

Proyectos de **I+D+i**
2011-2015



Huella Ecológica de la Recuperación de Edificios: Viabilidad Económica y Ambiental

(HEREVEA)

Universidad de Sevilla



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Huella Ecológica de la Recuperación de Edificios: Viabilidad Económica y Ambiental

(HEREVEA)

© Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería Fomento y
Vivienda. Junta de Andalucía. 2015

Universidad de Sevilla

Sevilla. 04-02-2015

1. Introducción y antecedentes

El debate entre la recuperación de edificios o su demolición se ha desarrollado intensamente desde los grandes movimientos migratorios (de zonas rurales a urbanas) generados a finales del siglo XX. En este debate aparecen varios aspectos a tener en cuenta desde el punto de vista ambiental, social y económico: la necesidad de más viviendas accesibles, el alto coste del suelo y de la construcción, el elevado consumo energético de las viviendas y la necesidad de reparar y mantener miles de viviendas para mejorar su comportamiento energético y el confort de sus ocupantes.

Estos aspectos dan lugar a analizar si la demolición de las viviendas en peor estado contribuye realmente a la eficiencia energética y a la reducción de emisiones, investigar si la recuperación y rehabilitación de edificios ahorran energía y explorar alternativas para que comunidades existentes puedan acceder a las viviendas y éstas a su vez sean eficientes energéticamente en el medio y ubicación considerados. A esto último hay que sumarle que la recuperación de edificios está normalmente infravalorada, aun cuando la necesidad de recuperación suele ocurrir en zonas con alta densidad poblacional y de vivienda barata donde los vecinos con bajo poder adquisitivo no tienen la posibilidad de acceder a viviendas nuevas.

Por otro lado, los barrios de nueva creación representan un gran impacto ambiental, debido al alto consumo energético y de materias primas, y a las consecuentes emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero. Por ello es necesario analizar estos impactos mediante indicadores ambientales que a partir del análisis de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta la demolición de los edificios, son capaces de identificar los elementos que controlan el problema.

Aunque pueden aplicarse diversos indicadores ambientales al sector de la construcción, la huella ecológica (HE) produce resultados entendibles por la sociedad no científica, y su facilidad de aplicación permite incluirse en políticas medioambientales y en la toma de decisiones. La definición de la HE se establece por primera vez en el año 1996 como “la extensión de tierra que sería necesaria para suministrar los recursos (cereales, pienso, leña, pescado y terreno urbano) y absorber las emisiones (CO₂) de la sociedad mundial” (Wackernagel y Rees, 1996).

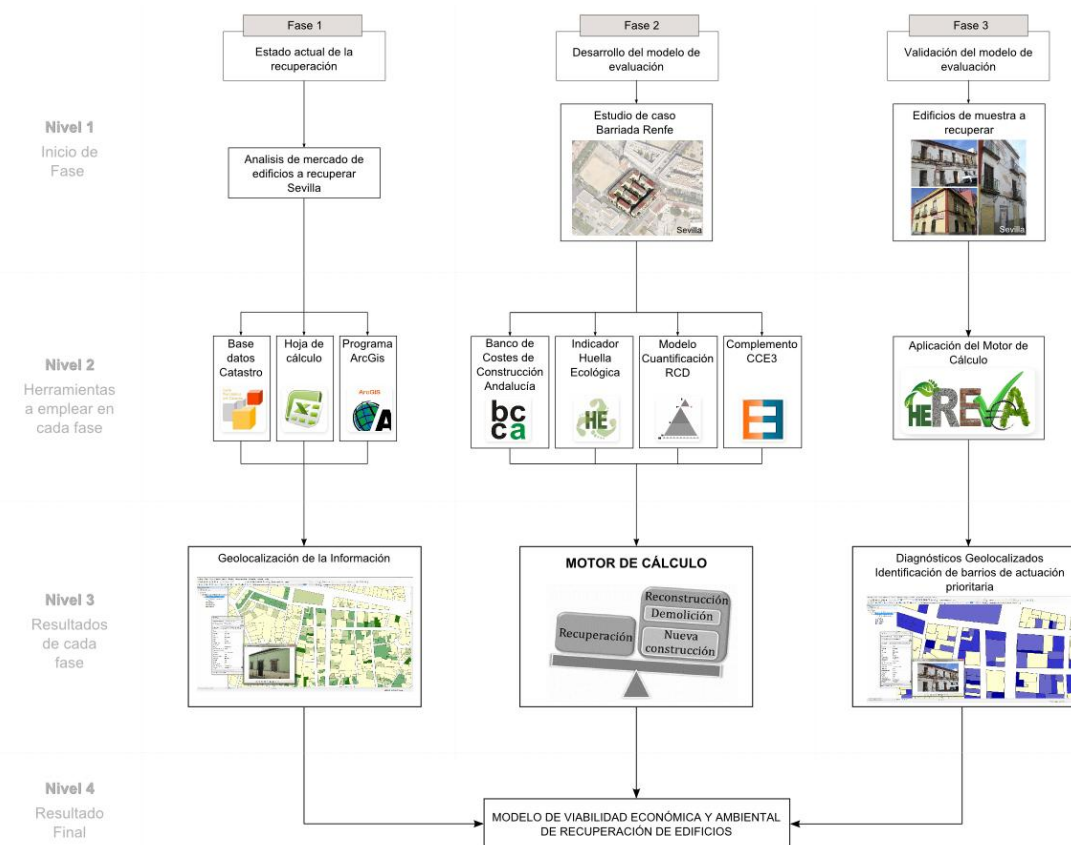
En el presente proyecto se propone el desarrollo de una metodología a partir de la aplicación del indicador HE, que permita conocer la viabilidad ambiental de la recuperación de edificios frente a su demolición y posterior reconstrucción, de manera que sea posible prever las emisiones generadas y los recursos naturales empleados, materiales y energéticos, y generación de residuos y emisiones; el modelo plantea la posibilidad de conocer el impacto ambiental del proyecto objeto de estudio de manera rápida y con total fiabilidad de los resultados.

