



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

COMUNICACIÓN TÉCNICA

“Proyecto ProDeco – Proyectar para Deconstruir”. Metodología para evaluar, desde la etapa de diseño, los impactos ambientales asociados a los edificios (generación de residuos, emisiones de gases con efecto invernadero entre otros).

Autor: Glòria Díez Bernabé

Institución: iMat - Centro Tecnológico de la Construcción
E-mail: gdiez@imat.cat

Otros autores: Marta Albet (iMat), Manel Andrés (iMat), Ferran Bermejo (iMat), Francesc Castells (URV), Glòria Díez (iMat), Jorgelina Pasqualino (URV), Oscar Ortiz (URV). (1) iMat – Centro Tecnológico de la Construcción ; (2) Universidad Rovira i Virgili



RESUMEN:

El proyecto ProDeco – Proyectar para Deconstruir, tiene como objetivo principal la aportación de una herramienta útil que permita a los agentes del sector de la construcción conocer y minimizar los impactos ambientales derivados de las decisiones tomadas durante la fase de diseño, en cuanto a la elección de materiales y soluciones constructivas. ProDeco se enmarca dentro de la convocatoria de 12 de febrero de 2007 de Proyectos medioambientales de investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica del Plan Nacional 2004-2007 (a la que se ha dado continuidad en el Plan Nacional 2008-2011). La principal motivación del equipo de trabajo para involucrarse de pleno en este proyecto es la voluntad de aportar soluciones viables que pongan freno a la realidad ambiental del sector de la construcción. Este sector produce 1 tonelada de residuos por habitante y año; y utiliza materiales que para su fabricación emiten aproximadamente un 33% de las emisiones de gases efecto invernadero que este mismo edificio producirá durante su uso, considerando una vida útil de 50 años. La finalidad de presentar los resultados obtenidos hasta la fecha en la novena edición de CONAMA es dar a conocer el contenido y el alcance de la herramienta creada, y favorecer el establecimiento de sinergias con futuros usuarios que contribuyan a implementarla. La metodología seguida para elaborar esta herramienta ha incluido el análisis de los recursos utilizados en los diferentes subsistemas que componen un edificio de viviendas (kg de material necesarios para construir diferentes soluciones de fachada, tabiquería, pavimentos, cubiertas y estructura); de los residuos generados por cada uno de ellos durante la puesta en obra y durante su deconstrucción o demolición; y de otros indicadores ambientales significativos vinculados a cada uno de los subsistemas que caracterizan al edificio (cambio climático, consumo energético, consumo de agua, acidificación, etc.). Las conclusiones se plasman en una tabla que permite combinar elementos para que, a modo de mecano, el técnico pueda definir soluciones constructivas y conocer los impactos ambientales asociados a cada una de ellas.



1. INTRODUCCIÓN

La legislación europea en material de residuos se remonta al año 1975, y frente a esta legislación tan temprana se opuso una situación de país que era el reflejo del atraso endémico que el sector de la construcción tiene respecto a otros sectores y, lo que es peor, respecto a las demandas sociales del momento. Es por ello que las Administraciones, a la vista de la indisciplina generalizada que existía en el vertido de los residuos de construcción, consideraron prioritarias aquellas acciones dirigidas a evitar su vertido indiscriminado en el territorio antes que cualquier otra acción, por ejemplo, acciones encaminadas a la reducción de su cantidad o a su reciclado.

En base a ello aparecieron decretos y recomendaciones en todos los niveles administrativos del país (locales, autonómicos y central) dirigidos a definir las clases de residuos, los tipos de vertederos asociados, los entes que intervienen en su propiedad, gestión y eliminación, pero siempre pensando en su deposición. En coherencia con ello se propició el establecimiento de redes de depósitos controlados más o menos dependientes de los municipios, que abastecieran (tal como si se tratara de un servicio) las zonas de mayor actividad en construcción.

De todo este proceso de adecentamiento del territorio (evitar el vertido indiscriminado, recuperar las antiguas canteras transformadas en depósitos, etc.) se generó, en el sector, una cierta preocupación por mejorar la gestión de los residuos de obra, lo cual fue positivo desde el punto de vista de la pedagogía medioambiental, sin embargo, una vez superada esta etapa es necesario asumir nuevos retos y hacer un esfuerzo por retomar el camino adecuado, más cuando para llevar a cabo algunas acciones de minimización es necesario vencer algunos hábitos ya consolidados.

