European Commission

JRC TECHNICAL REPORTS

Indicador 2.1 de Level(s): Estado de mediciones, materiales y vidas útiles

Manual del usuario: Información introductoria, instrucciones y orientaciones (versión 1.1)

Shane Donatello, Nicholas Dodd,
Mauro Cordella (JRC, Unidad B.5)

Enero de 2021

Comisión Europea
Centro Común de Investigación
Dirección B: Crecimiento e Innovación
Unidad 5: Economía Circular y Liderazgo Industrial

Información de contacto
Shane Donatello
Dirección: Edificio Expo. C/ Inca Garcilaso, 3. E-41092 Sevilla (España)
Correo electrónico: jrc-b5-levels@ec.europa.eu

https://ec.europa.eu/jrc
https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/product-groups/412/home

Aviso legal
Esta publicación es un informe técnico del Centro Común de Investigación, el servicio científico interno de la Comisión Europea. Su objetivo consiste en prestar apoyo científico basado en pruebas para el proceso europeo de elaboración de políticas. Los resultados científicos que figuran en esta publicación no reflejan un posicionamiento político de la Comisión Europea. Ni la Comisión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre son responsables del uso que pudiera hacerse de esta publicación.

Cómo citar: Donatello, S.; Dodd, N. y Cordella, M.: Indicador 2.1 de Level(s): *Estado de mediciones, materiales y vidas útiles. Manual del usuario: Información introductoria, instrucciones y orientaciones* (versión 1.1), 2021.

Título
Indicador 2.1 de Level(s): *Estado de mediciones, materiales y vidas útiles. Manual del usuario: Información introductoria, instrucciones y orientaciones* (versión 1.1).

Resumen

Level(s), diseñado como marco común de la UE de indicadores básicos para evaluar la sostenibilidad de edificios residenciales y de oficinas, puede aplicarse desde las primeras fases del diseño conceptual hasta el fin de la vida útil previsto para el edificio. Además de estudiar el comportamiento medioambiental, que es su principal objetivo, también permite evaluar otros aspectos importantes relacionados con el comportamiento mediante indicadores y herramientas relativos a la salud y el bienestar, el coste del ciclo de vida y los posibles futuros riesgos para el comportamiento.

El objetivo de Level(s) es ofrecer una terminología común para hablar sobre la sostenibilidad de los edificios. Esta terminología común debería permitir la adopción de medidas a nivel de edificio que puedan contribuir claramente a la consecución de objetivos más generales de la política medioambiental europea. Está estructurado de la siguiente manera:

1. Macroobjetivos: un conjunto global de seis macroobjetivos para el marco Level(s) que contribuyen a la consecución de los objetivos de las políticas de la UE y de los Estados miembros en ámbitos como la energía, el uso de materiales, la gestión de residuos, el agua y la calidad del aire en interiores.
2. Indicadores básicos: un conjunto de dieciséis indicadores comunes, además de una metodología de análisis del ciclo de vida (ACV) simplificada, que pueden usarse para medir el comportamiento de los edificios y su contribución a cada macroobjetivo.

Además, el marco Level(s) tiene como finalidad promover un enfoque que abarque todo el ciclo de

Índice

Índice 3
La estructura del documento Level(s) 4
Cómo funciona este manual del usuario sobre los indicadores 5
Términos y definiciones técnicos utilizados 6
Información introductoria 8
Instrucciones sobre cómo utilizar el indicador en cada nivel 11
Instrucciones para el nivel 1 11
Instrucciones para el nivel 2 14
Instrucciones para el nivel 3 17
Orientaciones e información adicional para utilizar el indicador 19
Para utilizar el nivel 1 19
L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 1: Consideración de la forma de edificación en cuanto a la eficiencia inherente de los materiales de la estructura. 19
L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 2: Optimización de la eficiencia de los materiales para una forma de edificación determinada 21
L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 3: Posibles interacciones y beneficios de las opciones de diseño eficientes desde el punto de vista de los materiales 23
Para utilizar el nivel 2 25
L2.2. Paso 2: Rápida visión general del modelo del estado de mediciones de Level(s) .. 25
L2.2. Paso 3: Datos del estado de mediciones para el «cerramiento exterior», el «núcleo» y los «elementos externos» 26
L2.2. Pasos 3 y 4: Cómo rellenar el modelo del estado de mediciones de Level(s) 27
L2.2. Paso 5: (opcional) ir más allá, estimación de la lista de materiales y vínculo al indicador 2.2 28
L2.2. Paso 6: (Opcional) Ir más allá, estimación del estado de mediciones y los costes a lo largo de la vida útil prevista del edificio 30
L2.2. Paso 7: (Opcional) Ir más allá, vincular el estado de mediciones a las declaraciones ambientales de producto (DAP) o los inventarios del ciclo de vida (ICV) para calcular las huellas de carbono y cualquier otro impacto ambiental del ciclo de vida 33
Para utilizar el nivel 3 35
L3.2. Paso 3: Rápida visión general de la hoja de cálculo «Cotizaciones» 35

La estructura del documento Level(s)

Manual del usuario n.º 1
Presentación del marco común

Orientación e información para posibles usuarios de Level(s)

1. **Cómo se puede utilizar Level(s)**
2. **La terminología común de la sostenibilidad**
3. **Cómo funciona Level(s)**

Notas de la explicación: **Reflexiones sobre sostenibilidad**

- Ciclo de vida completo y pensamiento circular
- Reducción de las deficiencias de comportamiento
- Cómo conseguir una reforma sostenible
- Cómo puede influir la sostenibilidad en el valor

Manual del usuario n.º 2
Puesta en marcha de un proyecto

Planifique el uso de Level(s) en su proyecto y complete la descripción del edificio.

1. **Defina el plan del proyecto**
2. **Complete la descripción del edificio**

Manual del usuario n.º 3
Manuales del usuario sobre los indicadores

Instrucciones detalladas y orientaciones sobre cómo usar cada indicador

1.1. **Eficiencia energética en la fase de uso**
1.2. **Potencial de calentamiento global del ciclo de vida**

2.1 **Estado de mediciones, materiales y vidas útiles**
2.2. **Residuos y materiales de construcción y demolición**
2.3. **Diseño con fines de adaptabilidad y reforma**
2.4. **Diseño con fines de deconstrucción, reutilización y reciclado**

3.1. **Consumo de agua en la fase de uso**

4.1. **Calidad del aire en interiores**
4.2. **Tiempo fuera del intervalo de bienestar térmico**
4.3. **Iluminación y bienestar visual**
4.4. **Acústica y protección contra el ruido**

5.1. **Protección de la salud y el bienestar térmico de los ocupantes**
5.2. **Mayor riesgo de fenómenos meteorológicos extremos**
5.3. **Desagüe sostenible**

6.1. **Coste del ciclo de vida**
6.2. **Creación de valor y exposición al riesgo**

Gráfico 1. La estructura del documento Level(s)

Cómo funciona este manual del usuario sobre los indicadores

Level(s) es un marco de indicadores básicos de sostenibilidad que puede aplicarse a proyectos de construcción para informar sobre su comportamiento y para mejorarlo. La documentación que lo acompaña se ha concebido para que sea accesible para todos los agentes que pueden participar en este proceso.

Si este es su primer acercamiento a la evaluación de la sostenibilidad de los edificios, le recomendamos que lea la **primera parte del manual del usuario de Level(s)**. Esto lo ayudará a familiarizarse con los conceptos básicos en que se basa Level(s) y a descubrir cómo puede aplicarse a un proyecto de construcción.

Si aún no ha preparado su proyecto de construcción para utilizar Level(s), incluidos el plan de proyecto y la descripción del edificio, entonces le recomendamos que lea la **segunda parte del manual del usuario de Level(s)**.

Este manual del usuario sobre los indicadores forma parte de la tercera parte del manual del usuario de Level(s), en la que encontrará las instrucciones sobre cómo utilizar los indicadores. Está diseñado para ayudarlo a aplicar el indicador que haya elegido a un proyecto de construcción. Lo ayudará a hacerlo de la siguiente manera:

- **Información introductoria:** En esta sección se ofrece una síntesis del indicador, que incluye:
  - ✓ por qué podría ser aconsejable utilizarlo para medir el comportamiento,
  - ✓ qué mide,
  - ✓ en qué fases de un proyecto puede utilizarse,
  - ✓ la unidad de medida, y
  - ✓ el método de cálculo y normas de referencia pertinentes.
- **Instrucciones sobre cómo utilizar los indicadores en cada nivel**: En esta sección se indican:
  - ✓ instrucciones paso a paso para cada nivel,
  - ✓ qué se necesita para realizar una evaluación,
  - ✓ una lista de comprobación de los conceptos de diseño (en el nivel 1), y
  - ✓ los formatos de notificación.

  Las instrucciones a menudo hacen referencia a las orientaciones y a la sección de información adicional, la cual se encuentra después de las instrucciones.
- **Orientaciones e información adicional para utilizar el indicador**: En esta sección se proporciona más información general y orientaciones para ayudarlo a seguir pasos específicos de las instrucciones, incluidos los conceptos de diseño introducidos en el nivel 1 y los pasos prácticos para calcular o medir el comportamiento en los niveles 2 y 3. Contienen referencias cruzadas a pasos específicos de las instrucciones de los niveles 1, 2 o 3.

Este manual del usuario sobre los indicadores está estructurado de tal manera que, una vez que se familiarice con el uso del indicador y sepa cómo trabajar con él, ya no deberá remitirse a las orientaciones y la información general, sino solo trabajar directamente con las instrucciones del nivel de su elección.

Términos y definiciones técnicos utilizados

Término	Definición
Accesibilidad	La capacidad para prever un acceso sencillo a los componentes del edificio a efectos de desmontaje, reacondicionamiento, reposición o mejora.
Adaptabilidad	La capacidad del objeto de evaluación, o partes de este, para ser alterado o modificado durante su vida útil para que pueda servir a un uso nuevo o adaptado.
Conjunto	La unión de más de un material o componente para servir a una finalidad global específica.
Tejido del edificio	Todos los trabajos de construcción que están anclados de manera permanente en el edificio, de tal forma que el desmantelamiento o la reposición del producto constituye una operación de construcción.
Componente del edificio	Un producto de construcción fabricado como unidad distintiva para servir a una función o funciones específicas.
Desmontaje	En virtud de la norma ISO/FDIS 20887:2020, se refiere al desmantelamiento no destructivo de una obra de construcción o un activo construido en los distintos materiales o componentes constituyentes (*nota: el término «desmontaje» debe considerarse como sinónimo de «deconstrucción», que se define como la «retirada de los elementos de construcción de una obra de demolición a fin de maximizar su recuperación y reutilización» en las Directrices de 2018 para las auditorías de residuos antes de la demolición y las obras de reforma de edificios.*).
Vida útil prevista	La vida útil que se espera de un edificio o un sistema ensamblado cuando se da una serie de condiciones en uso específicas, determinada a partir de los datos relativos a la vida útil de referencia tras considerar cualquier diferencia con respecto a las condiciones en uso de referencia.
Condición en uso	Cualquier circunstancia que pueda influir en el comportamiento de un edificio o sistema ensamblado en condiciones de uso normales.
Separación de materiales	Una operación para separar materiales, incluidos los procesos mecánicos, químicos o térmicos (por ejemplo, trituración, fundición, clasificación, etc.), distinta del desguace o el desmontaje.
Preparación para la reutilización	En virtud de la Directiva marco sobre los residuos de la UE, se refiere a la operación de valorización consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa.
Valorización	En virtud de la Directiva marco sobre los residuos de la UE, se refiere a cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función, en la instalación o en la economía en general. El anexo II de la misma Directiva establece una lista no exhaustiva de operaciones de valorización.
Reciclabilidad	La capacidad de un producto residual para ser reciclado, sobre la base de prácticas reales.
Reciclado	En virtud de la Directiva marco sobre los residuos de la UE, se refiere a toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación de material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.

Término	Definición
Vida útil de referencia	La vida útil de referencia de un producto de construcción que cabe esperar bajo un conjunto específico de referencia de condiciones en uso y que pueden formar la base para estimar la vida útil en otras condiciones en uso.
Reacondicionamiento	La modificación y mejora de un edificio existente para devolverlo a un estado aceptable.
Reutilización	En virtud de la Directiva marco sobre los residuos de la UE, se refiere a cualquier operación mediante la cual productos o componentes que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.

Información introductoria

¿Por qué utilizar este indicador para medir el comportamiento?

La construcción y el uso de edificios en la UE representan alrededor de la mitad de todos nuestros materiales extraídos[1]. A medida que mejora la eficiencia energética de los edificios, los impactos incorporados de los materiales (por ejemplo, CO_2) y el coste de los materiales se vuelven más significativos a lo largo de todo el ciclo de vida de los edificios.

La información recogida para el indicador 2.1 sustenta la evaluación de una serie de otros indicadores de Level(s) [especialmente el 1.2 y el 2.2, así como cualquier análisis del ciclo de vida (ACV) o análisis del coste del ciclo de vida (CCV)]. Este indicador, junto con el indicador 1.1, es crucial para fomentar la mejora del diseño de edificios, que contraponga el uso de los recursos a las necesidades y la funcionalidad de la construcción[2].

El indicador 2.1 ofrece la posibilidad de:

- convertir el estado de mediciones en una lista de materiales compatible con los requisitos de información sobre los residuos de construcción y demolición (vínculo al indicador 2.2);
- tener en cuenta los elementos de coste de cada material o producto adquirido (vínculo al CCV del indicado 6.1), y
- asignar vidas útiles específicas a cada elemento del edificio o material adquirido en relación con la vida útil prevista del edificio (vínculo a los indicadores 1.2 y 6.1).

Si se va a realizar una evaluación de la huella de carbono o un ACV del edificio, los datos introducidos para el estado de mediciones pueden vincularse a los datos de una DAP o a conjuntos de datos adecuados de los inventarios del ciclo de vida (vínculo al indicador 1.2 o ACV).

¿Qué mide?

Los niveles 2 y 3 de este indicador estiman y miden la masa de los productos y materiales de construcción necesarios para completar las partes definidas del edificio (las cuales se agrupan en cerramiento exterior, núcleo o aspectos externos del edificio). Para cada entrada, la masa se desagrega en diferentes fracciones de materiales (hormigón/ladrillo/baldosa, madera, vidrio, plástico, mezclas bituminosas, metales, materiales de aislamiento, yeso, mixtos y EEE[3]). Si se introducen datos adicionales sobre costes, se medirán los costes de cada entrada. Si se introducen vidas útiles opcionales para cada entrada, pueden medirse las masas y los costes de los materiales a lo largo de la vida útil del edificio, suponiendo una sustitución por una pieza idéntica.

