

# CONSUMO DE RECURSOS NATURALES, CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EN CONSTRUCCIÓN

<sup>1</sup>Mercader Moyano, M<sup>a</sup>.P.\*; <sup>1</sup>Olivares Santiago, M., <sup>2</sup>Ramírez de Arellano Agudo, A; Ruesga Díaz Daniel

<sup>1</sup>Departamento de Construcciones Arquitectónicas I. Universidad de Sevilla. Avda. Reina Mercedes, s/n

<sup>2</sup>Departamento de Construcciones Arquitectónicas II. Universidad de Sevilla.  
Avda. Reina Mercedes, s/n  
pmm@us.es

## RESUMEN

La presente ponencia se plantea como el desarrollo metodológico necesario para establecer una diagnosis de la edificación actual, una estrategia que nos permita cuantificar el consumo recursos materiales, consumo energético y emisiones de CO<sub>2</sub> producidas en las construcciones que diseñamos, ejecutamos y habitamos, desde la óptica de la fabricación de los recursos materiales empleados en la ejecución del modelo constructivo que representa la “moda” en el sector de la construcción, que denominaremos MCH.

Esta estrategia planteada servirá como Imagen de Referencia sobre la que poder comparar diferentes soluciones constructivas alternativas a las existentes y que podrán considerarse eco-eficientes en la medida en que se logre minimizar el impacto ambiental generado en edificación. A su vez plantea la diversidad de líneas de investigación a las que pretende dar servicio la metodología expuesta.

**Palabras Clave:** consumo de recursos, consumo energético, emisiones de CO<sub>2</sub>, consumo energético, impacto ambiental.

## 1.- Introducción

Es evidente que los materiales que utilizamos para la construcción de nuestros edificios son responsables de los impactos más relevantes que se producen en el medio, consecuencia de un excesivo consumo energético necesario para la transformación de la materia prima que lo constituyen en producto de construcción y de la liberación de grandes cantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases contaminantes durante su proceso de fabricación.

Entendiendo la sostenibilidad, como la capacidad de obtener, utilizar, mantener y preservar los recursos que nos proporciona el medio ambiente y legarlo a las generaciones futuras en condiciones de calidad, los arquitectos como agentes intervinientes en el proceso constructivo, considerados en ocasiones gestores de recursos, somos responsables de construir esas ciudades futuras manteniendo los recursos de los que disponemos en la actualidad, satisfaciendo al mismo tiempo las necesidades y exigencias de las generaciones presentes.

Parece oportuno, siguiendo esta línea de compromiso ambiental, investigar sobre los recursos materiales que configuran los elementos constructivos que definen las edificaciones más habituales de nuestro entorno próximo, Sevilla. De esta forma conoceremos las exigencias que las generaciones presentes requieren a las construcciones en las que habitan, desde la óptica de los recursos materiales empleados en su ejecución, a fin de cuantificar el impacto que producen y dejar líneas abiertas encaminadas a preservar el legado más valioso, la naturaleza.

En los últimos años, diversos centros de investigación, organismos e instituciones intentan hacerse eco de esta actitud activa ante el problema de la sostenibilidad desde la arquitectura, mediante la investigación, creación y desarrollo de propuestas, modelos y programas informáticos de análisis y evaluación, que nos permiten obtener información sobre el comportamiento medioambiental de los edificios; no conociendo hoy día ninguna metodología de cálculo, al alcance de cualquier agente de la edificación, que permita cuantificar el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> de las construcciones más habituales desarrolladas en Sevilla, desde la óptica de la fabricación de sus materiales constitutivos, cuya aplicación se establece con el deseo de configurar una Imagen de Referencia sobre la que comparar otras investigaciones y elaborar propuestas unificadas de mejora ambiental.