Potenciar el vertido por encima de otros métodos, además de ir en contra de la idea de la prevención y de la minimización, ha implicado un retraso considerable en la aplicación de criterios ya desarrollados en el ámbito de la investigación pero poco o nada probados en las diferentes fases que componen el proceso constructivo (fase de diseño, fase de ejecución y fase de demolición).

A nivel conceptual, prevenir implica o cambiar los métodos de construcción o bien ajustarlos de manera que se reduzcan la cantidad de residuos que se generan con los procedimientos habituales, lo cual justifica de por sí este proyecto de investigación.

El uso de la herramienta de Análisis de Ciclo de Vida (ACV en adelante), supone una innovación respecto al estudio clásico de impacto ambiental, debido a la consideración de todo el ciclo de vida de los materiales, teniendo en cuenta todos los impactos desde su inicio como materia prima hasta su fin como residuo.

El respaldo proporcionado por el uso de herramientas de ACV, es un valor añadido que conviene resaltar por la necesidad de afrontar un problema ambiental (los residuos) desde una perspectiva global que contribuya a reducir, además de la generación de residuos, de otros impactos ambientales (agotamiento de recursos, cambio climático, deterioro de la capa de ozono, etc.)

El proyecto ProDeco pretende, por un lado, abordar los requisitos establecidos por la prioridad temática correspondiente a los proyectos de residuos de construcción y demolición y, por otro, servir de referencia e impulso para el desarrollo de proyectos

enmarcados en la línea de “Reducción del impacto ambiental de los edificios e infraestructuras”.

2. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En este proyecto se combina la experiencia en el campo de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD, en adelante) acumulada por el equipo de investigación del iMat - Centro Tecnológico de la Construcción, con los conocimientos y experiencia en valoración medioambiental por Análisis de Ciclo de Vida desarrollados por el Grupo de Investigación AGA (Análisis y Gestión Ambiental) de la Universitat Rovira i Virgili (URV).

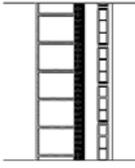
El objetivo de este proyecto apunta a la elección de materiales en fase de proyecto en función de la generación de RCD y las posibilidades futuras de deconstrucción desde la perspectiva del Análisis de Ciclo de Vida.

Por este motivo se pretende, por un lado, elaborar una herramienta útil que permita a los técnicos redactores de proyectos de edificación conocer los impactos ambientales que se derivan de las decisiones tomadas durante la fase de diseño, en cuanto a la elección de materiales y soluciones constructivas se refiere. Y, en la misma línea, ofrecer soluciones que contribuyan a la minimización de dichos impactos.

La investigación se inicia a partir de la estimación de la cantidad de residuos que se prevé generar durante la construcción de un edificio viviendas de referencia (que responde a una tipología estándar de la construcción actual de viviendas plurifamiliares).

Este cálculo, realizado con la herramienta TCQ GMA [Ref.1], ha permitido conocer los subsistemas del edificio que tienen una mayor repercusión ambiental desde el punto de vista de la generación de residuos y, por tanto, establecer los subsistemas que serán objeto de estudio (figura 1).

Figura 1

Subsistemas objeto de estudio:				
(Cev). Cerramientos exteriores verticales: fachadas				
(Civ). Cerramientos interiores verticales: tabiques y divisorias				
(Ceh). Cerramiento exteriores horizontales: cubiertas (sin el elemento resistente)				
(Cih). Cerramiento interiores horizontales: forjado (sin el elemento resistente)				
(E). Estructura: pilares, cimentación y forjado (elemento resistente)				
				
(Cev)	(Civ)	(Ceh)	(Cih)	(E)

El paso siguiente se centra en el análisis los subsistemas correspondientes a los cerramientos exteriores verticales (Cev) y a los cerramientos interiores verticales (Civ), con el fin de determinar los parámetros ambientales a controlar y de testar la viabilidad de la herramienta.



Esta aplicación práctica ha permitido la detección de errores y el establecimiento de rectificaciones a tener en cuenta en las siguientes etapas del ProDeco, en las que está previsto el análisis del resto de los subsistemas que son objeto de estudio.

Hasta ahora se ha desarrollado una matriz de trabajo que contempla los resultados obtenidos para Cev y Civ. Esta matriz inicial será el punto de partida para la confección de una matriz final que incorpore únicamente aquellos parámetros significativos en la toma de decisiones por parte de los redactores del proyecto.