¿En qué fase de un proyecto?

Nivel	Actividades relacionadas con el empleo del indicador 2.1
1. Diseño conceptual (elección de la forma de edificación y los principales materiales, elementos y métodos de construcción)	✓ Para el diseño conceptual, se proporciona información para promover el debate y la toma de decisiones en relación con el proyecto acerca de los aspectos que afectarán directa o indirectamente a la elección de la estructura del edificio y los principales materiales que se utilizarán en el cerramiento exterior y en el núcleo.
2. Diseño detallado y construcción (sobre la base de dibujos y estimaciones)	✓ Durante las fases de diseño detallado y construcción, las estimaciones del estado de mediciones pueden recopilarse en un inventario utilizando la plantilla de Excel de Level(s).
3. Comportamiento según la construcción y en uso (sobre la base de facturas y registros del lugar)	✓ La huella del material del edificio según la construcción puede calcularse elaborando el estado de mediciones reales. Cualquier sustitución de los componentes del edificio (cuando llegan al final del sus vidas útiles o por otros motivos) puede registrarse como parte de la supervisión del comportamiento en la fase de uso.

Unidad de medida

[1] COM(2011) 571 final. «Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos».

[2] COM(2014) 445 final. «Oportunidades para un uso más eficiente de los recursos en el sector de la construcción».

[3] Equipos eléctricos y electrónicos.

Los datos se comunican en toneladas y % de masa total, divididos además por:

- tipo de material (por ejemplo, hormigón, madera, metales, etc.) y
- aspecto del edificio (es decir, cerramiento exterior, núcleo o aspectos externos).

si se introducen datos opcionales sobre costes, estos se notifican en unidades de miles de euros y se reparten a grandes rasgos en cerramiento exterior, núcleo y aspectos externos del edificio. A fin de permitir una mejor comparabilidad, los datos sobre costes también se normalizan en €/t y €/m^2. Las mismas unidades se aplican ya sea que el estado de mediciones sea solo para la construcción o para toda la vida útil prevista del edificio (es decir, incluidas la reparación y la sustitución previstas).

Límites del sistema

En el contexto de las fases del ciclo de vida de los módulos A-D establecidas en la norma EN 15978, el indicador se centra, en general, en la fase A5 (construcción e instalación) del ciclo de vida de los edificios. Sin embargo, la elección de los materiales y sus cantidades tienen una gran influencia en las fases A1-A3 (producto) y A4 (transporte) en relación con los impactos asociados con su fabricación y su transporte al lugar. Si las vidas útiles de los distintos elementos y materiales del edificio se tienen en cuenta en un «estado de mediciones de la vida útil», los impactos del módulo B (fase de uso) también resultan pertinentes para cualquier material de sustitución adquirido, y los impactos del módulo C (final de la vida útil), para los materiales que se eliminan.

Alcance

El alcance incluye los datos de todos los productos y materiales de construcción adquiridos para construir o renovar el edificio. A continuación se ilustra la relación entre los datos introducidos para el indicador 2.1 y otros indicadores.

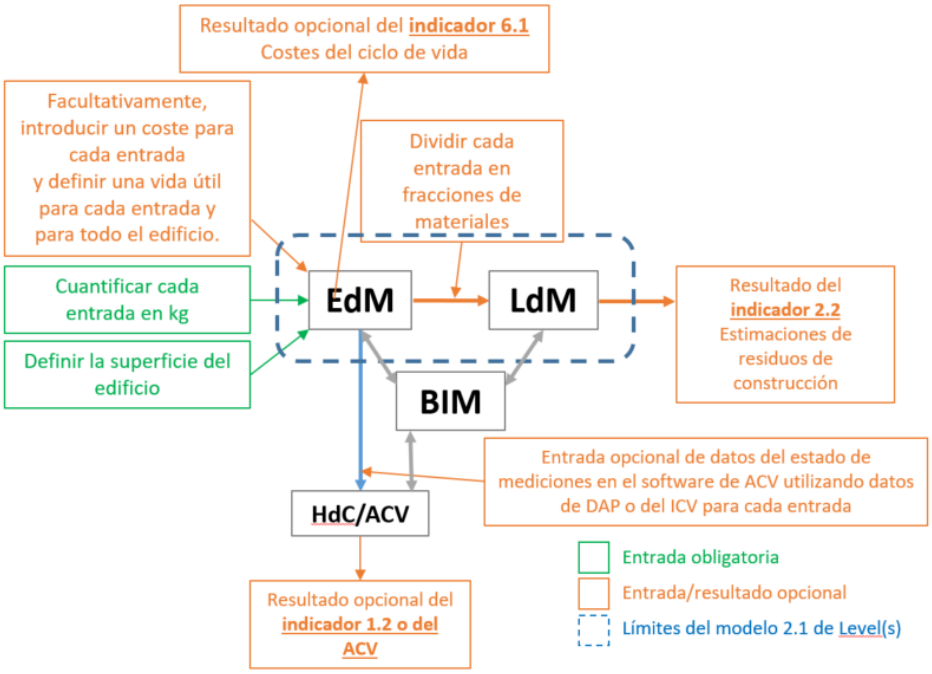


Gráfico 2. Ilustración de los datos de entrada y salida del indicador 2.1 y la posible relación con la modelización de información para la edificación

Cuando se rellenan correctamente, los datos del indicador 2.1 serán aptos para utilizarse como base para realizar estimaciones de los residuos de construcción del proyecto de edificación (pertinente para el indicador 2.2), proporcionar los costes de los materiales para el indicador 6.1 (costes del ciclo de vida) y proporcionar una base para realizar un análisis del ciclo de vida (ACV) o de la huella de carbono de conformidad con el indicador 1.2.

Cabe señalar que la modelización de información para la edificación (BIM, por sus siglas en inglés) también puede crear los mismos vínculos que la plantilla de Level(s) para el indicador 2.1 (y más). En los casos en que los usuarios

ya utilicen esta modelización, podría ser más adecuado que continúen utilizando software BIM para la recopilación y la manipulación de datos en relación con el estado de mediciones, la lista de materiales y las estimaciones de los costes asociados y de la vida útil.

Método de cálculo y normas de referencia

El cálculo utilizado para los niveles 2 y 3 se basa en el modelo de notificación de Level(s) en formato Excel para el estado de mediciones. Los datos de las casillas verdes son obligatorios y los de las amarillas son opcionales. En los casos en que el usuario tenga la intención de calcular los residuos de construcción, este debe definir el reparto por % de masa en una de las diez fracciones de materiales compatibles con el indicador 2.2 (residuos de construcción y demolición, RCD).

La plantilla de Excel simplemente suma/multiplica los números y permite notificarlos de forma automática (en casillas rojas) y normalizarlos (casillas rojas) de una manera que se ajuste al formato de notificación de Level(s).

Cuando se tengan en cuenta los datos opcionales sobre la vida útil para cada entrada en el estado de mediciones, se recomienda que el usuario respete las reglas establecidas en la sección 9.3.3 de la norma EN 15978, la norma ISO 15686-8, las herramientas como BCIS, DGNB o ETool, las normas específicas para elementos concretos (por ejemplo, EN 15459 para los sistemas de calefacción), los conocimientos técnicos adquiridos a partir de la experiencia con tales elementos en edificios y otras circunstancias similares.

Instrucciones sobre cómo utilizar el indicador en cada nivel

Instrucciones para el nivel 1

L1.1. Finalidad de este nivel

El nivel 1 se centra en hacer que el lector tome conciencia de los seis aspectos de suma importancia para optimizar el consumo de materiales y productos de construcción, independientemente de si tiene o no la intención de elaborar estados de mediciones en los niveles 2 y 3. Posteriormente, los usuarios de Level(s) deben describir brevemente cómo se han tenido en cuenta (o no) estos aspectos durante los debates y la toma de decisiones en la fase de diseño conceptual en un cuadro de síntesis.

L1.2. Instrucciones paso a paso

Estas instrucciones deben leerse junto con las orientaciones técnicas para el nivel 1 y la información complementaria que las acompañan (véase la página 18).

1. Consultar la lista de comprobación de la sección L1.4 de los conceptos de diseño eficientes desde el punto de vista de los materiales y leer las descripciones generales contenidas en las orientaciones técnicas del nivel 1.
2. En el equipo de diseño, examinar e identificar cómo los conceptos de diseño eficientes desde el punto de vista de los materiales pueden introducirse en el proceso de diseño.
3. Una vez que se finalice el concepto de diseño con el cliente, registrar cualquier concepto de diseño eficiente desde el punto de vista de los materiales que se haya tenido en cuenta utilizando el formato de notificación de L1 (véase L1.5).

L1.3. ¿Quién debe participar y cuándo?

En la fase de diseño conceptual, los agentes principales serían el arquitecto conceptual, el propietario del edificio y la autoridad de construcción pertinente que conceda el permiso para llevar a cabo las actividades de construcción o renovación.

Más adelante en el proyecto, deberán realizarse consultas con un medidor de cubicaciones en obra (lo ideal sería que fuese independiente del contratista), el contratista y los proveedores de los elementos y materiales de construcción, a fin de comprender mejor las cantidades que deberán adquirirse y las vidas útiles potenciales de cada elemento o material.

L1.4. Lista de comprobación de los conceptos de diseño pertinentes

Concepto de diseño del nivel 1	Breve descripción
1. Consideración de la forma de edificación en cuanto a la eficiencia inherente de los materiales de la estructura.	Siempre con arreglo a las especificaciones del cliente y dentro de los límites del proyecto, un ejemplo pertinente para los edificios residenciales sería la elección entre bloques de pisos, casas adosadas y casas aisladas. Los pisos ahorran materiales de forma inherente debido a la existencia de un tejado y elementos estructurales comunes, pero las columnas estructurales serán más grandes y ocuparán una mayor proporción de la superficie. Las casas adosadas ahorran materiales de forma inherente en comparación con las casas adosadas de dos en dos o las aisladas debido al uso de muros comunes. En relación con los edificios de oficinas, las estructuras más altas suelen tener las mismas repercusiones inherentes que los bloques de pisos más altos, pero a medida que se alcanzan estructuras muy altas (por ejemplo, más de treinta plantas) en las estructuras de acero, el material adicional necesario para lograr una resistencia lateral se vuelve más dominante en la masa estructural total.
2. Para un diseño estructural determinado, considerar el margen para optimizar la eficiencia de los materiales.	Dentro de los límites establecidos por los factores de seguridad pertinentes de los Eurocódigos y por el lugar (por ejemplo, cargas de viento, actividad sísmica, etc.), examinar el potencial para optimizar la capacidad portante del diseño de las vigas, las columnas y las chapas del suelo para ajustarse a las necesidades del cliente.

Concepto de diseño del nivel 1	Breve descripción
3. Considerar las posibles interacciones y los beneficios de las opciones de diseño eficientes desde el punto de vista de los materiales.	Los aspectos como las masas térmicas, el ruido, la ganancia solar, la iluminación natural, la velocidad de construcción, los costes y la huella global de CO_2 pueden verse afectados, de manera positiva o negativa, por los esfuerzos para reducir la huella de los materiales para un plan de diseño de construcción determinado.
4. Componentes y sistemas del edificio duraderos y reparables.	Las vidas útiles de todos los componentes y sistemas del edificio deben examinarse en el contexto de la vida útil del edificio prevista. Deben considerarse las opciones más duraderas cuando proceda. También deben tenerse en cuenta las características de diseño que maximicen la facilidad con la que se puede acceder a los componentes del edificio y con la que pueden ser reparados, desmontados o eliminados (por ejemplo, con una destrucción mínima de los materiales de acondicionamiento).
5. Uso óptimo de los materiales de acondicionamiento.	Cuando sea posible, obtener las especificaciones de los ocupantes para los materiales de acondicionamiento antes de finalizar la fase de construcción, a fin de evitar el uso de materiales de acondicionamiento especulativos que se eliminen posteriormente. Considerar la facilidad con la que pueden desmontarse los materiales de acondicionamiento para una posible reutilización en otros edificios.
6. Incorporación de materiales reciclados.	La especificación de productos de construcción prefabricados y materiales con contenido reciclado o la incorporación de agregados reciclados en el hormigón preamasado vertido en obra.

L1.5. Formato de notificación

Concepto de diseño eficiente desde el punto de vista de los materiales	¿Se ha abordado? *(sí/no)*	¿Cómo se ha incorporado al proyecto de construcción? *(proporcionar una breve descripción)*
1. Consideración de la forma de edificación en cuanto a la eficiencia inherente de los materiales de la estructura.	Sí	Los proyectos residenciales tienen permiso para hasta doscientas viviendas que no se encuentren a más de 40 m sobre el nivel del suelo. Se prevé una combinación de casas aisladas de alto precio, casas adosadas de dos en dos y casas adosadas y pisos más económicos. Se prevé un alto porcentaje de casas adosadas, lo cual genera ahorros de material mediante el uso de paredes laterales comunes. Los pisos se construirán con una altura de cinco plantas y contarán con aparcamiento subterráneo, lo cual aumentará los m^3 de hormigón estructural por m^2 de espacio vital. La altura del suelo al techo se ha reducido de los 3 m iniciales a 2,7 m, reduciendo así la cantidad de materiales necesarios para los muros.
2. Para un diseño estructural determinado, considerar el margen para optimizar la eficiencia de los materiales.	Sí	Se ha elegido una solución más eficiente desde el punto de vista de los materiales para las losas de hormigón mediante el uso de losas pretensadas vacías que cumplen los requisitos de carga, pero que son más ligeras. Se utiliza menos hormigón en la propia losa y se permite el uso de columnas y cimientos más pequeños.
3. Considerar las posibles interacciones y los beneficios de las opciones de diseño eficientes desde el	Sí	Si bien las losas pretensadas vacías generan ahorros de material del 25 % en términos de toneladas de hormigón, la cantidad total de cemento utilizado en la losa realmente fue un 5 % mayor en general para la losa más ligera. Todo corte transversal de la losa en futuras renovaciones será más complicado.

