

An aerial photograph of a city, likely Seville, Spain, showing a dense urban layout with many buildings and streets. The entire image is overlaid with a semi-transparent green filter. The text is centered on the page.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS II

TESIS DOCTORAL

**PRESUPUESTO AMBIENTAL. EVALUCIÓN DE LA HUELLA
ECOLÓGICA DEL PROYECTO A TRAVÉS DE LA CLASIFICACIÓN DE
LA BASE DE COSTES DE LA CONSTRUCCIÓN DE ANDALUCÍA**

Tesis presentada por Antonio Freire Guerrero

Directora: Dra. Madelyn Marrero Meléndez

AGRADECIMIENTOS

En estas líneas quiero agradecer brevemente el apoyo y ayuda de aquellas personas que han participado en este trabajo, sin ser conscientes a veces:

A mi directora de tesis, la Dra. Madelyn Marrero, por confiar en mí y enseñarme el camino correcto en el mundo de la investigación siempre con una sonrisa.

A mis compañeros de investigación, por apoyarme y ayudarme en todo momento con ánimo y comprensión.

A mi familia, por su apoyo incondicional para poder alcanzar la meta que decidí iniciar en el campo de la investigación.

Y a todas esas personas que, aunque no mencione expresamente en estas líneas, me ha mostrado su apoyo en esta andadura.

La investigación desarrollada en la presente tesis ha contado con una ayuda económica durante la primera fase de la investigación, Estudio de la huella ecológica de la transformación del uso del suelo, financiada por la Fundación Mapfre con las Ayudas a la investigación “Ignacio H. de Larramendi” (Tipo de Proyecto: Proyectos Fundación MAPFRE. Referencia: BIL/13/MA/048).

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	ESTADO DE CUESTIÓN.....	8
2.1.	Introducción.....	8
2.2.	Indicadores ambientales.....	10
2.3.	Huella ecológica.....	12
3.	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	15
4.	METODOLOGÍA.....	17
5.	SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA.....	20
6.	BASE DE COSTES DE LA CONSTRUCCIÓN DE ANDALUCÍA.....	26
7.	METODOLOGÍA HUELLA ECOLÓGICA EN EDIFICACIÓN.....	31
7.1.	Aspectos generales.....	31
8.	COSTES DIRECTOS.....	35
8.1.	Maquinaria.....	35
8.2.	Mano de obra.....	40
8.3.	Materiales de construcción.....	43
9.	COSTES INDIRECTOS.....	84
9.1.	Electricidad consumida.....	86
9.2.	Agua consumida.....	88
9.3.	Superficie consumida.....	90
10.	VEGETACIÓN Y ARBOLEDA.....	92
11.	ESTUDIO DE CASO.....	95
11.1.	Características.....	95
11.2.	Resultados y discusión.....	105
11.2.1.	Maquinaria.....	105
11.2.2.	Mano de obra.....	106
11.2.3.	Materiales.....	108
11.2.4.	Costes indirectos.....	110
11.3.	Huella total.....	113
11.4.	Análisis de biocapacidad de la parcela.....	116
12.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	118
12.1.	Proyecto 1 “Industrial Grande”.....	118
12.2.	Proyecto 2 “Industrial Pequeño”.....	123
12.3.	Proyecto 3 “Residencial Grande”.....	127
12.4.	Proyecto 4 “Residencial Pequeño”.....	131
12.5.	Comparativa de resultados.....	135
13.	CONCLUSIONES.....	140

14. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	142
15. BIBLIOGRAFÍA.....	143
16. GLOSARIO	151
17. ANEXO DE TABLAS	153
18. ÍNDICE DE FIGURAS.....	180
19. ÍNDICE DE TABLAS.....	182

1. INTRODUCCIÓN

La construcción es una de las actividades con mayor repercusión en cuanto a impactos ambientales se refiere, bien por el consumo de recursos naturales o por las emisiones generadas durante todo el ciclo de vida de las edificaciones; siendo necesario implantar mejoras en el aspecto ambiental en este sector ante la problemática del cambio climático.

Se puede establecer como objetivo principal la reducción del impacto producido por las actuaciones llevadas a cabo durante todo el ciclo (urbanización de parcelas, construcción de edificios, mantenimiento y uso, y posterior demolición o rehabilitación), siendo necesario para poder aplicar medidas de mejora realizar la medición o cuantificación de impactos; siendo por ello imprescindible la elaboración de un “sistema de medición ambiental”. Por ello, se opta por seguir el sistema de clasificación de los bancos de costes de los proyectos de edificación (concretamente la Base de Costes de la Construcción de Andalucía), permitiendo de este modo vincular el concepto de “coste ambiental” al de “coste económico” que ya se encuentra asimilado, entendido y usado por la sociedad.

Dentro de los indicadores ambientales, surge la necesidad de optar por un indicador que presente una metodología simple con resultados entendibles por el mundo no científico o especializado, y de fácil aplicación en políticas

medioambientales y toma de decisiones; encontrándonos en la huella ecológica (HE) al indicador elegido para el desarrollo del modelo propuesto en la presente tesis.

La HE aparece en el año 1996, cuando los profesores Mathis Wackernagel y William Rees de la Universidad de la Columbia Británica (Vancouver, Canadá) establecieron por primera vez su definición 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”. Este indicador ha sido usado para predecir impactos a gran escala, como los que generará la humanidad en el planeta Tierra o para calcular la huella que producida por los distintos países y ciudades. Su metodología ha sido adaptada a las particularidades del sector de la construcción por varios autores, entre los que destacan Bastianoni y Solís-Guzmán, contemplando ambos tan sólo la fase de construcción del edificio.

En esta línea se realiza la presente investigación, con el desarrollo de una metodología que permita obtener la HE de cualquier elemento que se emplee durante el ciclo de vida del edificio siguiendo el sistema de clasificación establecido en los bancos de costes de construcción. Para conseguir el modelo es necesario abordar varios objetivos secundarios, siendo el primero la realización de un análisis del actual sistema de clasificación sistemática del sector examinando los elementos que lo componen de modo que permita la incorporación de la HE. El segundo objetivo es estudiar la metodología de cálculo para poder adaptarla a los componentes identificados en el objetivo anterior. Por último, se procede a la integración de los aspectos ambientales en los económicos permitiendo de este modo poder crear un banco de costes ambientales.

En primer lugar se procede a realizar una revisión del estado de la cuestión, centrado en la los indicadores ambientales existentes y en el indicador elegido. Después se realiza un análisis de los sistemas de clasificación sistemática y bases de costes de la construcción existentes, entrando en detalle en la base seleccionada para la incorporación del indicador ambiental. A continuación se fijan los objetivos y metodología a seguir en la presente tesis y se realiza la definición de la formulación y datos auxiliares necesarios para poder adaptar y aplicar el indicador HE a los elementos que forman parte de los sistemas de clasificación sistemática de los bancos de costes.

Por último, la metodología establecida se aplica a un proyecto concreto para poder establecer su validación; consiguiendo la incorporación de la metodología al banco de costes, siendo el análisis sensible a cambios en la tipología y envergadura de los proyectos, identificando las actividades de mayor impacto. Para comprobar dicha sensibilidad se aplica el modelo a proyectos de urbanización de diferentes tamaños y

usos futuros (residencial e industrial) con diversos componentes en sus proyectos para observar su comportamiento.

Se extraen conclusiones de todo el trabajo planteando y futuras líneas de investigación teniendo en cuenta para ello los objetivos planteados, las situaciones abordadas durante el desarrollo de la metodología y el análisis de los resultados. Entre las conclusiones, la más significativa es la versatilidad demostrada por el indicador elegido, HE, para su adaptación a los bancos de costes de la construcción, siguiendo la estructura tradicional de los presupuestos de obras.

2. ESTADO DE CUESTIÓN

2.1. Introducción

En 1993 la World Wildlife Fund (WWF) define el término Construcción Sostenible, no sólo con los edificios propiamente dichos, sino también incluyendo su entorno y la manera en que “se comportan” para formar las ciudades; donde la construcción no es solo un asunto de edificios y ciudades sino que comprende más agentes, actuaciones y transformaciones que determinan la manera en que el fenómeno de la construcción respeta o incumple los principios y criterios del desarrollo sostenible (WWF, 1993).

La construcción, y otros agentes intervinientes de forma directa o indirecta, tiene notables impactos ambientales en cuanto a consumo de recursos naturales y energía o emisión de gases de efecto invernadero, de ahí la necesidad de considerar la dimensión ambiental como clave en un enfoque de construcción sostenible (Cambio Global España, 2010).

El sector de la construcción es el mayor consumidor mundial de materiales, y los edificios los elementos con mayor consumo de energía (Krausmann et al, 2009; De la Rue du Can y Price, 2008); siendo por ello los responsables del 19% de los gases de efecto invernadero (GEI) (Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2014).

Publicaciones recientes identifican a las construcciones como los objetivos principales para poder reducir las emisiones de GEI en un corto periodo de tiempo (IPCC, 2014; McKinsey et al., 2009). Los responsables políticos han comenzado a tomar medidas mediante la introducción de normativas que exigen las mejoras en la construcción del edificio y su rendimiento, tales como la directiva de la Unión Europea sobre la eficiencia energética de los edificios. Estas regulaciones principalmente se han centrado en las emisiones de GEI asociadas con el uso de energía en actividades tales como calefacción, refrigeración e iluminación, sin embargo no han actuado sobre la construcción de los edificios.

Estudios recientes que evalúan el ciclo de vida del edificio han demostrado que las emisiones asociadas a la construcción del edificio puede oscilar entre el 2% y el 80% de las emisiones de toda su vida útil (Ibn-Mohammed et al., 2013), dependiendo dicho porcentaje de una serie de características entre las que destacan el uso del edificio, la ubicación, los materiales empleados y los supuestos acerca de la vida útil y el suministro energético futuro; pudiendo ser mayor en ciertos tipos de edificios, como los de uso industrial, donde las emisiones incorporadas pueden ser de hasta un 90% del total (Sturgis y Roberts, 2010). En esta línea es posible reducir este porcentaje con mejores análisis de los factores que tienen mayor repercusión en la construcción del edificio y de una reducción en el uso de energías fósiles para la generación de electricidad (Ibn-Mohammed et al., 2013).

La importancia de las emisiones aumenta aún más cuando se tiene en cuenta la temporalidad de las emisiones; ya que se considera el momento de la construcción de los edificios como el punto donde se produce la mayor generación de emisiones dentro de su ciclo de vida, siendo este momento el hito establecido como el objetivo principal para la mitigación del cambio climático (Heinonen et al., 2011); y son los materiales de construcción los principales causantes de esta contaminación (Solís-Guzmán 2011, González-Vallejo et al. 2014). En esta línea, Watson et al. (2012) mostraron que la principal barrera para adoptar materiales de construcción no convencionales fueron los altos costes, la falta de conocimientos de técnicos y clientes sobre la existencia de dichos materiales.

La industria de la construcción puede tratar de superar estos obstáculos mediante el fomento información previa en las cadenas de suministro de materiales, un análisis efectivo del coste durante la vida útil del material, y cambios en las condiciones y documentación de licitación. Además, se requiere una formación adicional para muchos profesionales y empresas que realizan análisis de las emisiones producidas. También se deben compartir los conocimientos sobre las emisiones de los materiales tales como los datos de cada tipo de material, su correcta utilización, intercambio de

documentación técnica, etc. La construcción no debe esperar la creación de normativa para actuar en materia medioambiental, siendo activos con los clientes para hacerlos partícipes y conscientes de la necesidad de mejora ambiental en el sector de la edificación.

Zhang y Canning (2011) afirman que existen una serie de factores impiden la selección de materiales innovadores, tales como: la falta de beneficios a corto y medio plazo, la falta de comercialización eficaz, la falta de difusión de información sobre los nuevos materiales a los agentes intervinientes, y de datos de apoyo, y proyectos demostrativos a escala real. Los autores argumentan que esto puede ser combatido con guías técnicas y de diseño, y junto a la promoción de estos productos, haciendo partícipes a los agentes interesados.

Incluso en los casos en casos reales donde han sido adoptados materiales alternativos, existen otras prioridades que afectan a la elección de materiales (Jannik et al., 2016). Un estudio internacional de equipos de diseño realizado en 2012 por Arup para el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD) demostró que a pesar de un gran número de factores que influyen en la selección del material, el coste económico era el criterio de prioridad, y la sostenibilidad del material tenía menos influencia aunque existieran conocimiento y experiencias anteriores por parte del personal técnico (Arup y WBCSD, 2012).

Lo anterior fortalece la propuesta de la presente tesis en la inclusión del impacto ambiental en los presupuestos de los proyectos de construcción. Ya que el control de costes forma parte de la cultura del sector y puede servir como introducción de aspectos medioambientales en los criterios de selección. Para ello, en primer lugar, se repasan los indicadores ambientales, luego nos centraremos en el indicador huella ecológica (HE) y su aplicación en construcción, finalmente se define la perspectiva de un “presupuesto ecológico” a través de los bancos de costes de la construcción.

2.2. Indicadores ambientales

Una máxima, ya ampliamente aceptada sobre los indicadores ambientales acerca de su utilidad principal, es la derivada de haber alcanzado un papel especial como herramientas básicas de información para la elaboración de informes y toma de decisiones sobre el estado del medio ambiente. Este papel facilita realizar la revisión regular de los progresos realizados en relación con los objetivos establecidos y difundir los resultados tanto a los responsables de dichas políticas como al público en general.

Para este fin, son muchas las iniciativas realizadas por distintos organismos internacionales. Entre otros, destacan: la Comisión de Desarrollo Sostenible de

Naciones Unidas (1996), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la Comisión de la Unión Europea y su Oficina Estadística y la Agencia Europea de Medio Ambiente. En este sentido, se destaca la idoneidad de los indicadores como herramientas para suministro y producción de información en relación con el seguimiento de las políticas de integración que se desarrollen.

Las definiciones sobre indicadores existentes; sobre todo, teniendo en cuenta que la mayoría de los parámetros o variables estadísticas asociados a temas ambientales pueden ser considerados como indicadores siempre que aporten mensajes simples y claros sobre lo que está ocurriendo en el medio ambiente. De estas definiciones, es muy importante la establecida por la OCDE (1993) que considera que un indicador es un parámetro, o valor derivado de otros parámetros, dirigido a proveer información y describir el estado de un fenómeno con un significado añadido mayor que el directamente asociado a su propio valor. A su vez, este organismo define el concepto de índice como un conjunto agregado o ponderado de parámetros o indicadores.

