multiplicando la cantidad de material o producto por su impacto ambiental unitario y por un factor de adaptación al edificio que puede dar cuenta, por ejemplo, de la necesidad de reemplazo o mantenimiento del elemento durante la vida útil del edificio.

Se prevén dos metodologías de cálculo: simplificada y detallada. La primera está orientada a facilitar el cálculo, se basa en datos genéricos y métodos simplificados para las categorías eau y parcelle. La segunda permite poner en valor los esfuerzos realizados en edificios ejemplares y requiere del uso de datos específicos.

El ministerio de transición ecológica publica regularmente una lista de los programas validados que pueden utilizarse para realizar el cálculo de la eficiencia energética y la huella de carbono del edificio y justificar el cumplimiento de la normativa. Actualmente la lista está compuesta por más de una docena de programas.

Valores umbral

Los valores umbral para los dos indicadores relacionados con la huella de carbono del edificio ($IC_{construction}$ y $IC_{énergie}$) se establecen respecto a un valor de referencia ($IC_{construction_maxmoyen}$, y $IC_{énergie_maxmoyen}$ respectivamente) se reducirán de manera progresiva en las próximas revisiones de la normativa (ver Tabla x). Estos valores genéricos luego se modulan en función de las condiciones específicas del edificio.

En concreto la modulación se realiza en función a la zona geográfica, a la superficie del edificio o la superficie media de las viviendas y a la presencia de un espacio abuhardillado bajocubierta. En el caso de $IC_{construction_maxmoyen}$, además, se tiene en cuenta el impacto de las infraestructuras, el impacto de los aparcamientos e instalaciones y el uso extensivo de datos por defecto, mientras que en el caso de $IC_{énergie_maxmoyen}$ se valoran los condicionantes exteriores que puedan impedir la ventilación natural del edificio por apertura de ventanas.

5.2. FRANCIA

	VALOR DE $IC_{construction_maxmoyen}$ $KgCO_{2eq}/m^2$		VALOR DE $IC_{énergie_maxmoyen}$ $KgCO_{2eq}/m^2$	
	UNIFAMILIARES O EN HILERA	PLURIFAMILIARES	UNIFAMILIARES O EN HILERA	PLURIFAMILIARES
2022-2024	640	740	160	560
2024-2027	530	650		
2028-2030	475	580		320
> 2031	415	490		

Etiqueta RE2020

Además de establecer unos valores máximos de obligado cumplimiento, la normativa también establece dos categorías de valores más exigentes. La primera tiene como objetivo poner en valor aquellos edificios ejemplares que consigan resultados mejorados respecto a los límites normativos. La segunda tiene un carácter más prospectivo e integra aspectos no abordados en la RE2020, como puede ser la calidad del aire interior, el consumo de recursos o el impacto sobre la biodiversidad, con el objetivo de preparar el terreno para la próxima generación de reglamentación ambiental.

5.2.2. HERRAMIENTAS

Base de datos

La base de datos que se utiliza para la evaluación es la base INIES, una base de datos a nivel nacional, de código abierto y libre acceso que ha sido desarrollada desde 2004 y en particular durante la fase de experimentación E+C- por el Centro Científico y Técnico de la Edificación (CSTB, por sus siglas en francés). El funcionamiento de la base INIES está asegurado por el consejo de supervisión, presidido por la Alianza HQE-GBC, que supervisa su funcionamiento ético y deontológico, y el comité técnico, que supervisa la recogida y el tratamiento de los datos y su actualización.

La base de datos INIES está alimentada por tres tipos de datos: los datos específicos (FDES Y PEP), los datos ambientales por defecto (DED) y los datos convencionales de servicios (DES).

Los **datos específicos** son declaraciones ambientales de producto o EPD (*Environmental Product Declaration*) que realizan los propios fabricantes. Las EPD del sector de la construcción se ajustan a la normativa internacional y además vienen reguladas a nivel nacional, haciendo distinción entre las EPD de los materiales de construcción y decoración (FDES) y las de los equipos eléctricos, electrónicos y de climatización del edificio (PEP). Existen tres tipos de declaraciones ambientales: las colectivas, que corresponden a un producto que puede ser fabricado por diversos industriales; las individuales, que se refieren a un producto único fabricado por un solo industrial, y las que se realizan "a medida" que permiten evaluar un producto en función a su puesta en obra.

Las declaraciones ambientales sólo son obligatorias en el caso de que el fabricante desee comunicar algún aspecto medioambiental ligado al ciclo de vida de sus productos. En ese caso, debe hacerlo siguiendo la metodología unificada que marca la normativa y, desde 2017, está obligado a realizar una verificación de dicha declaración por un tercer organismo independiente a través de los programas validados por el gobierno (Programa INIES y PEP Ecopassport para productos de construcción y equipos del edificio respectivamente). Además, las declaraciones ambientales deben revisarse de manera obligatoria cada 5 años o antes si alguno de los indicadores varía en más de un 10%.

5.2. FRANCIA

Los **datos ambientales por defecto** (DED) se han calculado de manera genérica para un cierto producto de la construcción y pueden utilizarse en el caso que no existan datos específicos, a fin de poder realizar el ACV de un edificio de la forma más completa posible. Los datos genéricos incluyen un coeficiente de seguridad para cubrir la incertidumbre que penaliza el uso de estos datos frente a los datos específicos.

