



**Caracterización de Soluciones
Constructivas**

FACHADAS

ASPECTOS GENERALES



CONTENIDO

1.- Análisis y selección de materiales de acabado	3
2.- Análisis y selección del resto de componentes	4
3.- Definición completa de escenarios	5
Vida útil	5
Provincia y Altitud (Zona climática)	5
Tipo de fachada	6
Tipo de hoja interior	6
Tipo de aislante térmico	6
Espesor del aislante térmico	6
Barrera al vapor	7
Hipótesis de ciclo de vida. Etapas	7
Lugares de fabricación. Escenarios para la dermis	8
Lugares de fabricación. Escenarios para el resto de capas	8
Hipótesis en transportes. Medios	8
Hipótesis en transportes. Costes	8
Frecuencias de sustitución	8
Costes de Fin de Vida. Deconstrucción y derribo	9
Costes de Fin de Vida. Transporte de los desechos	9
Costes de Fin de Vida. Reutilización, recuperación y reciclaje	9
Costes de Fin de Vida. Eliminación	9
4.- Sistema de indicadores	10
4.1.- Indicadores prestacionales	10
Resistencia mecánica y estabilidad [ER1]	10
Seguridad en caso de incendio [ER2]	10
Higiene, salud y medio ambiente [ER3]	10
Seguridad y accesibilidad de utilización [ER4]	10
Protección contra el ruido [ER5]	10
Ahorro energético y aislamiento térmico [ER6]	11
Durabilidad y servicio [ER8]	11
4.2.- Indicadores ambientales	11
4.3.- Indicadores económicos	12

Introducción

El presente documento detalla aspectos generales de Solconcer referentes a fachadas y se estructura en cuatro apartados: **Análisis y selección de materiales de acabado, Análisis y selección del resto de componentes, Definición completa de escenarios y Sistema de indicadores.**

Junto con los documentos de metodologías prestacional, ambiental y de costes permite comprender el procedimiento utilizado para la evaluación de las particiones verticales húmedas.

1.- Análisis y selección de materiales de acabado

Como materiales de acabados de fachada, se contemplan los siguientes: Gres porcelánico, Lámina delgada, Placa cerámica alveolar, Piedra natural, Ladrillo caravista, Mortero monocapa, Paneles fenólicos, Paneles de fibrocemento, Chapa de acero galvanizado y Paneles multicapa de aluminio.

La **cerámica** es el material considerado imprescindible en la comparativa dado el carácter sectorial de la herramienta. Para un uso exterior en fachadas los materiales cerámicos más utilizados en la actualidad son:

- **Baldosa de gres porcelánico**¹, ofrece elevadas prestaciones técnicas y estéticas, garantizando la durabilidad y reduciendo el mantenimiento de la fachada, convirtiéndose en un material idóneo para su aplicación tanto en fachadas aplacadas como en fachadas ventiladas. Se trata de un material con una gran variedad de formatos y técnicas de aplicación y fijación (lo que otorga al proyectista o usuario gran libertad compositiva), resistente a las heladas y a los cambios bruscos de temperatura (lo que le convierte en un material adaptable a todo tipo de climas)².
- **Láminas cerámicas delgadas**, se considera interesante incorporar este nuevo tipo de material cerámico no incluido en la ISO 13006-UNE 14411. Sus óptimas prestaciones técnicas y mecánicas, su reducido peso y espesor (entre 3 y 6mm) y sus elevadas dimensiones (pueden llegar a los 3600x1200mm), le convierten en un material con múltiples posibilidades estéticas para su aplicación en las envolventes de los edificios.
- Las **placas cerámicas alveolares** son materiales fabricados mediante el proceso de extrusión, se caracterizan por disponer de un elevado espesor, entre los 20-40mm y unas oquedades interiores que le aportan ligereza y resistencia. Este material ofrece óptimas prestaciones técnicas, de durabilidad y una elevada resistencia frente a agentes externos. Estas propiedades, unidas a las amplias posibilidades estéticas y a su forma generalmente machihembrada, que impide la entrada de agua directa en la cámara, le convierten en un material idóneo para el revestimiento de fachadas ventiladas.