La matriz final servirá de base para la elección de los materiales y de las soluciones constructivas en función de la generación de residuos, tanto de puesta en obra como de deconstrucción; y para el contraste de estas decisiones con otros impactos ambientales asociados a la actividad de construir.

2.1 Metodología

Para el desarrollo del proyecto ha sido necesario estructurar las tareas en diferentes bloques de trabajo: definición del tipo de construcción estándar (escenario de referencia); modificación del modelo de edificación (escenarios alternativos); aplicación de la metodología ACV; recopilación de los resultados obtenidos y elaboración de una herramienta ágil.

A. Definición del tipo de construcción estándar (escenario de referencia).

Definición del edificio de referencia (representativo de la construcción actual de viviendas plurifamiliares) ubicado en Barcelona y estudio del mismo a partir del análisis de la información documental del proyecto ejecutivo (memoria descriptiva y constructiva, planos y presupuesto).

Revisión de las partidas presupuestarias que componen el edificio de referencia (363 partidas de obra) y reelaboración del presupuesto mediante la herramienta TCQ2000 [Ref.2] Presupuestos con partidas presupuestarias y elementos de la base de datos de precios de la construcción BEDEC PR/PCT 08 [Ref.3] (que contiene, entre otros datos, información ambiental relativa a la generación de residuos de la construcción y a la cantidad de materiales consumidos por unidad de medición).

Aplicación de la herramienta TCQ GMA (que permite “leer” la información ambiental del presupuesto reelaborado de forma automática) y generación de los informes ambientales correspondientes. De este modo es posible determinar los capítulos de obra que tienen una mayor repercusión ambiental desde el punto de vista de la generación de residuos durante la etapa de construcción (puesta en obra).

El análisis llevado a cabo es el punto de partida para seleccionar soluciones constructivas alternativas a las del escenario de referencia y para establecer las referencias de generación de residuos de construcción y de derribo.

B. Modificación del modelo de edificación (escenarios alternativos)



Con la finalidad de acotar los sistemas constructivos objeto de estudio, los escenarios alternativos propuestos pertenecen a aquellos capítulos y partidas de obra responsables del mayor porcentaje de generación de RCD.

La selección realizada está respaldada tanto por el análisis realizado con la herramienta TCQ GMA correspondiente al edificio de referencia, como por las estadísticas de generación de RCD existentes en España según fases de obra [Ref.4].

Los subsistemas seleccionados son los que se anotan en la figura 1, y para cada uno de ellos se procede del siguiente modo:

- B.1* Definición de los requerimientos normativos según CTE – Código Técnico de la Edificación, etc.
- B.2* Análisis de las unidades o capas que componen el subsistema (por ejemplo, para un cerramiento exterior vertical: fachada, el subsistema queda descompuesto en 3 unidades: hoja exterior + aislamiento térmico/cámara + hoja interior); y determinación de los elementos que permiten definir cada unidad (por ejemplo, para la unidad de Aislamiento Térmico, en el caso del subsistema Cev –fachada–, se selecciona el poliuretano proyectado, poliestireno extruido, poliestireno expandido, fibra de vidrio y lana de roca).

En la figura siguiente se muestra un ejemplo de las unidades Cev estudiadas.