Finalmente, la base de datos INIES también incluye **datos convencionales de servicios**, que informan sobre los impactos de las distintas fuentes de energía y de los servicios relacionados con los edificios (transporte, agua potable, gestión de aguas grises, gestión de residuos, fluidos frigoríficos, etc.)

Puntos a destacar:

Existe una gran cantidad de publicaciones accesibles a través de la red sobre cuáles van a ser los materiales de construcción que podrán utilizarse con la aplicación de la RE2020. Tanto la documentación oficial como la que no lo es apuntan en la misma dirección: un uso generalizado de materiales de origen biológico (en particular, la madera, el cáñamo y la paja) y una reducción drástica del uso del cemento y el acero.

Da muy buen ejemplo de un trabajo por fases. La idea de que el tiempo de aplicación de la normativa actual debe permitir la experimentación para la próxima normativa es muy valioso

La creación de la etiqueta RE2020 supone un incentivo para las buenas prácticas.

5.4. DINAMARCA

5.4.1. REGULACIÓN

La Agencia Danesa de Vivienda y Planificación ha implementado una enmienda sobre el **reglamento de construcción BR18**, vigente desde inicios del 2023, que exige que todos los edificios que estén sujetos al marco energético reporten el impacto ambiental generado mediante el análisis del ciclo de vida.

Esto se enmarca dentro de la Estrategia nacional para la construcción sostenible, el plan de acción propuesto por el gobierno de Dinamarca para cumplir con el objetivo de reducir las emisiones de CO^2 en un 70% para el 2030, en relación con los niveles de 1990, y alcanzar la neutralidad climática para 2045.

Las iniciativas de dicha estrategia se enfocan en cinco áreas: edificios y construcciones más responsables climáticamente; edificios durables y de alta calidad; edificios eficientes en recursos; edificios saludables y eficientes energéticamente y una construcción con soporte digital.

Por otro lado, es de los primeros países que empieza incorporar el concepto de Presupuesto de carbono. En paralelo a la implementación de la normativa, se ha desarrollado **un estudio** para traducir el Acuerdo de París y los Límites planetarios en objetivos de reducción específicos para nuevos proyectos de vivienda desarrollado a partir de una colaboración intersectorial con institutos de investigación, arquitectos y entidades del sector.

Proceso de implementación

A partir de una visión holística para reducir el impacto ambiental de la construcción, se estableció una hoja de ruta progresiva para definir, probar y poner en marcha una regulación con perspectiva de ciclo de vida, con las siguientes fases:

- (2020-2022) **Fase de definición y prueba:** se establecieron dos años de prueba de los requisitos de la Clase de Sostenibilidad, un estándar de sostenibilidad voluntario para probar los requerimientos e incorporarlos en la normativa en el año 2023 sobre una base comprobada.

Un aspecto esencial era probar el requerimiento del análisis de ciclo de vida en las edificaciones, para incorporar valores límite que reduzcan la huella climática del sector de la construcción. En este proceso, se apoyaron en el Instituto Noruego de Investigación de la Construcción (SBi) para investigar el impacto de edificios y establecer valores de referencia, donde se analizaron 60 casos de estudio construidos en el período de 2013 a 2021.

Adicionalmente se valoran los impactos financieros, ambientales y sociales para una aproximación global de la sostenibilidad, donde se estima que el requerimiento de cálculos de ACV en la edificación representará unos costes adicionales de 218 millones de coronas danesas (casi 30 millones de euros). Por lo tanto, se identifica la necesidad de implementar acciones e incentivos que mitiguen las cargas financieras en la construcción.

- (segundo trimestre de 2022) **Fase de consulta:** en abril de 2022, la Agencia Danesa de Vivienda, Planificación y Medio Ambiente publicó un borrador sobre el cálculo del impacto climático y el valor límite planteado para los edificios en una consulta nacional. Esto permitió que diferentes actores de la industria (fabricantes, constructoras y otros grupos del sector) aportasen comentarios y sugerencias, que fueron respondidas de manera pública. A partir de este proceso de consulta se realizaron algunas modificaciones tales como la actualización del cálculo de la superficie construida con el fin de crear un equilibrio entre la superficie y el impacto climático de los materiales.

En junio de 2022 se notificó la normativa a la Unión Europea.

- (tercer - cuarto trimestre de 2022) **Fase de comunicación y formación:** a través del **Centro de conocimiento sobre el impacto climático de los edificios (VCBK)** se

5.4. DINAMARCA

realizan diferentes jornadas y se publica material didáctico con ejercicios prácticos para dar a conocer los requerimientos climáticos de la nueva normativa y facilitar su adopción en 2023.

- (2023-2025) **Primera fase de aplicación de la enmienda BR18:** entra en vigencia la normativa a partir del 1 enero de 2021. Exige un ACV obligatorio en todos los edificios que estén sujetos al marco energético y plantea límites de emisiones anuales en los edificios con área mayor a 1000m2. Se establecen límites obligatorios de 12 KgC02-eq/m2/año de servicio y límites voluntarios de 8 Kg C02-eq/m2/año. Por lo tanto, en primera instancia se establece un valor límite de 600 KgC02-eq/m2 para una edificación con una vida útil de 50 años.