Con el objeto de obtener un modelo con una estructura lo suficientemente estable y consolidada, se recurre a instrumentos que aseguren una toma de decisiones eficaz, ordenada y con garantías. Es en este marco donde encontramos los sistemas de clasificación de la información de construcción, que dividen un problema complejo en partes más simples que luego pueden ser agregadas para definir el desarrollo completo de la obra (Marrero y Ramírez, 2010). La utilización de estos sistemas en los proyectos de edificación proporcionaría el coste energético y de emisiones de CO₂, además del monetario, lo que facilitaría la toma de decisiones en la mejora de cada proyecto de edificación, a la vez que se podría llegar a alcanzar objetivos diferenciadores y cuantificables respecto a otros proyectos.

En este ámbito de actuación, la inclusión de la repercusión de los costes medioambientales, específicamente centrados en la cuantificación e inclusión de la energía embebida necesaria en cualquier componente de las unidades de obra, a partir de su descomposición tradicional: materiales, mano de obra y maquinaria, ya que son estos factores los que controlan significativamente la HE y las emisiones de CO₂ en la construcción de edificios (Solís et al. 2013).

2. Objetivos perseguidos y resultados previsibles

Es. Para ello, el estudio se llevará a cabo en tres fases que se muestran en el diagrama de flujo de la Fig. 1.



in

Fig. 1: Diagrama de flujo: Fases del proyecto

2.1. Análisis del estado actual de la recuperación (Fase 1)

En la primera parte del trabajo se realizará un análisis del estado previo de la investigación en el campo de la recuperación de edificios, para poder establecer más claramente qué tipo de modelo será necesario diseñar. Consistirá en conocer el mercado de edificios susceptibles de sufrir rehabilitación debido a su mal estado de conservación. El objeto de este estudio previo no es otro que el de identificar edificios reales de los que obtener indicadores que permitan generar un procedimiento innovador para evaluar e integrar todos los impactos.

Las herramientas a emplear en esta primera fase serán, la base de datos de la sede electrónica del Catastro, de donde obtener la información general de los edificios, y el programa de procesamiento ArcGis, para geocalizar la información. En esta primera fase de la investigación ya se ha avanzado y se han obtenido los primeros resultados (Alba-Rodríguez et al. 2013).

2.2. Estudio de casos reales de recuperación de edificios (Fase 2)

La Fase 2 se centra en el desarrollo del modelo para determinar la HE de recuperación de edificios y la obtención subsecuente de una herramienta que permita evaluar la viabilidad económica y ambiental de dicha recuperación. Se comienza con el estudio de caso de un proyecto de recuperación de gran interés, debido a las circunstancias que la promovieron, la denominada “Barriada Renfe”, situado en el Distrito Macarena de la ciudad de Sevilla.

Esta segunda fase servirá para realizar el análisis integral de costes. Al tenerse en cuenta todos los costes económicos y ambientales derivados del proceso edificatorio, incluidos los costes de recuperación y/o demolición-reconstrucción, en esta fase será preciso contar con herramientas robustas y fiables que permitan una correcta valoración y estructuración de los escenarios de gestión y actuación. El nuevo modelo se basa en herramientas previas (en cuyo desarrollo han participado los integrantes del presente proyecto) y se describen a continuación:

Modelo de clasificación sistemática en la edificación.