Figura 2

CEV	CERRAMIENTO EXTERIOR VERTICAL
HE	<i>Hoja Exterior</i>
1	Ladrillo macizo e=14cm (29x14x5)
2	Ladrillo perforado e=14 cm (29x14x10) para revestir
3	Ladrillo perforado visto e=14cm (29x14x5)
4	Ladrillo doble hueco e=14 cm (29x14x10)
5	Bloque de mortero e=13 cm
6	Bloque de mortero visto e=13 cm
7	Bloque de arcilla expandida e=25 cm
8	Bloque de arcilla expandida visto e=25 cm
9	Bloque arcilla aligerada e=14cm
10	Bloque arcilla aligerada e=24cm
11	Monocapa mortero de cemento
12	Enfoscado e=10-15mm
13	Fachada ventilada cerámica
14	Panel prefabricado hormigón e=12 cm
15	Aplacado piedra artificial
16	Bloque arcilla expandida e=15cm
17	Bloque arcilla expandida visto e=15cm
18	Barrera de vapor
AT	<i>Aislamiento térmico (U= CTE; Decreto de Ecoeficiencia)</i>
PU	Poliuretano proyectado (e=4cm)
XPS	Poliestireno Extruido (e=4,5cm)
EPS	Poliestireno Expandido (e=5cm)
GW	Fibra de vidrio (e=6cm)
RW	Lana de roca (e=6cm)
CK	Corcho (e=8cm)
AT+CA	<i>Aislamiento térmico (U= CTE; Decreto de Ecoeficiencia)+Cámara de aire</i>
PU	Poliuretano proyectado (e=4cm)
XPS	Poliestireno Extruido (e=3,5cm)
EPS	Poliestireno Expandido (e=4cm)
GW	Fibra de vidrio (e=4cm)
RW	Lana de roca (e=4cm)
CK	Corcho (e=6cm)
HI	<i>Hoja interior</i>
a	Ladrillo simple hueco (e=4cm)
b	Ladrillo doble hueco e=10 cm (29x14x10)
c	Enlucido de yeso
d	Pieza cerámica de gran formato de espesor 6 cm (70x35x6 cm)
e	Trasdosado de placa de yeso laminado (carton yeso)
f	Hoja interior de placa de yeso laminado

El criterio utilizado para la selección de los elementos o unidades considerados en esta primera fase tiene que ver con las prácticas constructivas más habituales, no obstante, la metodología creada en el proyecto ProDeco admite la incorporación de cualquier otro elemento o unidad.

B.3 Definición de los escenarios. Se define un escenario de referencia (a partir del edificio de referencia considerado) y unos alternativos. Todos ellos se constituyen combinando algunas de las unidades anteriores a modo de mecano.

La figura 3 muestra los escenarios creados para el subsistema Cev (Cerramientos exteriores verticales “fachadas”).

Figura 3

ESCENARIOS ANALIZADOS (combinaciones de unidades)	
Cev-Ref	Hoja exterior de ladrillo perforado con acabado monocapa y hoja interior cerámica (AT: poliuretano)
Cev-3A-1	Hoja exterior de ladrillo con acabado monocapa y hoja interior cerámica (AT: XPS)
Cev-3A-2	Hoja exterior de ladrillo hueco con acabado monocapa y hoja interior cerámica. (AT: XPS)
Cev-3B-1	Hoja exterior de bloque de arcilla aligerada (termoarcilla) con acabado monocapa y hoja interior de yeso laminado (AT: lana mineral)
Cev-3B-2	Hoja exterior de bloque de arcilla expandida (arlibloc) con acabado monocapa y hoja interior de yeso laminado (AT: lana mineral)
Cev-3C-1	Hoja exterior de ladrillo perforado visto y hoja interior cerámica (AT: XPS)
Cev-3C-2	Hoja exterior de ladrillo perforado visto y hoja interior de yeso laminado (AT: lana mineral)
Cev-3D-1	Hoja exterior de bloque de arcilla expandida (arlibloc) visto y hoja interior de yeso laminado (AT: lana mineral)

B.4 Elaboración del presupuesto de los elementos y subsistemas a analizar (unidad de medición = 1m²) mediante el programa TCQ2000.

C. Aplicación de la metodología ACV

Asignación de información ambiental a cada una de las unidades y escenarios definidos mediante bases de datos y software específico (PRPCT; Ecoinvent; TCQ2000; TCQ GMA; LCA Manager; Sima Pro; GaBi).

La información ambiental se asigna por fases de ciclo de vida (fabricación, puesta en obra, demolición, gestión de residuos) y se concreta en forma de indicadores de fácil comprensión para los usuarios.

D. Recopilación de los resultados obtenidos y elaboración de una herramienta ágil

Matriz que resume los resultados obtenidos por los dos equipos de investigación involucrados en el proyecto.

3. RESULTADOS

Matriz inicial que recopila, en un único documento, las conclusiones obtenidas relativas a los cerramientos verticales interiores y exteriores de un edificio de viviendas.