El ACV en fase de diseño es recomendable, pero el ACV final es obligatorio. Debe aportarse la documentación sobre los impactos climáticos del edificio al momento de la notificación de finalización de la construcción para que el propietario pueda obtener un permiso de ocupación.

Por otro lado, se amplía el período de prueba de la Clase de Sostenibilidad voluntaria hasta noviembre de 2023 para recopilar más experiencias y datos, incluyendo requerimientos adicionales como la inclusión de espacios exteriores, el análisis de la fase de construcción, requisitos relacionados con el clima interior y con un análisis económico global.

- (2025>) **Revisión de la normativa BR18:** se extenderá la aplicación de valores límites a todos los edificios sin importar su dimensión. Asimismo, se preveen revisiones de la normativa cada dos años, en las que se incorporarán límites cada vez más estrictos. Para el 2025 se proponen valores límites obligatorios de 10,5 KgC02-eq/m2/año y límites voluntarios de 7 Kg C02-eq/m2/año.

Objetivos e indicadores

Los requisitos climáticos de la nueva BR18 se enfocan principalmente al indicador del Potencial de Calentamiento Global (PCG), medido en kilogramos de CO_2 equivalente por metro cuadrado por año, mediante la realización de un ACV para validar el cumplimiento del valor límite fijado.

Dentro de la normativa ciertos tipos de edificios que justifican una mayor necesidad de materiales (y por tanto un impacto climático superior) como por ejemplo laboratorios, pabellones deportivos y edificios industriales que necesitan mayores cimentaciones, están cubiertos por una excepción especial al calcular el valor límite.

Indicadores Clase Voluntaria de Sostenibilidad

La **Clase de Sostenibilidad voluntaria** contempla un conjunto de requisitos más amplios para una visión integral de la sostenibilidad:

1. Evaluación del ciclo de vida
2. Uso de recursos en el sitio de construcción
3. Análisis económico total (costes de construcción, operación y mantenimiento)
4. Plan de operación y mantenimiento para mantener el clima interior
5. Documentación de sustancias problemáticas
6. Emisiones al clima interior
7. Inspección del nivel de luz natural
8. Protección al ruido de sistemas en viviendas
9. Acústica ambiental en viviendas

Dentro de la evaluación del ciclo de vida de la clase voluntaria se evalúan ocho indicadores de impacto: el Potencial de calentamiento global, el Agotamiento del ozono, la Formación de ozono fotoquímico, la Acidificación, la Eutrofización, el Agotamiento de recursos abióticos de elementos, el Agotamiento de recursos abióticos fósiles y la Energía primaria total.

A largo plazo, se espera que otros indicadores también se implementen en los requerimientos normativos.

Método de cálculo

El impacto climático debe calcularse de acuerdo con la norma EN15978: 2012 Sostenibilidad en la construcción y obra civil - Evaluación de la calidad ambiental de los edificios. El ACV se calcula para un período de 50 años (para poder comparar proyectos de construcción; no se considera la vida real esperada del edificio).

Dentro del cálculo se incluyen las fases de Producto (etapa A1-A3), Uso (B4), Fin de vida (C3-C4) y el Potencial de reutilización, reciclaje y otras recuperaciónes (D). El módulo D no está incluído en el valor límite.

5.4. DINAMARCA

5.4.2. HERRAMIENTAS

El gobierno danés, a través de BUILD (Departamento de Construcción, Urbanismo y Medio Ambiente) y la Universidad de Aalborg creó la herramienta de cálculo **LCAbyg**, disponible de manera gratuita. El desarrollo fue llevado a cabo en una amplia colaboración con actores de la industria de la construcción danesa. La primera versión se lanzó en 2015, como parte de una estrategia política para la construcción creada en 2014. Originalmente se basó en la herramienta Excel que SBi (ahora BUILD) había desarrollado para el **Green Building Council Dinamarca** para la certificación DGNB.

Desde entonces ha habido diferentes cambios en la interfaz de usuario y la base de cálculo. LCAbyg está en constante desarrollo para mejorar las funciones existentes, y agregar nuevas funciones, en estrecha cooperación con la industria.

Actualmente permite dar cumplimiento al reglamento de construcción BR18 y a la Clase Voluntaria de Sostenibilidad. Adicionalmente la plataforma ofrece material de guía para su uso y ha compartido **diversas publicaciones sobre casos de estudio** y buenas prácticas de construcción sostenible. No es obligatorio usar esta herramienta para el cálculo del ciclo de vida.

En cuanto a los datos ambientales usados para el cálculo, se desarrolló una base de datos genéricos de materiales que se basa principalmente en la base de datos alemana Ökobaudat. Por otro lado, se promueve el uso de datos específicos de DAPs.

En esta línea, el software LCAbyg ofrece una integración para importar DAPs del operador del programa danés **EPD Denmark**.

A nivel general, reconocen que el proceso para implementar la normativa y alcanzar los objetivos de descarbonización propuestos requiere de un desarrollo, evaluación y actualización contínua. Por ejemplo, actualizando las bases de datos periódicamente (con una previsión de hacerlo cada dos años), adaptando las herramientas y haciendo los requisitos más estrictos de manera progresiva.