El reconocimiento de la importancia que tienen los aspectos técnicos en la configuración de una respuesta a la demanda de la sostenibilidad y la asunción de nuestra responsabilidad como arquitectos, gestores de recursos en el proceso constructivo, hicieron posible aunar los esfuerzos y desarrollar la tesis doctoral de la que se extrae la presente comunicación, con el objetivo moral de aportar nuestro grano de arena hacia la vía de la sostenibilidad. Como sostiene J.E. Cohen:

*“Nadie conoce cuál es la vía hacia la sostenibilidad porque nadie sabe cuál es el punto de destino, si lo hay. Pero sí sabemos mucho de lo que podríamos hacer hoy para lograr un mañana que sea mejor de lo que sería si no*

sacamos provecho de nuestros conocimientos. Como hizo notar el economista Robert Cassen: *Lo que debe hacerse por razones demográficas, debería hacerse de todas formas por otras razones<sup>1</sup>*”.

## 2.- Objetivos

En concordancia con los argumentos previos planteados, el objetivo principal de esta ponencia es poner de manifiesto la estrategia metodológica utilizada para establecer una diagnosis de la edificación actual, mediante la *CUANTIFICACIÓN DEL CONSUMO DE RECURSOS, CONSUMO ENERGÉTICO Y LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EN EL MODELO CONSTRUCTIVO HABITUAL EN SEVILLA, DERIVADAS DE LOS RECURSOS MATERIALES EMPLEADOS EN SU EJECUCIÓN*.

Al recorrer el camino para lograr la meta propuesta, descubrimos la necesidad de conseguir otros objetivos complementarios, ordenados en cuatro niveles jerárquicos, atendiendo a la prioridad temporal en su consecución, lo que queda gráficamente representado en la figura 1 siguiente.

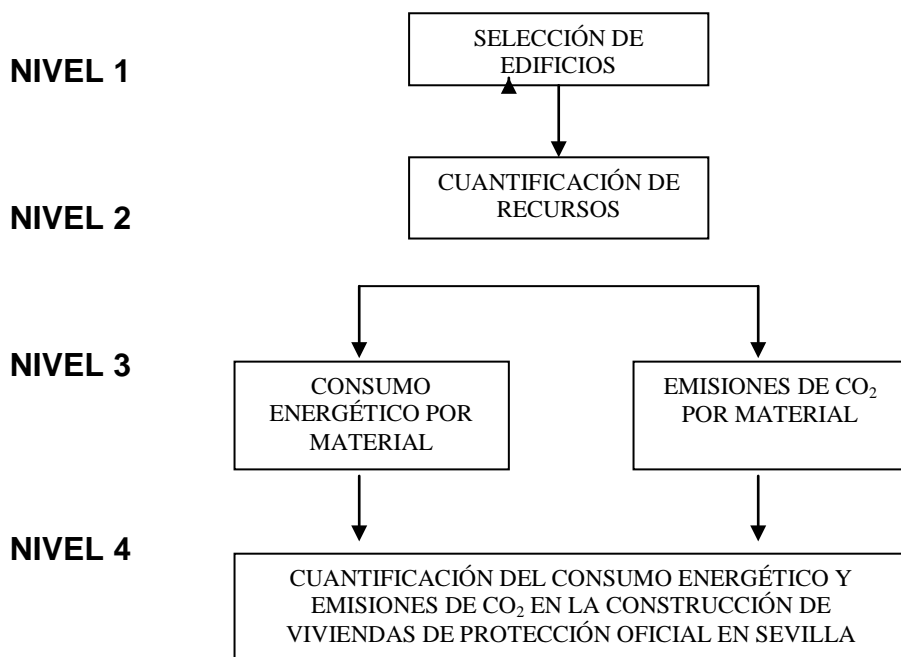


Figura 1. “Jerarquía de objetivos”

### NIVEL 1: SELECCIÓN DE EDIFICIOS.

El objetivo en el Nivel 1 es seleccionar una muestra de edificios cuyas características constructivas y tipológicas sean representativas de la edificación destinada a viviendas de protección oficial en Sevilla, a la que denominaremos Modelo Constructivo Habitual (MCH).

<sup>1</sup> COHEN, Joel E., “*Tendencias Demográficas*”, Investigación y Ciencia, n°. 350 (Nov. 2005), p.17.