Concepto de diseño eficiente desde el punto de vista de los materiales	**¿Se ha abordado?** ***(sí/no)***	**¿Cómo se ha incorporado al proyecto de construcción?** ***(proporcionar una breve descripción)***
punto de vista de los materiales.		La reducción del 10 % de la altura del suelo al techo reducirá las necesidades de calefacción de espacios, pero podría conducir a un aumento del riesgo de sobrecalentamiento y a un deterioro de la percepción de la calidad del aire en interiores.
4. Componentes y sistemas del edificio duraderos y reparables.	Sí	El acceso a los servicios (cableado eléctrico, línea telefónica, agua potable, aguas grises, aguas residuales y tuberías de los radiadores) será a través de paneles desmontables para suelos y muros.
5. Uso óptimo de los materiales de acondicionamiento.	Sí	Se ofrecerá una gama de materiales de acondicionamiento normalizados para que los clientes elijan, y formará parte de los costes. Otra posibilidad es que puedan optar por no utilizar materiales de acondicionamiento y ahorrar 3 000 EUR del precio de compra.
6. Incorporación de materiales reciclados.	Sí	El hormigón estructural incorporará un contenido de agregado reciclado del 20 %. El 98 %, como mínimo, del redondo en barras para hormigón será reciclado y los suelos laminados a base de madera tendrán un contenido reciclado de al menos el 30 %.

Instrucciones para el nivel 2

L2.1. Finalidad de este nivel

La finalidad del nivel 2 es permitir a que los usuarios realicen una estimación del estado de mediciones durante la fase de diseño. Se necesitarán estimaciones aproximadas en las primeras fases de diseño para garantizar que se respeten los límites presupuestarios.

El modelo de inventario de Level(s) para el estado de mediciones permite introducir y gestionar los datos del estado de mediciones. Además, al introducir datos opcionales sobre los costes y las vidas útiles, el modelo de estado de mediciones puede generar resultados útiles para otros indicadores de Level(s).

L2.2. Instrucciones paso a paso

Estas instrucciones deben leerse junto con las orientaciones técnicas para el nivel 2 y la información complementaria que las acompañan (véase la página 23).

A la hora de calcular el estado de mediciones para un proyecto, deben seguirse los pasos 1 a 4 que figuran a continuación:

1. Definir las especificaciones técnicas y la disposición del edificio. Por ejemplo, el diseño estructural, los planos, las capacidades de carga necesarias, etc.
2. Descargar el modelo de Level(s) para el estado de mediciones.
3. Consultar a un ingeniero de estructuras y un medidor de cubicaciones en obra para elaborar un estado de mediciones preliminar para el cerramiento exterior del edificio —siguiendo las instrucciones contenidas en el modelo de estado de mediciones de Leve(s). Si se dispone de información suficiente, también deben introducir estimaciones para el núcleo y los elementos externos.
4. A medida que esté disponible información más específica, afinar las entradas en el modelo de estado de mediciones.
5. *Paso opcional:* si también se notifican los residuos de construcción estimados en el marco del indicador 2.2, utilizar el modelo de estado de mediciones de Leve(s) en formato Excel para convertir el estado de mediciones en una lista de materiales y realizar una estimación simplificada de los residuos de construcción en la hoja de cálculo «Lista de materiales (para la construcción)». Como alternativa, se pueden importar directamente las partes de los datos del estado de mediciones en el modelo del indicador 2.2 para obtener una estimación más detallada.
6. *Paso opcional:* si también se notifica información para el indicador 6.1, introducir las vidas útiles estimadas para cada entrada del estado de mediciones y utilizar el resultado de la lista de materiales (para toda la vida útil) como base para estimar el coste de los productos y materiales de construcción.
7. *Paso opcional:* si también se notifica información para el indicador 1.2 o se realiza un ACV, introducir las vidas útiles estimadas para cada entrada del estado de mediciones y utilizar la hoja de cálculo «Resultado de la lista de materiales (para toda la vida útil)» como base para estimar la medida de carbono y otros impactos del ciclo de vida incorporados en los productos y materiales de construcción a lo largo de la vida útil del edificio.

L2.3. ¿Qué se necesita para realizar una evaluación?

Los principales elementos necesarios son los siguientes:

- ✓ una descripción completa del edificio de Level(s);
- ✓ el modelo del estado de mediciones de Level(s) en formato Excel (o software BIM) para elaborar el estado de mediciones;
- ✓ la documentación del edificio pertinente y los cálculos de diseño relativos a los materiales y las dimensiones;

- ✓ (opcional) hipótesis sobre el reparto de los productos y materiales de construcción en distintas fracciones de materiales, el coste unitario y la vida útil prevista.

L2.4. ¿Quién debe participar y cuándo?

El arquitecto, el propietario del edificio, la autoridad de planificación y el ingeniero de estructuras deben participar en el paso 1. El ingeniero de estructuras y el medidor de cubicaciones en obra deben estar sumamente involucrados en el paso 2. En los pasos 3 y 4, el ingeniero de estructuras y el medidor de cubicaciones en obra deberán consultar a los proveedores de productos y materiales de construcción. En el paso 5 opcional, será necesario colaborar con la persona o el equipo responsable de la gestión de residuos correspondiente (el gestor de residuos). Por último, en los pasos opcionales 6 y 7, se recomienda encarecidamente solicitar aportaciones adicionales del arquitecto y los proveedores.

L2.5. Garantizar la comparabilidad de los resultados

Normalizar los resultados por m^2 ayuda a garantizar la comparabilidad entre distintos diseños e incluso entre distintos edificios. Los datos sobre costes no deben incluir la mano de obra, ya que esta puede variar considerablemente de un país a otro y es mucho más difícil de estimar en comparación con los materiales.

La comparación de proyectos simplemente en función de los materiales del cerramiento exterior, que deben conocerse con precisión para todos los edificios en el diseño según la construcción, permite hacer una comparación más profunda entre edificios que puedan tener un núcleo y unos elementos externos completamente diferentes. Para comprender mejor a qué se refieren el cerramiento exterior, el núcleo y los elementos externos, véase el Cuadro 2 en la sección de orientación.

L2.6. Ir un paso más allá

Los pasos opcionales 5, 6 y 7 ofrecen ejemplos de cómo se puede ir un paso más allá con los datos del estado de mediciones del indicador 2.1. Utilizan los datos del estado de mediciones como base para estimar los residuos de construcción, los costes del ciclo de vida y el impacto carbónico/otros impactos del ACV, respectivamente. En las secciones de orientación más adelante se proporcionan algunos detalles sobre cómo llevar esto a cabo (véase a partir de la página 24).

L2.7. Formato de notificación de los resultados de una evaluación

Los resultados del núcleo para el estado de mediciones son:

- la cantidad total de materiales utilizados (toneladas y reparto de porcentajes para diez fracciones de materiales predefinidas);
- las cantidades de material utilizadas divididas por aspecto del edificio (toneladas y reparto de porcentajes para el cerramiento exterior, el núcleo y los elementos externos);
- el coste de los materiales utilizados repartido por aspecto del edificio (€ y % para el cerramiento exterior, el núcleo y los elementos externos);
- el material total normalizado (en kg/m^2); y
- el coste total normalizado (en $€/m^2$).

El resultado que se genera automáticamente en el modelo Excel de Level(s) se muestra en la captura de pantalla a continuación.

Bill of Quantities/ Materials (for building life time)								
Breakdown by material type			Breakdown by building aspect				Building floor area (m2)	
			Shell	Core	External	Total	2500	
	Material total (t)	Material total (%)	Split by mass (t)				Totals check (should = 0)	
Concrete, brick, tile, natural stone, ceramic	3472	88.7%	3839.6	75	0	**3914.6**	0	
Wood	71.25	1.8%	Split by mass (%)					
Glass	128.04	3.3%	98.1%	1.9%	0.0%	**100.0%**		
Plastic	3.75	0.1%	Split by cost '000 €					
Bituminous mixtures	0	0.0%	669.825	120	0	**789.825**		
Metals	239.56	6.1%	Split by cost (%)					
Insulation materials	0	0.0%	84.8%	15.2%	0.0%	**100.0%**		
Gypsum	0	0.0%	Total cost €/m2		Total cost €/t			
Mixed	0	0.0%	315.9		201.8			
Electrical and Electronic Equipmnt	0	0.0%						
Combined total	**3914.6**	**100.0%**						

Gráfico 3. Formato de notificación para el indicador 2.1 Estado de mediciones, materiales y vidas útiles

La única información que debe introducirse es la superficie útil total en la casilla verde situada en la parte superior derecha. Este debe ser el mismo número utilizado para la descripción del edificio. Todos los números de las casillas rojas se generan automáticamente a partir de los datos introducidos en las casillas verdes y amarillas en la hoja de cálculo de entrada de datos.

La captura de pantalla anterior corresponde a los resultados de los materiales utilizados a lo largo de la vida útil del edificio (es decir, tienen en cuenta la sustitución de materiales durante la fase de uso). El mismo formato de notificación también se produce en una hoja de cálculo separada que solo tiene en cuenta los materiales utilizados durante la construcción. Qué hoja de cálculo utilizar dependerá de los objetivos del usuario.

Instrucciones para el nivel 3

L3.1. Finalidad de este nivel

Si bien el nivel 2 se centra en el estado de mediciones puramente estimado, el nivel 3 se basa en las cotizaciones y las compras reales; los datos del estado de mediciones se registran como materiales y productos adquiridos y entregados en el lugar. Será útil contar con un registro centralizado de las adquisiciones para realizar un seguimiento de los gastos de acuerdo con los presupuestos y calendarios del proyecto. El modelo de inventario de Level(s) para el estado de mediciones permite introducir y gestionar los datos del estado de mediciones, no solo para las compras reales, sino también para otras cotizaciones recibidas, a fin de facilitar la comparación. Siempre que se defina el mismo alcance (es decir, cerramiento exterior, núcleo y elementos externos), la notificación del nivel 3 permite realizar una comparación directa con las estimaciones del nivel 2.

L3.2. Instrucciones paso a paso

Estas instrucciones deben leerse junto con las orientaciones técnicas para el nivel 3 y la información complementaria que las acompañan (véase la página 32).

Cuando se recopilen datos reales del estado de mediciones para un proyecto, deben seguirse los pasos 1 a 4 que figuran a continuación:

1. Descargar el modelo de Level(s) para el estado de mediciones (las mismas hojas de cálculo se aplican para los niveles 2 y 3).
2. Utilizando las estimaciones del nivel 2 u otras fuentes como base, recopilar cotizaciones para el estado de mediciones proporcionado. Si es posible, deben solicitarse cotizaciones de tres proveedores diferentes.
3. *(Opcional)* Rellenar la hoja de cálculo «Cotizaciones» en el modelo de Level(s) para el estado de mediciones.
4. Insertar directamente o copiar los detalles de los materiales adquiridos en la hoja de cálculo «Datos de entrada para el estado de mediciones».
5. *(Opcional)* Si también se notifica información para el indicador 6.1, introducir las vidas útiles estimadas para cada entrada del estado de mediciones y utilizar la hoja de cálculo «Resultado de la lista de materiales (para toda la vida útil)» como base para calcular el coste de los productos y materiales de construcción.
6. *(Opcional)* Si también se notifica información para el indicador 1.2 o se realiza un ACV, introducir las vidas útiles estimadas para cada entrada del estado de mediciones y utilizar la hoja de cálculo «Resultado de la lista de materiales (para toda la vida útil)» como base para calcular el impacto carbónico y otros impactos del ciclo de vida incorporados en los productos y materiales de construcción a lo largo de la vida útil del edificio.

L3.3. ¿Qué se necesita para realizar una evaluación?

Los principales elementos necesarios son los siguientes:

- ✓ Registros de las cotizaciones enviadas por los proveedores, junto con los datos técnicos del producto o material de construcción de que se trate.
- ✓ Registros de compra y facturas de los productos y materiales de construcción realmente entregados en el lugar.
- ✓ El modelo del estado de mediciones de Level(s) (o software BIM).
- ✓ Facultativamente, y solo si se va más allá, acceso a software para evaluar la huella de carbono o para realizar un ACV.

L3.4. ¿Quién debe participar y cuándo?

El medidor de cubicaciones en obra y el gestor del proyecto son responsables de acordar la información que debe proporcionarse para el paso 1 y deben participar en los pasos 2, 3 y 4 junto con el contratista.

Los fabricantes, proveedores u otros expertos pertinentes deben participar directamente o ser consultados si se siguen los enfoques opcionales de los pasos 5 y 6.

L3.5. Garantizar la comparabilidad de los resultados

Debido al formato de notificación idéntico, es posible realizar una comparación directa de las estimaciones del nivel 2 y los datos reales del nivel 3. Para cualquier comparación de los niveles 2 y 3, es importante que el alcance del estado de mediciones también sea comparable y que el alcance de los costes para cualquier entrada del estado de mediciones sea igual (por ejemplo, ¿solo los costes de materiales? ¿O también se incluye la entrega en el lugar? ¿O también se incluye la instalación? etc.).

L3.6. Ir un paso más allá

Los pasos opcionales 3, 5 y 6 ofrecen ejemplos de cómo se puede ir un paso más allá con los datos del estado de mediciones del indicador 2.1. El paso 3 muestra que las cotizaciones podrían registrarse y mantenerse como parte de la valiosa información sensible a efectos comerciales que ayudaría a la empresa a realizar estimaciones de costes más precisas en el futuro y realizar un seguimiento de los distintos proveedores con quienes han estado en contacto.

Los pasos 5 y 6 utilizan los datos del estado de mediciones como base para estimar los costes del ciclo de vida y el impacto carbónico/otros impactos del ACV, respectivamente. En las secciones de orientación más adelante se proporcionan algunos detalles sobre cómo llevar esto a cabo (véase la página 27).

L3.7. Formato de notificación de los resultados de una evaluación

Los resultados del núcleo para el estado de mediciones son:

- la cantidad total de materiales utilizados (toneladas y el reparto de porcentajes para diez fracciones de materiales predefinidas);
- las cantidades de material utilizadas divididas por aspecto del edificio (toneladas y reparto de porcentajes para el cerramiento exterior, el núcleo y los elementos externos);
- el material total normalizado (en kg/m^2); y
- facultativamente, el coste de los materiales utilizados repartido por aspecto del edificio (€ y % para el cerramiento exterior, el núcleo y los elementos externos);
- facultativamente, el coste total normalizado (en €/m^2).

Estos resultados y el propio formato de notificación son idénticos a los ya descritos para el nivel 2. Por esta razón, para ver una captura de pantalla del formato de notificación, consúltese la sección L2.7 de las instrucciones para el nivel 2.