En esta misma línea, podemos destacar la definición propuesta en la publicación del Ministerio de Medio Ambiente, *Indicadores Ambientales (1996)*: «*Un indicador ambiental es una variable que ha sido socialmente dotada de un significado añadido al derivado de su propia configuración científica, con el fin de reflejar de forma sintética una preocupación social con respecto al medio ambiente e insertarla coherentemente en el proceso de toma de decisiones.*»

En esta misma publicación se contempla el concepto de índice, que se puede identificar como la expresión numérica, obtenida de la fusión de varias variables ambientales mediante criterios de ponderación específicamente definidos. Posee un carácter social más acentuado debido a la intencionalidad con que se establece el proceso de ponderación. Los índices, por tanto, puede hacer el papel de los indicadores. Por ello, los indicadores ambientales se refieren siempre a problemas ambientales socialmente relevantes y deben comunicar y orientar la interpretación de un dato de tal modo que puedan ser útiles a los procesos de toma de decisiones y, en general, constituyan una buena base de consulta, completa y asequible, para un público amplio y no necesariamente experto. En resumen, los indicadores condensan la información, simplifican la aproximación a los problemas medioambientales y sirven de instrumento útil para la comunicación de los mismos (Solís-Guzmán, 2011).

Los indicadores ambientales se pueden clasificar en dos tipos: indicadores de presión o físicos e indicadores de sostenibilidad. Los indicadores de presión emplean unidades físicas convencionales, evaluando normalmente factores muy localizados lo que permite obtener datos de primer nivel para posteriormente tras procesarlos conseguir información más simplificada. Ejemplos de combinaciones de este tipo de

indicadores son los sistemas de certificación ambiental de proyectos como BREEAM (Reino Unido) y LEED (EEUU), que aportan una lista de indicadores para comparar rendimientos de edificios e impactos ambientales (Martínez Rocamora, A. 2016).

Los indicadores de sostenibilidad aportan una evaluación general teniendo en cuenta aspectos múltiples que pueden no estar relacionados. Estos indicadores se obtienen procesando datos relativos a distintos niveles a través de algoritmos basados en la termodinámica. Ejemplos de este tipo de indicadores son el análisis de emergencia (Meillaud et al. 2005), la HE (Wakernagel y Rees, 1996), o la huella de carbono (Weidema, 2008).

Sin embargo, en el ámbito de la edificación, donde se tienen en cuenta los recursos necesarios durante el ciclo de vida del edificio (extracción de materias primas, transformación en materiales, utilización en obra, demolición y reconstrucción), se han empleado normalmente indicadores que siguen la metodología del análisis del ciclo de vida (Zabalza Bribián et al. 2011 y Malmqvist y Glaumann, 2009). Actualmente existe una tendencia a emplear metodologías más simples que sean fácilmente entendidas por la sociedad y su aplicación sea más rápida y directa, entrando en este aspecto el uso de la HE ya que los resultados que produce son entendibles por el ámbito no académico, además de que presenta una fácil aplicación en políticas medioambientales y toma de decisiones (Solís-Guzmán y Marrero, 2014); siendo por estos motivos por los que se ha optado por elegir este indicador para el desarrollo de la metodología propuesta en la presente tesis.

2.3. Huella ecológica

Como se ha discutido en la sección anterior, la razón del impacto tan considerable de la construcción hay que buscarla en los procesos de edificación, desde la fabricación de materiales, pasando por su construcción y posterior uso, y finalizando con la demolición. Ante la necesidad de implantar mejoras en el aspecto medioambiental en la construcción es necesario contar con indicadores contrastables y fiables que sean sensibles a los cambios. En esta línea, dos profesores de la Universidad de la Columbia Británica, Wackernagel y Rees definieron el concepto de huella ecológica (HE) que permite la comparación de la huella ambiental provocada por continentes, países, regiones, etc.; entendida la HE como “el área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos, por una población dada,

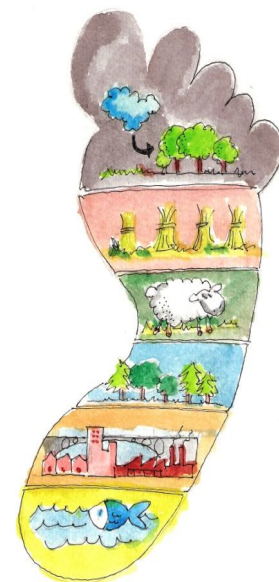


Figura 1- Territorios productivos de la HE

con un nivel de vida específico, de forma indefinida” (Wackernagel et al., 1996), tal y como se representa simbólicamente en la **Figura 1** (Solís y Marrero, 2014).

Los aspectos más relevantes del indicador son sus conceptos simples, que son fáciles de calcular, y pueden ser entendidos y adoptados por el público en general permitiendo de este modo influir en las decisiones de consumidores, legislación y regulación del sector; y la unión de factores de diferentes fuentes en un solo indicador, permitiendo obtener una visión general de todos los impactos de una actividad o sector productivo. Esta unión posibilita calcular el impacto total de cualquier actividad humana de manera claramente comprensible, dando también la opción de estudiar la HE por categoría (diferentes clasificaciones del territorio), identificando de este modo los aspectos más influyentes.

En el lado negativo, la unión de factores conlleva la adopción de varias presunciones basadas en hipótesis subjetivas documentadas que permiten representar todos los impactos que en una sola unidad. También indicar que la HE no diferencia entre el uso sostenible y no sostenible de la tierra; no teniendo en cuenta por ello aspectos que pueden considerarse importantes, como por ejemplo, en la agricultura, la explotación intensiva de la tierra puede alcanzar una mayor productividad y una HE inferior, pero también puede deteriorar la productividad para las generaciones futuras por medio de empobrecimiento de los suelos, los pesticidas, los fertilizantes y el consumo de agua (Solís-Guzmán y Marrero, 2014).

El indicador se ha utilizado desde su creación para determinar los impactos en diferentes escalas: para predecir los impactos generados por la humanidad en el planeta, para el cálculo periódico de la huella de la humanidad en el planeta o para calcular periódicamente la HE de diferentes países, ciudades, barrios, sectores productivos e industrias. Esta metodología, adaptada a las características únicas del sector de la construcción, ha sido elegida por su comprensibilidad, la transparencia y la capacidad de adaptación (González-Vallejo et al. 2015).

En el área de la edificación, el indicador HE se ha aplicado al estudio del crecimiento de distritos de gran altura en Teheran (Samadour y Faryadi, 2008), viviendas de campesinos (Zhao y Mao, 2013), hoteles (Li y Cheng, 2010), y la rehabilitación de una casa centenaria (Bin y Parker, 2012), además de haberse desarrollado una herramienta para la estimación de la huella ecológica y huella de carbono de edificios (Olgyav V., 2008). Finalmente, también ha sido analizado el ciclo de vida de los edificios (proyecto, construcción, uso y demolición) y su estudio según HE (energía, recursos, CO₂ y residuos sólidos), aplicándolo a un centro de exposiciones en Wuhan (China) (Teng y Wu, 2014).

Cabe destacar otros estudios que han optado por adaptar el indicador HE a las particularidades del sector de la edificación. El primero de ellos (Bastianoni et al., 2007) calcularon la HE de dos edificios italianos, teniendo en cuenta principalmente la energía incorporada en los materiales y en el proceso de construcción (un 5% del total de los materiales). Los resultados quedan reflejados en terreno para la absorción del CO₂, terreno de bosques (para los materiales de madera), y el área ocupada por los edificios. Por otro lado, el segundo estudio (Solís-Guzmán et al., 2013) desarrollaron un modelo de cálculo similar con algunas hipótesis innovadoras, tales como incluir el consumo de comida y los traslados de los operarios, o el consumo de agua en la obra, el cual no suele aparecer en los estudios de HE ya que no está incluido en la metodología general del indicador. Con la inclusión de los alimentos aparecen huellas adicionales asociadas a terrenos de cultivo, pastos y pesca, necesarios para su producción. El trabajo de Solís-Guzmán ha sido completado con el análisis de 94 proyectos de viviendas en España (González-Vallejo, et al. 2015).

Continuando con la anterior línea, Martínez-Rocamora (2016) diseña un método de cálculo de los costes económicos y el impacto ambiental de los edificios durante la fase de uso y mantenimiento, tomando como base el proyecto de ejecución, arrojando datos en términos de HE. También existen estudios (Alba-Rodríguez, 2016) que proponen el desarrollo de una metodología HE que permite conocer la viabilidad ambiental de la recuperación de edificios frente a su demolición y posterior nueva construcción, de manera que es posible prever las emisiones generadas y los recursos naturales consumidos.

En el presente trabajo de investigación, se parte del anterior modelo y se desarrolla una metodología capaz de determinar de la HE de los elementos que forman parte de las tradicionales bases de costes de la construcción, enfocándolo desde una nueva perspectiva de “presupuesto ambiental”, utilizando las herramientas normalmente empleadas en los presupuestos de proyectos de edificación, donde definiendo costes ambientales directos e indirectos, debe facilitar la incorporación de indicadores ecológicos en el sector de la construcción.

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Se plantea el desarrollo de una metodología que permita la introducción del aspecto ambiental en las bases de costes de la construcción, permitiendo de este modo crear el concepto “coste ambiental” dentro de estas herramientas de presupuestación; a partir del indicador HE, de manera que sea posible la obtención de un presupuesto ambiental del proyecto a la vez que se genera su coste monetario. Además, se pretende tomar como base el sistema de presupuestación ya existente debido al conocimiento generalizado por parte de los profesionales del sector no creando de este modo distorsión alguna al añadirle el concepto ambiental.

Del objetivo principal de la tesis: incorporación del aspecto ambiental a las bases de coste de la construcción, se desprenden otros objetivos de menor rango pero de igual importancia, ya que sin su consecución no sería posible llegar al objetivo principal, siendo estos objetivos los siguientes:

- Análisis del actual sistema de clasificación sistemática. Estudio de todos los sistemas de clasificación internacionales y nacionales, permitiendo elegir una base de datos contrastada para la incorporación de la HE.
- Análisis de los elementos que forman parte de la Base de Costes de la Construcción de Andalucía, BCCA (costes directos e indirectos), obteniéndose las unidades básicas sobre los que se basa el sistema.

- Análisis de la metodología de cálculo de HE. Se procede a analizar todos los componentes que forman parte de la HE para su adaptación a los bancos de costes.
- Aplicación del modelo. Se introducen los elementos ambientales en el sistema de clasificación de las bases de costes aplicándole un caso de estudio.
- Validación del modelo propuesto. Como punto final se plantea la validación del modelo aplicándolo a diferentes proyectos para analizar la sensibilidad a cambios tipológicos o constructivos, además de comprobar la correcta unión entre los conceptos ambientales y económicos pudiendo realizar su estudio completo.

Estos objetivos se consiguen según la metodología mostrada en el siguiente apartado. A largo plazo, los objetivos pretenden que el modelo se emplee a la hora del desarrollo inicial de cualquier proyecto, añadiendo el aspecto ambiental en la toma de decisiones de diseño.

4. METODOLOGÍA

Para poder conseguir el objetivo principal de esta investigación se seguirá el camino establecido en los objetivos específicos, que se traduce en la **Figura 2** y en la siguiente metodología:

Análisis de los actuales sistemas de clasificación sistemática

En el primer paso de la investigación se procede a analizar todos los indicadores ambientales y sistemas de clasificación sistemática actual a nivel tanto nacional como internacional para poder elegir una base que esté suficientemente contrastada para añadirle la HE.

De este modo, se opta por elegir la BCCA como soporte para la creación de la “base de datos ambientales” debido al amplio conocimiento que se posee sobre su estructuración y desarrollo, así como por su reconocida implantación, utilización en el mundo de la edificación, y por la situación geográfica donde se desarrolla la presente tesis.

Análisis pormenorizado de todos los elementos que componen la BCCA

En esta fase de la investigación se realiza un examen de todos los elementos que forman parte de la estructura de la BCCA, estableciendo los precios básicos como los componentes sobre los que hay que actuar permitiendo diferenciar dos conceptos:

- Costes directos.- se incluyen en este grupo la mano de obra, maquinaria y los materiales de construcción.
- Costes indirectos.- de este apartado forman parte la mano de obra y maquinaria de imputación indirecta, así como el consumo de agua, electricidad y superficie ocupada.

Además, se establece la necesidad de la correcta codificación mediante la BCCA a la hora de realizar las mediciones y presupuestos del proyecto, existiendo casos en los que sea necesaria una nueva elaboración de estas partes al no haber sido elaboradas según los parámetros de la BCCA.

Análisis de la metodología de cálculo de HE en construcción

Este apartado corresponde con el análisis de la metodología existente en materia de HE y su proceso de revisión o actualización en los diversos aspectos que forman parte de su contenido, como los indicadores o la forma de imputación de los diversos conceptos (consumo de combustible fósil, alimentación de la mano de obra...).

También se aprecia la necesidad de la creación de “familias ambientales” para los materiales, que corresponden a los grupos que existen en las bases de datos de análisis de ciclos de vida y que contienen los datos medioambientales necesarios para calcular la HE.

Adaptación de la HE a la base de costes

En este nivel, se establecen todos los procesos, conversiones y decisiones necesarios para poder aplicar el concepto de HE a los elementos de la BCCA permitiendo crear los pasos y herramientas que posibilitan “traducir” los conceptos que forman parte de los diferentes capítulos de precios económicos en lenguaje ambiental.

Validación y aplicación del modelo a casos reales

Como etapa final se diferencian dos partes, en primer lugar, se aplica la metodología descrita en cada elemento que forman parte del proyecto del estudio de caso que da comienzo a la presente metodología y modelo en la tesis doctoral del profesor Solís-Guzmán (2011). Y en segundo lugar, se aplica nuevamente la metodología descrita a varios proyectos de urbanización, con el objetivo de analizar la sensibilidad del modelo ante otro tipo de proyectos.