Se empleará la Base de Costes de la Construcción de Andalucía (BCCA, 2013), elaborada entre otros, por los investigadores del proyecto, que pertenecen a su vez al grupo ARDITEC.

Modelos de cuantificación de residuos de construcción-demolición (RCD).

Los investigadores participantes en el proyecto, desarrollaron un software para determinación de la fianza que debían depositar los promotores para la correcta gestión de los RCD y dar cumplimiento a la Ordenanza de la Mancomunidad de los Alcores (Solís-Guzmán et al., 2009). Igualmente elaboraron el capítulo de gestión de RCD en la BCCA. Dichas herramientas pueden ser adaptadas a la cuantificación y presupuestación de los RCD que se generan en la potencial demolición o recuperación de los edificios analizados.

Indicador HE aplicado a edificación.

La estructura actual del modelo de HE para edificación en su fase de construcción se recoge en la figura 2. Este modelo sufrirá variaciones y aportaciones para el caso de la recuperación de edificios. En el esquema de dicha figura se pueden apreciar diferentes conceptos clasificados en varios niveles (fuentes de impacto, recursos, elementos intermedios y huellas). Las fuentes de impacto sobre el territorio se agrupan en función de cómo se obtienen, a través del presupuesto y mediciones del proyecto analizado o a través de los datos generales del mismo.

En el primer caso, el presupuesto descompone estos impactos según las mediciones de cada proyecto, estos están estructurados según la clasificación sistemática del BCCA, conociendo así los descompuestos de cada una de las partidas y los rendimientos y cantidades de recursos empleados. Cada uno de estos elementos básicos supone el empleo de unos determinados recursos o la generación de residuos, lo que permite evaluar esos impactos desde el punto de vista de la HE. El consumo de mano de obra genera, por un lado, gasto de alimentos por parte de los operarios, y la subsecuente generación de residuos sólidos urbanos (RSU) y por otra, el empleo de combustible derivado de la movilidad de los operarios (desplazamientos hasta el lugar en el que se ubica la construcción). Por su parte, los materiales de construcción, a través de los procesos de extracción, fabricación, transporte y puesta en obra, consumen combustible (transporte de los materiales a la obra) o energía (necesaria para la fabricación de los materiales y su puesta en obra). Para el análisis de la huella de los materiales se realiza el estudio cuantitativo de los materiales de construcción y cómo se traduce esa cantidad en recursos expresables en términos de HE. Igualmente, la maquinaria empleada en la obra consume combustible o electricidad, según la tipología de maquinaria considerada.