5.5. PAISES BAJOS

5.5.1. REGULACIÓN

La normativa obligatoria de construcción es la **Bouwbesluit 2012**. Aunque inicialmente sólo exigía límites al consumo de energía en los edificios, en 2018 se introdujo una limitación al impacto ambiental de los materiales. Concretamente, en el artículo 5.9. del Capítulo 5. *Normas Técnicas de la edificación desde el punto de vista de eficiencia energética y el medio ambiente del Decreto de Construcción 2012* (Bouwbesluit 2012), se incluye la limitación del impacto ambiental de los materiales del edificio.

Proceso de implementación

Con anterioridad a la introducción de los valores límite de sostenibilidad ambiental en la normativa de Edificación, se ejecutaron ejercicios promovidos por el Ministerio, universidades y entidades privadas. En 1998 se empezó a trabajar la sostenibilidad en los edificios y a incluir en las normativas de construcción. Entre 2001 y 2003 varias organizaciones (TNO, W/E, Intron, IVAM, Universidad de Investigación Medioambiental de Ámsterdam y CML y la Universidad de Leiden) llevaron a cabo un proyecto para determinar el Rendimiento Medioambiental de los edificios y poder incluirlo en las normas de construcción. No obstante, fue bloqueado por la industria de la construcción, entre otras cosas, por la influencia en la libertad de elección de los materiales. A la vez, la industria de producción inició un proyecto para introducir la información medioambiental del producto (MRPI), que posteriormente, el organismo de normalización transformó en la norma holandesa NEN 8006: 2004. Actualmente, el método de determinación se basa en dicha norma[7].

Indicadores

La norma Bouwbesluit 2012 se aplica a los edificios de oficinas superiores a 100 m2 y a las viviendas de obra nueva. En estos casos es obligatorio realizar el **Rendimiento Ambiental en los Edificios** (Milieuprestatie Van Gebouwen, MPG) en la solicitud de permiso ambiental. El MPG sirve para calcular el impacto ambiental de los materiales a partir de 11 indicadores: agotamiento abiótico, agotamiento biótico, calentamiento global, agotamiento de la capa de ozono, oxidación fotoquímica, acidificación, eutrofización, toxicidad humana, ecotoxicidad (agua dulce, agua marina y terrestre) [8].

Método de cálculo

El impacto ambiental de los materiales se refleja en un único valor monetario que se denomina precio sombra o ECI (**Environmental Cost Indicator**). Este valor tiene en cuenta los costos que supondría reparar el daño al medio ambiente por el uso de los materiales y se divide entre la vida útil y la superficie construida del edificio. La Bouwbesluit limita el MPG de las viviendas a 1,0 y el de las oficinas a 0,8. Adicionalmente, se ha anunciado que para el 2025 – 2030 el requisito se reducirá a la mitad y se incluirán también las obras de reforma. Al tratarse de un indicador con puntuación única, simplifica a la vez que unifica los diferentes datos medioambientales en una sola cifra [9].

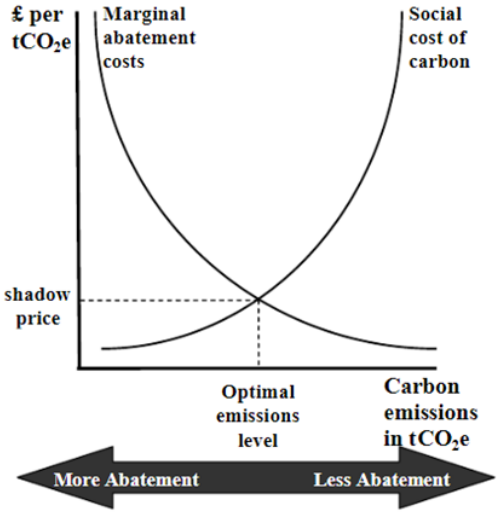


Fig 4. Fuente: Elizabeth A. Stanton and Frank Ackerman. Stockholm Environment Institute (2008) *Out of the Shadows: What's Behing DEFRA's New Approach to the Price of Carbon? A report to Friends of the Earth England, Wales and Northern Ireland.*

[7] [9] Dr Nic P.M. Scholten PhD. *Environmental Performance Regulations in the Netherlands, 4th International Conference CIVIL ENGINEERING' 13 Proceedings Part I BUILDING AND RENOVATION*

[8] EU (2021) *Implementation of Life Cycle Assessment based instruments in Public Procurement. Annex IV:9. Country Fiche - The Netherlands.*

5.5.2. HERRAMIENTAS

Base de datos y softwares

Con el objetivo de armonizar y unificar los cálculos, los programas de cálculo utilizados (**GPR Building, GreenCalc, DuboCalc, MRPI MPG y Eco-Instal**) proporcionan las mismas puntuaciones y ratios. La información necesaria para realizar los cálculos se recoge en la base de datos nacional (**Nationale Milieu Database**, NMD) de la SBK (**Fundación para la Calidad de los Edificios**) y que está a disposición de las herramientas de cálculo de impacto ambiental. Al contrario que los programas de cálculo, que pertenecen a empresas privadas, la base de datos es nacional y la gestiona una organización neutral. Aun así, para acceder a la base de datos es necesario disponer de una licencia.

Para introducir un producto en la base, se recurre al Análisis de Ciclo de Vida. Un experto en ACV describe y analiza el material, y otro experto reconocido por la fundación verifica que los datos aportados son correctos antes de incluirlo en la base de datos. La base tiene tres categorías de información:

- Categoría 1: son datos propios de una marca, comprobados por un tercero independiente y cualificado de acuerdo con el protocolo de verificación de SBK.