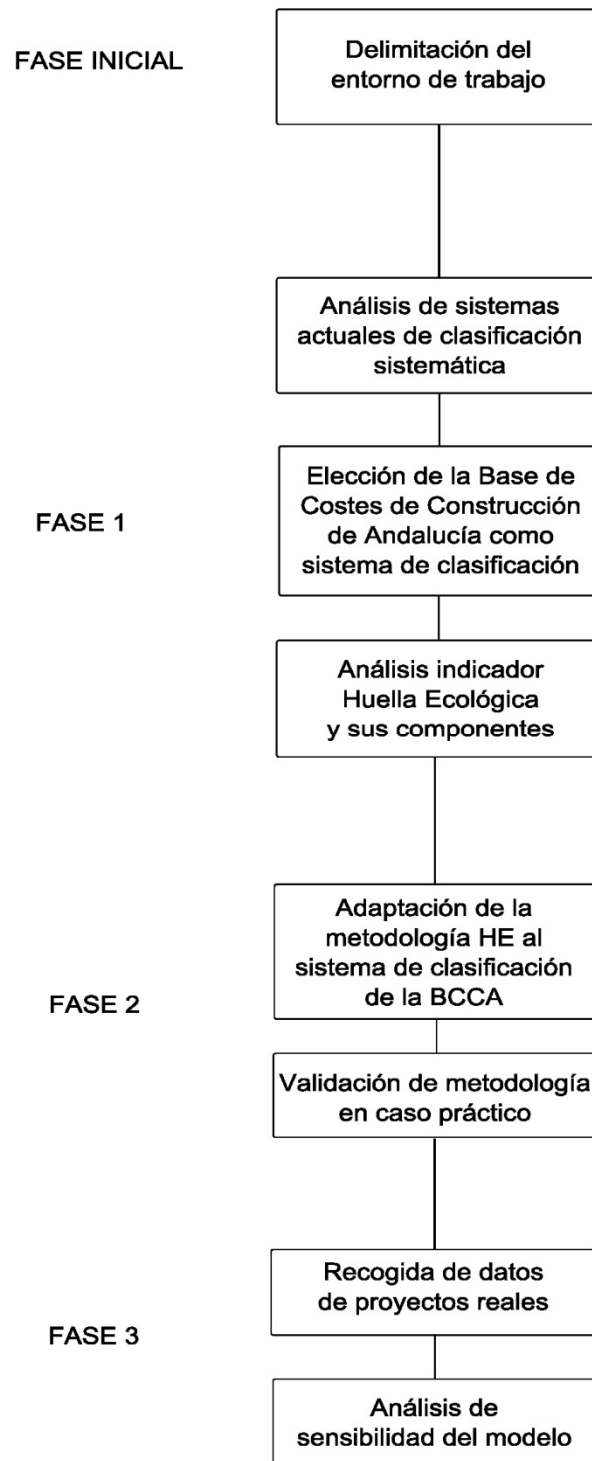


Figura 2.- Esquema de metodología

5. SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA

Un aspecto importante en la incorporación de “costes ambientales” a los presupuestos de obras se encuentra en los sistemas de clasificación de la información de construcción (SCIC).

Todos los SCIC intentan los mismos objetivos y el modo de llegar a ello es similar. El concepto básico es dividir un problema complejo, el presupuesto del proyecto, en partes que se pueden agregar para definir un desarrollo de la construcción completa. A continuación se enumeran los SCIC utilizados con mayor frecuencia: MasterFormat (Masterformat manual of practice, 1983), Unifomat (UniFormat™, 1998), Método Estándar de Medición de Ingeniería Civil (Telford, T., 1991), el CI/SfB (Jones, A. R., 1987) y el Uniclass (Omniclass, 2012).

El SCIC MasterFormat es un estándar para la construcción de proyectos de diseño y construcción en América del Norte en el que se enumeran los títulos y números de sección para organizar los datos de los requisitos de construcción, productos y actividades. Cada número y título define una sección, dispuestos en niveles en función de su amplitud de cobertura. Cada título se compone de cuatro niveles, delimitando cada uno una zona gradualmente más detallada de trabajo; contando con cuarenta y nueve divisiones principales; siendo las principales divisiones complejas y de difícil aplicación para facilitar la estimación de costes. Por otra parte, no sigue la secuencia

de tareas necesarias durante el proceso de construcción, lo que no es útil para la planificación y el control en la obra de construcción.

Otro sistema de clasificación americano es el Uniformat, el cual organiza la información preliminar de construcción en un orden o secuencia estándar sobre la base de los elementos funcionales. Los elementos funcionales a menudo denominados sistemas o conjuntos, son los principales componentes comunes en la mayoría de los edificios que generalmente realizan una función dada, independientemente de las especificaciones de diseño, método de construcción o materiales utilizados. Pero el Uniformat dificulta la estimación de costes, porque no desciende los suficientes niveles para asignar costes fácilmente.

El CESMM, Método Estándar de Medición en Ingeniería Civil, es el SCIC británico para obras civiles. Es un procedimiento para preparar el proyecto que tiene una estructura de desglose del trabajo y criterios de medición definidos. Las principales divisiones CESMM se representan con letras que separan más o menos el proceso principal que tienen lugar durante una construcción, como la demolición, movimientos de tierra, hormigón in situ, etc.

Otro SCIC utilizado es el Europeo CI/SfB, que significa Índice de Construcción / Samarbetskommitten for Byggnadsfrågor. Este sistema se utiliza en todo el mundo para la literatura técnica y el comercio de la construcción. Este es un estándar, marco común o lista de las partidas que recoge información sobre el diseño, la elaboración de informes, planes de costes, planos, especificaciones, facturas de cantidades y otros tipos de información para la construcción. El CI/SfB es decimal enumerativo, siendo reemplazado por un marco internacional desarrollado por el comité técnico ISO (TC59/SC13 GT2, 1994) para un sistema de clasificación de la información en el sector de la construcción (ISO 12006-2, 2015), que se está aplicando en el sistema Uniclass. El último se estructura con un sistema de clasificación como CI/SfB en lugar de un sistema de clasificación jerárquica como MasterFormat; sin embargo, a menudo en la clasificación de artículos en detalle, el sistema jerárquico se utiliza parcialmente dentro de una faceta.

El marco ISO organiza la información de la construcción en ocho facetas, incluyendo las instalaciones, el espacio, elemento, sección de trabajo, productos de construcción, las ayudas de la construcción, gestión y atributos. El alcance de la clasificación ISO se expandió a la información del ciclo de vida, incluyendo la gestión de la construcción y de los productos.

Las Comunidades Autónomas, habitualmente en colaboración con colegios profesionales del sector de la construcción, vienen desarrollando bancos de datos de la

construcción con un objetivo generalizado: unificar al máximo la estimación de costes de una obra. Estas se nutren principalmente de normativa y datos de fabricantes. Algunos bancos desarrollan herramientas de generación de precios y presupuestos.

En España las bases de costes de la construcción (BCC) poseen sus propios SCIC y su mayor ámbito de implantación suele ser su entorno geográfico, citando a continuación algunas de ellas: ITEC en Cataluña (Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña, ITeC, Barcelona, 2012), BPCM de Madrid (Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio, comunidad de Madrid, 2007), BDC-IVE en Valencia (Consejería de Infraestructuras, Territorio y Medio ambiente, Generalitat Valenciana, 2012), BDEU en el País Vasco (Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transportes del Gobierno Vasco, 2012), PRECIOCENTRO de Guadalajara (Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de Guadalajara, 2012) y el BCCA en Andalucía (Marrero y Ramírez de Arellano, 2010).

Se analizarán algunos de los bancos de datos que se entienden más relevantes a nivel nacional para tener una referencia antes de proceder al estudio del Banco de Costes de la Construcción de Andalucía, que se hará en el siguiente apartado.

BEDEC

El ITeC publica el Banco BEDEC (ITeC, 2012) que es un conjunto de bases de datos con información de productos de la construcción que ofrece precios, pliegos de condiciones, características técnicas, empresas, certificaciones, imágenes de productos y datos medioambientales. Contiene los precios clasificados en elementos unitarios y complejos de edificación, rehabilitación-restauración, mantenimiento, urbanización, ingeniería civil, seguridad y salud, costes indirectos y control de calidad; existiendo también las categorías de elementos auxiliares, maquinaria, materiales y mano de obra. En cuanto a los elementos de edificación, existen 15 subcapítulos en los complejos ordenados según su función (cimientos, estructuras, cubiertas...) y 25 subcapítulos en los unitarios con el mismo sistema de orden (derrivos, movimientos de tierra, cimientos, cerramientos, revestimientos, pavimentación...).

Base de Precios de la Construcción del Gobierno de Extremadura

De forma similar a como se realiza en Andalucía, el Gobierno de Extremadura por medio de su Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo (2012), publica su propia base de precios con el objeto establecer unos criterios comunes para la redacción de los precios. El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se basa en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución. Existen varias categorías o grupos, entre los que se encuentran los siguientes: mano de obra, maquinaria y elementos auxiliares y precios simples (que corresponden a los materiales); precios auxiliares y precios

descompuestos (edificación, urbanización y obra civil, seguridad y salud, rehabilitación, control de calidad y recogida y gestión de residuos). Esta base de datos tiene un esquema muy similar al de Andalucía, ya que los precios de mano de obra, maquinaria y materiales son la base para conformar el resto de precios auxiliares y descompuestos.

Base de Datos de la Construcción de la Comunidad de Madrid

La base de datos de la construcción de la Comunidad de Madrid (2007) está promovida por Portal de Vivienda y se define por sus promotores como una herramienta de trabajo, dirigida a profesionales de la construcción, que integra apartados de interés tales como: control de calidad, normativa, costes de referencia, base de precios, información relativa a sellos y marcas de calidad en los productos de construcción. La base de precios, denominada “B2007”, a su vez se define como una herramienta de apoyo para evaluar los costes de construcción y realizar presupuestos con descripciones de unidades de obra completas. El documento contiene los elementos constructivos (con precios básicos, auxiliares, unitarios, complejos, funcionales, en capítulos y subcapítulos) de las áreas de mano de obra y medios auxiliares, productos, materiales y equipos, seguridad y salud, urbanización y espacios públicos, y edificación con la nomenclatura de las normas tecnológicas de edificación (NTE). Las Normas Tecnológicas de la Edificación son un conjunto de 155 normas establecidas por el Decreto 3565/1972, de 22 de diciembre, del Ministerio de la Vivienda (BOE 15/01/1973), y a las que el Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio, que establece las Normas Básicas de la Edificación (BOE 09/07/1977) da la categoría de soluciones técnicas recomendables para los casos prácticos normales en edificación. Estas normas son de aplicación voluntaria, al poderse adoptar otras reglas y condiciones que cumplan igualmente las disposiciones básicas.

Se establece un primer nivel de clasificación jerárquica basada en las NTE, a través de la siguiente jerarquía: área, capítulo, subcapítulo y grupo. Además contiene la descripción completa y el precio de todos los conceptos, no incluyendo su descomposición. En el caso de los precios paramétricos sólo se genera el texto descriptivo de un derivado representativo de la familia. Este banco de precios carece de herramienta de generación de presupuestos por lo que no tiene creados criterios de aplicación de costes indirectos de ejecución de obras.

Los precios de esta base se crean usando precios básicos, usados tanto para el estudio de costes indirectos como de costes directos de ejecución, y precios descompuestos cuyo importe unitario se calcula en exclusiva por adición de costes directos de ejecución. Existe otro bloque que es una base de datos de fabricantes y distribuidores de productos, materiales y equipos.

Base de Datos de la Generalitat Valenciana

La Base de Datos de la Generalitat Valenciana (2012) está promovida por el Instituto Valenciano de la Edificación. Es una base de costes de la construcción muy similar a la de la Comunidad de Madrid, que se enmarca en un entorno de un completo catálogo de recursos de estudio económico, geofísico, normativo, de conservación y certificación energética principalmente. Se puede acceder a varias bases de costes por fechas de actualización siendo la más reciente la que denominan “BCD IVE 2016”

Su clasificación está realizada en 19 capítulos (demoliciones, acondicionamiento del terreno, cimentación...) que contienen subcapítulos con denominaciones específicas del precio hasta llegar al precio unitario que está formado por maquinaria, materiales, mano de obra y costes directos complementarios (que son de imputación porcentual y se asemejan al concepto de costes indirectos de otras bases).

Otros bancos de datos

Con un esquema de funcionamiento similar a los bancos de datos y precios de la Comunidad de Madrid y la Generalitat Valenciana se desarrollan otras como la que crea el Gabinete Técnico Aparejadores Guadalajara y que publica el Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de Guadalajara conocida como “Preciocentro” (Colegio de Aparejadores de Guadalajara, 2012) y la conocida como “Presupuesta” (Instituto Tecnológico de Galicia, 2011) que abarca varios bancos de precios entre los que destacan el Banco de Precios de Construcción del Colegio de Aparejadores de La Rioja (2005), la Base de Datos de Construcción de Galicia (Consellería de Vivenda e Solo de Galicia, 2011) y el Banco de Precios del Consorcio de Santiago (2004). Presupuesta es promovido por la Fundación Instituto Tecnológico de Galicia que fue fundada por los Colegios Oficiales de Arquitectos; Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos e Ingenieros Industriales de Galicia y que cuenta con representación en su patronato por el Colegio Oficial de Ingenieros de Minas del Noroeste de España, el Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos de Galicia, el Colegio de Ingenieros Agrónomos de Galicia, la Confederación de Empresarios de Galicia, los Vicerrectorados de Investigación de las Universidades de A Coruña, Santiago de Compostela y Vigo, y la Xunta de Galicia. Al igual que las anteriormente descritas, cuentan con un banco de precios de consulta pública en una página web y, con determinadas limitaciones, se posibilita la redacción de presupuestos de ejecución.

Estas bases están normalmente vinculadas al concepto de coste económico, excepto el BEDEC que también incorpora indicadores ambientales, ofrecen la posibilidad de convertirse en el método ideal para cuantificar no solo el aspecto económico sino también el ambiental, ya que poseen una descomposición y jerarquía de precios que posibilita introducir un proceso estandarizado. Un indicador importante del impacto ambiental es el consumo de energía en la fabricación de productos y

materiales necesarios para la construcción; por lo que se promueve el empleo de materiales renovables, reciclables o reciclados con reducciones en la energía incorporada en sus procesos, entendidos como la extracción de la naturaleza, fabricación y puesta a disposición en obra e incorporación final al edificio (Marrero y Ramírez de Arellano, 2010). Por ello, la valoración y limitación de la energía incorporada en los proyectos de edificación se perfila como un elemento indispensable. La utilización de las BCC en los proyectos debe facilitar la obtención de forma automática del coste ambiental además del monetario, lo que facilitaría la toma de decisiones desde este punto de vista, a la vez que se podría llegar a alcanzar objetivos diferenciadores y cuantificables respecto a otros proyectos.