Además de estos materiales cerámicos se incluyen otros materiales como:

- El **ladrillo cerámico caravista**, material presente en la construcción desde principios del siglo XX, consolidado como uno de los materiales más empleado en la materialización de las fachadas en las últimas décadas. En la actualidad sigue siendo un material de uso común por los prescriptores, al responder de forma eficaz a los requerimientos técnicos exigidos, generando una textura propia en la envolvente del edificio.
- Los **morteros monocapa** son materiales dosificados industrialmente, compuestos por cemento, aditivos, áridos y fibras, al que únicamente se le añade agua en obra. Con distintas posibilidades de texturas y colores constituye por sí mismo el acabado de fachada³. Se han convertido en una alternativa frente a los sistemas tradicionales de enfoscado y pintado, al ofrecer un revestimiento continuo con mejores prestaciones técnicas y con un coste contenido.
- La **piedra natural** es un material empleado tradicionalmente en la construcción y en el revestimiento de fachadas. Se caracteriza por ser un material natural y noble, con extraordinarias características de resistencia y dureza, y con un envejecimiento que le

¹ Baldosa cerámica con absorción de agua $\leq 0,5\%$, grupo normalizado B1a o A1a, esmaltado o no esmaltado.

² "Fachadas ventiladas y pavimentos técnicos. Cerámica para la arquitectura" ITC-ASCER.

³ "Morteros Monocapa. Revestimientos de fachadas. Criterios de proyecto y puesta en obra" (2008). ANFAPA e ITEC.

FACHADAS. Aspectos generales

confiere un aspecto cambiante en el tiempo. La piedra natural es un material que ofrece una amplia gama de tonalidades y formatos.

- El **fibrocemento** es un material que se obtiene como resultado de una mezcla de cemento, arena, aditivos minerales y fibras (de celulosa, vidrio o vinílicas). Se trata de un material de recubrimiento que se viene usando mucho en Europa en fachadas desde principios de siglo XX, por sus óptimas propiedades y comportamiento en sistemas, sobre todo, en fachadas ventiladas. Cabe destacar la versatilidad de las placas en cuanto tamaño, color, texturas y acabados.

- El **compacto fenólico (HPL)** es un material que se fabrica a partir de fibras húmedas a gran presión y elevada temperatura, lo que le confiere al producto unas propiedades mecánicas y una gran resistencia física y química. Este producto puede presentarse en el mercado con diversos formatos y acabados superficiales, siendo los más habituales en PVC o madera. Entre las aplicaciones más habituales de estos productos destaca su empleo en fachadas ventiladas.

Dentro de los **materiales metálicos**, se contemplan el acero galvanizado y el aluminio. Ambos materiales permiten obtener paneles de grandes formatos, con múltiples diseños y acabados.

- El **acero galvanizado** se caracteriza por combinar la resistencia mecánica del acero con la resistencia a la corrosión que aporta el cinc, ofreciendo elevada resistencia mecánica, a la abrasión y de durabilidad, entre otras, convirtiéndose de este modo en un material óptimo para fachadas. Por eso que se propone como uno de los materiales de recubrimiento metálicos las chapas de acero galvanizado.

- El **aluminio** destaca por su ligereza, por su buena resistencia mecánica y por su gran resistencia a la corrosión. En este caso se contempla como material de revestimiento los paneles multicapa de aluminio. Se trata de paneles ligeros, de tan sólo 4mm de espesor, formados por dos láminas de aluminio adheridas sobre un núcleo de poliestireno.

Cada uno de estos materiales de acabado lleva asociado diferentes materiales de colocación o fijación y el conjunto es denominado en Solconcer, **dermis**.

2.- Análisis y selección del resto de componentes

Para definir los componentes de las fachadas se han tomado como referencia las tipologías más representativas y las soluciones constructivas más características presentes tanto en el "Catálogo de elementos constructivos" del Código Técnico de la Edificación (2010) como en el "Catálogo de tipología edificatoria residencial" del Instituto Valenciano de la Edificación (2016).

En la herramienta se han definido **5 tipologías de fachadas**: Fachada de ladrillo caravista, Fachada monocapa, Fachada aplacada, Fachada ventilada y Fachada SATE/ETICS (*Sistemas de Aislamiento Térmico por el Exterior/External Thermal Insulation Composite Systems*). Las cinco tipologías de fachadas propuestas se pueden clasificar en dos grandes grupos en función del tipo de soporte, diferenciando así entre **fachadas doble hoja** y **fachadas de hoja simple**.

Las fachadas de doble hoja (caravista, monocapa y aplacada) contempladas en la herramienta están compuestas por un cerramiento doble formado por una **hoja exterior** de ½ pie de ladrillo cerámico perforado y una **hoja interior** de obra (ladrillo hueco doble + guarnecido y enlucido de yeso + pintura) o ligera (entramado metálico de montantes y canales + placa de yeso laminado). Entre estas dos hojas se dispondrá siempre el **material aislante**, que podrá ser lana mineral, poliestireno expandido o poliuretano proyectado. Como **capas intermedias** se contemplan, en función de la SSCC analizada, un enfoscado de mortero y la eventual incorporación de una barrera al vapor.