Orientaciones e información adicional para utilizar el indicador

Para utilizar el nivel 1

Se proporcionan orientaciones y explicaciones complementarias adicionales en relación con tres conceptos clave introducidos en la lista de comprobación del concepto de diseño del nivel 1, a saber:

- L1.4 Lista de comprobación del concepto de diseño 1: Consideración de la forma de edificación en cuanto a la eficiencia inherente de los materiales de la estructura.
- L1.4 Lista de comprobación del concepto de diseño 2: Optimización de la eficiencia de los materiales para una forma de edificación determinada.
- L1.4 Lista de comprobación del concepto de diseño 3: Posibles interacciones y beneficios de las opciones de diseño eficientes desde el punto de vista de los materiales.

L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 1: Consideración de la forma de edificación en cuanto a la eficiencia inherente de los materiales de la estructura.

Por lo general, las formas de edificación no están diseñadas con el objetivo de optimizar el estado de mediciones. No obstante, debido a que la estructura del edificio y otros elementos del cerramiento exterior suelen ejercer una influencia dominante sobre la masa total de los materiales utilizados, la forma de edificación tiene un impacto inherente en el estado de mediciones.

Para los edificios residenciales, Nemry *et al.* (2008)[4] y Cuéllar-Franca y Azapagic (2012)[5] determinaron que los edificios residenciales multifamiliares (adosados de dos en dos y adosados) y de gran altura tienden a ser más eficientes desde el punto de vista de la energía y los materiales que las viviendas unifamiliares. Además, esta conclusión también es respaldada por Norman *et al.* (2006)[6], quienes analizaron la construcción y el uso de edificios, así como el transporte asociado, utilizando un modelo económico de evaluación del ciclo de vida de entradas y salidas, y Steemers (2003)[7], quien determinó el potencial para optimizar la eficiencia energética de la forma construida mediante el aumento de las densidades residenciales hasta doscientas viviendas por hectárea (0,01 km^2).

La comparación que figura a continuación cubre al menos el 80 % de la masa de los materiales e ilustra claramente la relación positiva que existe entre la forma compacta, la pérdida de calor del tejido y la masa de los materiales.

Cuadro 1. Comparación de la intensidad de los materiales de tres formas de edificios residenciales (Cuéllar-Franca y Azapagic)

Variables clave	Casa aislada	Casa adosada de dos en dos	Casa adosada
Hipótesis del ACV			
Tamaño del hogar (personas)	2,3	2,3	2,3
Dormitorios	4	3	2
Superficie útil (m^2)	130	90	60
Pérdida de calor del tejido (W/K)	220	170	120
Materiales de construcción (kg)			
Ladrillos			
- Hoja interior	22 302	19 199	9 809
- Hoja exterior	43 828	31 747	20 193

[4] Nemry *et al.*: *Environmental improvement potentials of residential buildings (IMPRO-Buildings),* Centro Común de Investigación IPTS, Comisión Europea, 2008.

[5] Cuéllar-Franca, R. M. y Azapagic, A.: «Environmental impacts of the UK residential sector: Life cycle assessment of houses», *Building and Environment*, n.º 54, 2012, pp. 86-99.

[6] Norman, J.; MacLean, H. y Kennedy, C.: «Comparing High and Low Residential Density: Life-Cycle Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions», *Journal of Urban Planning and Development*, vol. 132, n.º 1, marzo de 2006, pp. 10-21.

[7] Steemers, K.: «Energy and the city, density, buildings and transport», *Energy and Buildings*, n.º 35, 2003, pp. 3–14.

- Otros	16 144	13 362	10 956
Mortero de cemento	11 662	8 447	5 373
Hormigón			
- Bloque (celular)	14 577	10 559	6 716
- Losa	19 615	16 157	13 094
- Otros	15 600	10 824	7 200
Total de materiales (kg)	**143 728**	**110 295**	**73 341**

Los autores también compararon los mismos ejemplos con respecto a los efectos en el PCG incorporado (potencial de calentamiento global) del ciclo de vida del edificio (de cincuenta años). Los totales del PCG fueron más bajos para los materiales, la energía y el transporte en las formas más eficientes desde el punto de vista de los materiales.

Al comparar las huellas de los materiales estructurales de cuarenta y un edificios residenciales y veintinueve edificios de oficinas, De Wolf *et al.* (2015)[8] observaron que las cantidades específicas de los materiales estructurales variaban mucho más en los edificios residenciales (media del 50 % que va de alrededor de 350 a 1 350 kg/m^2) que en los edificios de oficinas (media del 50 % que va de alrededor de 400 a 700 kg/m^2). Sobre esta base, podría argumentarse que el margen para optimizar la eficiencia de los materiales estructurales en las estructuras de los edificios es mayor en los edificios residenciales que en los edificios de oficinas.

De Wolf *et al.* (2015) también analizaron el efecto de los factores como el tamaño y la altura de los edificios sobre la masa de los materiales estructurales por m^2 de superficie. A medida que los edificios se vuelven más altos, se necesita más acero en la estructura, tal como se ilustra en el gráfico a continuación.

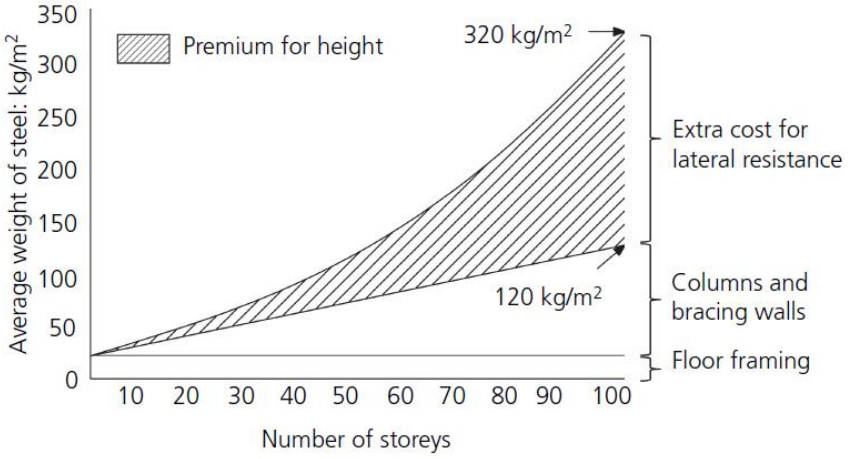


Gráfico 4. Relación general entre la cantidad específica de acero estructural y la altura del edificio (n.º de plantas)

Del gráfico anterior se deduce que el acero para el armazón del suelo permanece constante en kg/m^2, pero que la cantidad relativa de acero en las columnas y los refuerzos de los muros (kg) aumenta más que la creciente superficie (m^2) a medida que el edificio se vuelve más alto. A partir de alrededor de treinta plantas o más, la cantidad de acero estructural para resistir las cargas de viento laterales aumenta considerablemente.

Un análisis de datos adicional realizado por De Wolf demuestra la relación entre las cantidades de materiales estructurales, el carbono incorporado y la altura del edificio.

[8] De Wolf, C.; Yang, F.; Cox, D.; Charlson, A.; Hattan, A. S. y Ochsendorf, J.: «Material quantities and embodied carbon dioxide in structures», *ICE Proceedings*, agosto de 2015.

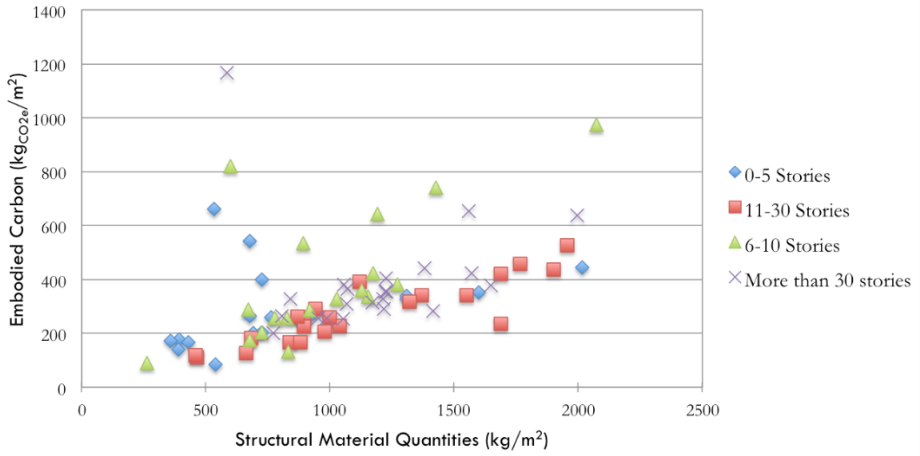


Gráfico 5. Relaciones entre la altura del edificio, los CO_2 equivalentes integrados y las cantidades de materiales estructurales

Parece existir un cierto grado de correlación entre las cantidades de los materiales estructurales y el carbono incorporado, tanto para el grupo de datos completo como para cada una de las categorías de altura de los edificios. Sin embargo, los datos no muestran ninguna relación clara de que los edificios más altos tengan mayores cantidades de materiales estructurales, al menos cuando los edificios tienen más de cinco plantas.

Uno de los principales resultados de la bibliografía fue que es mejor mejorar la eficiencia de los materiales caso por caso, en vez de seleccionar una forma de edificación o un diseño estructural específicos en vez de otros. En parte, esto se debe a que se pueden realizar mejoras para todos los tamaños y formas de los edificios. Esta conclusión está respaldada por Arup (Kaethner y Burridge, 2012)[9].

Además, De Wolf (2015) señala que los parámetros de los materiales y el CO_2 equivalente incorporado podrían utilizarse como herramientas para fomentar una mejora del diseño de los edificios cuando se miden en comparación con otros edificios que tengan una superficie, un tamaño y una altura similares.

L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 2: Optimización de la eficiencia de los materiales para una forma de edificación determinada

En general, la aplicación de las metodologías de los Eurocódigos para el diseño estructural y la descripción de los clientes dictarán las tolerancias del diseño estructural de un edificio de varias plantas.

Sin embargo, existe la posibilidad de que los ingenieros de estructuras a menudo sobreespecifiquen las estructuras y los grados de la estructura de los materiales cuando, con cálculos de diseño más detallados, podrían efectuarse ahorros significativos de materiales estructurales sin comprometer el diseño y los requisitos funcionales.

Para las estructuras de hormigón, es interesante utilizar el índice de uso de hormigón[10] como parámetro y referencia para tipos de edificios similares (se expresa como m^3 de hormigón/m^2 de superficie). Hay muchas posibilidades para reducir la cantidad específica de hormigón estructural. Algunos ejemplos mencionados por el Concrete Centre (2018)[11] incluyen:

- El uso de losas planas con luces iguales (por ejemplo, cuadradas) en la medida de lo posible.

[9] Kaethner, S. C. y Burridge, J. A.: «Embodied CO_2 of structural frames», *The Structural Engineer*, mayo de 2012.

[10] Building and Construction Authority: *A guide on Concrete Useage Index*, BCA Sustainable Construction Series - 6, Singapur, 2012.

[11] *Material Efficiency*, 2018. Véase: https://www.concretecentre.com/Publications-Software/Publications/Material-Efficiency.aspx.

- El uso de formas normalizadas de vigas y losas (y encofrado) para unas tasas de desperdicio probables más bajas.
- El uso de losas postensadas para obtener unas luces más largas (es decir, menos columnas) y suelos más delgados para conseguir una capacidad portante determinada en comparación con las losas normales.
- El uso de losas vacías, las cuales son más ligeras y pueden ser soportadas por cimientos más pequeños.
- El uso de formas de hormigón expuesto (suelo, muro o techo) para reducir la necesidad posterior de materiales de acondicionamiento (esta ventaja no afecta el valor de los materiales estructurales).

También deben tenerse en cuenta las posibles interacciones. Por ejemplo, las losas más delgadas protegerán menos contra el ruido y podrían requerir un falso techo para mantener el rendimiento acústico del edificio. Las losas más delgadas necesitarán mayores porcentajes de cemento, lo cual puede compensar por completo el impacto medioambiental de necesitar menos m^3 de hormigón en la losa.

En cuanto a las estructuras de acero, Moynihan y Allwood (2014)[12] examinaron el potencial de ahorro de acero estructural para veintitrés estructuras de edificios diferentes. Las columnas y las vigas de acero se suministran en tamaños normalizados y, cuando se examina una estructura determinada, la carga del diseño aplicada sobre cada elemento puede compararse con la carga que la sección de acero está diseñada para soportar. Se analizó la eficiencia de utilización de cada viga dentro de una estructura dada para determinar el potencial para reducir la masa de acero sin comprometer los requisitos de rendimiento del diseño y los factores de seguridad.

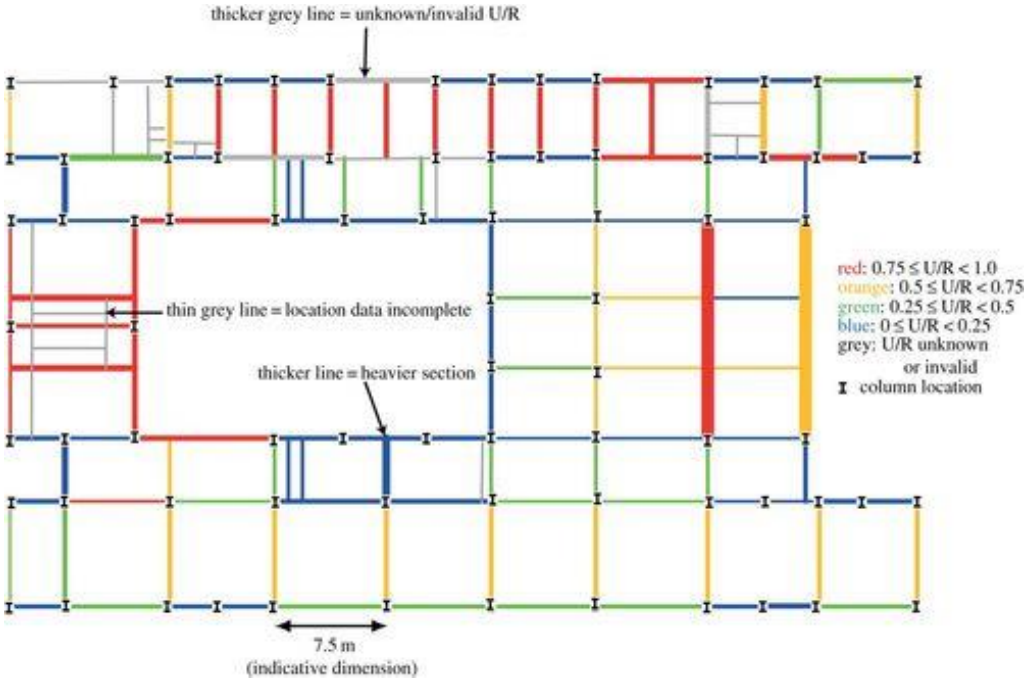


Gráfico 6. Ejemplo de ocupación del suelo que muestra la tasa de utilización y el peso de las secciones (Fuente: Moynihan y Allwood, 2014).