Tras finalizar la etapa correspondiente al año 2007, la tabla consta de diferentes entradas:

CONSUMO de RECURSOS DURANTE LA PUESTA EN OBRA		
Recursos MATERIALES	AGUA	ENERGIA
Materiales contabilizados en presupuesto	Consumo de agua de amasado	Consumo energía asociada a la maquinaria considerada en el presupuesto
kg/m ²	m ³ / kg de material	MJ / kg de material



RESIDUOS puesta en obra de los materiales			
Residuos generados	Reciclabilidad material	Reciclabilidad material colocado en obra	
Tipología		soluciones adheridas	soluciones fijadas mecánicamente
(Inertes; Peligrosos; No Peligrosos)	(Alta; Media; Baja)	(Alta; Media; Baja)	(Alta; Media; Baja)

RESIDUOS embalajes		
Residuos generados	Tipología	Reciclabilidad material
kg	(Peligrosos / No peligrosos)	A, M, B (Alta; Media; Baja)

RESIDUOS deconstrucción		
Residuos generados	Tipología	Reciclabilidad del material
kg	(Inertes; Peligrosos; No Peligrosos)	A, M, B (Alta; Media; Baja)

ACIDIFICACIÓN	CAMBIO CLIMÁTICO	RADIACIÓN IONIZANTE
kg SO2 eq	kg CO2 eq	DALYs
CONSUMO DE RECURSOS	EFICIENCIA DE USO DE RECURSOS	CONSUMO DE AGUA GLOBAL
kg	%	m3
ENERGIA TOTAL	ENERGÍA RENOVABLE	ENERGÍA NO RENOVABLE
MJ	MJ	MJ

COSTES de los elementos soluciones constructivas propuestas	
Elemento que puede participar del escenario	Combinación de elementos o Escenario
€/m2	€/m2

A modo de ejemplo, la tabla siguiente muestra los resultados correspondientes a los recursos materiales y a los residuos generados de la hoja exterior del subsistema Cev detallados en la figura 2.

CEV	CERRAMIENTO EXTERIOR VERTICAL	Recursos MATERIALES	RCD puesta en obra Residuos generados			
			Peso	Tipología		
HE	Hoja Exterior	kg/m ²	kg	I	P	NP
1	Ladrillo macizo e=14cm (29x14x5)	298,46	19,34	19,34	0	0
2	Ladrillo perforado e=14 cm (29x14x10) para revestir	182,64	7,72	7,72	0	0
3	Ladrillo perforado visto e=14cm (29x14x5)	222,37	11,97	11,97	0	0
4	Ladrillo doble hueco e=14 cm (29x14x10)	144,13	4,13	4,13	0	0
5	Bloque de mortero e=13 cm	159,25	4,98	4,98	0	0
6	Bloque de mortero visto e=13 cm	161,24	6,97	6,97	0	0
7	Bloque de arcilla expandida e=25 cm	241,42	5,82	5,82	0	0
8	Bloque de arcilla expandida visto e=25 cm	243,38	7,78	7,78	0	0
9	Bloque arcilla aligerada e=14cm	146,25	4,65	4,65	0	0
10	Bloque arcilla aligerada e=24cm	257,05	8,2	8,2	0	0
11	Monocapa mortero de cemento	22,05	1,05	1,05	0	0
12	Enfoscado e=10-15mm	23	1	1	0	0
13	Fachada ventilada cerámica	6,79	0,32	0	0	0,32
14	Panel prefabricado hormigón e=12 cm	308,9014	0	0	0	0
15	Aplacado piedra artificial	136,771	4,12	4,12	0	0
16	Bloque arcilla expandida e=15cm	143,98	3,45	3,45	0	0
17	Bloque arcilla expandida visto e=15cm	145,16	4,63	4,63	0	0
18	Barrera de vapor	0,053	0,00096	0	0	0,00096

Esta matriz inicial será el punto de partida para la confección de una matriz final que incorpore, a partir de la evolución del proyecto durante el año 2008 y 2009 únicamente aquellos parámetros significativos en la toma de decisiones por parte de los redactores del proyecto y, evidentemente, englobe todos los subsistemas objeto de estudio.

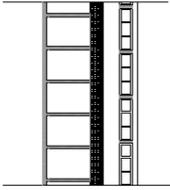
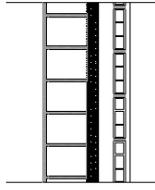
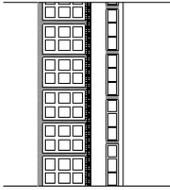
4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se incluye un resumen de las conclusiones provisionales obtenidas a partir de la aplicación de las herramientas TCQ2000 y TCQ GMA.