Por su parte, las fachadas de hoja simple (ventilada y SATE/ETICS) presentes en la herramienta están compuestas por un único cerramiento formado por una **hoja principal** de obra (½ pie de ladrillo cerámico perforado + guarnecido y enlucido de yeso + pintura). En el caso de las **fachadas ventiladas** se fija, sobre esta hoja principal, una **subestructura metálica** que servirá de soporte para el revestimiento exterior. Sobre la hoja principal, por su cara exterior, se dispondrá el **material aislante** (lana mineral o poliuretano proyectado) dejando una cámara de aire entre éste y el material de acabado de la dermis. En el caso de las **fachadas SATE/ETICS**

se adherirá y fijará el **materiasl aislante** (lana mineral o poliestireno expandido) sobre la hoja principal y sobre él se colocarán una serie de capas (capa base de mortero, malla de fibra de vidrio...) hasta llegar a la **dermis** compuesta por el revestimiento elegido junto con su correspondiente material de agarre.

3.- Definición completa de escenarios

Vida útil

La vida útil de cada material se establece tomando como fuente de información las Declaraciones ambientales de producto de cada material (DAP o EPD). La siguiente tabla refleja estos valores:

Vida útil materiales (años)	
DERMIS	
Gres Porcelánico	50
Gres Porcelánico para Fachada SATE/ETICS ⁴	30
Lámina Delgada	50
Lámina Delgada para Fachada SATE/ETICS	30
Placa Alveolar	50
Piedra Natural	50
Ladrillo Caravista	150
Mortero Monocapa para Fachada SATE/ETICS	30
Mortero Monocapa	25
Paneles Fenólico (HPL)	35 ⁵
Paneles de Fibrocemento	50
Acero	50
Aluminio	70
AISLANTES TÉRMICOS	
Lana mineral para Fachada SATE/ETICS (80mm)	30
Lana mineral para Fachada SATE/ETICS (120mm)	30
Lana mineral para Fachada SATE/ETICS (140mm)	30
Poliestireno expandido para Fachada SATE/ETICS (80mm)	30
Poliestireno expandido para Fachada SATE/ETICS (120mm)	30
Poliestireno expandido para Fachada SATE/ETICS (140mm)	30
Resto de Aislantes Térmicos	50
RESTO DE COMPONENTES (soportes, capas intermedias...)	50

Tabla 1. Vida útil materiales

Provincia y Altitud (Zona climática)

Para definir la solución constructiva de una fachada es importante establecer la zona climática en la que se encuentran el edificio a analizar. El CTE, mediante una serie de tablas, permite obtener la zona climática de una localidad en función de su capital de provincia y su altitud respecto al nivel del mar (h). No obstante, con el fin de simplificar

⁴ Todos aquellos componentes exteriores al soporte principal que formen parte de una solución constructiva de Fachada SATE/ETICS, según DAPs consultadas tendrán una vida útil de 30 años, que es la vida útil declarada de todo el sistema en conjunto.

⁵ La vida útil de los paneles fenólicos (HPL) según diferentes DAPs oscila entre los 20 y los 50 años. Para el cálculo de los indicadores económicos y ambientales se ha considerado un valor medio de 35 años.

FACHADAS. Aspectos generales

las variantes de soluciones constructivas analizadas en la herramienta se ha decidido contemplar únicamente las 6 zonas climáticas básicas definidas en el Documento básico de "Ahorro de Energía" del CTE, que son: **zona climática α , A, B, C, D y E.**

Tipo de fachada

En la herramienta se han definido **5 tipologías de fachada:**

1. Fachada caravista.
2. Fachada monocapa.
3. Fachada aplacada.
4. Fachada ventilada.
5. Fachada SATE/ETICS (*Sistemas de Aislamiento Térmico por el Exterior*)

La elección de un tipo de fachada u otra estará condiciona por el tipo de material de recubrimiento elegido inicialmente por el usuario:

Revestimientos	Tipo de fachada				
	Caravista	Monocapa	Aplacada	Ventilada	SATE/ETICS
Gres porcelánico			•	•	•
Lámina delgada				•	•
Placas cerámicas extrudidas				•	
Piedra natural			•	•	
Ladrillo caravista	•				
Mortero monocapa		•			•
Paneles fenólicos (HPL)				•	
Paneles de fibrocemento				•	
Paneles de acero galvanizado				•	
Paneles multicapa de aluminio				•	

Tabla 2. Revestimientos según tipo de fachada

Tipo de hoja interior

En el caso de fachadas caravista, monocapa y aplacada, el usuario podrá elegir entre dos tipos de hoja interior:

1. **Hoja interior de obra**, compuesta por una fábrica de ladrillo cerámico hueco doble, enlucida por su cara interior.
2. **Hoja interior ligera**, compuesta por una subestructura metálica de montantes y canales revestida por una placa de yeso laminado.