El estudio concluyó que, en promedio, la tasa de utilización de las vigas analizadas fue de menos del 50 % de su capacidad. Es decir que no se utiliza toda su capacidad portante. Se identificó una posible razón significativa, la «racionalización» —la selección de las vigas según la disponibilidad, el tiempo y el coste. Además, indican que los aspectos de las estructuras «no se diseñan de manera explícita».

[12] Moynihan, M. C. y Allwood, J. M.: «Utilisation of structural steel in buildings», *Proceedings of the Royal Society*, 470, 2014.

La consulta de un catálogo de vigas normalizadas durante el análisis indicó que, en promedio, podría ahorrarse el 36 % de la masa de las vigas. Para lograr este nivel de ahorro, recomiendan un mayor uso del software de diseño y optimización existente. Asimismo, recomiendan que los sistemas de evaluación de edificios incentiven una mejora de las tasas de utilización y que un paso inicial podría ser «exigir la notificación de la tasa de utilización media».

L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 3: Posibles interacciones y beneficios de las opciones de diseño eficientes desde el punto de vista de los materiales

Priorizar la masa de los materiales estructurales puede aportar otros beneficios ambientales, pero es importante tener en cuenta si estos beneficios se traducen, por ejemplo, en una reducción del carbono incorporado o no.

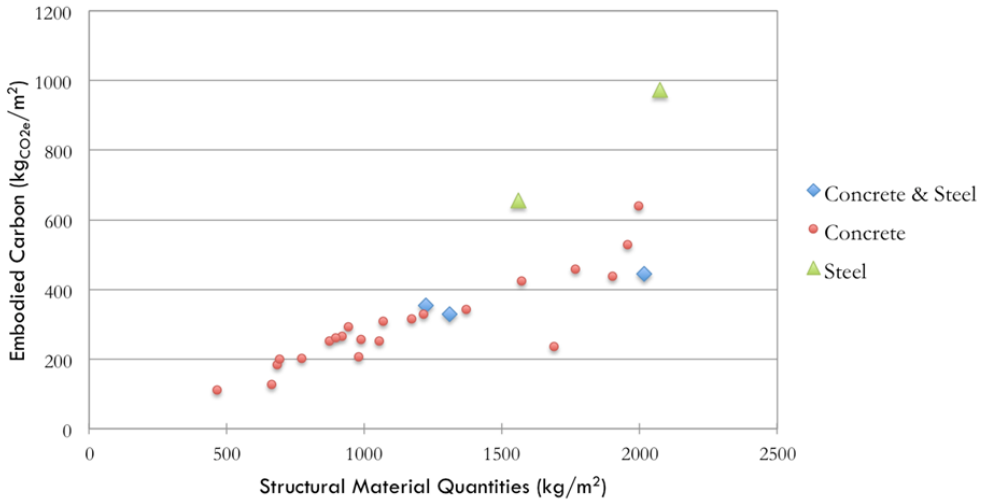


Gráfico 7. Relación entre las cantidades de materiales estructurales y el carbono incorporado para los edificios residenciales (Fuente: De Wolf, comunicación personal).

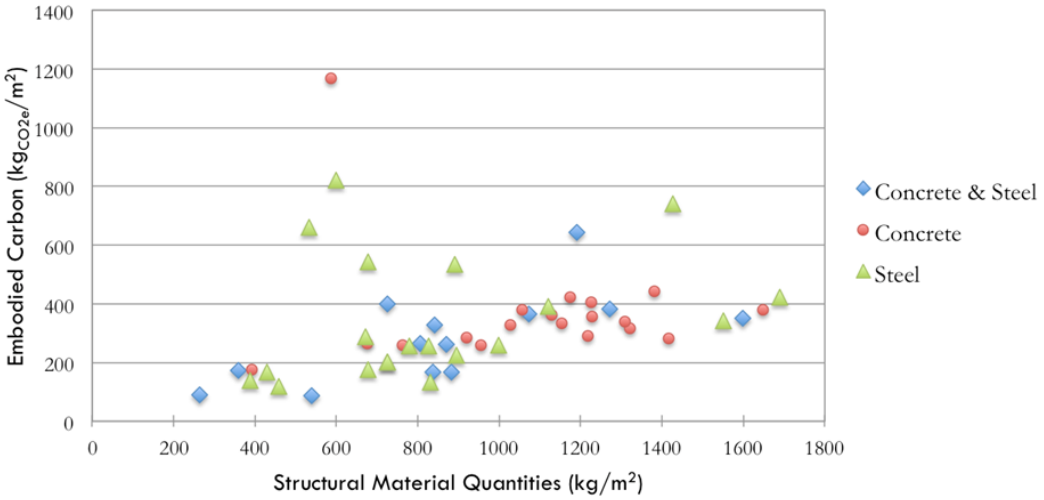


Gráfico 8. Relación entre las cantidades de materiales estructurales y el carbono incorporado para los edificios de oficinas (Fuente: De Wolf, comunicación personal).

Al analizar los datos anteriores, queda claro que existe una estrecha correlación en el caso de los edificios residenciales, pero solo una ligera correlación para los edificios de oficinas.

Las menores huellas de materiales de los edificios residenciales son el resultado de los espacios más compactos del edificio, los cuales reducen el carbono incorporado, pero los espacios más compactos

pueden conducir a interacciones desfavorables con una ganancia solar pasiva y una iluminación natural insuficientes, especialmente en los climas septentrionales [Strømen-Andersen y Sattrup (2011)[13] y Trigaux *et al.* (2014)[14]].

[13] Strømen-Andersen, J. y Sattrup, P. A.: «The urban canyon and building energy use: urban density versus daylight and passive solar gains», *Energy and buildings*, n.º 43, 2011, pp. 2011-2020.

[14] Trigaux, D.; Allacker, K. y de Troyer, F.: *A simplified Approach to integrate Energy Calculations in the Life Cycle Assessment of Neighbourhoods,* Presentación en la 30.ª Conferencia internacional PLEA, 16-18 de diciembre de 2014, CEPT University, Ahmedabad.

Para utilizar el nivel 2

Se proporcionan orientaciones y explicaciones complementarias adicionales para seis pasos incluidos en las instrucciones para el nivel 2, a saber:

- L2.2. Paso 2: Rápida visión general del modelo del estado de mediciones de Level(s)
- L2.2. Paso 3: Datos del estado de mediciones para el «cerramiento exterior», el «núcleo» y los «elementos externos»
- L2.2. Pasos 3 y 4: Cómo rellenar el modelo del estado de mediciones de Level(s)
- L2.2. Paso 5: (Opcional) Ir más allá, estimación de la lista de materiales y vínculo al indicador 2.2 (estimación de los residuos de construcción)
- L2.2. Paso 6: (Opcional) Ir más allá, estimación del estado de mediciones y los costes a lo largo de la vida útil prevista del edificio
- L2.2. Paso 7: (Opcional) Ir más allá, vincular el estado de mediciones a las DAP o los inventarios del ciclo de vida para calcular las huellas de carbono y cualquier otro impacto ambiental del ciclo de vida

L2.2. Paso 2: Rápida visión general del modelo del estado de mediciones de Level(s)

La hoja de cálculo clave para el usuario es «Datos de entrada para el estado de mediciones». El formato de notificación de Level(s) en las hojas de cálculo de la lista de materiales son simplemente los resultados de los datos de entrada del estado de materiales. A continuación, se muestra una breve descripción de las hojas de cálculo.

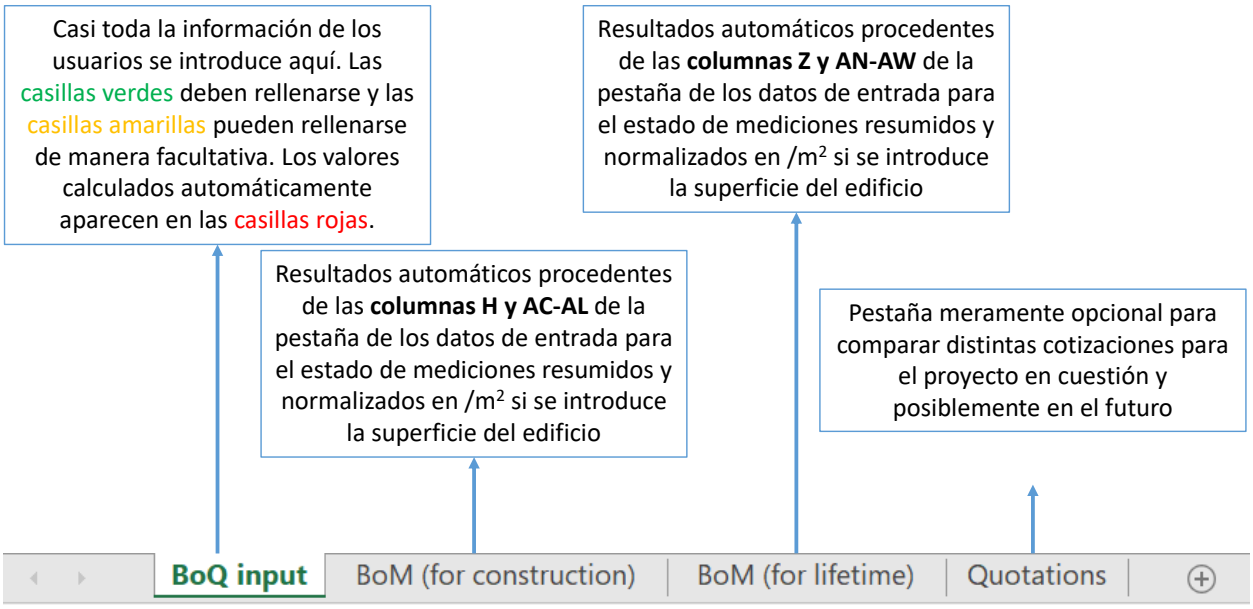


Gráfico 9. Descripción de las cuatro hojas de cálculo principales de la plantilla de Excel de Level(s) para el indicador 2.1.

Hay hojas de cálculo separadas en función de si el estado de mediciones simplemente corresponde a los materiales utilizados para la construcción (véanse los resultados en la hoja de cálculo de la lista de materiales para la construcción) o si se ha tenido en cuenta la futura sustitución de los materiales durante la vida útil prevista del edificio (véanse los resultados en la hoja de cálculo de la lista de materiales para toda la vida útil).

L2.2. Paso 3: Datos del estado de mediciones para el «cerramiento exterior», el «núcleo» y los «elementos externos»

Para mejorar la coherencia de la notificación en el marco de Level(s) y el potencial para comparar «manzanas con manzanas» en distintos proyectos de construcción, se recomienda utilizar la siguiente jerarquía para definir el ámbito de utilización de los productos y materiales de construcción.

En todos los proyectos y para toda entrada del estado de mediciones, la clase de más alto nivel debe definirse como «cerramiento exterior», «núcleo» y «elementos externos». Esto está integrado en la plantilla del estado de mediciones de Level(s) en formato Excel. Los usuarios tienen la posibilidad de redefinir o agregar nuevas descripciones a los niveles inferiores de la jerarquía, aunque esto debe limitarse solo al tercer nivel, en la medida de lo posible.

Cuadro 2. Explicación de los distintos elementos y componentes de los edificios incluidos en las categorías «cerramiento exterior», «núcleo» y «elementos externos» para informar sobre el estado de mediciones.

Clase 1	Clase 2	Clase 3
Cerramiento exterior	Cimientos (subestructura)	i) pilotes; ii) sótanos; iii) muros de contención
	Estructura portante	i) estructura (vigas, columnas y losas); ii) niveles superiores; iii) muros exteriores; iv) balcones
	Elementos no portantes	i) losa de planta baja; ii) muros interiores; iii) tabiques y puertas; iv) escaleras y rampas
	Fachadas	i) sistemas de muros exteriores; ii) revestimientos y dispositivos de sombra; iii) aberturas de la fachada (incluidas ventanas y puertas exteriores); iv) pinturas, recubrimientos y revocos exteriores
	Tejado	i) estructura; ii) impermeabilización
	Plazas de aparcamiento	i) en superficie y subterráneas (dentro del perímetro del solar del edificio y para uso de los ocupantes del mismo)
Núcleo	Guarniciones y moblaje	i) sanitarios; ii) armarios, roperos y encimeras (cuando se incluyan en inmuebles residenciales); iii) techos; iv) acabados de paredes y techos; v) revestimientos y acabados para el suelo
	Sistema de iluminación incorporado	i) luminarias; ii) sistemas y sensores de control
	Sistema energético	i) central y distribución de calefacción; ii) central y distribución de refrigeración; iii) generación y distribución de electricidad
	Sistema de ventilación	i) unidades de acondicionamiento de aire; ii) conductos y distribución
	Sistemas sanitarios	i) distribución de agua fría; ii) distribución de agua caliente; iii) sistemas de tratamiento del agua; iv) sistema de desagüe
	Otros sistemas	i) ascensores y escaleras mecánicas; ii) instalaciones de lucha contra incendios; iii) instalaciones de comunicación y seguridad; iv) instalaciones de telecomunicaciones y datos
Trabajos exteriores	Servicios	i) conexiones y desvíos; ii) subestaciones y equipos
	Paisajismo	i) pavimentación y otros endurecimientos superficiales; ii) cerramientos, barandillas y muros; iii) sistema de desagüe

Adaptado de CEN (2011), BCIS (2012), DGNB (2014), BRE (2016)

El alcance incluye los datos de todos los productos y materiales que se piden para la construcción o renovación del edificio. Como alcance mínimo común, se recomienda que todos los usuarios informen sobre los elementos del «cerramiento exterior».