## **NIVEL 2: CUANTIFICACIÓN DE RECURSOS.**

En el Nivel 2 se pretende cuantificar, en kg por metro cuadrado construido, los recursos materiales consumidos en la ejecución del modelo constructivo establecido en la muestra seleccionada.

## **NIVEL 3: CONSUMOS ENERGÉTICOS Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub> POR COMPONENTE MATERIAL.**

En el Nivel 3 el objetivo es conocer el consumo energético, expresado en **MJ/kg** y las emisiones de CO<sub>2</sub>, expresadas **kgCO<sub>2</sub>/kg**, producidas en la fabricación de los componentes básicos materiales implicados en la ejecución del MCH.

## **NIVEL 4: CUANTIFICACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE PROTECCIÓN OFICIAL EN SEVILLA.**

La consecución de los objetivos planteados en los niveles inferiores, conduce en el Nivel 4 y último a cuantificar el consumo energético, expresado en **MJ/m<sup>2</sup>** de superficie construida y las emisiones de CO<sub>2</sub>, expresadas en **kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**, que se producen en la ejecución del MCH, derivados de la fabricación de los componentes básicos materiales que lo constituyen.

La identificación y cuantificación de los recursos materiales empleados en la tipología elegida para el estudio, permitirá evaluar el impacto ambiental que se produce en Sevilla, a través de dos de los indicadores de impacto ambiental más relevantes asociados al peso por m<sup>2</sup> de construcción:

- a. Energía consumida en el proceso de fabricación de los materiales de construcción empleados en su ejecución.
- b. Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al mismo; dado que no podemos obviar la elevada cantidad de energía necesaria para disponer de estos materiales de construcción y el impacto ambiental que producen, derivados de su transformación.

## **3. Metodología**

La metodología propuesta pretende proporcionar las herramientas de trabajo necesarias para satisfacer el cumplimiento de los objetivos, así como resolver los inconvenientes que surjan en el camino, representándose su esquema de organización en la figura 2.