En este ámbito de actuación es donde se introduce la presente línea de trabajo, la inclusión de la repercusión de los costes medioambientales, específicamente centrados en la cuantificación e inclusión de la HE en cualquier componente de las unidades de obra, a partir de su descomposición tradicional: materiales, mano de obra y maquinaria, ya que son estos los que controlan significativamente este indicador ambiental (Solís et al. 2013 y González-Vallejo et al. 2015) y las emisiones de CO₂ en la construcción de edificios. Se propone incluir de forma novedosa la energía consumida por los trabajadores, a través de su alimentación y generación de residuos, y de las máquinas a través del consumo de combustibles fósiles y electricidad (Freire y Marrero, 2014); para así determinar el coste de energía total de un proyecto de edificación, considerado como el sumatorio del consumo de sus unidades de obra (Freire y Marrero, 2015a). Los anteriores elementos son generalmente llamados costes directos de ejecución; existiendo también costes no incluidos en las unidades de obra (costes indirectos), como son la electricidad y el agua consumida durante la ejecución de la obra (la que no ha sido incluida como material de construcción), al igual que ocurre con el personal y maquinaria “indirecto” (Freire y Marrero, 2015b).

El método propuesto es válido para cualquier base de costes de la construcción (BCC) pero en el presente análisis se emplea como referencia la Base de Costes de la Construcción de Andalucía (BCCA, 2013), que se describe en detalle en la siguiente sección. La BCCA es un documento en constante desarrollo debido a la interacción de múltiples factores, entre los que se pueden destacar los cambios en los materiales empleados, los procedimientos de trabajo, la economía, la tecnología, la legislación, y aspectos sociales, culturales y ambientales (Marrero y Ramírez de Arellano, 2010); ofreciendo por tanto unos valores en permanente actualización.

Se concretará en la obtención de resultados mediante la determinación de la HE ocasionada por cada precio básico y que puede trasladarse a niveles superiores como resultado del sumatorio de los niveles inferiores. De esta manera se demostrará la versatilidad de la propuesta y la funcionalidad de la misma para adaptarse a los BCC.

6. BASE DE COSTES DE LA CONSTRUCCIÓN DE ANDALUCÍA

Esta base de costes surgió con la intención de que todos los profesionales de la construcción utilizasen el mismo léxico, a fin de buscar un mejor entendimiento y de evitar situaciones conflictivas. Al definir un sistema de ordenación y clasificación de las unidades de obra flexible y adaptable, rompe con la falta de uniformidad en la elaboración de presupuestos y con la situación de anarquía largamente mantenida que impedía la utilización de los sistemas informáticos y la mecanización de datos.

La estructura de costes de la Base de Costes de la Construcción en Andalucía, BCCA (2013) está creada con niveles claramente definidos, en los que desde el vértice de la jerarquía se desciende hacia los niveles inferiores, fraccionando cada grupo en subgrupos de características homogéneas. De este modo, la base de la pirámide está formada por los precios de suministros (PSU), que conectan directamente al sistema con los mercados de factores: mano de obra, materiales, maquinaria, subcontratas, etc. En el vértice superior de la estructura se sitúan los importes de contrata (IC), que conectan la información económica con los mercados de productos (residenciales, oficinas, centros docentes, etc.). La estructura se completa intercalando entre los extremos, dependiendo del grado de detalle buscado, niveles intermedios con mayor o menor desarrollo, ver **Figura 3**, (Ramírez de Arellano, A., 2004), como son los precios básicos (distribuidos principalmente según las tres naturalezas mencionadas: materiales, maquinaria y mano de obra), precios auxiliares formados por la unión de

precios básicos anteriormente descritos con las cantidades adecuadas a su tipología y función; y precios unitarios formados por la unión de precios básicos exclusivamente o en combinación con precios auxiliares.

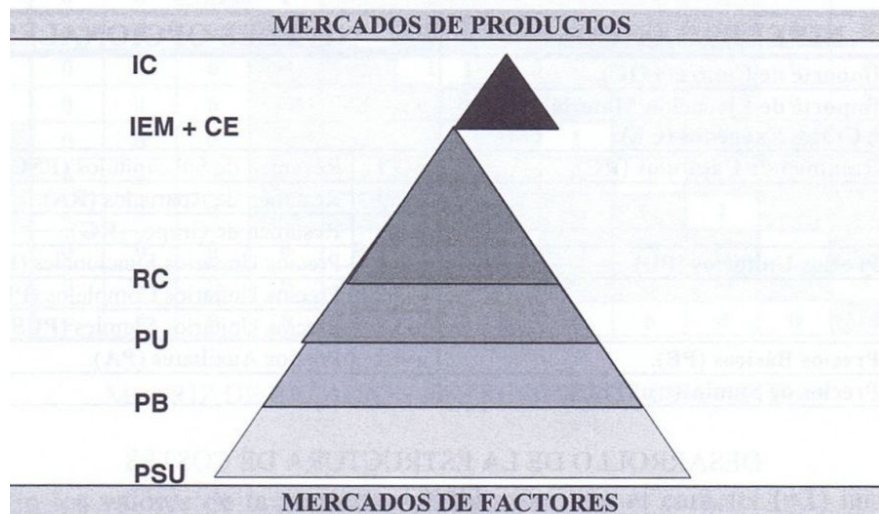


Figura 3.- Pirámide de precios (Ramírez de Arellano, A., 2004)

Cada precio se identifica mediante la adopción de un código alfanumérico, teniendo como principales argumentos para elegir este tipo de código los siguientes (Ramírez de Arellano, A., 2004):

- Los lenguajes alfanuméricos permiten mayor número de combinaciones al disponer de veintiséis caracteres en los bloques alfabéticos y diez en los numéricos, lo que conduce a códigos más cortos y mayor capacidad de codificación.
- Las letras, si son elegidas cuidadosamente, pueden aportar información complementaria y ayudar poderosamente a la traducción del código y su asignación en la fase de codificación.
- Y por último, la ordenación alfabética permite intercalar grandes bloques en la estructura, haciéndola mucho más flexible; siendo esta característica especialmente importante si se pretende que el sistema seleccionado tenga vigencia durante largos periodos de tiempo.

De esta manera se ha procedido a la codificación de cada tipo de precio según la **Figura 4** (Muñoz, J., 2013), donde "A" se refiere a caracteres alfabéticos y "N" a numéricos (Memoria BCCA, 2016). También forman parte de esta codificación de precios los correspondientes a los costes indirectos, los cuales siguen la estructura mencionada y reflejan los elementos que no se imputan a una sola actividad dentro de los trabajos de construcción debido a que cumplen funciones dentro de la obra (encargado de obra, grúa torre...).

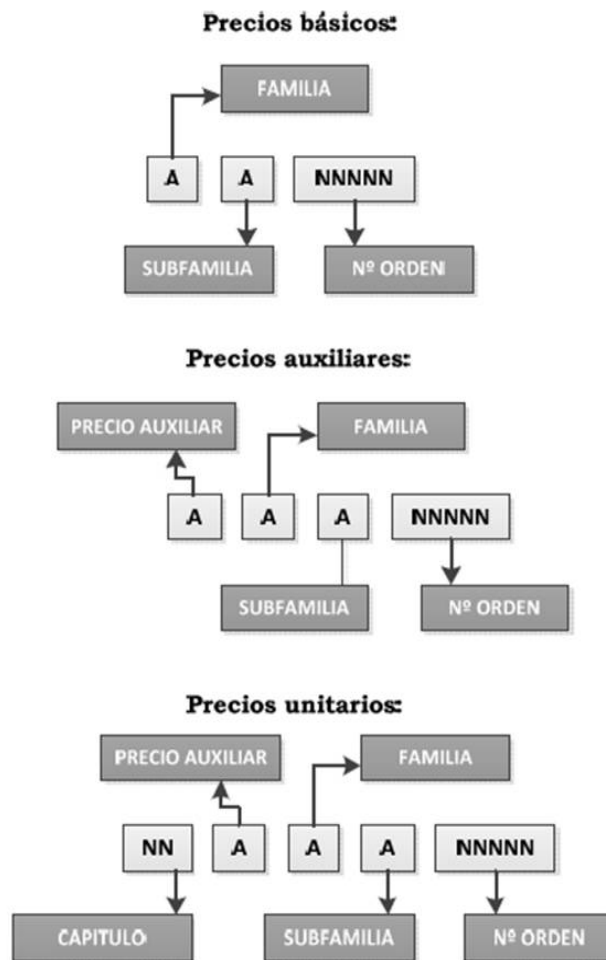


Figura 4. Codificación de precios en el BCCA (Muñoz, 2013)

El sistema de clasificación materializado en el código es el conjunto de todas las unidades de obra de un proyecto concreto y tiene las siguientes funciones principales:

- Permite la identificación precisa de los conceptos codificados. Esta función es posible gracias a que la correspondencia entre cada código y el elemento que representa es único, lo que significa que a cada código le corresponde un sólo concepto y a cada concepto un sólo código.
- Facilita la gestión rápida de los conceptos en los sistemas informáticos.
- Resuelve la ubicación de los conceptos en la estructura del presupuesto.
- Facilita el intercambio de información.

Todos los precios están expresados como se ha indicado con anterioridad, según una unidad de medida determinada; pero además se han de establecer unos criterios para que, dentro del proyecto de edificación que se trate, se pueda cuantificar la cantidad de unidades que están sujetas a dicho precio.

Para ello, se establecen unos criterios que faciliten dicha medición mediante compensaciones adecuadas y ajustadas a los usos y costumbres de ejecución de dichas unidades. El conjunto precio–unidad de obra queda reforzado al establecerse un solo significado para cada dúo de manera rígida entre los criterios de medición establecidos para una determinada unidad de obra y su correspondiente precio; entendiéndose por ello que si se modifican los criterios se ha de cambiar el precio a su vez, debiendo emplear criterios de medición comunes para precios similares. Los conceptos anteriormente descritos constituyen conjuntamente lo que se denomina epígrafe de un precio, resultando que todos los precios tienen un epígrafe y que este es distinto para cada elemento del sistema. Todas las características anteriores facilitan la incorporación del coste ambiental partiendo de las mismas hipótesis y contornos definidos en el cómputo del coste económico.

A modo de ejemplo se muestra la **Tabla 1** (Ramírez de Arellano, A., 2010), donde se refleja la composición que tendría el precio básico (PB) de *Tonelada de cemento tipo II/A-L 32,5 en saco puesto en obra y descargado*.

Tabla 1.- Ejemplo de Precio Básico (Ramírez de Arellano, A., 2010)

CÓDIGO	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
GC00001	t CEM II/A-L 32.5 en sacos			
CEM II/A-L 32.5 en sacos, puesto en obra y descargado				
Medidas las toneladas útiles descargadas.				
PSU1	t CEM II/A-L 32.5 en sacos, puesto sobre camión en obra	1,020	71,47	72,90
TP00200	h Peón especial	0,500	12,26	6,13
Coste Directo				79,03

Como se puede observar, este precio está compuesto por dos precios, uno de suministro (cemento) y otro básico (peón especial), los cuales se encuentran cuantificados con las pérdidas establecidas y su precio correspondiente, obteniéndose el importe total de este precio básico.

Según lo expuesto anteriormente, la unión de varios precios básicos formarán un Precio Unitario Simple (PUS), reflejándose en la **Tabla 2** (Ramírez de Arellano, A., 2010) el ejemplo del precio de *Solado con baldosas de terrazo de 40 x 40 cm con marmolina de grano medio, recibidas con mortero M-4 (1:6), incluso nivelado con capa de arena de 2 cm de espesor medio, enlechado, pulido y limpieza del pavimento; construido según NTE/RSR-6*.

Indicar que en las tablas anteriores que muestran los ejemplos se les atribuye un porcentaje de incremento o costes indirectos, dicho porcentaje es definido en el BCCA para el proyecto modelo en el que se basa la definición de todos sus precios. El análisis detallado de los costes indirectos, su definición y lo que incluyen, se plantearán en detalle en el Capítulo 9.

Tabla 2.- Ejemplo de Precio Unitario Simple (Ramírez de Arellano, A., 2010)

10STS00001	m ²	Solado con baldosas de terrazo de 40 x 40 cm de grano medio		
Solado con baldosas de terrazo de 40 x 40 cm con marmolina de grano medio, recibidas con mortero M-4 (1:6), incluso nivelado con capa de arena de 2 cm de espesor medio, enlechado, pulido y limpieza del pavimento; construido según NTE/RSR-6.				
Medida la superficie ejecutada.				
CÓDIGO	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
TO01100	h Oficial 1ª solador	0,245	13,06	3,20
TP00100	h Peón especial	0,125	12,26	1,53
AA00200	m ³ Arena fina	0,020	8,85	0,18
RS03400	m ² Baldosa terrazo 40 x 40 cm grano medio	1,040	5,48	5,70
AGL00100	m ³ Lechada de cemento blanco	0,001	85,75	0,09
RS08400	m ² Pulido solería	1,000	2,73	2,73
AMC00039	m ³ Mortero de cemento y arena de río M-4 (1:6)	0,021	43,63	0,92
Costes Directos				14,35
13 % Costes Indirectos				1,87
TOTAL				16,22

7. METODOLOGÍA HUELLA ECOLÓGICA EN EDIFICACIÓN

7.1. Aspectos generales

En primer lugar se hará referencia a la parte teórica de la investigación, cuyo resumen se expone en la **Figura 5**, donde se pueden apreciar diferentes conceptos clasificados en varios niveles (fuentes de impacto y huellas) representados con diferentes colores que se describen en la leyenda. A continuación se procede a la explicación de cada uno de los elementos y las hipótesis adoptadas para su cálculo, estableciendo las diferencias introducidas con respecto a anteriores metodologías en la evaluación de la HE en etapa de construcción del ciclo de vida de los edificios (Solís, J., 2011, y González Vallejo et al., 2015).

En la investigación llevada a cabo por el Dr. Solís (2011) se propone integrar el indicador HE en el sector de la construcción observando para ello las dificultades y los beneficios que puede generar en relación con otros indicadores. Con este fin, primero hay que analizar el indicador para ser adaptado al sector residencial, mediante el análisis de la construcción de edificios, y en segundo lugar se desarrolla una metodología de cálculo para determinar cuantitativamente los impactos generados por la industria. Esta metodología se aplica a los recursos utilizados (energía, agua, mano de obra, materiales de construcción, etc.) y a los residuos generados en la construcción de edificios residenciales.

En las investigaciones realizadas por González Vallejo et al. (2015) se identifican mediante informes estadísticos oficiales, las características principales de las viviendas construidas en España desde 2007 a 2010, mostrando las 10 tipologías de edificios residenciales y soluciones constructivas más representativas. Se evalúa el impacto generado por dichas tipologías empleando el indicador HE, obteniendo, entre otros resultados, que las viviendas unifamiliares tienen un 45 % de huella superior a las plurifamiliares y que la huella la mano de obra representa el 35 % de la total. También se realiza el análisis de huella por fases de obra y sistemas constructivos, que determina que los elementos de mayor impacto son, por ese orden, la estructura, albañilería, revestimientos y cimentaciones.