- Categoría 2: son datos no patentados (genéricos) y verificados por terceros y notificación de representatividad.

- Categoría 3: son datos no patentados, propiedad de SBK y gestionados por ella, sin haber sido comprobados según el Protocolo de Verificación de SBK. Los programas de cálculo aplican un factor corrector sobre estos datos porque se ha comprobado que los productos no verificados suelen tener una carga medioambiental más baja que los de las categorías 1 y 2 [10].

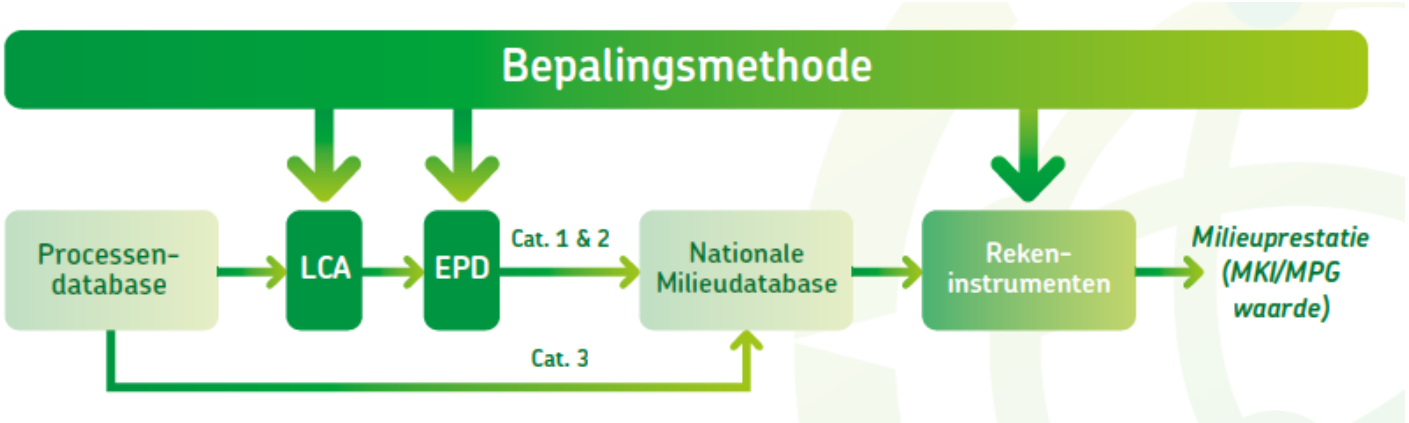


Fig 5. Visualización de la relación entre las dos bases de datos gestionadas por la Fundación NMD y el comportamiento medioambiental y los componentes para los que el Método de Determinación prescribe requisitos

[10] EU (2021) *Implementation of Life Cycle Assessment based instruments in Public Procurement. Annex IV:9. Country Fiche - The Netherlands. Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken (2022). Berekeningswijze voor het bepalen van de milieuprestatie van bouwwerken gedurende hun gehele levensduur, gebaseerd op de EN 15804. (versie 1.1 /maart 2022)*

6. HOJA DE RUTA

6. HACIA LA DEFINICIÓN DE UNA HOJA DE RUTA EN NUESTRO PAÍS

Como se observa de las experiencias descritas en el apartado anterior, descarbonizar el sector de la construcción de un país supone iniciar un largo proceso de investigación, testeo e implementación gradual de la regulación.

Tras el estudio de numerosos países con estrategias descarbonización en marcha, se detecta un patrón que se repite en la mayoría de los casos: en primer lugar, aparece una propuesta por parte de las instituciones gubernamentales de regulación del impacto de la construcción, en la que se suele poner el foco en el impacto de las emisiones de carbono.

Esta propuesta de regulación va ligada a una fase de investigación en la que se llevan a cabo una recogida de datos de emisiones medias de la construcción actual con el objetivo de establecer una línea base a partir de la cuál llevar a cabo una reducción gradual de emisiones en línea con los objetivos del acuerdo de París y acorde con el presupuesto de carbono nacional.

Durante esta fase de investigación, y con el objetivo de llevar a cabo una recogida de datos homogeneizada, será esencial definir una metodología estandarizada de Análisis de Ciclo de Vida para la construcción que contará con una base de datos y software validado, que posteriormente servirán como base de la regulación.

Así, el patrón de hoja de ruta se podría resumir de la siguiente forma:

1. **Propuesta de regulación** del impacto de la construcción por parte del gobierno liderada por institutos tecnológicos y/o universidades con el objetivo de definir una línea base de cómputo y una limitación de emisiones, con la participación de la industria y proyectistas para el volcado y análisis de datos de casos reales.

Esta fase tiene el objetivo de:

a. Definición de metodología Análisis de Ciclo de Vida (ACV) estandarizada

b. Generación de una base de datos de emisiones (mediante datos específicos de DAPs o datos genéricos)

c. Definición de un software de cómputo validado.

2. Fase de **recogida de datos de emisiones de la edificación** en base a tipologías edificatorias o sistemas constructivos con el objetivo de definir baremos medios de emisiones que conduzcan a la línea base de emisiones límite.

3. Definición de la línea base de emisiones medias del sector de la construcción según tipologías constructivas o edificatorias a partir de la cual no será posible obtener una licencia de construcción.