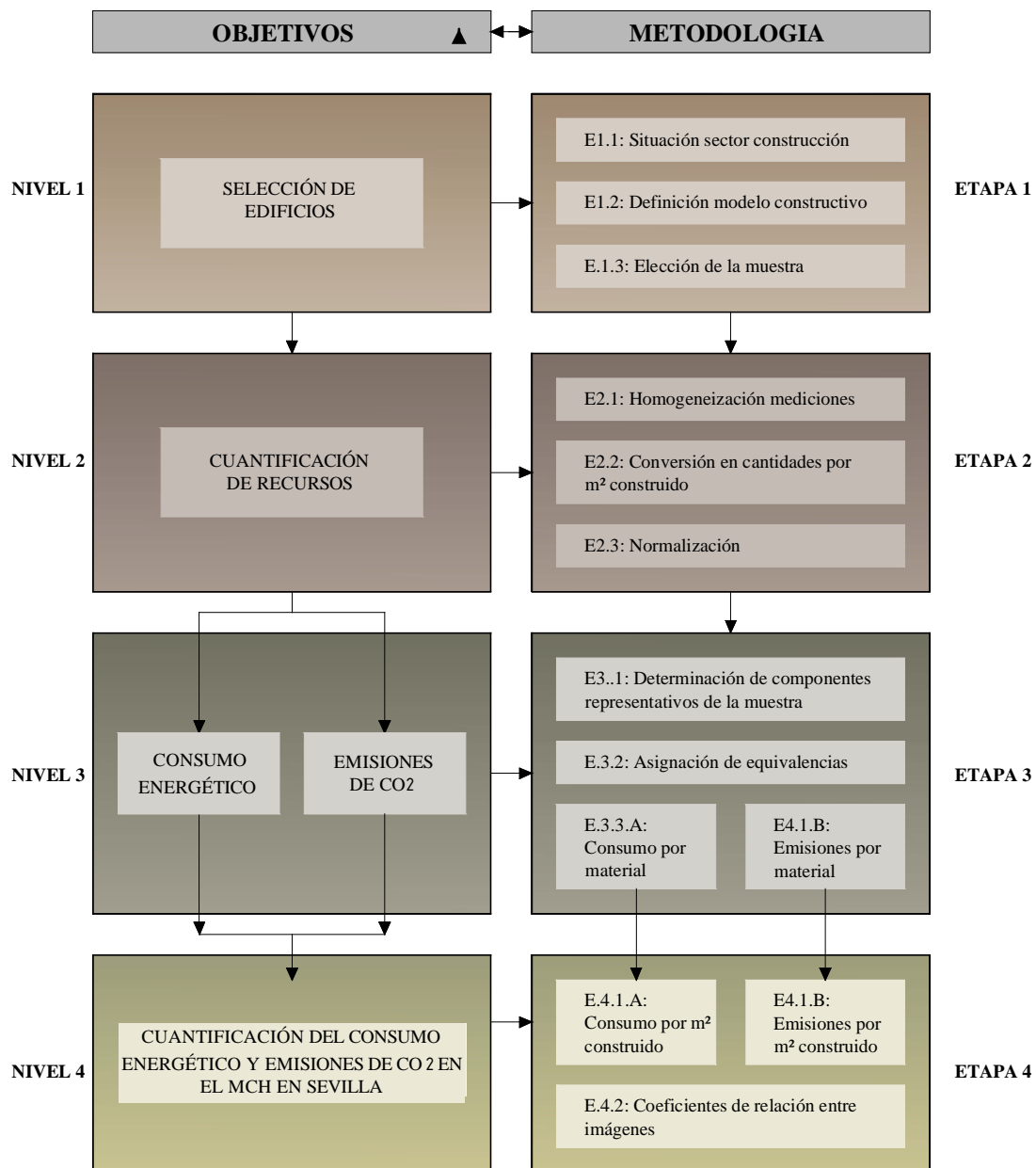


Figura 2. "Esquema metodológico"

En respuesta a la estructura jerárquica de objetivos, se establece un plan de etapas que atenderá al mismo orden jerárquico, relacionando en sentido descendente las diferentes etapas y subetapas necesarias para lograr el objetivo principal y en sentido horizontal, las necesarias para cubrir los objetivos de rango menor. La figura anterior ilustra la estructura jerárquica planteada en la metodología y su relación con los objetivos propuestos.

Cada una de las etapas definidas, se desglosa a su vez en diferentes subetapas, a las que se les asigna la nomenclatura Eijk, donde el primer subíndice "i" se corresponde con la etapa de la metodología en la que nos encontramos, el segundo subíndice "j", atiende al orden jerárquico temporal que es preciso realizar para culminar cada etapa y el tercer subíndice "k", aparece en el caso de que en la misma etapa puedan seguirse caminos paralelos para resolver distintos objetivos.

De esta forma, para lograr el objetivo de rango menor planteado en el nivel 1, consistente en seleccionar una muestra de edificios, es preciso realizar la etapa 1 planteada en las siguientes subetapas; E<sub>11</sub>: Situación sector construcción, E<sub>12</sub>: Definición modelo constructivo y E<sub>13</sub>: Elección de la muestra.

Para conseguir el objetivo expuesto en el nivel 2, cuantificación de recursos, es necesario llevar a cabo la etapa 2, subdividida a su vez en las subetapas; E<sub>21</sub>: Homogeneización mediciones, E<sub>22</sub>: Conversión en cantidades por m<sup>2</sup> construido y E<sub>23</sub>: Normalización.

En el nivel 3 los objetivos a cumplir son dos, la determinación de los consumos energéticos y las emisiones de CO<sub>2</sub> de los componentes básicos materiales constitutivos del modelo constructivo definido. En esta etapa 3, el camino a seguir es paralelo para cada uno de los objetivos, lográndose mediante la realización de las subetapas comunes E<sub>3.1</sub>: Agrupación de componentes y E<sub>32</sub>: Aplicación de equivalencias, desglosándose finalmente en las subetapas E<sub>33.A</sub>: Consumo por material y E<sub>33.B</sub>: Emisiones por material.