Los costes ambientales directos, que de forma similar a los costes económicos directos en el presupuesto del proyecto, provocan la utilización directa de recursos en la obra a través del gasto de energía de la maquinaria empleada en obra (combustible o electricidad), mediante la mano de obra (que conllevan consumo de alimentos y generación de residuos sólidos urbanos (RSU)), y el consumo de materiales de construcción (consumo de energía durante su fabricación y puesta en obra).

Los costes indirectos son todos los elementos que no pueden ser atribuibles a un trabajo en concreto ya que realizan tareas que sirven a varios elementos simultáneamente dentro de la obra. Un ejemplo claro de este tipo de costes es el encargado de obra (ya que actúa en las diversas fases de la obra durante la realización de todos los trabajos) o la grúa torre (la cual realizará trabajos de traslado de materiales, izado de cargas, descarga de productos desde los vehículos...). Dentro de los costes indirectos analizados, se aborda el personal y maquinaria de tipo indirecto, y el consumo de agua (que no se haya computado ya en los costes directos como material de construcción) y electricidad en obra (aseos, vestuarios, oficinas...). Por último, se encuentra la propia superficie ocupada, que provoca el consumo de territorio, y por tanto, una huella sobre el mismo. Además, serán estudiados los impactos sufridos por la arboleda de la zona donde se realizarán los trabajos, que alterarán la biocapacidad del territorio.

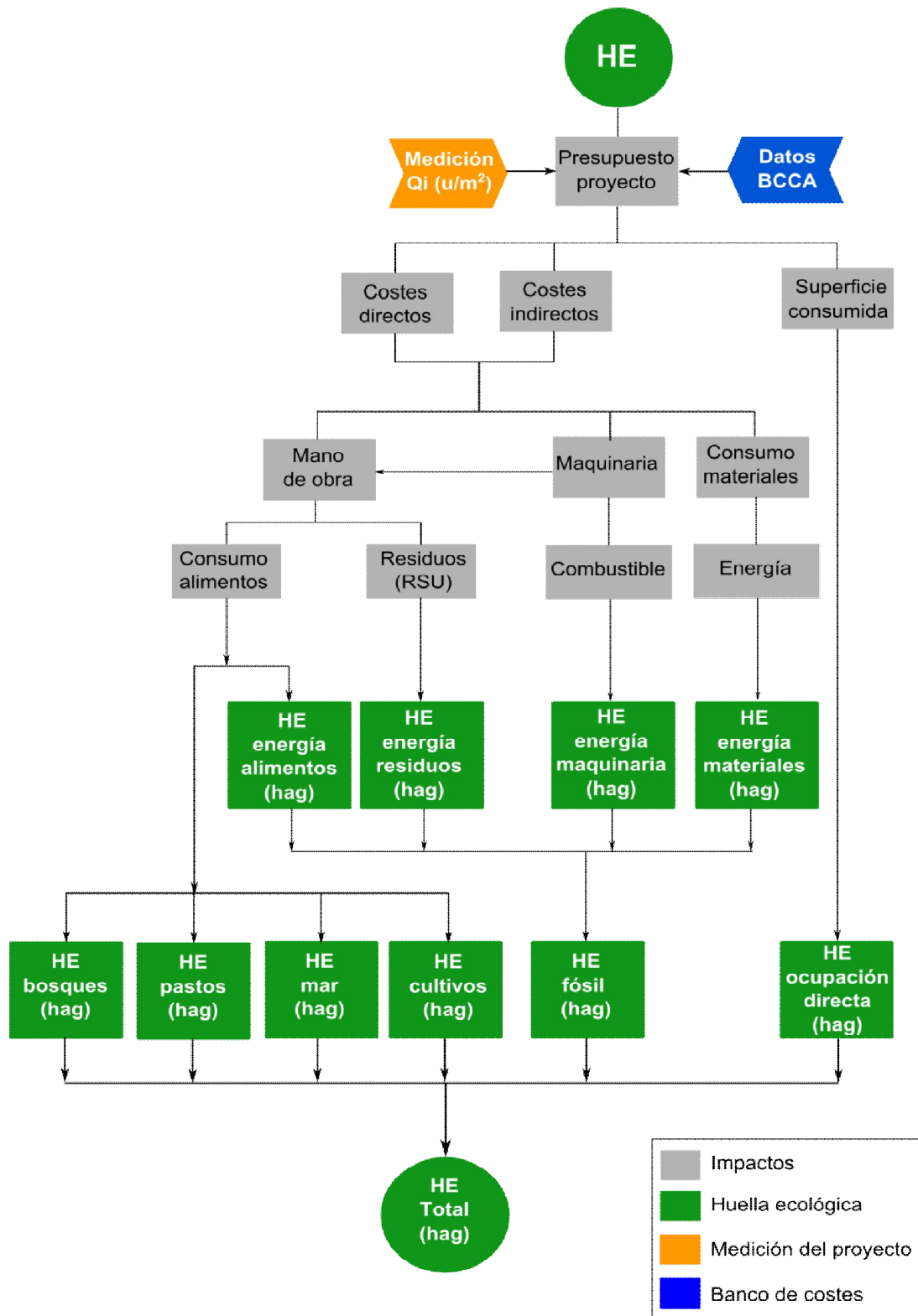


Figura 5.- Metodología para el cálculo de la HE

Y los distintos coeficientes que nos permiten transformar los consumos y elementos intermedios en huellas parciales son los siguientes:

- El rendimiento de la maquinaria
- Los factores de emisiones (combustible, electricidad, materiales, residuos...).
- El factor de absorción y % de reducción.
- Las densidades de los materiales.
- Factor de huella de los alimentos.
- El coeficiente de generación de residuos.
- La superficie consumida.
- Los factores de equivalencia.
- Los factores de productividad.

Mediante los elementos intermedios y los coeficientes obtenemos las distintas huellas parciales y totales que se generan en el proyecto de edificación, representados en color verde en el último nivel de la **Figura 5**:

- Pastos.
- Bosques.
- Mar.
- Cultivos.
- Energía.
- Ocupación directa.
- Ecológica total.

Antes de comenzar el análisis, es necesario aclarar un aspecto respecto a la metodología a seguir. Cualquier análisis de HE siempre relaciona el impacto generado por una determinada actividad, en términos de consumo, con la productividad del territorio donde se genera la actividad. El impacto de la actividad edificatoria es siempre puntual en el tiempo, mientras que la capacidad de producir de ese territorio es, por el contrario, continuada. Es decir, que la actividad del sector construcción somete al territorio a stress puntual, siendo el daño global cometido a lo largo del tiempo el parámetro que se evaluará mediante la HE. En el presente análisis se considera que la presión se reparte uniformemente durante todo un año; de durar más de un año el proyecto de edificación el reparto será proporcional al tiempo, por ejemplo, una obra que dure 18 meses, su dos terceras partes de su impacto será repartido de forma uniforme durante el primer año y luego una tercera parte recaerá durante el año siguiente.

8. COSTES DIRECTOS

En este apartado analizaremos los diferentes conceptos que conforman la HE siguiendo la metodología trazada (**Figura 5**) en la que el consumo de recursos naturales en la obra se trata como coste ambiental. En primer lugar se han definido los costes directos, que en los presupuestos de construcción tradicionales corresponden con costes unitarios compuestos por maquinarias, mano de obra y materiales.

8.1. Maquinaria

En este punto se estudia la huella provocada por la utilización de maquinaria, concretamente por su consumo de energía (tanto consumo de combustible como energía eléctrica), vinculándola con la potencia de su motor. Se ha diferenciado por un lado la huella producida por el propio empleo de la maquinaria y la producida por el trabajador que la opera. Las horas de mano de obra serán analizadas posteriormente junto con el resto de trabajadores de la obra.

En la **Figura 6**, se muestra todo el camino necesario para convertir las horas de trabajo en HE de energía. Cabe señalar que como principal aportación en este nivel, se realiza el cálculo de HE basándonos en la potencia del motor, diferenciándose de otros estudios (Solís, J., 2011, González-Vallejo, 2015) que obtenían este dato del coste horario de la maquinaria sin tener en cuenta otros gastos a parte del combustible que

estaban incluidos en ese precio (como gastos de reparación, amortización de maquinaria, seguros, operario, etc.) atribuyendo de esta manera todo el importe a combustible consumido.

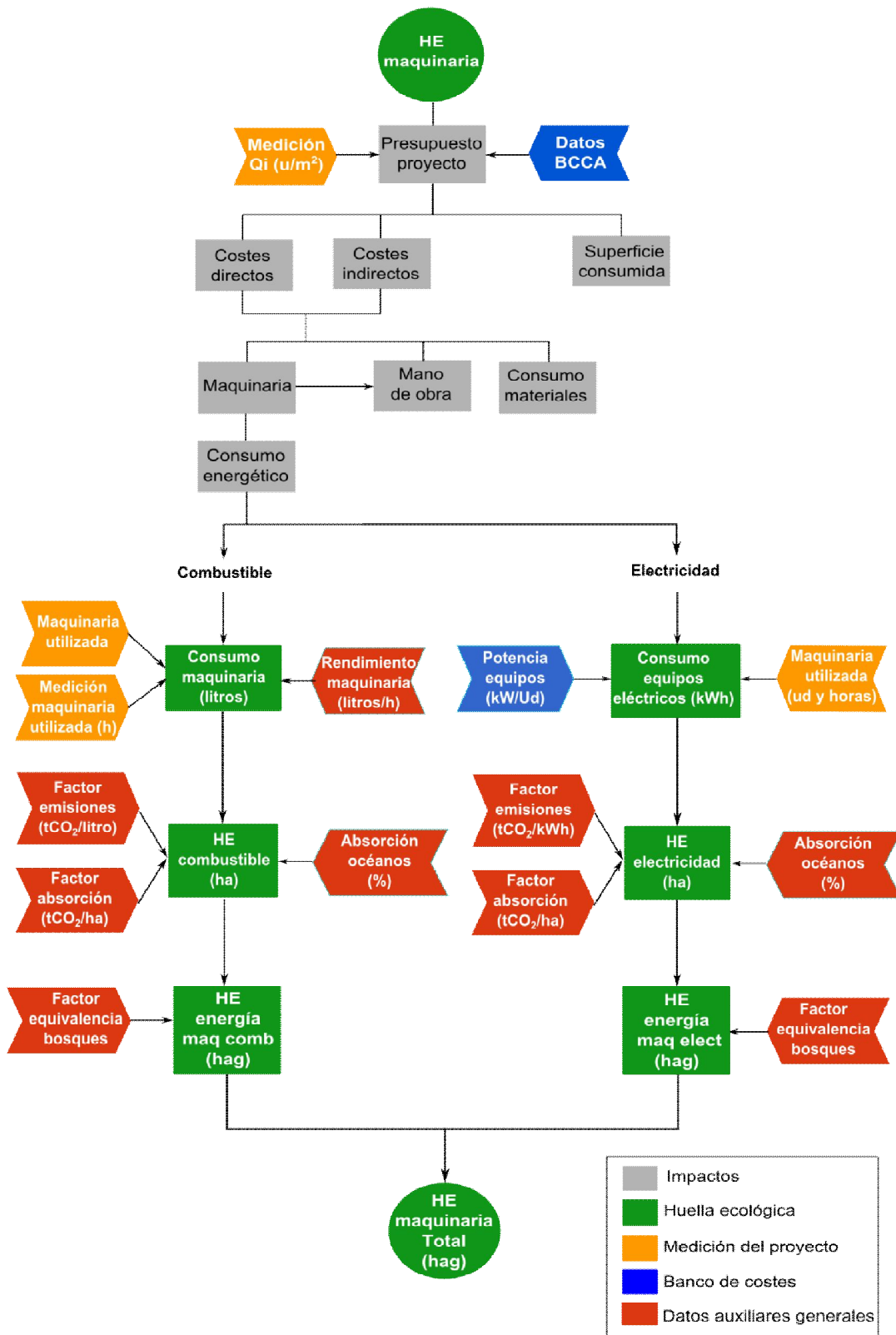


Figura 6.- Esquema de cálculo de la HE producida por el consumo energético de la maquinaria

Para obtener el consumo de combustible se emplea el “Manual de maquinaria” elaborado por SEOPAN (2008), donde se recogen los datos técnicos de diferentes modelos y tipologías de máquinas en el mercado, pudiéndose resumir en lo siguiente:

Gasóleo: 0,15 a 0,20 litros consumidos en 1 hora por kW instalado.

Gasolina: 0,30 a 0,40 litros consumidos en 1 hora por kW instalado.

Eligiendo los consumos más desfavorables, se analiza la maquinaria clasificada en la BCCA, donde se aplica a la potencia de cada motor el coeficiente anterior para obtener los litros de combustible consumidos, diferenciando si la máquina consume gasoil o gasolina, siguiendo la siguiente fórmula:

$$V = (\text{Pot} \times \text{TU} \times \text{Rend}) \quad (1)$$

Donde:

V: consumo de combustible en litros.

Pot: potencia del motor de la maquinaria (kW).

TU: tiempo de uso de la maquinaria en los trabajos de obra (horas).

Rend: combustible consumido por el motor según sea gasoil o gasolina (l/kWh).

Una vez obtenidos los litros de combustible consumidos, se aplica el coeficiente que nos indica la cantidad de CO₂ que genera un litro de combustible (IDAE, 2011). A este dato se le aplica la capacidad de absorción de emisiones que posee el territorio (IDAE, 2011), obteniendo la superficie necesaria para capturar esas emisiones que se transforma en HE aplicándole el factor de equivalencia correspondiente al territorio productivo de bosques, como se muestra en la siguiente expresión:

$$HE_{\text{COMB}} = ((V \times E_{\text{COMB}} \times 0,72) / A_F) \times FE_B \quad (2)$$

Donde:

HE_{COMB}: huella consumo combustible (fósil) de maquinaria (hag).

V: consumo de combustible (litros).

E_{COMB}: factor de emisión del combustible, con un valor de 0,00262 t CO₂/litros.

0,72: Reducción de emisiones a absorber, debido a la absorción por los océanos (28%) (Borucke et al. 2013).

A_F: productividad de área de absorción de carbono, o factor de absorción, con un valor de 3,59 tCO₂/ha.

FE_B: factor de equivalencia de los bosques (hag/ha).