Tipo de aislante térmico

Los materiales propuestos en la herramienta como aislantes térmicos son los siguientes:

1. **Lana Mineral (MW)** para fachadas caravista, monocapa, aplacada, ventilada y SATE/ETICS.
2. **Poliestireno expandido (EPS)** para fachadas caravista, monocapa, aplacada y SATE/ETICS.
3. **Poliuretano proyectado (PUR)** para fachadas caravista, monocapa, aplacada y ventilada.

Espesor del aislante térmico

Para delimitar la gran variedad de opciones en cuanto al espesor del aislante se refiere, se han establecido unos espesores tipo con los que cubrir las exigencias térmicas de todas zonas climáticas. Así los espesores contemplados en la herramienta son para:

1. Lana mineral (MW): **80, 100, 120 y 140mm.**
2. Poliestireno expandido (EPS): **80, 120 y 140mm.**
3. Poliuretano proyectado (PUR): **60, 80 y 100mm.**

Barrera al vapor

En aquellas fachadas en las que el aislante térmico se sitúa por el interior de la hoja principal (fachada caravista, monocapa y aplacada), para limitar el riesgo de condensaciones intersticiales, la herramienta ofrece al usuario la opción de incorporar una barrera al vapor. Esta opción no se da para fachadas cuyo aislante se sitúa por el exterior de la hoja principal (ventilada y SATE/ETICS).

Hipótesis de ciclo de vida. Etapas

La información ambiental y económica asociada a las soluciones constructivas consideradas en Solconcer se ha organizado según las diferentes etapas del ciclo de vida de dichas SS.CC., siguiendo la estructura de módulos según la norma UNE-EN 15804:2012 y UNE-EN 15978:2012 de Sostenibilidad en la construcción (tal y como se muestra en el gráfico 1).

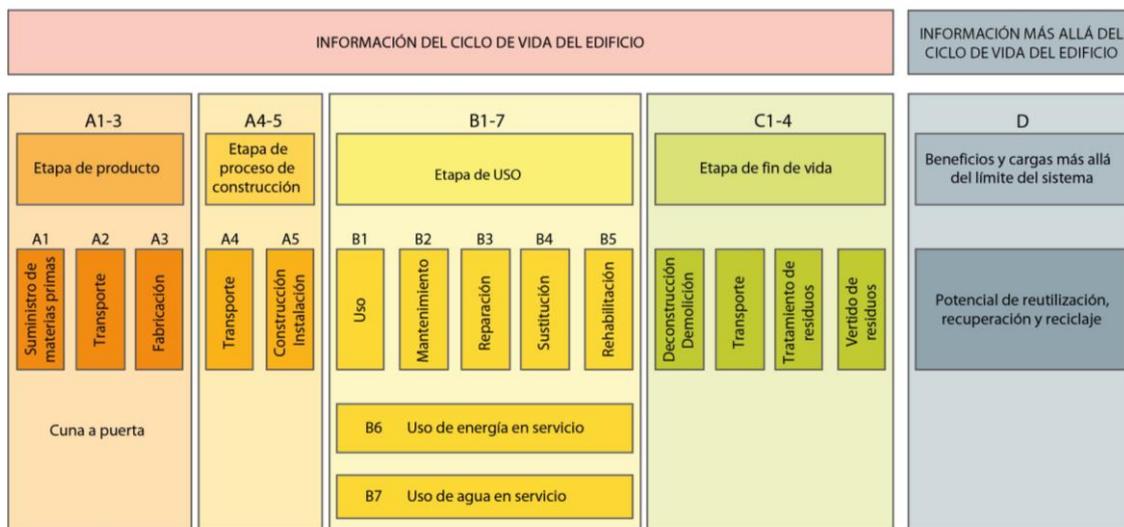


Figura 1. Etapas del ciclo de vida

En general, en esta herramienta no se han considerado los siguientes módulos:

- A1. Suministro de materias primas y A2. Transporte. Los indicadores asociados a estas fases, no se detallarán, quedando en todo caso, asumidos dentro de la fase propia de fabricación.
- B5. Rehabilitación -sustitución programada de un elemento-, sería equivalente a la B4 Sustitución.
- B6. Uso de energía en servicio y B7. Uso de agua en servicio, no son aplicables a las fachadas.