En el nivel 4 se continua con los caminos en paralelo propuestos en las subetapas anteriores, obteniéndose en la subetapa E<sub>41A</sub>: Consumo por m<sup>2</sup> construido y en la E<sub>42</sub>: Emisiones por m<sup>2</sup> construido, para cada uno de los componentes básicos de la muestra.

La ejecución de las etapas expuestas en el esquema planteado en la figura 4.1. "Esquema metodológico" en el orden jerárquico establecido, permitirá en la última subetapa E<sub>42</sub>: Cuantificar el consumo energético y emisiones de CO<sub>2</sub> en el modelo propuesto; esto es, en la construcción de viviendas de protección oficial en Sevilla.

La interpretación conceptual de cada etapa y las subetapas correspondientes, analizada desde el nivel inferior al nivel superior es la siguiente:

**ETAPA 1.** Satisface el objetivo de rango menor considerado en el nivel 1, la selección de una muestra de edificios representativos del MCH, para lo que es necesario llevar a cabo las siguientes subetapas:

#### **ETAPA 1.1.- Situación actual del sector de la construcción.**

Es preciso conocer la situación actual de la edificación dentro del sector de la construcción, a fin de tener un conocimiento de la realidad constructiva en la que intervenir, e identificar la tipología edificatoria que represente la "moda" en el sector. Se acudirá como fuente suficientemente amplia y contrastada a las publicaciones estadísticas editadas por el Ministerio de fomento [5], información nacional y por comunidades autónomas, a partir de las licencias concedidas por los Ayuntamientos, de cual es el tipo de construcción habitual y sus características constructivas.

#### **ETAPA 1.2.- Definición del modelo constructivo.**

Para definir el modelo constructivo, cuya "morfología constructiva"; esto es, geometría, organización en la parcela, tipología, soluciones, sistemas y materiales constructivos empleados para su ejecución representen al MCH, será necesario conocer la morfología constructiva de todos los proyectos de ejecución cuyas

licencias de obra se solicitaron durante los últimos cinco años en Sevilla, tomando como base de datos los correspondientes al Servicio de Licencias Urbanísticas de la Gerencia de Urbanismo de Sevilla y archivos municipales.

### **ETAPA 1.3.- Elección de la muestra.**

Definido el MCH, es preciso seleccionar una muestra de proyectos de ejecución, cuyas características tipológicas y constructivas coincidan con las definidas. Suficiente en número para considerar los futuros resultados representativos de la misma y del MCH. Para realizar esta tarea será necesario estudiar todos los proyectos de ejecución con las características especificadas en la etapa anterior contando con la autorización de sus autores y promotores.

**ETAPA 2.** Una vez definido el MCH y seleccionada la muestra de edificios a estudiar, se pretende establecer un modelo de cuantificación de los recursos materiales consumidos en su ejecución, proporcionando los datos en kg por m<sup>2</sup> construido. La aplicación del modelo de cuantificación se realiza utilizando como soporte instrumental una estructura de referencia, apoyada en un proceso organizado en las siguientes subetapas:

#### **ETAPA 2.1.- Homogeneización de las mediciones.**

En esta subetapa se parte de la recopilación de los datos correspondientes a las mediciones de los diez proyectos de ejecución seleccionados y se adecuarán en base a una estructura común que facilite su análisis comparado, utilizando para ello el campo de transferencia de la medición y atendiendo al sistema de clasificación y codificación propuesto por el BCCA[6]. Se obtendrá un listado de las cantidades, en unidades de medida origen, correspondientes a los componentes básicos materiales consumidos en la ejecución del MCH.

#### **ETAPA 2.2.- Conversión en cantidades por m<sup>2</sup> construido.**

Para poder comparar entre los distintos proyectos de ejecución estudiados, las cantidades correspondientes a los componentes básicos materiales empleados en su ejecución, es necesario dividir las cantidades obtenidas en la subetapa anterior, por la superficie construida de cada uno de los diez proyectos de ejecución en los que aparecen, obteniendo así para cada componente básico material las cantidades originales por m<sup>2</sup> de superficie construida.