Para el consumo de la maquinaria eléctrica utilizada en obra se sigue un camino similar, analizando la potencia de motor y las horas de utilización, obteniendo los kWh

totales consumidos. A este dato se le aplica el coeficiente que nos indica las emisiones de CO₂ generadas para la producción de un kWh de energía por el sistema eléctrico español (REE, 2014). Una vez que tenemos la cantidad de emisiones generadas, se sigue un camino similar al anterior mencionado (factor de absorción y factor de equivalencia) para convertir dicha cantidad en HE, como se muestra en la ecuación 3.

$$HE_{ELEC} = ((Pot \times TU) \times E_{ELEC} \times 0,72) / A_F \times FE_B \quad (3)$$

Donde:

HE_{ELEC}: huella consumo electricidad de maquinaria (hag).

Pot: potencia de motor de la maquinaria eléctrica (kW).

TU: tiempo utilización según mediciones (horas).

E_{ELEC}: factor de emisión del mix energético (t CO₂/kWh).

0,72: Reducción de emisiones a absorber, debido a la absorción por los océanos (28%) (Borucke et al., 2013).

A_F: productividad de área de absorción de carbono, o factor de absorción, con un valor de 3,59 tCO₂/ha.

FE_B: factor de equivalencia de los bosques (hag/ha).

Para incorporar la HE de la maquinaria al presupuesto de la obra, se sigue la clasificación de la BCCA, donde la primera letra del código identifica a la familia a la que pertenece el elemento en análisis, que en nuestro caso es la M de Maquinaria; y la segunda letra a la subfamilia, que variará en un función del tipo de máquina que sea: A-aglomeradoras, B-bombeo, C-compresores, E-excavadoras y palas, etc.; y el número de orden también seguirá la serie en cada subfamilia; por ejemplo el código correspondiente a una retroexcavadora con un motor de 67 kW de potencia es ME00400. En total, se han analizado 52 máquinas: 45 de combustible y 7 eléctricas, cuyas tablas de análisis se muestran en el anexo de tablas.

A continuación se muestran parcialmente a modo de ejemplo las **Tablas 3 y 4**, donde se muestran todos los pasos y factores a aplicar a cada hora de uso de maquinaria para obtener la HE producida.

Tabla 3.- Cálculo de la HE producida por maquinaria de combustible

Código	U	Resumen	TU (h)	Pot (kW)	Rend (l/kWh)	E _{COMB} (tCO ₂ /l)	A _F (tCO ₂ /ha)	%Red	FE (hag/ha)	HE (hag)
M		MAQUINARIA Y EQUIPOS DE OBRAS								
ME		EXCAVADORAS Y PALAS								
ME00400	h	Retroexcavadora	1,00	67,0	0,20	0,00262	3,59	0,72	1,26	0,0189

Tabla 4.- Cálculo de HE producida por maquinaria eléctrica

Código	Ud	Resumen	TU (h)	Pot (kW)	E _{ELEC} (tCO ₂ /kWh)	A _F (tCO ₂ /ha)	%Red	FE (hag/ha)	HE (hag)
M		MAQUINARIA Y EQUIPOS DE OBRAS							
MA		AGLOMERADORAS Y BITUMINADORAS							
MA08000	h	Hormigonera eléctrica 250 l	1,00	1,47	0,00025	3,59	0,72	1,26	0,0002

Residuos de Construcción y Demolición (RCD)

Dentro de las máquinas analizadas es interesante destacar la evaluación de la maquinaria empleada en la manipulación y transporte a vertedero de los residuos. Para que los RCD estén presentes en la huella total del proyecto es imprescindible su inclusión en el presupuesto, de forma separada en su capítulo correspondiente, como exige el Real Decreto 105/2008 (Marrero y Ramírez de Arellano., 2010). En el caso particular de los residuos de materiales (despieces, restos, piezas rotas, etc.), serán contabilizados dentro de las unidades de obra como un aumento de su consumo, reflejándose por tanto en la huella de los materiales. También son analizadas las máquinas y personal necesario para el transporte de dichos residuos de manera interna y hasta el vertedero o planta de tratamiento, encontrándose dichas horas incluidas en el aspecto de maquinaria anteriormente descrito y mano de obra, que será explicado en la siguiente sección. Indicar que respecto a otras metodologías (Solís, J., 2011 y González Vallejo et al., 2015) y publicaciones existentes se ha excluido la HE producida por el tratamiento y reciclaje de los residuos generados en obra (donde se tenían en cuenta aspectos como la energía necesaria para su tratamiento o el porcentaje de material que era reciclado), ya que dicha HE sería imputable a la planta de tratamiento, quedándonos por tanto con la HE producida por el transporte y la mano de obra que se necesita in situ para realizar la correcta gestión de los residuos; aspectos que, como se ha indicado anteriormente, quedan reflejados en el presupuesto del proyecto (con sus precios básicos correspondientes).

Resaltar que se ha detectado que los RCD son de gran importancia en la HE, sobre todo en los proyectos de urbanización, por lo que es imprescindible realizar un buen estudio de gestión de residuos para permitir cuantificarlos y gestionarlos apropiadamente. Recientes estudios (Marrero et al., 2017) han detectado que la HE producida por los RCD puede ser hasta un 55% de la huella total y un 10% del presupuesto económico.

8.2. Mano de obra

A continuación se realiza el análisis de los impactos generados por los trabajadores de obra: consumo de alimentos y generación de residuos sólidos urbanos (RSU), como se muestra en la **Figura 7**, entrando a definir cada una de ellas a continuación. La diferencia en este apartado respecto a otras metodologías (Solís, J. 2011) se basa en una actualización de la huella de los alimentos basándonos en estudios y publicaciones de la HE en España en la época actual. A los RSU se han aplicado los datos en relación a los impactos ambientales y aspectos necesarios para el cálculo de HE. Además se excluye la movilidad de los operarios hasta la obra o lugar de trabajo debido a que diversos estudios de análisis de ciclo de vida no consideran atribuible dicho elemento a la obra (UNE-EN 15978, 2012).

HE provocada por alimentos

La HE producida por la comida de los trabajadores, su fuente de energía en el trabajo manual, en el presente modelo se atribuye a la huella de la construcción del edificio ya que esta actividad se lleva a cabo en el lugar de trabajo; al igual que se incluye en otras investigaciones (Domenech, J.L., 2007; Solís, J., 2011; Martínez-Rocamora et al. 2016, González-Vallejo et al. 2015) donde las comidas de negocios se asignan a la HE corporativa. Los cálculos de los consumos de alimentos en España de los anteriores investigadores han sido revisados y actualizados partiendo de datos estadísticos (Solís-Guzmán y Marrero, 2015).

En el cálculo de esta huella es necesario obtener el número total de horas de mano de obra trabajadas en el proyecto de construcción. La huella se calcula usando la siguiente ecuación:

$$HE_{\text{comida}} = HE_m \times H_{\text{TRAB}} \quad (4)$$

Donde:

HE_{comida} : HE producida por el consumo de alimentos (hag).

HE_m : HE de cada comida servida por hora de trabajo (hag/h).

H_{TRAB} : total de horas trabajadas por todos los empleados (h).

Por lo tanto, es necesario obtener el coeficiente HE_m del menú diario de cada trabajador, que consume cuatro tipos de territorios productivos: pastos, tierras de cultivo, mar productivo y bosques. Cada alimento que forma parte del menú producirá dos tipos de huella, la provocada por el consumo del propio alimento y la producida por la manipulación y transformación del alimento durante su procesado.

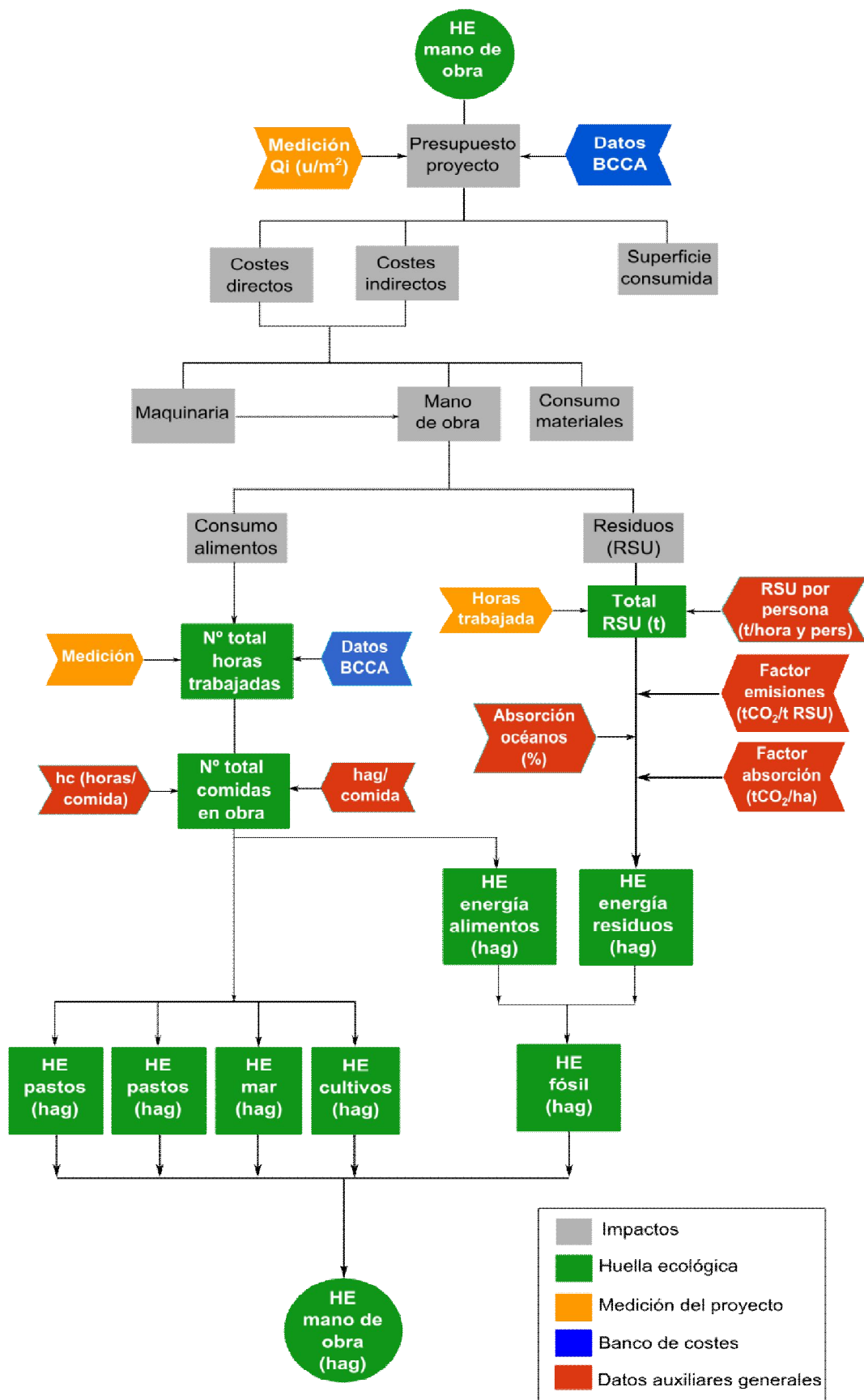


Figura 7.- Esquema de cálculo de la HE producida por la mano de obra

Las huellas generadas según el tipo de alimentos (carne generarán HE de pastos, pescados generarán HE de mar productivo, cereales generarán HE de tierras de cultivo...), se calculan teniendo en cuenta la composición de un menú tipo (Grunewald et al., 2015) (en función del consumo de cada alimento), con la productividad natural y el factor de equivalencia de cada territorio productivo (para huella de mar, pasto y cultivo), tal y como se muestran en la **Tabla 5**.

Tabla 5.- Datos para cálculo del coeficiente HE_m

HE DE ALIMENTACIÓN EN ESPAÑA 2015							
Tipo alimento	Cropland	Grazing land	Forest land	Fishing grounds	Carbon footprint	Total	
	Cultivos	Pastos	Bosques	Mar	Energía		
HE (hag/persona y año)	0,57	0,13	0,01	0,33	0,10	1,15	
Porcentaje	49,74%	11,06%	1,05%	29,09%	9,06%	100,00%	
días/año	365,00	1,56E-03	3,48E-04	3,30E-05	9,15E-04	2,85E-04	3,15E-03
% almuerzo	60%	9,39E-04	2,09E-04	2,00E-05	5,49E-04	1,71E-04	1,89E-03
horas	8,00	1,17E-04	2,60E-05	2,00E-06	6,90E-05	2,10E-05	2,36E-04
hag/hora trabajo	1,20E-04	3,00E-05	3,00E-06	7,00E-05	2,00E-05	2,40E-04	

Además de la huella provocada por el consumo de cada tipo de alimento, en la tabla anterior también se indica la huella producida por la energía consumida en su transformación (en la tabla corresponde a la columna de energía).

HE de los residuos sólidos urbanos (RSU)

En investigaciones anteriores (Solís Guzmán, J., 2011, González-Vallejo et al. 2014) los RSU eran divididos según su naturaleza (plástico, papel, orgánico, vidrio y otros), a los que se les aplica los índices de conversión que tienen en cuenta la intensidad energética necesaria para el tratamiento, la cantidad de residuo que es reciclado, la productividad energética y el factor de equivalencia de los bosques encargados de absorber el CO₂. En la presente investigación se sigue un camino parecido al de alimentación, ya que se utiliza un coeficiente que indica la generación media de RSU por trabajador (EUROSTAT, 2015) para obtener las toneladas totales de residuos producidos. A esta cifra, se le aplica las emisiones de CO₂ por tonelada de residuo, la capacidad de absorción de emisiones que posee el territorio (IDAE, 2011) y el factor de equivalencia correspondiente al territorio productivo de bosques, como se muestra en la siguiente expresión (Martínez Rocamora, 2016):

$$HE_{RSU} = (H_{TRAB} \times R_{RSU} \times E_{RSU} \times 0,72) / A_F \times FE_B \quad (5)$$

Donde:

H_{TRAB} : horas trabajadas (horas).

R_{RSU} : cantidad de RSU producidos por hora de trabajo (t/h x persona).

E_{RSU} : factor de emisión por residuo (t CO₂/t RSU).

0,72: Reducción de emisiones a absorber, debido a la absorción por los océanos (28%) (Borucke et al., 2013).

A_F: productividad de área de absorción de carbono, o factor de absorción (tCO₂/ha).

FE_B: factor de equivalencia de los bosques (hag/ha).