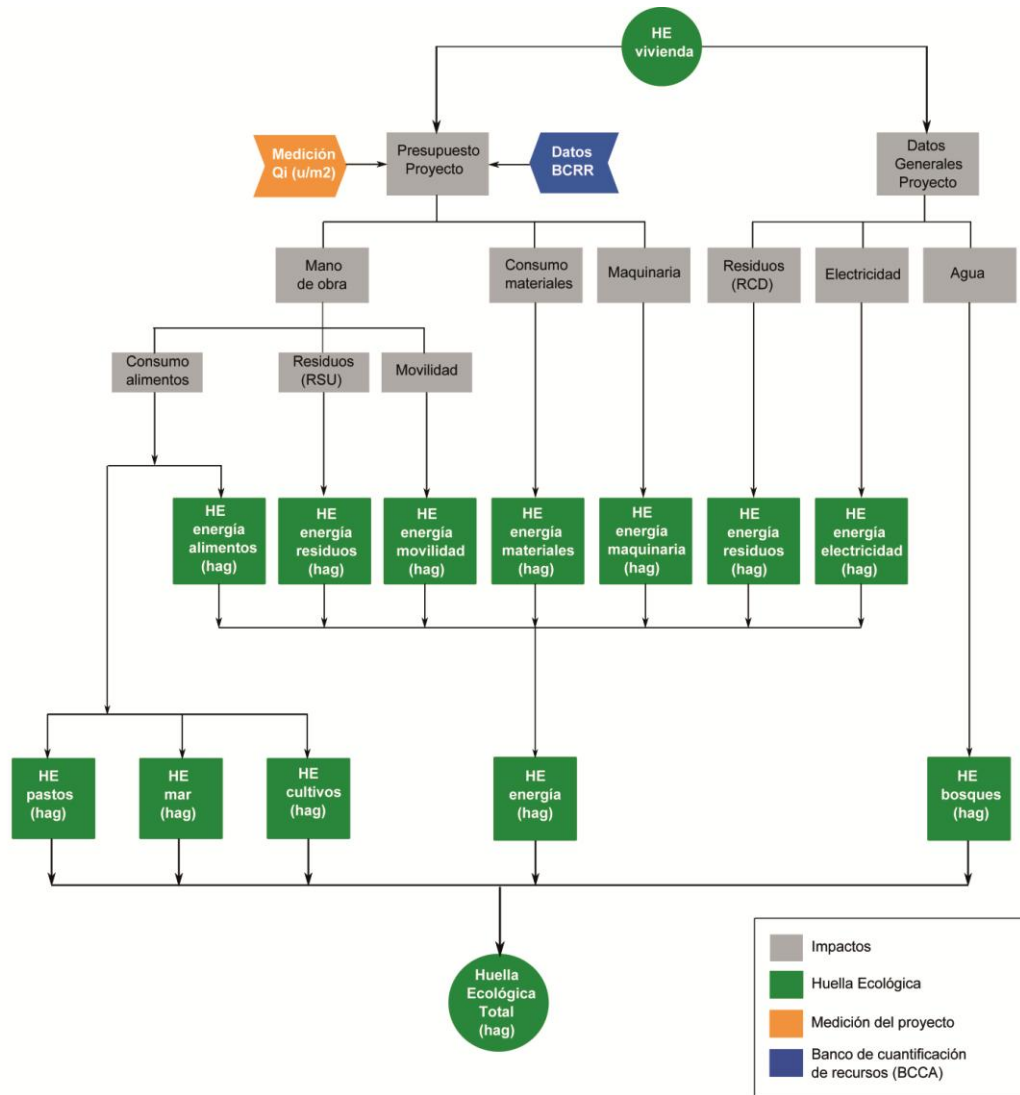


Fig. 2: Árbol metodológico de la investigación (González Vallejo et al. 2015)

En el segundo caso, aquellos impactos definidos a través de los datos generales del proyecto, son los que no se obtienen a partir de las mediciones del mismo, los más importantes son el consumo eléctrico y de agua durante la obra.

Para la obtención de las huellas parciales y totales se emplean coeficientes de transformación. Cada tipo de consumo requiere un coeficiente de transformación distinto, empleándose desde factores de emisión y absorción, hasta factores de productividad y equivalencia; los factores de equivalencia convierten los resultados de (ha) a hectáreas globales (hag), permitiendo que los resultados obtenidos sean comparables.

En definitiva, el modelo de cálculo de HE (fig. 2), determina la huella total, que a su vez se define a partir de diferentes huellas parciales: energía (fósil), pastos, mar, cultivos y bosques. Éstas provienen de los impactos generados por los recursos, la energía y la generación de emisiones de CO₂ y residuos. En particular, en la edificación los impactos son: consumo de electricidad y agua durante la obra, consumo de alimentos y la movilidad de la mano de obra, materiales de construcción, residuos de demolición y construcción (RCD) y los sólidos urbanos (RSU).

Mediante la modelización del indicador HE para la recuperación de edificios se conseguirá una herramienta para medir la ampliación del ciclo de vida de los edificios y por consiguiente de los

materiales que lo constituyen, así como el ahorro energético y de recursos materiales obtenido al evitar la ejecución de una nueva edificación, previniendo además la elevada generación de residuos procedente de la demolición total del edificio.

Evaluación de costes de intervención para la recuperación energética de edificios.

Por último, se incorpora al cuerpo de la investigación el modelo de costes de intervención para la rehabilitación energética de edificios. Este programa informático se ha desarrollado los dos últimos años en colaboración entre los grupos de investigación de la Universidad de Sevilla Arditec y Termotecnia, y forma parte de los llamados Complementos del CE3 (procedimientos simplificados reconocidos por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo para certificación energética de edificios existentes). Los costes de intervención de la rehabilitación se han realizado conforme a la estructura de costes del BCCA. Para el caso de la investigación que se va a realizar, permitirá determinar los costes de inversión en aquellas estrategias relacionadas con la recuperación energética de los edificios.

2.3. Validación del modelo y orientación al mercado (Fase 3)

La última fase del proyecto (Fase 3) consistirá en la validación del modelo de evaluación. Para ello, se aplicará el motor de cálculo obtenido a una muestra de edificios, identificados en la primera fase como edificaciones susceptibles de sufrir una recuperación. Con la unión de la funcionalidad del programa de procesamiento geoespacial ArcGis y el nuevo modelo de evaluación de Viabilidad Económico y Ambiental de Recuperación de Edificios (HEREVEA) se consigue la integración de los costes ambientales al análisis integral de costes.