#### **ETAPA 2.3.- Normalización.**

Es necesario expresar los resultados obtenidos en la subetapa anterior en una misma unidad de medida. La normalización de las unidades resultantes consistirá en transformar la unidad origen, unidad de medida del elemento, a la unidad de destino, el peso en kg del elemento, mediante la aplicación, a cada componente básico material de la muestra, de un Coeficiente de transformación, Ct, que representa el peso por la unidad de referencia del elemento. Este proceso dará lugar a la cuantificación de los recursos materiales consumidos en el MCH, expresados en kg/m<sup>2</sup> construido.

**ETAPA 3.** Cuantificados los CBMs, en kg por m<sup>2</sup> construido, consumidos en la ejecución de la muestra seleccionada para el estudio representativa del MCH en Sevilla, en esta etapa se seleccionan los CBMs más representativos y se determinan los valores correspondientes al consumo energético y emisiones de CO<sub>2</sub>, expresados en MJ/kg y kgCO<sub>2</sub>/kg respectivamente, creando una Base de Datos medioambiental a disposición de la etapa siguiente de la metodología. Utilizaremos para ello una herramienta informática de cálculo y una base de datos de información medioambiental. Para lograr los objetivos planteados en este nivel 3 se desarrollan las siguientes subetapas:

#### **ETAPA 3.1. Determinación de componentes representativos de la muestra.**

La estrategia a seguir consiste en definir la Imagen de Referencia del MCH en Sevilla, mediante la aplicación de un conjunto de “normas”, a los CBMs consumidos en su ejecución y determinados en la subetapa 2.3, que permitan sintetizar la información de mayor relevancia, lo que dará lugar a la elección de forma justificada de los CBMs representativos de la muestra.

#### **ETAPA 3.2: Caracterización de variables representativas de la muestra.**

En esta subetapa se identifica el perfil de la Imagen de Referencia del MCH y sus límites, definidos por los extremos del intervalo intercuartílico. Utilizaremos para ello la caracterización cuantitativa de las variables obtenidas en la subetapa 2.3, el peso por m<sup>2</sup> construido de cada CBM de la muestra, mediante la definición de los parámetros estadísticos siguientes: el intervalo de confianza, la dispersión y la media aritmética; lo que lograremos mediante el empleo del programa de tratamiento de datos y análisis estadístico “Statistical Product and Service Solutions” (SPSS 11).

#### **ETAPA 3.3: Consumo energético y emisiones de CO<sub>2</sub> por componente básico material.**

La estrategia llevada a cabo para lograr nuestros objetivos consistirá en establecer un conjunto de hipótesis que nos permitan adaptar la información medioambiental disponible, que ha servido de base para la constitución del banco BEDEC PR/PCT del ITeC[7], a nuestra Imagen de Referencia, para determinar el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> de los CBMs que la constituyen, expresados MJ/kg de material y kgCO<sub>2</sub>/kg de material respectivamente.

**ETAPA 4.** En esta etapa se pretende cuantificar el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> que se producen en el MCH en Sevilla, definido en la etapa 1 de la metodología como la construcción de Viviendas de Protección Oficial en Sevilla, consecuencia de la fabricación de los recursos materiales empleados en su construcción. Siendo necesario el desarrollo pormenorizado de las siguientes subetapas:

#### **ETAPA 4.1: Consumo por m<sup>2</sup> construido.**

Para determinar el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> construido correspondiente a cada uno de los CBMs representativos del MCH que definen su Imagen de Referencia, será necesario aplicar los resultados obtenidos en la subetapa 2.3., correspondientes al peso medio por m<sup>2</sup> construido de cada CBM de la



muestra, a la Base de Datos de información medioambiental obtenida en la subetapa 3.3., obteniendo así los resultados deseados expresados en MJ/m<sup>2</sup> y kgCO<sub>2</sub>/kg de material respectivamente.