8.3. Materiales de construcción

La investigación sobre el impacto y mejora de los materiales de construcción se ha centrado en demostrar el rendimiento de los materiales alternativos, señalando los autores en varias ocasiones una escasez de estudios cualitativos para evaluar las dificultades culturales, de comportamiento o de percepción de la adopción de estos elementos en los equipos técnicos (Watson et al., 2012, Wong et al., 2013). Cuando estos aspectos han sido objeto de investigación, la mayoría de los estudios se han centrado en la adopción de materiales concretos (por ejemplo, la madera; Bayne y Taylor, 2006; BRE, 2004; Connor et al., 2004; Hemström et al., 2011; Roos et al., 2010; Wang et al., 2014) o en el reciclado o reutilización de algunos grupos de materiales (Holton, 2003; Knoeriet al., 2011; Misra et al., 2007; Tam, 2011). Una revisión más allá de este cuerpo de literatura por Giesekam et al. (2014) produjo una serie de dificultades comunes que se resumen en la **Tabla 6**.

La adecuación y la sostenibilidad de un determinado material dependen en gran medida del lugar y los sistemas específicos o locales de construcción, variando por ello la solución con menores emisiones debiendo analizar en cada caso la opción más adecuada. Por lo tanto, la promoción simultánea de una gran variedad de materiales es esencial, lo que requiere el desarrollo de acciones y legislación que de apoyo a esta multitud de opciones. Por lo tanto, si bien es crucial para estudios de evaluación de las barreras para la adopción de determinados materiales, también es esencial identificar los puntos de apoyo comunes e intervenciones que admiten varias soluciones.

Dentro de la anterior línea de facilitar al sector de la construcción la introducción de materiales con menor impacto ambiental, la presente metodología para calcular la huella producida por los materiales tiene en cuenta la energía que se necesita durante el ciclo de vida de la cuna a la puerta, tal y como vemos en la **Figura 8**. También se realiza un análisis del transporte del material estableciendo hipótesis de distancia recorrida por los medios de transporte, que seguirán el camino desarrollado en el apartado anterior de maquinaria para convertir este dato en HE. Este apartado introduce como principales novedades respecto a otras metodologías (Solís, J., 2011) el análisis e inclusión del transporte de los materiales de construcción desde la fábrica hasta la obra, y la obtención de diversas “familias ambientales” procedentes de bases

de datos de análisis de ciclo de vida de materiales lo que permite obtener las emisiones de cada material producidas durante su fabricación.

Tabla 6.- Dificultades comunes para elegir materiales de construcción sostenibles (Gieseckam et al., 2014)

Institucional y habitual	Económico	Aspectos técnicos y de rendimiento	Conocimiento
Cultura institucional y tradición en materiales utilizados	Altos costes de nuevos productos	Falta de guías técnicas y de diseño	Falta de conciencia y conocimiento entre profesionales
Formación y consumo enfocado en materiales familiares	Coste externo del mercado de emisiones	La falta de datos de comportamiento de los materiales	Falta de conocimiento de alternativas
Las limitaciones de tiempo impiden la consideración de alternativas y favorecen diseños familiares	Incertidumbre sobre nuevos productos	La falta de proyectos de demostración a escala real	Las percepciones negativas entre los técnicos
La falta de grupos en defensa de los materiales alternativos	Los altos costes de investigación y formación adicional del profesional	La política y las limitaciones reglamentarias y restricciones	Percepciones negativas de los clientes
La falta de comercialización efectiva de materiales alternativos	Dedicación de partidas presupuestarias (en términos de formación, las relaciones con las cadenas de suministro, etc.)	La falta de confianza en la capacidad del contratista y la disponibilidad de mano de obra especializada impide su inclusión en el diseño	Insuficiente cultura sostenible de los clientes o usuarios finales
Falta de relación entre productor y usuario	Menores honorarios debido a una mayor dedicación a detalles	La escasez de habilidades especializadas impide la instalación	Baja fiabilidad percibida y el riesgo de en las nuevas alternativas
Especificaciones habituales y prácticas tradicionales de los profesionales	Insuficiente información en los costes	Insuficientemente desarrollo de cadenas de suministro	Preocupaciones en el abastecimiento de materiales
La selección del material visto como una influencia externa al profesional	Renuncia a aceptar el riesgo financiero asociado	La disponibilidad local de materiales y tecnologías	La incertidumbre política
Alto nivel de problemas de diseño	El acceso a la financiación para las pequeñas y medianas empresas (Pymes)	Dificultad para obtener un seguro para materiales novedosos y reutilizados	Considerados de baja prioridad y otras consideraciones tienen mayor importancia
La falta de coordinación de la cadena de suministro	La financiación de proyectos es incompatible con las limitaciones del suministro		
	Aumento anticipado en los plazos de entrega		
	Las pequeñas industrias que producen materiales alternativos no pueden competir con la escala económica de las industrias establecidas		

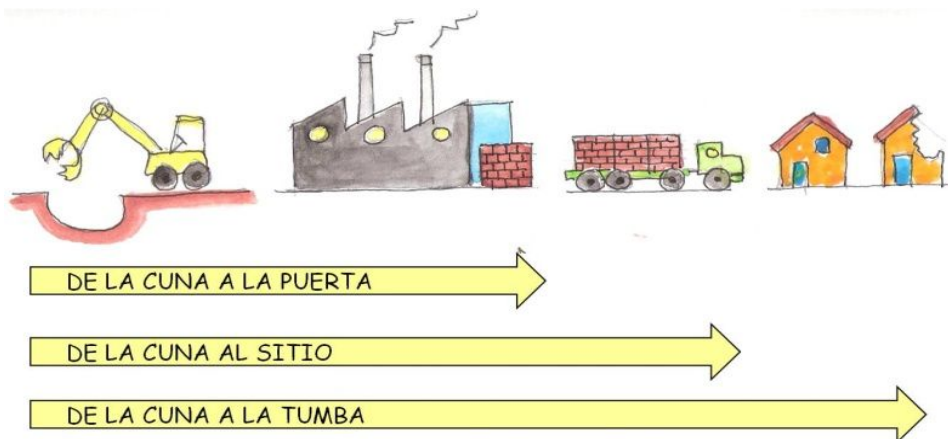


Figura 8.- Ciclo de vida de materiales (Freire Guerrero et al. 2014)

Lo primero a tener en cuenta es el medio de transporte a utilizar, en nuestro caso se supone que es en camión, del cual se definen su capacidad en toneladas y consumo medio de gasoil, teniendo en cuenta también las emisiones de CO₂ por cada litro de combustible consumido. EL segundo aspecto a tener en cuenta es la distancia a la obra de la fábrica y/o polvero de cada material; tomando las siguientes hipótesis: como nuestro ámbito de trabajo responde a Andalucía, teniendo en cuenta los factores de sostenibilidad y medio ambiente así como el impacto a social, consideramos que la mayoría de los materiales son fabricados en dicha zona, para lo cual consideramos como distancia una media de la más desfavorable (la distancia entre Almería y Huelva sería de unos 500 km), por lo cual optamos por establecer 250 km de distancia ya que pueden existir materiales que se encuentren en ciudades vecinas y otras que tengan que realizar un desplazamiento mayor. En el caso concreto del hormigón se considerará una distancia máxima de 20 km, según las consideraciones de la EHE_08, Art. 71,4, tal y como se refleja en la **Tabla 7**. Con estos datos, podemos obtener las toneladas de CO₂ que conllevaría el transporte de cada material, convirtiéndose dicho dato en HE según la metodología descrita en el anterior apartado de maquinaria; cifra que repercutiremos entre la capacidad del camión para obtener la HE en función del kg de material transportado, pudiendo aplicarse este dato al peso de cada precio básico de manera directa.

Tabla 7.- Datos para cálculo de la huella por transporte (HE_{TRAN})

	Hormigón	Otros materiales
Capacidad de carga camión (kg)	24.000	24.000
Distancia a fábrica o polvero (km)	20	250
Consumo medio gasoil (litros/100km)	26	26
Emisiones gasoil (tCO ₂ /litro)	2,62E-03	2,62E-03
Factor absorción (tCO ₂ /ha)	3,59	3,59
Reducción absorción océanos (%)	28	28
Factor de equivalencia (hag/ha)	1,26	1,26
HE _{TRAN} (hag/kg)	6,00E-07	7,10E-06

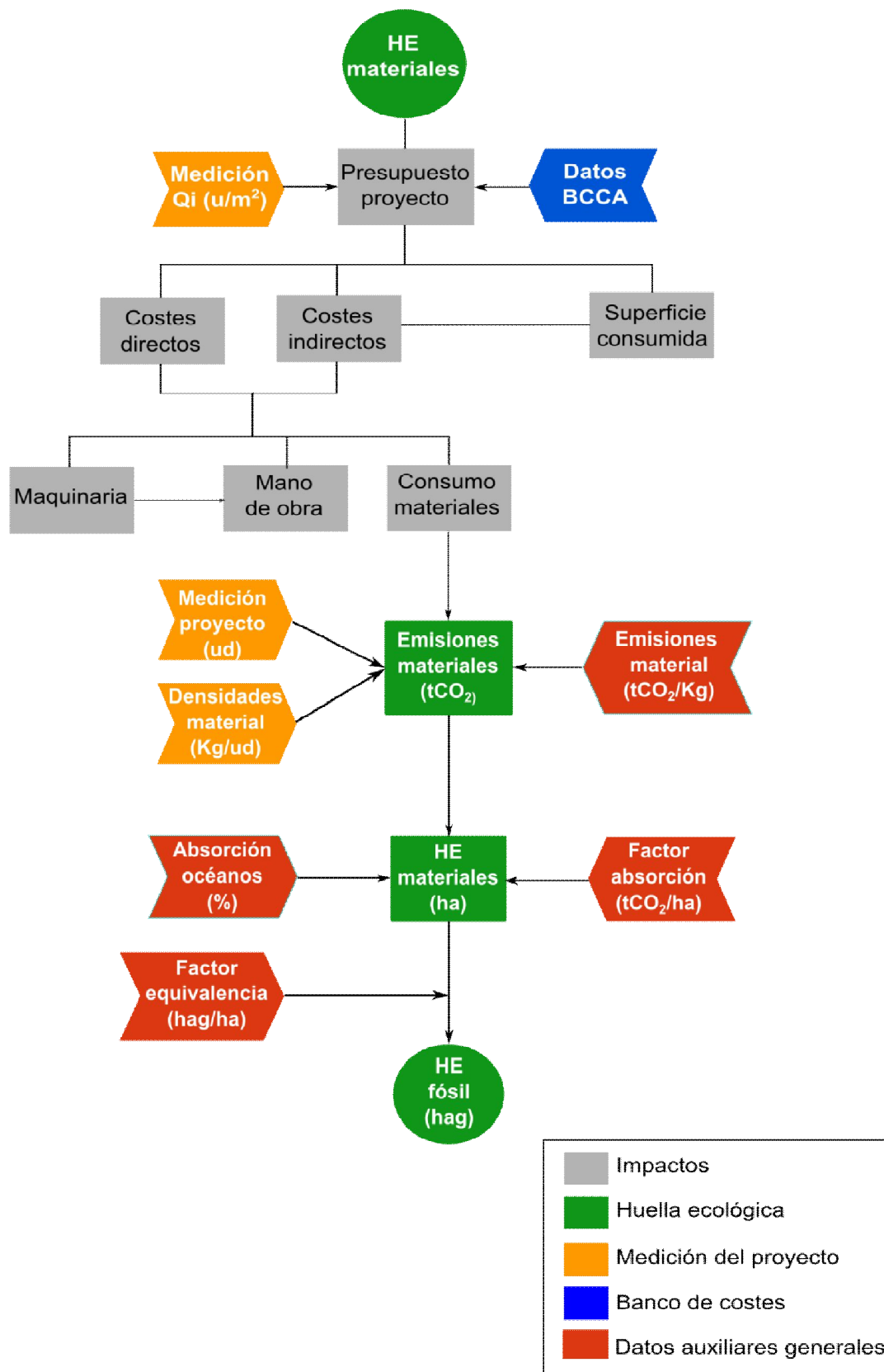


Figura 9.- Esquema de cálculo de la HE producida por los materiales

En el caso de los materiales, la energía incorporada durante su fabricación será transformada en hectáreas teniendo en cuenta las emisiones producidas durante la transformación de las materias primas en productos de construcción, de acuerdo con el esquema mostrado en la **Figura 9**.

El primer paso a realizar para poder obtener la HE de cada elemento consiste en realizar una conversión de la unidad de medida origen de cada precio básico (m^3 , m^2 , metros, toneladas, millares...) a m^3 , de modo que nos permita aplicar la densidad establecida en los documentos de apoyo utilizados, Catálogo de Soluciones Constructivas del Código Técnico de la Edificación (CSC) y el Documento Básico de Seguridad Estructural del Código Técnico de la Edificación. Acciones en la Edificación DB-SE AE (RD 314/2006), para obtener el peso de cada elemento. Una vez obtenido el peso se acudiría a las bases de datos de análisis de ciclo de vida (ACV), las cuales definen las emisiones que contiene cada kg de material.

Entre las diferentes bases de datos de análisis de ciclo de vida, se opta por elegir la base de datos Ecoinvent, implementada en Symapro y desarrollada por el Swiss Center for Life Cycle Inventories, debido a su transparencia en el desarrollo de procesos (informes, diagramas de flujo, metodología...), consistencia, referencias y destacando por el hecho de que fusiona datos de varias bases de datos de la industria de la construcción (Martínez Rocamora, A. et al., 2016). De esta base de datos se han obtenidos una serie de “familias medioambientales” que serán las encargadas de asignar a cada precio básico sus correspondientes emisiones en función de su similitud, obteniendo las **Tablas 8 y 9** donde se reflejan los materiales básicos y los materiales teniendo en cuenta sus procesos o transformaciones (formación de tubos, embalado de áridos, formación de piezas de metal...).

Tabla 8.- Familias medioambientales de materiales (cont.)