CEV: Cerramientos Exteriores Verticales (fachadas)

- a. Soluciones de hoja exterior de ladrillo y acabado exterior monocapa con espesor total equivalente (figura 4) :

Figura 4

		
<p>Cev-Ref. Hoja exterior de ladrillo perforado con acabado monocapa y hoja interior cerámica (AT: poliuretano)</p>	<p>Cev-3A-1. Hoja exterior de ladrillo con acabado monocapa y hoja interior cerámica (AT: XPS e=3cm)</p>	<p>Cev-3A-2. Hoja exterior de ladrillo hueco con acabado monocapa y hoja interior cerámica. (AT: XPS e=2cm)</p>

Para una misma solución constructiva (fachada cerámica con acabado exterior monocapa), y de acuerdo con las exigencias del Código Técnico de la Edificación relativas a la zona climática en la que se ubica el edificio de referencia, clasificación de los espacios y clase higrométrica de los mismos, se deduce que podemos construir la hoja exterior de 29x14x10cm tanto con un ladrillo perforado de (4,26 kg/unidad) como con un ladrillo hueco (3,20 kg/unidad). Este hecho comporta ventajas significativas al escenario Cev 3A-2 de las que destacamos las siguientes:

- Ahorro de material cerámico por m² de pared construido (97,92 kg/m² de pared de ladrillo hueco respecto a los 133,01 kg/m² del ladrillo perforado), que a su vez implica una disminución del impacto general evaluado mediante la metodología de ACV y menor cantidad de material a transportar en una futura demolición, independientemente de si el destino es vertedero o reciclaje.
- Menor cantidad de residuos (en peso) generados por m² de pared debido a que para fabricar 1 m² de pared son necesarias las mismas unidades de ladrillo, pero un ladrillo perforado pesa más que un ladrillo hueco (1 kg más por unidad).
- Menor cantidad de aislamiento térmico requerido por m² de pared (1cm menos de espesor), ya que los huecos del ladrillo perforado actúan como aislamiento térmico. A su vez, la menor cantidad de aislamiento térmico por m² (del orden de 0,32 kg de Aislamiento de XPS por m²) contribuye a disminuir el impacto asociado a la fabricación de este material y, a la gestión de los residuos en el momento de su deconstrucción.

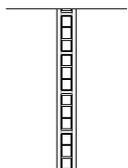
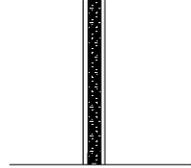
CIV: Cerramientos Interiores Verticales (tabiques y divisorias)

Las conclusiones correspondientes a los cerramientos interiores verticales tenemos que dividirlos en tres bloques (véanse los esquemas adjuntos):

- a. Civ-A: Divisorias entre estancias (figura 5).

El consumo de material y la generación de residuos de puesta en obra es 3 veces superior la solución cerámica Civ-A1 respecto a la Civ-A2.

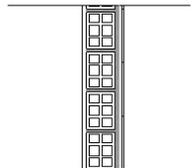
Figura 5

	
Civ-A1 (Ref.) Divisoria entre estancias de lad. hueco $e=4\text{cm}$ y acabado enlucido a dos caras	Civ-A2. Divisoria entre estancias de placas de yeso laminado (YL) sobre entramado metálico. (AT: lana mineral)

- b. Civ-B: Divisorias entre zonas húmedas (figura 6)

El consumo de material y la generación de residuos de puesta en obra es 3 veces superior en la solución cerámica Civ-B1 respecto a la Civ-B2. Pendiente de analizar el resto de impactos.

Figura 6

	
Civ-B1 (Ref.) Divisoria zonas húmedas de lad. hueco $e=10\text{ cm}$, acabado enlucido a 1 cara y alicatado a 1 cara.	Civ-B2. Divisoria zonas húmedas de placas de yeso laminado (YL) sobre entramado metálico, acabado alicatado a una cara (AT: lana mineral)

- c. Civ-C: Divisorias entre zonas comunes (figura 7)

El consumo de material y la generación de residuos de puesta en obra es 3 veces superior en la solución cerámica Civ-C1 respecto a la Civ-C2 y Civ-C3. La generación de residuos mantiene la misma proporción. Pendiente de analizar el resto de impactos.