#### **ETAPA 4.2: Coeficientes de relación entre imágenes.**

La estrategia utilizada en esta subetapa para lograr el objetivo principal, consistirá en extrapolar los resultados obtenidos para la Imagen de Referencia del MCH a su Imagen Original, mediante la determinación de lo que denominaremos coeficientes de relación entre imágenes, que nos permitirán calcular la distancia que separa el MCH del conjunto de normas contenidas en su Imagen de Referencia en las dimensiones especificadas: CR<sub>ce</sub>, Coeficiente de Relación en la dimensión consumo energético y CR<sub>e</sub>, Coeficiente de Relación en la dimensión de las emisiones de CO<sub>2</sub>, proceso que permitirá cuantificar el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> en la construcción de VPO en Sevilla, expresado en MJ/m<sup>2</sup> y kgCO<sub>2</sub>/kg de material.

### **3.- Conclusiones**

Como resultado de la investigación realizada se han podido extraer una serie de conclusiones: a) Relacionadas con el modelo de cuantificación generado y b) relacionadas con la aplicación del modelo de cuantificación al MCH en Sevilla. Nos centraremos en estas últimas al relacionarse directamente con las Jornadas para las que se realiza el presente documento, remitiéndonos a la tesis doctoral [4] para el apartado a). Son las expuestas a continuación.

1.- El modelo de cuantificación generado de forma paralela a su ensayo sobre a una muestra seleccionada de diez proyectos de ejecución representativos de la construcción de VPO en Sevilla, permite identificar los materiales más utilizados en su ejecución, así como el porcentaje que ocupan en la edificación por m<sup>2</sup> construido [4].

2. La cuantificación del consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> en el MCH en Sevilla, permite evaluar su impacto ambiental, a través de dos de los indicadores de impacto ambiental más relevantes asociados al peso por m<sup>2</sup> de construcción, como son el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub>, pudiendo identificar los materiales más relevantes en cada caso [4]. Los resultados numéricos obtenidos para tomarlos como referencia de la diagnosis buscada son:

- Los recursos materiales consumidos en la ejecución del MCH definido, supone un total de **2.177,738 kg/m<sup>2</sup>** construido.

- La energía consumida en el proceso de fabricación de los materiales de construcción empleados en la ejecución del MCH, cuenta con un total de **7.164,76 MJ/m<sup>2</sup>** construido.

- Las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del proceso de fabricación de los materiales utilizados en la ejecución del MCH, asciende en total a **739,67654 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>** construido.

3. Los resultados obtenidos para el MCH en Sevilla, constituyen un modelo de referencia para el ensayo de nuevos proyectos que tengan por objetivos minimizar el impacto ambiental generado por el MCH, mediante la comparación gráfica o analítica del perfil del nuevo proyecto y el perfil de la Imagen de Referencia del MCH, lo que permite a su vez establecer la condición de aceptación o rechazo de cada proyecto ensayado, en función de su proximidad o lejanía a la Imagen de Referencia.

Los resultados obtenidos con el ensayo del modelo, se presentan como una oferta más al servicio de la investigación. Aspira a servir de apoyo a otras líneas ya iniciadas o en proceso, a fin de proponer soluciones al problema medioambiental desde la óptica de los recursos materiales empleados en edificación, como medida de aproximación a una arquitectura medioambientalmente correcta.

Con este fin se procedió a la transferencia de sus resultados a otras investigaciones realizadas en el seno del grupo multidisciplinar de investigación “ARDITEC<sup>2</sup>: Arquitectura, Diseño y Técnica”, en cuyo contexto se encuentran proyectos de investigación relacionados con el ámbito de nuestro estudio, expuestos en esta I Jornada Nacional sobre Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes, citando:

- Proyecto ARCEVA, que propone reducir la huella ecológica de las edificaciones en Andalucía y cumplir con los objetivos del Protocolo de Kioto, mejorando el aislamiento en las viviendas empleando materiales reciclados, desarrollados en el proyecto y en trabajos previos de investigadores, y reduciendo el consumo energético, dando respuesta a las exigencias de aislamiento técnico y acústico del CTE.
- Tesis doctoral: “La huella ecológica del sector edificación (uso residencial) en la comunidad andaluza”, cuyo autor es D. Jaime Solís Guzmán y dirigida por D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo.