Por lo general, los productos y materiales de construcción y el moblaje que adquieren e instalan los ocupantes que no están involucrados en la evaluación de Level(s) deben considerarse como fuera del alcance de la notificación.

L2.2. Pasos 3 y 4: Cómo rellenar el modelo del estado de mediciones de Level(s)

A continuación se muestra una captura de pantalla de la primera parte de los datos de entrada para el estado de mediciones, junto con los comentarios integrados en algunas casillas.

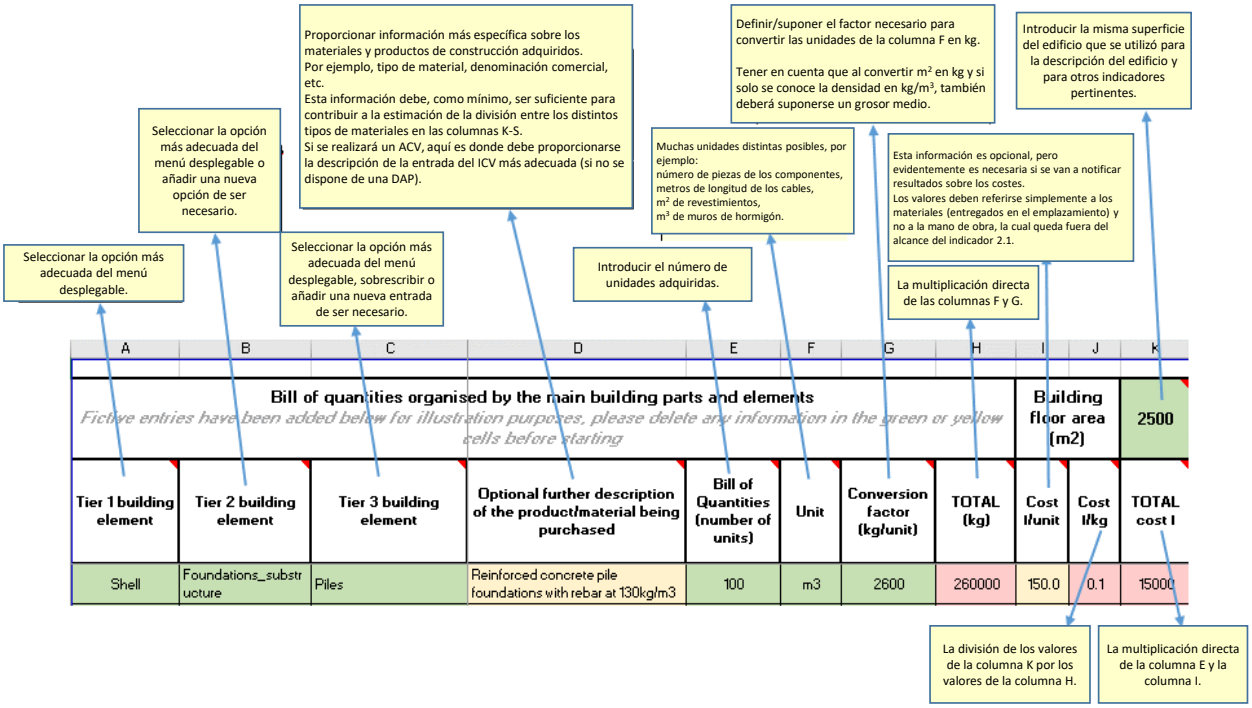


Gráfico 10. Captura de pantalla de las primeras ocho columnas que debe rellenar el usuario (marcadas en verde y amarillo).

Las entradas de las tres primeras columnas se seleccionan en menús desplegables, primero debe elegirse una opción de la columna A, luego de la columna B y por último de la columna C. Esto se debe a que las opciones desplegables de la columna C dependen de lo que se ha seleccionado en la columna B, y las opciones de la columna B dependen de la elección en la columna A. Si bien las opciones de la columna A son fijas (es decir, «cerramiento exterior, «núcleo» o «elemento externo»), las opciones desplegables de las columnas B y C pueden sobrescribirse. Esto activará un mensaje de advertencia en el que el usuario simplemente debe hacer clic en «Aceptar».

La columna D es una entrada de texto libre opcional. En realidad, el usuario siempre tendrá que introducir información adicional aquí. Esta información podrían ser simplemente los nombres comerciales de los productos, una descripción técnica del producto o el material (especialmente si es complejo), las especificaciones de rendimiento mínimas, etc. Si el usuario tiene la intención de utilizar el estado de mediciones como base para estimar el carbono incorporado u otros impactos del ciclo de vida, entonces pueden introducirse aquí los datos de la DAP o una referencia a la descripción del ICV más pertinente.

El resto de las columnas del gráfico anterior se refieren a entradas numéricas y a operaciones matemáticas simples.

L2.2. Paso 5: (opcional) ir más allá, estimación de la lista de materiales y vínculo al indicador 2.2

Si el usuario desea convertir los datos del estado de mediciones en un formato útil para las estimaciones de los residuos de construcción para el indicador 2.2, debe estimar el reparto de porcentajes de cada producto o material de construcción que se adquiere de las distintas fracciones de materiales en las columnas M a V. Por ejemplo, si se piden cien ventanas, ¿a cuántos kg de vidrio, metal y plástico equivalen? A continuación, se muestra una captura de pantalla de las casillas pertinentes en la hoja de cálculo de los datos de entrada para el estado de mediciones, junto con los comentarios incorporados correspondientes.

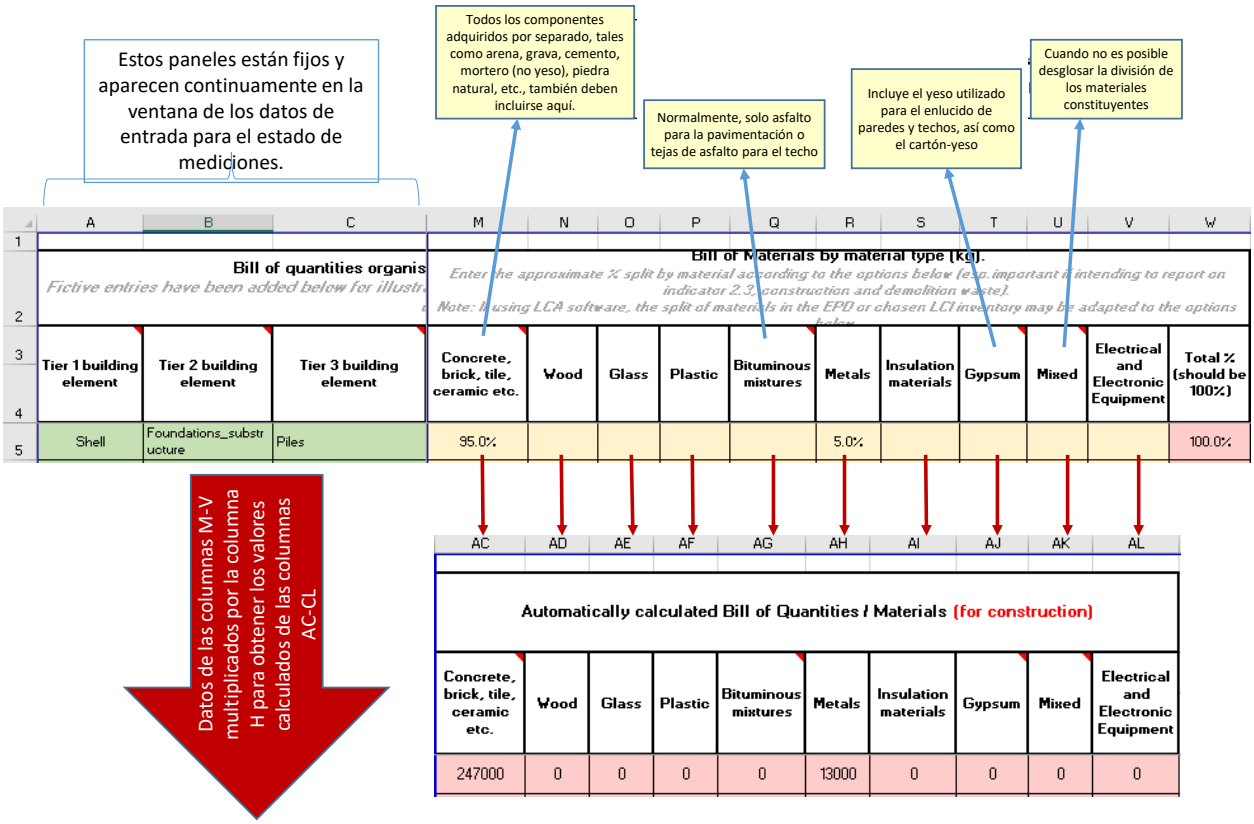
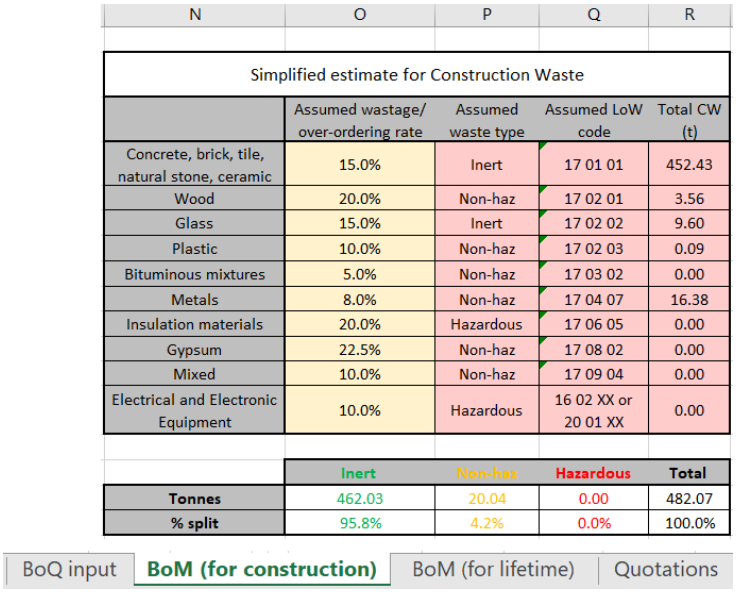


Gráfico 11. Captura de pantalla de las siguientes (hasta diez) columnas que puede rellenar el usuario (marcadas en amarillo).

En los casos en que se adquieren materiales para mezclar hormigón *in situ* (por ejemplo, arena, grava y cemento), estos deben notificarse como entradas separadas y debe sumarse cada total en la columna del hormigón. El ejemplo mostrado anteriormente es para hormigón armado, cuyo peso es aproximadamente un 95 % de hormigón y un 5 % de barras de refuerzo de acero. Como prueba rápida para verificar cualquier error en la asignación manual de los repartos de porcentajes, los valores de la columna W deben sumar el 100 % para cada fila.

A continuación, se multiplican los valores porcentuales de las columnas M a V por la cantidad total correspondiente (en kg) de la columna H y se traducen en kg para cada fracción de material en las columnas AC-AL en la misma hoja de cálculo «Datos de entrada para el estado de mediciones».

Después, aparecen los datos de salida en el formato de notificación (en las hojas de cálculo «Lista de materiales (para la construcción)» y «Lista de materiales (para toda la vida útil)»), expresados en masa y en reparto de porcentajes entre las diez fracciones de materiales. En la hoja de cálculo «Lista de materiales (para la construcción)» puede realizarse una estimación simplificada de los residuos de construcción si se introduce un % medio del estado de mediciones para cada fracción de materiales que termine en residuos o en material pedido en exceso en las casillas amarillas de la columna O, véase la captura de pantalla de ejemplo a continuación.



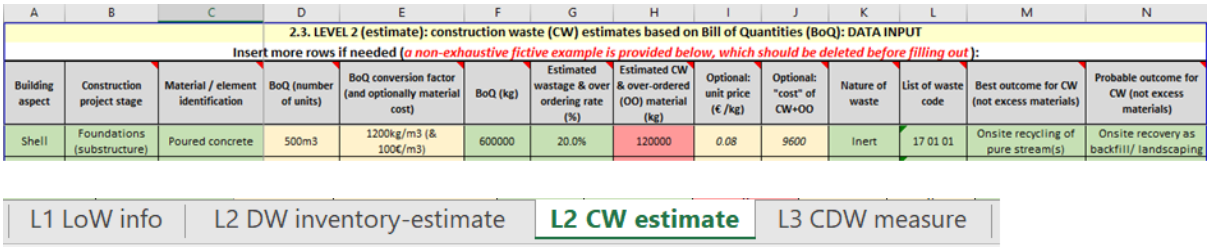
N	O	P	Q	R
Simplified estimate for Construction Waste				
	Assumed wastage/ over-ordering rate	Assumed waste type	Assumed LoW code	Total CW (t)
Concrete, brick, tile, natural stone, ceramic	15.0%	Inert	17 01 01	452.43
Wood	20.0%	Non-haz	17 02 01	3.56
Glass	15.0%	Inert	17 02 02	9.60
Plastic	10.0%	Non-haz	17 02 03	0.09
Bituminous mixtures	5.0%	Non-haz	17 03 02	0.00
Metals	8.0%	Non-haz	17 04 07	16.38
Insulation materials	20.0%	Hazardous	17 06 05	0.00
Gypsum	22.5%	Non-haz	17 08 02	0.00
Mixed	10.0%	Non-haz	17 09 04	0.00
Electrical and Electronic Equipment	10.0%	Hazardous	16 02 XX or 20 01 XX	0.00
	Inert	Non-haz	Hazardous	Total
Tonnes	462.03	20.04	0.00	482.07
% split	95.8%	4.2%	0.0%	100.0%

BoQ input | BoM (for construction) | BoM (for lifetime) | Quotations

Gráfico 12. Captura de pantalla de la estimación simplificada integrada de los residuos de construcción en la plantilla de Excel del indicador 2.1.

El enfoque anterior es simplificado porque supone una única tasa de desperdicio, un único tipo de residuo y un único código de residuo para cada una de las diez fracciones de residuos. En realidad, estos factores pueden variar para diferentes materiales y productos incluidos en la misma fracción de residuos. No obstante, el enfoque simplificado da una idea de la probable división entre los residuos inertes, no peligrosos y peligrosos generados.

Si los usuarios desean examinar más a fondo el potencial de reutilización, reciclaje y valorización de las distintas fracciones de residuos, es necesario transferir los datos del estado de mediciones a la plantilla de notificación del indicador 2.2 (que notifica de forma más detallada los residuos de construcción y demolición). En este caso, los usuarios deben copiar los datos de entrada del estado de mediciones pertinentes a la hoja de cálculo del indicador 2.2. titulada «Estimación de los residuos de construcción L2».