Además, con el objeto de ofrecer una mayor claridad se han modificado las denominaciones de algunas etapas. En concreto, la etapa de Uso cambia su denominación a etapa de Mantenimiento que engloba las operaciones de limpieza, reparación y sustitución.

Desde un inicio, y tal y como se ha venido realizando hasta ahora en todas las soluciones constructivas analizadas en la herramienta (Pavimentos urbanos, Particiones horizontales y Particiones verticales húmedas), se han estudiado todas estas etapas en las SS.CC. de fachadas para su posterior evaluación económica y ambiental. No obstante, no siempre ha sido posible la evaluación de dichas soluciones desde todos estos puntos de vista:

- B2. Limpieza: en el caso concreto de fachadas, se ha decidido no contemplar esta fase en el cálculo de los indicadores económicos y ambientales, debido a la falta de documentación técnica fiable, de normativa específica sobre mantenimiento y de información contrastada sobre la frecuencia de limpieza de los diferentes tipos de revestimientos contemplados en la herramienta.

FACHADAS. Aspectos generales

- B3. Reparación: al igual que en Particiones verticales Húmedas, ante la falta de datos contrastados sobre la eventual reparación de los diferentes tipos de fachadas y sus revestimientos, se ha decidido no contemplar esta fase en el cálculo de los indicadores económicos y ambientales.

Lugares de fabricación. Escenarios para la dermis

Se plantean dos opciones:

- El usuario conoce el lugar exacto de fabricación del material de acabado e introduce la distancia en Km. La herramienta informática asigna por defecto el transporte según esta distancia indicada por el usuario. En función de la distancia, el transporte será por vía terrestre o por vía marítima, en el caso de transporte por vía marítima se incluirá una distancia por vía terrestre para considerar los desplazamientos hasta puerto.
- El usuario no conoce el lugar de fabricación del material de acabado: podrá escoger entre un origen nacional (se definirá la distancia en Km. de transporte por camión), europeo (se definirá la distancia en Km. de transporte por camión) o resto del mundo (se definirá la distancia en Km. de transporte por carguero y se incluirá una distancia en Km. por vía terrestre para considerar los desplazamientos hasta puerto).

Lugares de fabricación. Escenarios para el resto de capas

Se definirá una distancia en Km. en camión para todas las capas, debido a que el suministro de todos los componentes se supone que se realiza desde un ámbito local.

Hipótesis en transportes. Medios

En función de la distancia en km a recorrer por vía terrestre, se considerará tanto el viaje de ida como el viaje de vuelta. También se definirá la relación de consumo entre lleno y vacío.

- Transporte por vía terrestre: se definirán las características del camión (toneladas de carga, tipo de combustible, porcentaje de carga y velocidad media)
- Transporte por vía marítima: se definirán las características del carguero (tipo, combustible, etc.)

Hipótesis en transportes. Costes

Los costes asignados al transporte del camión (€/kg/km) se calculan a partir de los datos obtenidos del Observatorio de Costes del Transporte de Mercancías por Carretera, del Ministerio de Fomento. Mientras que los costes asignados al transporte del carguero (€/kg/km), se calculan a partir de datos obtenidos del Observatorio del Transporte Intermodal Terrestre y Marítimo.

Frecuencias de sustitución

Las operaciones contempladas en una sustitución son:

- Deconstrucción de la dermis.
- Transporte de los residuos generados en la deconstrucción.
- Tratamiento y/o eliminación de dichos residuos.
- Fabricación del nuevo material a reponer.
- Transporte del nuevo material a reponer.
- Colocación del nuevo material a reponer.

Las hipótesis contempladas y costes asociados en cada una de estas operaciones son:

- Deconstrucción de la dermis y Transporte de los residuos generados en la deconstrucción, los mismos que los definidos en la fase de Fin de Vida (se explican en el siguiente indicador)

- Para todas las operaciones concernientes al material repuesto: fabricación, transporte y colocación, se tomarán los valores obtenidos en las fases inicialmente ejecutadas.

Se consideran las operaciones realizadas durante la vida útil de referencia del proyecto, establecida en 50 años, en función de la vida útil de cada dermis. El gráfico 2 muestra el número y tipo de operaciones necesarias en el supuesto de que el material de recubrimiento tenga una vida útil de 20 años.