No obstante a día de hoy es necesario profundizar en los siguientes aspectos, que servirían de complemento a la investigación realizada y que se dejan propuestas para aquellos lectores investigadores a las que les pueda resultar sugerentes:

1. Cuantificar el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la maquinaria empleada en la ejecución del MCH, así como la utilizada en el transporte de los materiales desde la fábrica hasta la obra.
2. Cuantificar el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> ocasionado por el uso de las instalaciones del MCH en Sevilla, a fin de conocer el impacto global que producen nuestras construcciones.
3. Profundizar en las posibilidades del modelo para extender sus aplicaciones al campo de la informática, con la creación de programas de presupuestación de obras

---

<sup>2</sup> Código PAIDI de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa: TEP-172, dentro del Dpto. CA2 de la Universidad de Sevilla, dirigido por el profesor Dr. D. José Antonio Solís Burgos.

que integren bases de datos medioambientales, mejorar los existentes, o incluso la creación programas que permitan calcular la huella ecológica de un determinado territorio.

4. Cuantificar el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> en cada uno de los subsistemas constructivos en que puede subdividirse el MCH, para poder comparar soluciones constructivas alternativas a las habituales que nos permitan minimizar los impactos ambientales conocidos, a fin de verificar su eficacia. Este hecho garantizaría la utilización del modelo en otras comunidades autónomas.

En definitiva la presente investigación pretende contribuir al conocimiento de los impactos ambientales, relacionados con el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector de la construcción, redundando en la búsqueda de políticas medioambientales equilibradas, conducentes a la minimización y mejora del impacto ambiental ocasionado en nuestra sociedad y por ende de interés internacional, al relacionarse con los GEIs, y conocer de esta forma qué iniciativas son viables en este momento en el campo de la arquitectura y sus implicaciones en el Protocolo de Kioto.

## REFERENCIAS

- [1] A. Cuchí Burgos, G. Wadel; et al, *Guía de la eficiencia energética para administradores de fincas*, Barcelona: Fundación Gas Natural, 1ª edición, 2007.
- [2] A. Cuchí, *Arquitectura i sostenibilitat*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, sl. (UPC), 2005.
- [3] A. Ramírez de Arellano Agudo, *La Teoría de sistemas al Servicio del análisis de Presupuesto de Obra*. Sevilla: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla, 1989.
- [4] P. Mercader Moyano, A. Ramírez de Arellano Agudo et M. Olivares Santiago, *Cuantificación de los recursos consumidos y emisiones de CO<sub>2</sub> producidos en las construcciones de Andalucía y sus implicaciones en el Protocolo de Kioto*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2010.
- [5] Ministerio de Fomento, *Edificación y vivienda: 1990-1998*, Ministerio de Fomento de España. Dirección General de Programación Económica, España, 1999. Ministerio de Fomento, *Edificación y vivienda: 1994-1999*, Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Fomento, Madrid, 2000. Ministerio de Fomento, *Edificación y vivienda: 1998-2003*, Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Fomento, Madrid, 2004. Ministerio de Fomento, *Construcción de Edificios 1999-2004*, Centro de Publicaciones Secretaría de Estado de Infraestructuras. Dirección General de Programación económica, Madrid, 2005. D.G. de Programación Económica. Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento. *Construcción de edificios 2003-2007*. Madrid: Ministerio de Fomento. Secretaría de Estado de Infraestructuras. Dirección General de Programación económica, 2008.
- [6] Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía (2010), *Base de Costes de la Construcción de Andalucía 2010*, Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, Seville, Spain, available at [http://www.juntadeandalucia.es/viviendayordenaciondelterritorio/www/estaticas/planificacion/publicaciones/banco\\_precios\\_construccion/bcca0709BCCA\\_09\\_Rev1e.bc3](http://www.juntadeandalucia.es/viviendayordenaciondelterritorio/www/estaticas/planificacion/publicaciones/banco_precios_construccion/bcca0709BCCA_09_Rev1e.bc3)
- [7] ITEC (Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña) [Catalonia Institute of Construction Technology] (2000) Homepage, available at <http://itec.es/nouBedec.e/presentaciobedec.aspx>