El objetivo final va encaminado al empleo de la herramienta en la planificación urbanística, en las actuaciones de recuperación en barrios o zonas degradadas, siempre desde la perspectiva integral (análisis técnico, económico, ambiental y social).

3. Aspectos innovadores y justificación del proyecto

3.1. Grado de innovación

La investigación permitirá incorporar novedosas herramientas informáticas desarrolladas por los participantes del proyecto a un motor de cálculo para evaluar la viabilidad económica y ambiental de edificios. Dicho motor de cálculo finalmente dará lugar a una herramienta informática que se basará en los softwares explicados en el punto anterior: Software para cuantificación de RCD, para evaluación de HE en edificación y para análisis económico de la recuperación energética. Las tres herramientas se basan en la estructura de la BCCA.

El elevado grado de innovación del proyecto radica en que las tres herramientas no tienen actualmente equivalente en España, y además han sido reconocidas a nivel internacional, como lo demuestra el hecho de que los modelos de RCD y HE son referencia mundial para los investigadores de este campo de aplicación. Por tanto, el desarrollo del modelo de evaluación de viabilidad económica y ambiental permitirá al equipo de investigación seguir en la vanguardia de la evaluación del impacto ambiental en edificación, además de generar una potente herramienta de cálculo que ayude en la toma de decisiones relativas a la recuperación de edificios, permitiendo además decidir de forma objetiva qué actuaciones son prioritarias desde el punto de vista constructivo en aquellos barrios más deteriorados.

Hay que hacer notar que el desarrollo del indicador HE se ha centrado hasta la actualidad en la fase de construcción y uso, pero no se ha avanzado en la fase de demolición/recuperación, por lo que los resultados obtenidos serán pioneros a nivel mundial.

3.2. Justificación del proyecto

Actualmente, la Unión Europea está financiando líneas de investigación prioritarias relativas tanto a la recuperación energética de edificios como al empleo de nuevos indicadores de evaluación ambiental. Para el caso de la HE, las potencialidades del empleo de la herramienta en el sector edificatorio serían:

- Determinación de los impactos ambientales de los proyectos analizados: consumo de recursos (materiales y energéticos), generación de residuos y determinación de la superficie productiva equivalente consumida.
- Para el análisis de la recuperación de edificios, económica y ambiental, poder comparar dos escenarios: la obra de demolición y la posterior nueva construcción, y la obra de recuperación.
- Implementación de una herramienta para la toma de decisiones en las actuaciones prioritarias de rehabilitación de barrios.
- Definición de políticas de actuación en función de los impactos ambientales y económicos.

Por tanto, es fundamental que indicadores como la HE, sintéticos en su forma pero con gran potencial de análisis en su contenido y con unas posibilidades muy altas de ser adoptados por todo tipo de público, sean incorporados a todos los sectores productivos, incluido el edificatorio. Este sector, generalmente reacio a establecer medidas de análisis ambiental, puede incorporarlas y evaluar los impactos ambientales que generan sus procesos y actuar sobre los más contaminantes.

4. Referencias

Alba-Rodríguez, D., Marrero, M., Solís-Guzmán J. (2013) Economic and Environmental Viability of Building Recovery in Seville (Spain). Phase 1: Database in Argis. *Srodowisko Mieszkaniowe*. Vol. 11/2013, 297-302. ISSN: 1731-2442.

BCCA, S. L. (2013). Memoria Base de Costes de la Construcción de Andalucía. Sevilla. <http://www.juntadeandalucia.es/fomentoyvivienda/portalweb/texto>. (consultada 11/11/2013).

González-Vallejo, P., Marrero, M., Solís-Guzmán, J. (2015) The ecological footprint of dwelling construction in Spain. *Ecological Indicators*, 52, pp. 75-84.

Marrero, M., Ramirez-de-Arellano, A. (2010) The building cost system in Andalusia: application to construction and demolition waste management, *Construction Management and Economics*, 28, pp. 495–507.

Solís-Guzmán J., Marrero M., Ramírez-de-Arellano A. (2013) Methodology for determining the ecological footprint of the construction of residential buildings in Andalusia (Spain). *Ecological Indicators*, 25, 239-249.

Solís-Guzmán, J., Marrero, M., De Montes, M. V., Ramírez-de-Arellano, A. (2009) A Spanish model for quantification and management of construction waste. *Waste Management*, 29, pp. 2542-2548.

Wackernagel, M., Rees, W. (1996). Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. New Society, Gabriola Island, British Columbia.