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
2.3. LEVEL 2 (estimate): construction waste (CW) estimates based on Bill of Quantities (BoQ): DATA INPUT													
Insert more rows if needed (*a non-exhaustive fictive example is provided below, which should be deleted before filling out*):													
Building aspect	Construction project stage	Material / element identification	BoQ (number of units)	BoQ conversion factor (and optionally material cost)	BoQ (kg)	Estimated wastage & over ordering rate (%)	Estimated CW & over-ordered (OO) material (kg)	Optional: unit price (€ /kg)	Optional: "cost" of CW+OO	Nature of waste	List of waste code	Best outcome for CW (not excess materials)	Probable outcome for CW (not excess materials)
Shell	Foundations (substructure)	Poured concrete	500m3	1200kg/m3 (& 100€/m3)	600000	20.0%	120000	*0.08*	*9600*	Inert	17 01 01	Onsite recycling of pure stream(s)	Onsite recovery as backfill/ landscaping

L1 LoW info | L2 DW inventory-estimate | **L2 CW estimate** | L3 CDW measure

*Gráfico 13. Captura de pantalla de las entradas de datos necesarias (marcadas en verde) para realizar una **estimación completa** de los residuos de construcción en la hoja de cálculo del indicador 2.2.*

Si el usuario desea utilizar los datos del estado de mediciones como base para las estimaciones de los residuos de construcción, la relación entre los datos de entrada para la plantilla del indicador 2.1 y la del indicador 2.2 es la siguiente:

- Columna A en 2.1 → Columna A en 2.2
- Columna B en 2.1 → Columna B en 2.2
- Columna D en 2.1 → Columna C en 2.2
- *Una de las columnas AC-AL en 2.1 → Columna F en 2.2

- Columna J en 2.1 → Columna I en 2.2

** En los casos en que las entradas del estado de mediciones contengan más de una fracción de material (por ejemplo, el hormigón armado que tiene fracciones de hormigón y de metal), introducir solo el valor total combinado (columna H en 2.1) no proporcionaría los detalles suficientes para la estimación de los residuos de construcción en 2.2. En el caso del hormigón armado, la entrada combinada en 2.1 debe repartirse entre dos entradas en 2.2 (una para el hormigón, utilizando el valor de la columna AC, y una para el metal, utilizando el valor de la columna AH). La misma lógica se aplica para cualquier otra entrada del estado de mediciones que contenga varios materiales.*

L2.2. Paso 6: (Opcional) Ir más allá, estimación del estado de mediciones y los costes a lo largo de la vida útil prevista del edificio

Una perspectiva del coste del ciclo de vida (CCV) es de particular interés para el propietario del edificio si tiene la intención de alquilarlo u ocuparlo durante mucho tiempo. Level(s) permite a los usuarios notificar el CCV en el indicador 6.1. Una contribución importante a los CCV de los edificios son los materiales utilizados, tanto durante la construcción como en cualquier intervención de mantenimiento.

La plantilla de Excel de Level(s) para las entradas del estado de mediciones en el marco del indicador 2.1 permite realizar una estimación simplificada de los costes adicionales de los materiales y productos de construcción al asignar, de manera facultativa, una vida útil estimada a cada entrada y compararla con la vida útil prevista del edificio. La plantilla supone una comparación simple de elementos idénticos y sin ninguna diferencia de costes en el futuro.

Los costes solo deben incluir el precio de compra y la entrega al lugar, pero ningún coste de mano de obra. A continuación, se muestra una captura de pantalla de las casillas más importantes y sus comentarios incorporados.

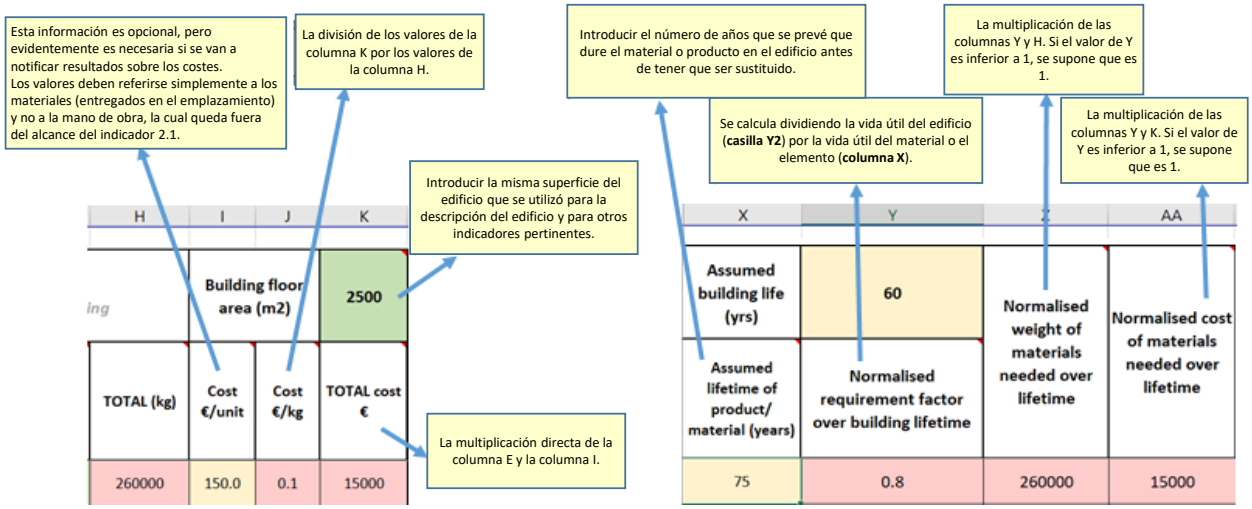


Gráfico 14. Captura de pantalla de las casillas de la hoja de cálculo de los datos de entrada para el estado de mediciones pertinentes para los factores de coste.

En la captura de pantalla anterior, las casillas pertinentes solo para el coste de los materiales para la construcción se muestran en el lado izquierdo. Todos los números se basan en un coste/precio unitario que se introduce facultativamente en la columna I. Después, este se multiplica por la cantidad total de unidades adquiridas (en la columna E, no mostrada en el gráfico) para generar el valor de la columna K. Al dividir el valor de la columna K entre el valor de la columna H se generará el coste/kg, mostrado en la columna J.

Para tener en cuenta la sustitución de los productos y materiales de construcción durante la vida útil del edificio, primero es necesario definir la vida útil prevista del edificio (casilla Y2). Se sugiere un valor predeterminado de cincuenta años. Después, en la columna X, es necesario asignar una vida útil estimada para cada entrada de datos del estado de mediciones. Esto generará valores en la columna Y.

Cabe señalar que, si la vida útil del elemento es más prolongada que la vida prevista del edificio, se generará un número inferior a uno en la columna Y (por ejemplo, en la captura de pantalla anterior se muestra un valor de 0,8). Sin embargo, esto no significa que el cálculo solo represente el 80 % de esa entrada del estado de mediciones, ya que, en realidad, el resultado en la lista de materiales a lo largo de la vida útil del edificio nunca puede ser menor que la lista únicamente para la construcción (por ejemplo, comparar los números de las columnas H y Z en la captura de pantalla anterior). Para garantizar que esto no ocurra, el cálculo de la columna Z redondea automáticamente a uno cualquier valor de la columna Y que sea menor o igual que uno. En los casos en que los valores de la columna Y sean mayores que uno, el factor normalizado de la vida útil se multiplica directamente por el valor según la construcción (es decir, columna H x columna Y).

Si el usuario debe realizar un estado mediciones del ciclo de vida, deben consultarse las siguientes fuentes de información a la hora de estimar las vidas útiles para cada entrada de la hoja de cálculo del estado de mediciones:

- consultar las medias notificadas en herramientas como BCIS, ETool o el sistema de evaluación de edificios DGNB;
- la metodología de factores prevista en la norma ISO 15686-8;
- las normas específicas para materiales, productos o sistemas concretos (por ejemplo, EN 15459 para los sistemas de calefacción);
- las estimaciones de los fabricantes basadas en pruebas de durabilidad y los comentarios de los clientes;
- la experiencia de campo de los profesionales de la construcción, los gestores de edificios y los gestores de carteras;
- las vidas útiles genéricas obtenidas de herramientas para evaluar la huella de carbono o para realizar ACV.

En ausencia de estimaciones procedentes de las fuentes anteriores, pueden utilizarse las vidas útiles típicas que figuran en el cuadro a continuación.

Cuadro 3. Vidas útiles típicas para el alcance mínimo de partes y elementos del edificio

Aspecto del edificio de clase 1	Aspecto del edificio de clase 2	Aspecto del edificio de clase 3	Vida útil prevista
Cerramiento exterior	Estructura portante	– Estructura (vigas, columnas y planchas) – Niveles superiores – Muros exteriores – Balcones	60 años
	Elementos no portantes	– Losa de planta baja – Muros interiores, tabiques y puertas – Escaleras y rampas	30 años
	Fachadas	– Sistemas del muro exterior, revestimiento y dispositivos de protección solar – Aberturas de la fachada (incluidas ventanas y puertas exteriores) – Pinturas, recubrimientos y revocos exteriores	30 años (35 años acristalamiento) 30 años 10 años (pintura), 30 años (revoco)
	Tejado	– Estructura – Impermeabilización	30 años
	Plazas de aparcamiento	– En superficie y subterráneas (dentro del perímetro del solar del edificio y para uso de los ocupantes del mismo)[15]	60 años

[15] Si la parte correspondiente al estacionamiento subterráneo para automóviles (superficie útil más superficie de tráfico) representa más del 25 % de la superficie útil total, la superficie de tráfico del estacionamiento subterráneo debe restarse de la superficie útil total.

Aspecto del edificio de clase 1	Aspecto del edificio de clase 2	Aspecto del edificio de clase 3	Vida útil prevista
Núcleo	Guarniciones y moblaje	– Sanitarios – Armarios, roperos y encimeras – Acabados, recubrimientos y revestimientos – Zócalos y adornos – Tomas de electricidad e interruptores – Acabados y revestimientos de muros y techo	20 años 10 años 30 años (acabados) 10 años (revestimientos) 30 años 30 años 20 años (acabados) 10 años (revestimientos)
	Sistema de iluminación incorporado	– Luminarias – Sistemas y sensores de control	15 años
	Sistema energético	– Central y distribución de calefacción – Radiadores – Central y distribución de refrigeración – Producción de electricidad – Distribución de electricidad	20 años 30 años 15 años 15 años 30 años
	Sistema de ventilación	– Unidades de acondicionamiento de aire – Conductos y distribución	20 años 30 años
	Sistemas sanitarios	– Distribución de agua fría – Distribución de agua caliente – Sistemas de tratamiento del agua – Sistema de desagüe	25 años
	Otros sistemas	– Ascensores y escaleras mecánicas – Instalaciones de lucha contra incendios – Instalaciones de comunicación y seguridad – Instalaciones de telecomunicaciones y datos	20 años 30 años 15 años 15 años
Trabajos exteriores	Servicios	– Conexiones y desvíos – Subestaciones y equipos	30 años
	Paisajismo	– Pavimentación y otros acabados duros – Cerramientos, barandillas y muros – Sistemas de desagüe	25 años 20 años 30 años

Fuente: Adaptado de RICS (2017) y ETool (2017).

Debe especificarse cualquier fuente que se utilice para estimar la vida útil.

Los resultados del estado de mediciones y de la lista de materiales a lo largo de la vida útil del edificio aparecen en una hoja de cálculo separada titulada «**Lista de materiales (para toda la vida útil)**». Al igual que en la hoja de cálculo «Lista de materiales (para la construcción)», si se desea un reparto para las diferentes fracciones de materiales, es necesario estimar las divisiones de % de cada entrada del estado de mediciones de las diez fracciones de materiales distintas definidas en las columnas M a V de la hoja de cálculo de los datos de entrada para el estado de mediciones.

Los usuarios que deseen adoptar un enfoque más sofisticado para evaluar los estados de mediciones de la vida útil y los costes asociados deben utilizar software o calculadoras a medida. Un ejemplo concreto pertinente es el proyecto CILECCTA[16], financiado por la UE, que ha desarrollado una herramienta informática que permite a los usuarios analizar futuros escenarios para distintas configuraciones de edificios y la influencia que estos escenarios tendrían en los costes y los impactos ambientales.

El usuario puede definir, idealmente a partir de la experiencia y los conocimientos profesionales, las condiciones del mercado local, la probabilidad de que se den durante un período de estudio definido, y las especificaciones de edificios que pueden permitir la adaptación de los mismos a posibles cambios futuros en las condiciones de mercado.

[16] CORDIS: *CILECCTA Report Summary*, 2014. http://cordis.europa.eu/result/rcn/141443_en.html.

Entre los ejemplos se incluye el potencial de incrementar la altura de un edificio o de cambiar los usos primarios del mismo.

Pueden definirse los costes presentes y futuros para las adaptaciones, para activarlos a continuación ejecutando el modelo a lo largo de un período de tiempo definido utilizando una simulación Monte Carlo. De esta forma, es posible evaluar el coste neto actual de las distintas medidas de adaptabilidad sobre la base de hipótesis razonadas acerca de las condiciones futuras del mercado.

La herramienta informática CILECCTA está disponible en forma beta de prueba a través de una plataforma en línea. Puede solicitarse acceso con fines no comerciales a los diseñadores del programa.

L2.2. Paso 7: (Opcional) Ir más allá, vincular el estado de mediciones a las declaraciones ambientales de producto (DAP) o los inventarios del ciclo de vida (ICV) para calcular las huellas de carbono y cualquier otro impacto ambiental del ciclo de vida

En aras de estimar de manera precisa el CO_2 incorporado y cualquier otro impacto pertinente del ciclo de vida, es necesario asociar cada entrada del estado de mediciones con un desglose más detallado de la lista de materiales que solo las diez fracciones de materiales incluidas en la plantilla del estado mediciones de Level(s).

Pueden obtenerse más detalles relacionados con la estimación de los impactos ambientales, o que generen dicha estimación, consultando cualquier DAP relacionada que se proporcione con el producto o material de construcción adquirido.