4. Cálculo del **presupuesto de carbono** para el sector de la construcción nacional en línea con las emisiones restantes disponibles para cumplir con los objetivos establecidos en el Acuerdo de París.

5. **Definición del calendario de limitaciones** con reducción gradual para llegar a una reducción de al menos un 55% en 2030 y cero en 2050.

En estos momentos los países europeos que han finalizado la hoja de ruta y disponen de calendarios de limitación en marcha se están situando en valores medios de 600 $kgCO_2$ / m^2 en ciclos de vida de referencia de 50 años.

Los agentes responsables del cambio.

Pero quizá tan importante como la definición de los pasos de la hoja de ruta a seguir es definir qué instituciones o agentes deben estar involucrados y tomar la iniciativa en cada una de las fases.

6. HOJA DE RUTA

Se trata de:

Administraciones: que deben promover la elaboración y aprobación de una hoja de ruta de descarbonización y designar a los institutos tecnológicos y universitarios responsables de su desarrollo de forma que se pueda elaborar una metodología de cómputo de carbono en el sector así como propiciar las herramientas necesarias para llevarla a cabo incluyendo una base de datos de impacto de los materiales de construcción y un programa de cómputo oficial.

Institutos tecnológicos y universidades: que deben desarrollar la metodología de Análisis de Ciclo de Vida oficial en colaboración con entidades representativas del sector, así como técnicos e industria de la construcción, poniendo en marcha un fase experimental de cómputo de CO_2 y estableciendo una línea base de emisiones del sector según tipologías edificatorias.

Arquitectos y proyectistas: que deben participar en las fases experimentales de cómputo de carbono de la edificación, formarse y tomar parte activa en la elaboración de la metodología, además de adquirir una responsabilidad urgente en la definición de proyectos para reducir el impacto de carbono mediante el uso de materiales de reducida huella ecológica y exigiendo a la industria la actualización de los materiales de construcción.

Industria y fabricantes: que deben dar soporte a la elaboración de la metodología e implementar urgentemente políticas de reducción de la huella ecológica en los procesos de producción de materiales de construcción, aportando información verificada en relación al impacto medioambiental y sobre la salud de sus procesos productivos [11].

[11] https://c.ramboll.com/lets-reduce-embodied-carbon

7. ¿QUÉ HACER?

7. INDIVIDUALMENTE... ¿QUÉ PODEMOS HACER?

Aunque la acción coordinada de la administración, colegios profesionales e industria es indispensable para impulsar un cambio a gran escala e implementar regulaciones en materia de descarbonización del sector, hay muchas acciones que podemos llevar a cabo a título individual para promover el cambio hacia una construcción de carbono cero.

Es por este motivo que os proponemos una lista de acciones a llevar a cabo, actividades que podemos implementar a día de hoy, desde el rol que desempeñamos profesionalmente, y que suman de manera positiva para reducir el impacto global de la industria de la construcción.

Es urgente actuar de inmediato, ya que la emergencia climática en la que nos encontramos demanda no sólo nuevos marcos legislativos, sino profesionales y empresas que tengan el conocimiento e instauren los procesos necesarios para poder proyectar, construir y medir la sostenibilidad y los impactos asociados a la construcción de manera rigurosa.

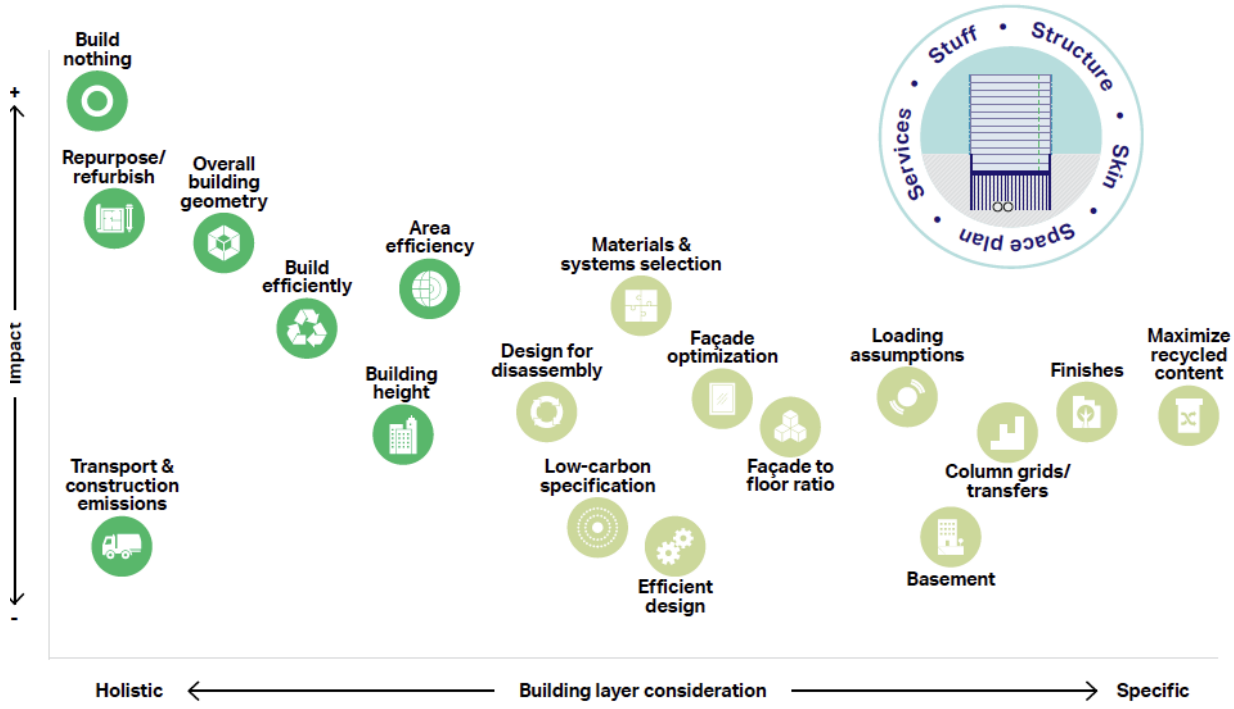
A continuación describimos las principales acciones que podemos poner en práctica cada uno de los agentes del sector para contribuir a la mitigación del cambio climático:

Si soy profesional de la arquitectura:

> Diseñar con un enfoque integral que considere el impacto ambiental de todos los elementos que conforman una edificación, desde el inicio del proyecto.

La publicación **Net-Zero buildings. Halving emissions today (Arup y World Business Council for Sustainable Development, 2023)** muestra algunas consideraciones clave para reducir el carbono embebido en edificios desde la etapa de diseño.

Fig 6. Consideraciones generales: decisiones sobre el conjunto del edificio



Fuente: Net-Zero buildings. Halving emissions today (Arup y World Business Council for Sustainable Development, 2023
Descarga aquí el informe completo

7. ¿QUÉ HACER?

> **Medir para conocer.** Calcular el impacto ambiental de los edificios que proyectemos mediante el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), bajo metodologías estandarizadas como **Level(s)** (esquema de indicadores comunes para la sostenibilidad propuestos por la Comisión Europea, que ofrece **formación gratuita**). Usar el ACV como herramienta de toma de decisiones durante el desarrollo de proyectos, considerando sus impactos desde la fase conceptual.

Existen diversas herramientas como el **módulo de Gestión del modelo ambiental** (TCQiGMA) desarrollado por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITec), **OneClick LCA**, **Ecómetro**, o el **módulo de Impacto ambiental de CYPE**, que permiten medir los impactos de la construcción a nivel local.

> **Colaborar estrechamente con industriales y fabricantes**, investigando en profundidad de dónde provienen los materiales y sistemas a instalar en proyectos, de qué están compuestos, así como sus procesos de fabricación e impactos asociados y exigir información sobre el ciclo de vida de los mismos.

> **Promover el uso de materiales fabricados de manera local**, con materias primas renovables, naturales o con el mínimo de tratamientos agregados, con un alto contenido de material reciclado y/o con una baja huella de carbono (certificada mediante una **Declaración Ambiental de Producto**). Cuestionar cada solución constructiva para valorar si existen alternativas de menor impacto medioambiental.

> **Adoptar estrategias de circularidad** que optimicen el uso de recursos y maximicen la vida útil de los diferentes componentes de la edificación a través de un diseño adaptable, flexible y desmantelable (Diseño para el Desmontaje), tomando como referencia la norma ISO 20887:2020 y los indicadores de Level(s) 2.3 (diseño para la adaptabilidad) y 2.4 (diseño para la deconstrucción).

> **Divulgar casos de estudio de proyectos** y compartir experiencias con otros profesionales del sector, para potenciar la inteligencia colectiva y el intercambio de conocimiento.

> **Formar parte de asociaciones** que trabajen para investigar, divulgar, hacer activismo y y tejer redes de colaboración para promover una construcción más sostenible. Existen multitud de organizaciones a nivel local, nacional e internacional que están tomando parte activa en el cambio. Algunas de las más destacadas:

> **AUS Asociación de Arquitectura y Sostenibilidad del Colegio de Arquitectos de Catalunya**

> **ASA. Asociación Sostenibilidad y Arquitectura del Consejo Superior de Arquitectos de España (CSCAE)**

> **GBCe** (Green Building Council España, o Consejo para la Edificación Sostenible en España) es la principal organización de edificación sostenible en nuestro país.

> **ACAN - Architects Climate Action Network**

Si soy del sector promotor y/o constructor:

> **Elaborar un Plan de gestión ambiental** para la reducción del uso de recursos en obra (maquinaria, logística de transporte, consumo de agua, etc.), y la prevención de la contaminación durante la construcción.

> **Minimizar la generación de residuos** en obra promoviendo el uso de soluciones de construcción en seco y sistemas modulares e industrializados.

> **Realizar una correcta gestión de los residuos** de construcción y demolición, cuidando la separación de fracciones de materiales, revalorizando más del 70% de los residuos generados de acuerdo a la Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados para una economía circular y limitando la generación de residuos conforme al **Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición de la UE.**

> **Adoptar estrategias de sostenibilidad** alineadas a la **Taxonomía** de la UE y el marco europeo de finanzas sostenibles.

Si soy fabricante:

> **Establecer una hoja de ruta** para lograr cero emisiones netas en la fabricación de materiales y sistemas constructivos en todo el portafolio de productos (no sólo en una línea de productos con un posicionamiento más sostenible).

7. ¿QUÉ HACER?

> **Declarar el impacto ambiental** de los productos fabricados de manera fiable y transparente, a través de Declaraciones ambientales de producto verificadas por terceras entidades.