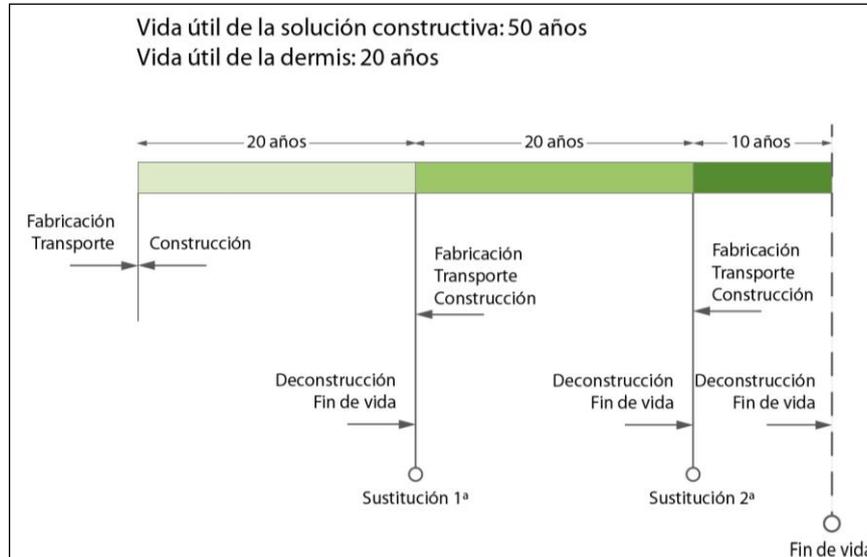


Figura 2. Operaciones necesarias en todo el ciclo de vida (ejemplo)

Costes de Fin de Vida. Deconstrucción y derribo

Se incluye el desmantelamiento o demolición del elemento o solución constructiva. Una vez finalizada su vida útil, el producto será retirado, ya sea en el marco de una sustitución o bien durante su desmantelamiento final.

Se considera el empleo de los medios auxiliares adecuados, para la deconstrucción de la dermis y el resto de capas que componen la solución constructiva.

Costes de Fin de Vida. Transporte de los desechos

Se incluye el transporte de los residuos generados en la demolición y derribo como parte del tratamiento de los residuos, tanto al lugar de valorización como al vertedero.

Se definirá la distancia de ida y vuelta recorrida en camión con unas determinadas características (toneladas de carga, tipo de combustible, porcentaje de carga y velocidad media).

Costes de Fin de Vida. Reutilización, recuperación y reciclaje

Se incluye el tratamiento de los residuos destinados a la reutilización, reciclado y valorización energética.

De acuerdo con el Real Decreto 105/2008 y la Directiva Marco de Residuos, así como acuerdos de la Unión Europea, se definirá un porcentaje de los residuos de construcción y demolición que se destinan a reutilización, recuperación y reciclaje.

Costes de Fin de Vida. Eliminación

Se incluye el pretratamiento físico y la gestión en el lugar de eliminación en un vertedero. Se definirá el porcentaje de producto que se envía a vertedero controlado.

4.- Sistema de indicadores

La metodología Solconcer aplica los mismos indicadores ambientales y económicos a todas las soluciones constructivas, siendo los indicadores prestacionales los que difieren. A continuación, se desglosan todos estos indicadores particularizados para soluciones constructivas de Fachadas.

4.1.- Indicadores prestacionales

Los indicadores prestacionales se estructuran desde una agrupación que deriva de los requisitos esenciales establecidos en el Reglamento (UE) nº305/2011 Reglamento de los productos de construcción. Este reglamento establece siete requisitos esenciales o características que se deben considerar en los productos destinados a la construcción. Estos requisitos son:

- Requisito básico 1 (ER1). Resistencia mecánica y estabilidad.
- Requisito básico 2 (ER2). Seguridad en caso de incendio.
- Requisito básico 3 (ER3). Higiene, salud y medio ambiente.
- Requisito básico 4 (ER4). Seguridad y accesibilidad de utilización.
- Requisito básico 5 (ER5). Protección contra el ruido.
- Requisito básico 6 (ER6). Ahorro de energía y aislamiento térmico.
- Requisito básico 7 (ER7). Utilización sostenible de los recursos naturales.

No obstante, puesto que el último requisito esencial queda caracterizado en la sostenibilidad ambiental, no se recoge dentro de la caracterización prestacional. Sin embargo, los requisitos restantes, dentro de Solconcer se ven complementados con un octavo requisito destinado a poner en valor la inalterabilidad funcional y estética del recubrimiento de la solución constructiva:

- Requisito básico 8 (ER8). Durabilidad y servicio.

Resistencia mecánica y estabilidad [ER1]

La fachada no se ha considerado como elemento de la estructura portante del edificio, por lo que no se han determinado indicadores prestacionales relacionados con este requisito básico.