En ausencia de una DAP, debe identificarse un producto o material adecuado de un inventario asociado con una base de datos de ACV. Tales inventarios apoyarán una evaluación más exhaustiva de los flujos del inventario del ciclo de vida y los impactos medioambientales asociados. A continuación se muestra un ejemplo de las opciones que podrían aparecer en un paquete informático de ACV para marcos de ventanas.

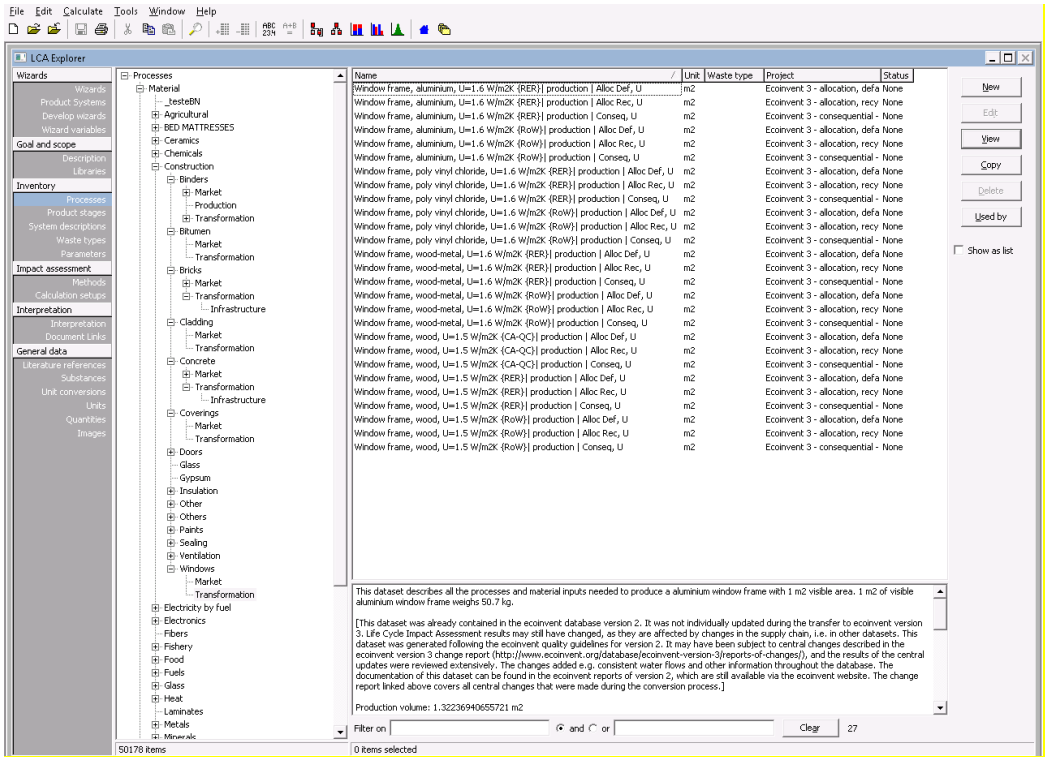


Gráfico 15. Captura de pantalla de las opciones de marco de ventana en un paquete informático de ACV

La captura de pantalla muestra que en este paquete informático particular, al seleccionar el epígrafe «procesos» del menú, luego «materiales» y luego «construcción», aparece una amplia gama de materiales y productos de construcción entre los cuales se puede elegir.

Al seleccionar «ventanas», están disponibles más de veinte opciones, con marcos de aluminio, PVC, madera con metal o solo madera. Para cada material de marco de ventanas, hay diferentes decisiones que deben tomarse en función de si el estudio de ACV es consecutivo o de asignación. Será necesario un cierto nivel de experiencia en ACV para efectuar elecciones coherentes y compatibles de los inventarios del ciclo de vida para los productos y materiales de construcción pertinentes. A continuación, se muestra un segundo ejemplo para el hormigón.

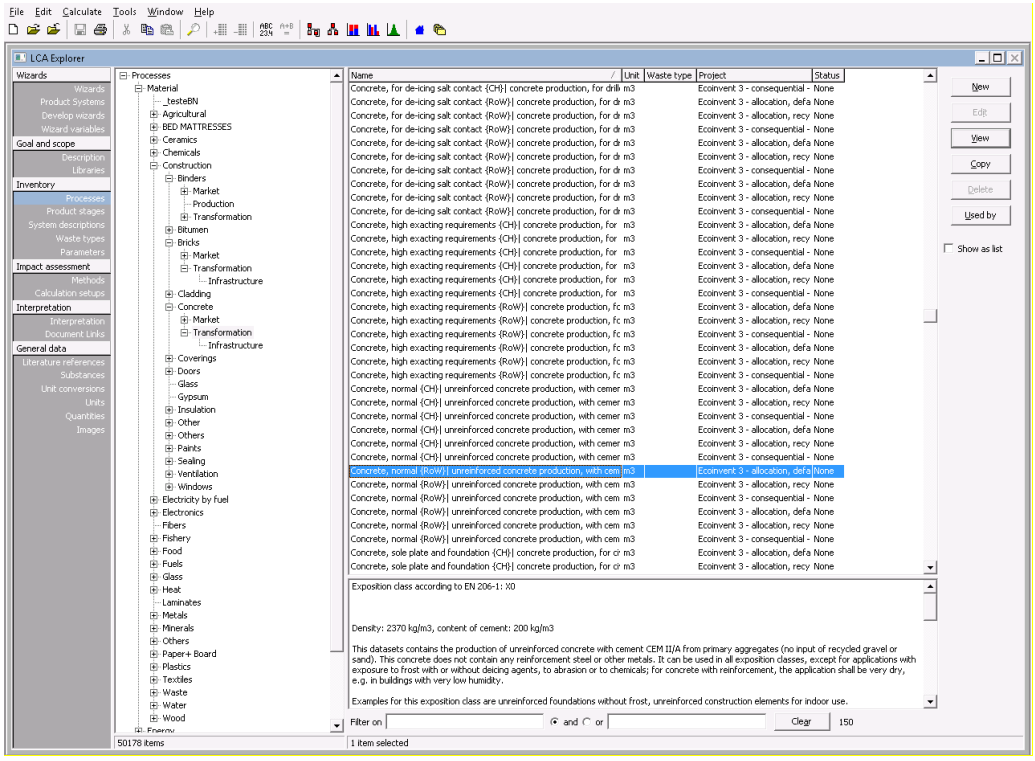


Gráfico 16. Captura de pantalla de las opciones de hormigón en un paquete informático de ACV

Una vez identificado un conjunto de datos representativo en la base de datos de ACV, las entradas de materiales enumeradas en pantalla han de vincularse a los flujos de inventario de entradas y salidas asociados a la producción de cada material utilizando el software de ACV. Esto generará el denominado «flujo de referencia» para el elemento objetivo del edificio. Cuando se modelicen elementos complejos de un edificio con numerosas partes constituyentes, podría ser necesario proseguir con el análisis a nivel de componentes y subcomponentes.

Cuadro 4. Entradas de material para hormigón para el inventario del ciclo de vida seleccionado

Productos	**Cantidad**	**Unidad**
Hormigón normal elaborado con cemento CEM II/A (condiciones mundiales medias) (*)	1	m^3
Recursos materiales	**Cantidad**	**Unidad**
Aceite lubricante	0,02	Kg
Arena	720	Kg
Central de hormigonado	4.17E-07	P
Grava, redondeada	1 280	Kg

Caucho sintético	0,12	Kg
Agua del grifo (CA-QC)	0,1912	Kg
Agua del grifo (Europa, salvo Suiza)	67,95	Kg
Agua del grifo (resto del mundo)	101,9	Kg
Cemento, constituyentes alternativos 6-20 %	20,82	Kg
Cemento, constituyentes alternativos 6-20 %	179,2	Kg

(*) Notas: Clase de exposición conforme a la norma EN 206-1:X0, densidad: 2 370 kg/m^3, contenido de cemento: 200 kg/m^3

Cada recurso material tendrá sus propios procesos de producción y huella asociada del recurso material. Debido a la gran variedad de entradas de material posibles y a las hipótesis subyacentes asociadas con cada una de ellas, cualquier entrada procedente de las DAP o los inventarios del ciclo de vida debe gestionarse por separado a través de un paquete informático de ACV compatible y no en la plantilla para el inventario del estado de mediciones de Level(s).

Los resultados de tales análisis serán los distintos impactos del ciclo de vida, por ejemplo, el potencial de calentamiento global (directamente pertinente para el indicador 1.2) y otros impactos del ciclo de vida, tales como el potencial de acidificación, el potencial de agotamiento del ozono, etc. (directamente pertinentes cuando se realiza un ACV a escala del edificio).

Tal como se menciona al final de la orientación para el paso 6 de L2.2 (véase la página 29), el uso de la herramienta informática CILECCTA también puede ser una manera adecuada para evaluar los impactos ambientales del edificio para diferentes escenarios de uso del edificio.

Para utilizar el nivel 3

Se proporcionan orientaciones y explicaciones complementarias adicionales para apoyar la medición del estado de mediciones y de los materiales en el nivel 3. Dado que gran parte de estas orientaciones es idéntica a las proporcionadas para el nivel 2, en tales casos, los lectores simplemente deben remitirse a la sección correspondiente de las orientaciones para el nivel 2.

- L3.2. Paso 2: Rápida visión general del modelo del estado de mediciones de Level(s) (véase la orientación L2.2 para el paso 2).
- L3.2. Paso 3a: Datos del estado de mediciones para el «cerramiento exterior», el «núcleo» y los «elementos externos» (véase la orientación L2.2 para el paso 3).
- L3.2. Paso 3b: Rápida visión general de la hoja de cálculo «Cotizaciones» de Level(s).
- L3.2. Pasos 3 y 4: Cómo rellenar el modelo del estado de mediciones de Level(s) (véase la orientación L2.2 para los pasos 3 y 4).
- L3.2. Paso 5: (Opcional) Ir más allá, estimación del estado de mediciones y los costes a lo largo de la vida útil prevista del edificio (véase la orientación L2.2 sobre el paso 6 opcional).
- L3.2. Paso 6: (Opcional) Ir más allá, vincular el estado de mediciones a las DAP o los inventarios del ciclo de vida para calcular las huellas de carbono y cualquier otro impacto ambiental del ciclo de vida (véase la orientación L2.2 para el paso 7 opcional).

L3.2. Paso 3: Rápida visión general de la hoja de cálculo «Cotizaciones»

Dado que la plantilla de Excel de Level(s) para el estado de mediciones es la misma para los niveles 2 y 3, el lector debe consultar la sección de las orientaciones para el nivel 2, a fin de familiarizarse con ella.

Sin embargo, a continuación se proporcionan algunas orientaciones específicas con respecto a la hoja de cálculo «Cotizaciones» de la plantilla de Excel de Level(s) para el estado de mediciones. A continuación se muestra una captura de pantalla de la hoja de cálculo.

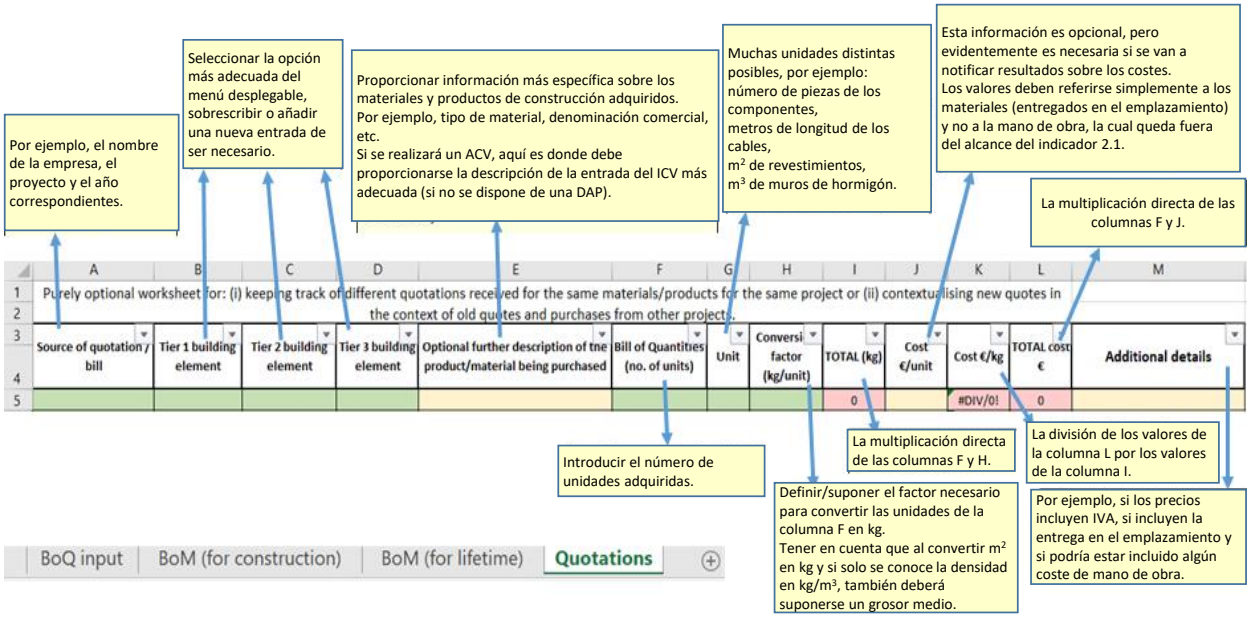


Gráfico 17. Captura de pantalla de la hoja de cálculo «Cotizaciones» de la plantilla de Excel de Level(s)

La hoja de cálculo «Cotizaciones» permite colocar varias cotizaciones para el mismo requisito del estado de mediciones una al lado de la otra. En realidad, las cotizaciones no se recibirán simultáneamente. Sin embargo, si las entradas de la columna E son coherentes a la hora de decidir obtener cotizaciones para un requisito determinado del estado de mediciones, las entradas de la columna E pueden ordenarse de A a Z o incluso filtrarse para que todas las cotizaciones pertinentes para ese requisito del estado de mediciones se muestren una junto a otra.

Las entradas de la columna A son específicas de la hoja de cálculo «Cotizaciones». La entrada debe contener lo que necesita el usuario para hacer un seguimiento de la cotización (por ejemplo, nombre de la empresa, datos de contacto, etc.). Podría introducirse más información en la sección de datos adicionales en la columna M.

Las columnas B a L de la hoja de cálculo «Cotizaciones» son idénticas a las columnas A a K de la hoja de cálculo «Datos de entrada para el estado de mediciones» y pueden copiarse directamente.