> **Optimizar el proceso de fabricación** analizando toda la cadena de suministro: aumentando el contenido de materias recicladas, aumentando la eficiencia material y energética, e introduciendo mecanismos para reusar o revalorizar los productos al final de su ciclo de vida.

Si soy una institución gubernamental:

> **Priorizar la aplicación de criterios de sostenibilidad** y la construcción de edificios con una baja huella de carbono mediante licitaciones y concursos, que exijan el cumplimiento de límites objetivos para la descarbonización del sector dentro de una hoja de ruta común.

> **Generar incentivo**s (p.ej. económicos o fiscales) para promover la adopción de altos estándares de sostenibilidad y el alcance de objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático.

El compromiso de descarbonización adoptado por los países de la Unión Europea debe tener en cuenta los impactos económicos que se producirán (en cuanto a procesos, honorarios, costes de construcción y otros aspectos de un cambio de modelo), para generar incentivos acordes y acelerar la transformación del sector (en un momento en el que ya llevamos un gran retraso en la toma de acciones).

> **Establecer una metodología armonizada** basada en estándares internacionales (como la norma UNE-EN ISO 15978:2018) que garantice la consistencia en el cálculo y el reporte del impacto ambiental generado por las edificaciones a nivel local.

> **Impulsar el desarrollo y la instauración de una base de datos local** para el sector de la construcción (que abarque datos sobre materiales de construcción, sistemas constructivos, suministro de energía, transporte y servicios de gestión de residuos).

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA AMPLIADA

1. Arup, World Business Council for Sustainable Development (2021) Net zero buildings: where do we stand? https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/net-zero-buildings-where-do-we-stand

2. BPIE (2021) Whole-life Carbon: Challenges and solutions for highly efficient and climate-neutral buildings. https://www.bpie.eu/publication/whole-life-carbon-challenges-and-solutions-for-highly-efficient-and-climate-neutral-buildings/

3. Carbon Leadership Forum (2023) Embodied Carbon Policy Toolkit. https://carbonleadershipforum.org/clf-policy-toolkit/

4. Green Building Council (2022) Building Life. Paso a paso hacia la construcción descarbonizada. https://gbce.es/blog/proyecto/buildinglife/

5. Ramboll (2022) Embodied Carbon in the Building Sector. https://c.ramboll.com/lets-reduce-embodied-carbon

6. Ramboll, World Green Building Council (2019) Bringing embodied carbon upfront. https://worldgbc.s3.eu-west-2.amazonaws.com/wp-content/uploads/2022/09/22123951/WorldGBC_Bringing_Embodied_Carbon_Upfront.pdf

7. The Intergovernmental Panel on Climate Change (2023) Informe de síntesis AR6: Cambio climàtico 2023. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/

Scholten, N. P. M., Van Weijk, H. A. L. (2013) Environmental Performance Regulations in the Netherlands.

Rijksdienst voor Ondernemend Nedeland (2017) MPG

https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-regels/milieuprestatie-gebouwen-mpg#wat-is-de-mpg%3F

Toral, A. G., Palumbo, M., Sureda, B., Cuchí, A. (2020) Emisiones Incorporadas. ¿Cómo incluir las emisiones asociadas a los materiales de construcción en el CTE?

DG Environment European Commission (2021) Implementation of Life Cycle Assessment in Public Procurement. Annex IV: 9 Country Fiche – The Netherlands.

National Milieudatabase (2021) What is the Dutch National Environmental Database foundation? https://www.youtube.com/watch?v=oJ2kM28_RL8&ab_channel=NationaleMilieudatabase

Steven (2021) Milieuprestatie Gebouwen GWW (NMD database versie 3.0)

https://oneclicklca.zendesk.com/hc/en-us/articles/360019505899-Milieuprestatie-Gebouwen-GWW-NMD-database-versie-3-0-

Nationale Milieu Database (2021) Verkenning naar versnelling van aanscherping van de milieuprestatie-eis

https://milieudatabase.nl/verkenning-naar-versnelling-van-aanscherping-van-de-milieuprestatie-eis/?cn-reloaded=1

Stichting Nationale Milieudatabase (2022) Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken.

Ministerie van Binnenladse Zaken en Koninkrijksrelaties (2022) Bouwbesluit Online 2012 https://rijksoverheid.bouwbesluit.com/Inhoud/docs/wet/bb2012

Han participado en la elaboración de esta publicación:

» **Ione Beiztegui Gonzalez de Durana**, arquitecta por la ETSAB. Ha trabajado en Arqbag como consultora ambiental. *Freelance* y miembro de AUS.
» **Akna Márquez,** arquitecta especializada en innovación de materiales y ecodiseño. Responsable de Construccion Sostenible en *Omplim*.
» **Mariana Palumbo,** arquitecta. *subdirectora de la ETSAV* y miembro de AUS.
» **Jade Serra Alcina,** arquitecta por la ETSAB. Socia en *Slow Studio* y Vocal Junta AUS Arquitectes.
» **Josep Oriol Solé,** arquitecto por la ETSALS y miembro de *AUS*.

AUS

Las publicaciones de AUS están realizadas por los diferentes grupos de trabajo de la Agrupación AUS [Arquitectura y Sostenibilidad] del COAC [Col·legi d'Arquitectes de Catalunya]