Seguridad en caso de incendio [ER2]

Este requisito esencial es evaluado en base a los indicadores de reacción al fuego y de resistencia al fuego. El valor final de este requisito se calculará como media aritmética del valor de la transformación adimensional de ambos indicadores.

Higiene, salud y medio ambiente [ER3]

En la evaluación de este requisito esencial para Fachadas, la herramienta contempla los indicadores de efecto fotocatalítico, resistencia a la difusión de vapor y estanquidad al agua, caracterizados para el comportamiento del acabado o dermis.

Seguridad y accesibilidad de utilización [ER4]

Este requisito esencial se evalúa a través de una serie de indicadores vinculados al tipo de fachada y acabado. Se contemplan los indicadores relacionados con la resistencia al impacto, o los sistemas de fijación del material de revestimiento.

Protección contra el ruido [ER5]

Este requisito esencial se evalúa a través de los indicadores de absorción acústica y de aislamiento acústico a ruido aéreo. El valor del requisito esencial se obtiene como media aritmética del valor de los dos indicadores contemplados.

Ahorro energético y aislamiento térmico [ER6]

Este requisito esencial se evalúa a través de los indicadores inercia térmica, transmitancia térmica e índice de reflectancia solar. El valor de este requisito será pues la media aritmética de estos indicadores.

Durabilidad y servicio [ER8]

El requisito básico durabilidad, representa la oportunidad de valorar el acabado respecto a las prestaciones que aseguran su funcionalidad y su conservación de aspecto en la vida útil del edificio. Los indicadores contemplados dentro de este requisito son: Resistencia mecánica, Resistencia biológica (a hongos y bacterias), Estabilidad dimensional, Expansión por humedad, Resistencia a las manchas, Resistencia química y a agentes de limpieza, Resistencia a condiciones ambientales y Resistencia a los ciclos de hielo-deshielo.

4.2.- Indicadores ambientales

Para todas las soluciones constructivas se ha tomado como base el modelo propuesto en las normas de Sostenibilidad en la Construcción⁶. Este modelo nos permite analizar los impactos ambientales asociados a cada uno de los componentes de la solución constructiva de una forma coherente y homogénea.

El cálculo de los indicadores ambientales se realiza sobre la Unidad funcional que representa siempre a la función de la solución constructiva con una superficie de 1 m² durante un arco temporal de 50⁷ años para el caso de fachadas en un ámbito geográfico y tecnológico de España.

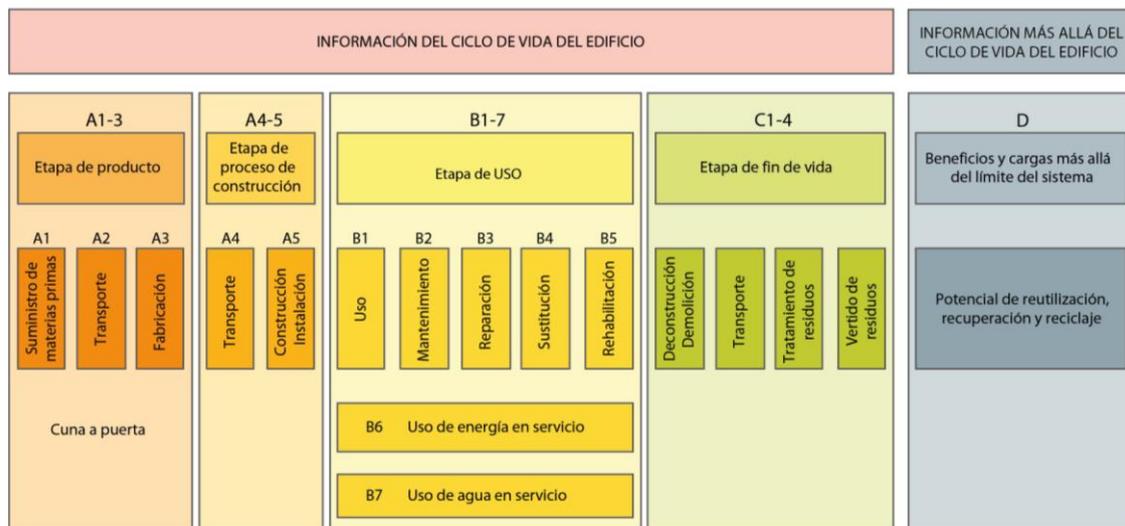


Figura 3. Etapas del ciclo de vida

Tal y como se ha comentado anteriormente, los módulos A1-A3 se considerarán conjuntamente. Por otra parte, el módulo B5-Rehabilitación, que consiste en la sustitución programada del elemento sería equivalente a la Sustitución B4. De la misma forma, los módulos Uso de energía y agua para el funcionamiento, B6 y B7, no son aplicables.