Figura 7

<p>Civ-C1 (Ref.) Divisoria zonas comunes de lad. perforado tipo 9 gero e=14cm y acabado enlucido a dos caras.</p>	<p>Civ-C2. Divisoria zonas comunes de doble placa de yeso laminado (YL) a ambas caras sobre entramado metálico. (AT: lana mineral)</p>	<p>Civ-C3. Divisoria zonas comunes de doble placa de yeso laminado (YL) a ambas caras sobre entramado metálico y placa intermedia de acero. (AT: lana mineral)</p>

Por lo que respecta al uso de las herramientas de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), el estudio permite concluir que la metodología del ACV es una poderosa herramienta de análisis para evaluar la contribución de los materiales y la incidencia de la fase de construcción en el perfil ambiental de los elementos de las edificaciones.

El ACV permite diferenciar los impactos ambientales debidos a la obtención de los materiales y la gestión de sus residuos, del impacto relativo a la construcción propiamente dicha de los elementos. Por ejemplo, puede ayudarnos a determinar si las emisiones de CO₂ de los elementos prefabricados son superiores o inferiores respecto a los elementos funcionalmente equivalentes construidos en la obra.

La combinación del análisis de los materiales y la gestión de los residuos refleja la importancia de maximizar el reciclaje de aquellos materiales que generen un elevado impacto durante su fabricación.

Un análisis más detallado de los resultados presentados permite concluir que:

- La utilización de acero representa el mayor aporte al impacto ambiental en la mayoría de las categorías estudiadas, en particular en la acidificación, la radiación ionizante y el consumo de energía.
- El uso de cal incrementa el consumo de agua como recurso, en tanto que el resto de materiales no requiere un elevado consumo de agua para su obtención.
- La eficiencia en el uso de recursos se encuentra en el rango 70-90% para todos los escenarios comparados.
- El crédito energético obtenido por la incineración de residuos hace que este tratamiento sea el más recomendado, en particular en aquellos casos en que se generan residuos peligrosos.
- El reciclaje de los residuos es el tratamiento recomendado en el caso que se generen residuos plásticos.



5. CONCLUSIONES

Aunque se trata de un proyecto en proceso de desarrollo, de la primera etapa ya pueden establecerse conclusiones significativas.

Para cumplir un mismo requisito exigencial establecido por el Código Técnico de la Edificación, con acabados similares y respetando las dimensiones generales de la solución constructiva (por ejemplo, manteniendo el mismo espesor de fachada), existen soluciones que tienen un impacto ambiental significativamente inferior.

Del trabajo realizado hasta la fecha, en el cual se han analizado los subsistemas de CEV y CIV, se derivan una serie de consideraciones a tener en cuenta en fases posteriores y que tienen que ver con:

- La implementación de la fase de construcción o de puesta en obra mediante la incorporación de procesos relacionados con la maquinaria utilizada en esta etapa.
- La implementación de las fases de uso mediante la introducción de cálculos de demanda energética.
- La implementación de la fase de deconstrucción a partir del seguimiento de un derribo que permita concretar los parámetros ambientales que afectan a la selección del proceso de demolición. De este modo será posible determinar las ventajas desde el punto de vista ambiental de los procedimientos de deconstrucción que favorezcan un reciclaje máximo de los materiales reutilizables y una gestión adecuada de los residuos generados.
- La implementación de la fase de gestión de residuos mediante la simulación de los escenarios de generación de RCD en base a la selección de escenarios de gestión ajustados a la realidad actual del sector de la construcción.

Estas líneas de investigación permitirán establecer las tendencias a seguir en el diseño de edificios para minimizar el impacto de generación de RCD (tanto en fase de ejecución como en la fase de deconstrucción) sin olvidar los aspectos ambientales relacionados con la fase de fabricación y de uso. De este modo la toma de decisiones, además de favorecer la minimización de residuos, no irá en contra de otros impactos ambientales.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Ministerio de Medio Ambiente el soporte ofrecido para el desarrollo de este proyecto mediante la concesión de las ayudas convocadas por Resolución de 12 de febrero de 2007, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. (Orden MAM/3744/2007, de 5 de noviembre. BOE 304 de 20/12/2007). (Expediente A435/2007/3-03.1).

REFERENCIAS

[Ref.1]. TCQ GMA – Módulo de gestión ambiental. ITeC – Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña



[Ref.2]. TCQ2000 – Presupuestos. ITeC

[Ref.3]. Banco de precios/pliegos BEDEC PR/PCT 08. ITeC

[Ref.4]. LIFE98 ENV/E/000351. Programa de acciones técnicas para fomentar la valorización, minimización y selección de residuos originados en las obras de construcción y demolición. ITeC.