Para cada solución constructiva se han tomado como indicadores las categorías de impacto ambiental reconocidas por las normas de Sostenibilidad en la Construcción⁸ tal y como se muestra la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.3.**

⁶ UNE EN 15978:2012 Y UNE-EN 15804:2012

⁷ CTE DB-SE. Generalidades

⁸ UNE EN 15978:2012 Y UNE-EN 15804:2012

Del grupo de indicadores recomendados con estas normas, se ha eliminado el Potencial de agotamiento de los recursos abióticos-Elementos debido a las diferencias en las metodologías de evaluación de impacto incluidas en las DAPs, lo que hace que no sean comparables entre sí; además, según la norma UNE-EN 15804:2012, este indicador es objeto de desarrollos científicos adicionales, previendo revisar el uso de este indicador cuando se revise dicha norma.

Parámetros de categoría de impacto ambiental	Unidad (*)
Potencial de calentamiento global	kg de CO ₂ equivalente
Potencial de acidificación del suelo y de los recursos de agua	kg de SO ₂ equivalente
Potencial de eutrofización	kg de PO ₄ ³⁻ equivalente
Potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico	kg de CFC 11 equivalente
Potencial de formación de ozono troposférico	kg de C ₂ H ₄ equivalente
Potencial de agotamiento de los recursos abióticos para recursos fósiles	MJ, valor calorífico neto
* Expresada por unidad funcional que en nuestro caso es 1 m ²	

Tabla 3. Categorías de impacto ambiental

Los impactos ambientales relativos a los materiales que componen la dermis y parte de los materiales que componen el resto de capas se tomarán de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) registradas en programas europeos que cumplen con la UNE EN 15804. El resto de materiales se obtendrán de bases de datos comerciales de Análisis de Ciclo de Vida, concretamente de la base de datos GaBi (PE International) y ELCD.

4.3.- Indicadores económicos

De la misma forma que en los indicadores ambientales y para todas las soluciones constructivas de Fachadas, se ha tomado como base el modelo propuesto en las normas de Sostenibilidad en la Construcción⁹ (Figura 3). Este modelo nos permite analizar los costes económicos asociados a cada uno de los componentes de la solución constructiva de una forma coherente y homogénea.

El cálculo de los indicadores económicos se realiza sobre la Unidad funcional que representa siempre a la función de la solución constructiva con una superficie de 1 m² durante un arco temporal de 50¹⁰ años para el caso de fachadas en un ámbito geográfico y tecnológico de España.

Los módulos A1-A3 se considerarán conjuntamente. Por otra parte, el módulo B5-Rehabilitación, que consiste en la sustitución programada del elemento sería equivalente a la Sustitución B4. De la misma forma, los módulos Uso de energía y agua para el funcionamiento, B6 y B7, no son aplicables. El módulo B2-mantenimiento hace referencia a las operaciones de limpieza. Quizás sería más adecuado asignarle esa denominación (B2-Limpieza) con el objeto de clarificar su significado. No obstante, se mantiene la denominación original para ser coherente con la norma de sostenibilidad.

Para cada solución constructiva se dan, organizados en 7 etapas del ciclo de vida, los costes totales formados por los diversos costes aplicables a cada elemento que forma dicha solución constructiva (Tabla 4).

Indicadores de costes	Unidad
Costes de Fabricación (A1-A3)	€ / m ²
Costes de Transporte (A4)	€ / m ²

⁹ UNE EN 15978:2012 Y UNE-EN 15804:2012

¹⁰ CTE DB-SE. Generalidades

Costes de Construcción e instalación(A5)	€ / m2
Costes de Sustitución (B4)	€ / m2
Costes de Reparación (B3)	-
Costes de Sustitución (B4)	-
Costes de Fin de Vida (deconstrucción, RRR y eliminación) (C1-C4)	€ / m ²

Tabla 4. Indicadores económicos

Se tomarán los valores de todos aquellos componentes que conforman la solución constructiva, incluyendo todo aquel material susceptible de formar parte de la puesta en obra de 1 m² de solución constructiva. Muchos precios serán obtenidos de la base de datos "Generador de precios de la construcción", desarrollada por Cype Ingenieros, a excepción de los materiales cerámicos (donde se tomará un precio de mercado medio), de los costes de transporte (cuya metodología ya ha sido expuesta) y los costes de la eliminación de los residuos generados en la construcción e instalación.