UD	MATERIAL	EMISIONES (kgCO ₂ /kg)	UD	MATERIAL	EMISIONES (kgCO ₂ /kg)
 AISLANTES 			 MORTEROS 		
kg	Elastómero aislante de tubos	4,060	kg	Cal apagada suelta	0,739
kg	Espuma de urea formaldehído in situ	2,897	kg	Cal apagada empaquetada	0,749
kg	Espuma de vidrio	1,500	kg	Cal hidráulica	0,805
lkg	Fibra de celulosa (incluido soplado) (d=50kg/m ³)	0,260	kg	Cal viva en cascotes suelta	0,960
kg	Fibra de vidrio	2,408	kg	Cal viva suelta	0,962
kg	Lámina de poliestireno expandido	3,355	kg	Cal viva empaquetada	0,971
kg	Lámina de urea formaldehído rígida	2,776	kg	Cemento (genérico)	0,758
kg	Lana de roca	1,368	kg	Cemento con escoria de alto horno	0,442
kg	Lana de roca, empaquetada	1,262	kg	Cemento Portland con escoria de alto horno	0,701
kg	Lana de vidrio en rollo	1,387	kg	Cemento Portland calcáreo	0,715
kg	Poliestireno extruido (XPS)	2,901	kg	Cemento Portland II/A-L 42,5 R	0,818
kg	Poliuretano (espuma)	3,498	kg	Cemento Portland 52,5 R	0,828
 ÁRIDOS Y PIEDRAS 			kg	Estuco	0,069
kg	Arcilla	0,003	kg	Mortero de cal	0,596
kg	Arcilla expandida	0,349	kg	Mortero de cemento	0,191
kg	Arena	0,002	kg	Mortero ligero	0,471
kg	Arena de Sílice	0,021	kg	Pasta adhesiva	1,023
kg	Grava genérica	0,003	kg	Pasta de arcilla	0,018
kg	Grava en bolos	0,002	kg	Suelo continuo de cemento	0,171
kg	Grava de machaqueo	0,004	kg	Tabla de fibra de yeso	0,279
kg	Bloque de arenisca	0,060	kg	Tabla de yeso laminado	0,335
kg	Perlita	0,001	kg	Yeso (mineral)	0,002
kg	Perlita expandida	0,952	 PINTURAS 		
kg	Piedra caliza	0,002	kg	Aglutinante acrílico	1,279
kg	Piedra caliza machacada para moler	0,002	kg	Barniz acrílico	1,738
kg	Piedra caliza machacada lavada	0,002	kg	Betún	0,382
kg	Piedra caliza molida suelta	0,012	kg	Lámina de betún modificado, unión en caliente	0,486
kg	Piedra caliza molida empaquetada	0,022	kg	Lámina de betún modificado, unión en frío	0,353
kg	Piedra natural, placa para suelo	0,342	kg	Pintura (disolvente: agua)	2,212
kg	Piedra natural, placa cortada	0,251	kg	Pintura (disolvente: otro)	2,212
kg	Piedra natural, placa pulida	0,415	kg	Sellante bituminoso/mezcla asfal.	0,970
 CERÁMICOS 			 PLÁSTICOS 		
kg	Baldosa cerámica	0,766	kg	ABS (plástico)	3,121
kg	Cerámica sanitarios (porcelana)	2,258	kg	Carpintería de ventana de PVC (esp 10cm y d=1.390kg/m ³)	1,693
kg	Ladrillo o bloque cerámico	0,212	kg	Etileno-acetato de vinilo (caucho- vinilo)	1,815
kg	Ladrillo refractario básico empaquetado	2,233	kg	Fenólico (resina)	3,702
kg	Ladrillo refractario de arcilla empaquetado	1,123	kg	Goma sintética	2,394
kg	Ladrillo refractario alto en óxido alum., empaquetado	0,851	kg	Látex	2,422
 HORMIGONES 			kg	Metacrilato	5,566

Tabla 8.- Familias medioambientales de materiales (cont.)

UD	MATERIAL	EMISIONES (kgCO ₂ /kg)	UD	MATERIAL	EMISIONES (kgCO ₂ /kg)
kg	Baldosa de hormigón	0,225	kg	Poliamida reforzada con fibra de vidrio	7,629
kg	Bloque de hormigón	0,121	kg	Poliéster (resina)	4,268
kg	Bloque hormigón aireado autoclave	0,403	kg	Poliéster reforzado con fibra de vidrio	3,378
kg	Fibrocemento (chapa ondulada)	0,623	kg	Poliestireno GPPS (general)	2,754
kg	Fibrocemento (baldosa)	0,783	kg	Poliestireno expandible (EPS)	2,594
kg	Fibrocemento (tejas)	0,691	kg	Poliestireno alto impacto (HIPS)	2,794
kg	Hormigón (d=2380kg/m ³)	0,110	kg	Poliétileno alta densidad (HDPE)	1,573
kg	Hormigón de cimentación 2385kg/m ³	0,067	kg	Poliétileno baja densidad (LDPE)	1,694
kg	Hormigón pobre (limpieza) 2190kg/m ³	0,056	kg	Poliétileno de baja densidad linear (LLDPE)	1,495
kg	Hormigón alta resistencia 2440kg/m ³	0,133	kg	Poliétileno tereftalato (PET)	2,421
kg	Hormigón alta resistencia contra heladas (d=2440kg/m ³)	0,118	kg	Polipropileno	1,679
kg	Teja de hormigón	0,206	kg	Poliuretano (espuma flexible, camas y muebles)	4,028
MADERAS			kg	PVC	1,835
kg	Carpintería ventana madera 10 cm 5KN/m ³	-1,026	kg	Resina epoxi	5,940
kg	Corcho (baldosa o lámina)	-0,739	kg	Sellante goma natural (caucho)	1,690
kg	Lana de madera	-1,600	kg	Sellante de polisulfido	1,258
kg	Madera blanda (resto) (=600kg/m ³)	-1,227	kg	Tetrafluoroetileno (sustitutivo vidrios exteriores)	9,805
kg	Mad. dura (ébano, boj, encina) (d=1.100kg/m ³)	-0,998	TEXTILES		
kg	Papel	-0,675	kg	Algodón (fibra desmotada)	-0,041
kg	Papel reciclado	-0,648	kg	Algodón tejido	19,512
kg	Puerta interior madera ciega (esp 10cm y d=5 kN/m ³)	-0,802	kg	Algodón en hilo	8,909
kg	Puerta interior madera-vidrio (esp 10 cm y d= 5kN/m ³)	-0,323	kg	Lana	32,600
kg	Puerta exterior madera-vidrio (esp 10cm y d= 5kN/m ³)	1,077	VARIOS		
kg	Tablero de lana de madera aglomerada con cemento (d=5 kN/m ³)	-0,097	kg	Agua potable en usuario final	0,000
METALES			kg	Emulsión asfáltica	0,193
kg	Acero de baja aleación (genérico)	1,623	kg	Explosivo	1,384
kg	Acero cromado (inoxidable)	4,906	kg	Tensioactivos (prod. limpieza)	1,872
kg	Acero reforzado	1,344	kg	Plastificante	4,405
kg	Aluminio mixto (genérico)	6,698	VIDRIOS		
kg	Aluminio primario	9,533	kg	Vidrio plano no recubierto	0,520
kg	Bronce	2,682	kg	Vidrio plano recubierto	0,628
kg	Cobre (genérico)	1,853			
kg	Cobre primario	1,785			
kg	Hierro de fundición	1,343			
kg	Latón	2,364			
kg	Pellets de hierro, de la fabricación	0,079			
kg	Plomo	0,998			
kg	Zinc	3,165			

Tabla 9.- Familias medioambientales de materiales con transformaciones

UD	MATERIAL	EMISIONES (kgCO ₂ /kg)	UD	MATERIAL	EMISIONES (kgCO ₂ /kg)
ÁRIDOS Y PIEDRAS			MORTEROS		
kg	Arcilla en saco	0,008	kg	Cal hidráulica en saco	0,814
kg	Arcilla expandida	0,349	kg	Cal viva en cascotes en saco	0,969
kg	Arcilla expandida en saco	0,354	kg	Cemento (genérico) en saco	0,763
kg	Arena	0,002	kg	Cemento cola	2,037
kg	Grava de machaqueo	0,004	kg	Cemento con escoria de alto horno en saco	0,446
kg	Grava en bolos	0,002	kg	Cemento Portland con escoria de alto horno en saco	0,706
kg	Caliza machacada (albero, marmolina, polvo mármol)	0,002	kg	Cemento Portland calcáreo en saco	0,720
kg	Arena de Sílice	0,021	kg	Cemento Portland 42,5 R en saco	0,823
kg	Arena de sílice empaquetada	0,026	kg	Cemento Portland 52,5 R en saco	0,833
CERÁMICOS			kg	Mortero de cemento	0,191
kg	Ladrillo o bloque cerámico	0,212	kg	Tabla de yeso laminado y fibra de vidrio	2,743
HORMIGONES			kg	Tabla de yeso laminado y poliestireno expandido	2,929
kg	Bloque de hormigón aireado en autoclave	0,403	kg	Tabla de celulosa de cemento	0,083
kg	Hormigón (d=2380kg/m3)	0,110	PLÁSTICOS		
kg	Bloque de hormigón	0,121	kg	Película de polietileno	2,096
MADERAS			kg	Película de PVC	2,237
m3	Madera blanda tratada	-1,227	kg	Tubo de polietileno	1,885
m3	Madera dura tratada	-0,992	kg	Tubo de polipropileno	1,991
kg	Papel reciclado	-0,648	kg	Tubo de PVC	2,147
m3	Tablero de lana de madera aglomerada con cemento	-0,097	kg	Pieza PVC	3,014
METALES			kg	Bloque de poliestireno	3,933
kg	Cable de aluminio	8,760	kg	Pieza polietileno (enchufe, interruptor...)	2,873
kg	Cable de cobre	3,915	kg	Pieza poliéster	5,447
kg	Lámina Aluminio	7,247	kg	Pieza ABS	4,299
kg	Lámina de acero	1,954	kg	Pieza Polipropileno	2,858
kg	Perfil de acero laminado	1,781	kg	Pieza/Plancha Poliuretano	5,206
kg	Pieza de acero cromado/galvanizado	7,446	kg	Tubería polietileno	2,006
kg	Pieza de aluminio	9,648	kg	Tubería etileno-acetato vinilo (caucho-vinilo)	2,127
kg	Tubería de cobre	2,202	kg	Plancha poliestireno	3,933
kg	Tubería de acero	1,972			
kg	Pieza latón	3,552			
kg	Pieza bronce	3,879			

Una vez obtenidos todas las emisiones de CO₂ de cada material se sigue el camino descrito en pasos anteriores para obtener la HE (factor de absorción y factor de equivalencia), reflejado todo ello en la siguiente ecuación:

$$HE_{MAT} = ((\sum_i C_{m_i} \times E_{MAT}) \times 0,72) / A_F \times FE_B + HE_{TRAN} \times C_m \quad (6)$$

Donde:

HE_{MAT}: HE de materiales de construcción (ha).

HE_{TRAN}: HE del transporte de materiales de construcción (ha/kg).

C_{m_i}: consumo del material i (kg).

E_{MAT}: emisiones por material según Symapro (t CO₂/kg material).

0,72: Reducción de emisiones a absorber, debido a la absorción por los océanos (28%) (Borucke et al., 2013).

A_F: productividad de área de absorción de carbono, o factor de absorción (tCO₂/ha).

FE_B: factor de equivalencia de los bosques (hag/ha).

A continuación se procederá a explicar el proceso realizado en cada familia de precios básicos estudiados de la BCCA (unos 4.900 elementos) para poder obtener el peso de cada uno de ellos; que sigue el sistema de identificación anteriormente mencionado: la primera letra del código identifica a la familia a la que pertenece el elemento en análisis, la segunda letra a la subfamilia y el número de orden de cada elemento dentro de cada subfamilia.

Familia A.- Áridos y piedras

Es el material de construcción más natural y abundante, existiendo construcciones en tierra con una antigüedad demostrada que avalan a este material como adecuado en estructuras de edificación en todo el mundo (Muralla China construida hace 4000 años, valle de Draa en Marruecos s. XVIII...) (Soriano, M. et al. 2012). Las piedras utilizadas en la construcción de muros portantes de fábrica en España son de una gran variedad: granitos, calizas, pizarras, y areniscas, y se usan comúnmente en forma de sillares o mampuestos. Las piedras que se usan como áridos en hormigones y morteros, son de naturaleza silíceas o calizas de canto rodado o de machaqueo, y se han utilizado de manera masiva en los últimos años. En cualquier caso, las fases más impactantes en su vida útil son la extracción en canteras y el transporte hasta la obra, ya que en ellas se consume mucha energía, se emite sustancias nocivas al medio, y se provocan importantes transformaciones en el paisaje y los ecosistemas (Baños Nieva y Vigil-Escalera del Pozo, 2005).

Esta familia incluye las subfamilias AA.-Arenas, AC.- Áridos de caliza, AG.- Gravas, AM.- Áridos de mármol, AP.- Piedras, AS.- Áridos de sílice o cuarzo y AW.- Varios; con 30 precios básicos, donde las unidades de origen de medida de los precios básicos son principalmente m^3 o kg, teniendo simplemente que aplicar las densidades establecidas en los documentos de referencia (DB-SE-AE y CSC) para poder obtener el peso de estos elementos, permitiendo aplicarles en este paso la metodología descrita anteriormente para la obtención de la HE de cada precio. Se muestra el proceso explicado para la conversión a peso con el precio básico AA00100 “ m^3 de Arena cernida” en la **Tabla 10**; reflejando a su vez la **Tabla 11** la conversión de dichos kilogramos de material a HE.

A continuación se procede a explicar el significado de cada columna de las sucesivas tablas donde se indicarán ejemplos de obtención de HE de algunos precios:

- **CÓDIGO.**- Esta columna refleja el código que se le asigna al precio básico en la BCCA.
- **UD.**- Indica la unidad de medición que presenta el precio básico en la BCCA.
- **RESUMEN.**- Muestra el nombre del precio básico.
- **MEDICIÓN INICIAL.**- se compone de 3 columnas (DIM X, Y y Z), las cuales son las encargadas de aplicar las diferentes medidas o coeficientes que permiten obtener la volumetría del precio básico.
- **CAMBIO UD.**- la forman dos columnas (Valor y UD), donde se aportan la densidad o el coeficiente que nos permite poder convertir la unidad de origen a peso junto con su unidad de medición.
- **COEF PASO.**- es una columna auxiliar que posibilita realizar cambios de unidades necesarios para obtener el peso de material (como por ejemplo pasar de kN a kg).
- **MEDICIÓN FINAL.**- refleja el peso del precio básico una vez realizado todo el proceso de conversión.
- **FUENTE.**- Muestra el lugar de obtención del factor aplicado en la columna CAMBIO UD.
- **FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT.**- Indica cómo ha sido codificado el precio básico en el programa Ecoinvent para obtener sus datos ambientales.
- **FACTOR EMISIÓN.**- en esta columna se muestran las emisiones producidas por la fabricación de cada kg de material del precio básico.
- **EMISIONES TRANSPORTE.**- corresponde a las emisiones provocadas por el transporte de cada kg de material.
- **EMISIONES.**- indica las emisiones totales (fabricación y transporte) de cada precio básico según su unidad de origen (segunda columna inicial).
- **ABSORCIÓN (A_F).**- en esta columna se tienen en cuenta el área de absorción de carbono o factor de absorción y la reducción debida a los océanos (28%).
- **FACTOR EQUIVALENCIA (FE_B).**- corresponde al factor de equivalencia del territorio productivo de bosques que permite la obtención de la HE.

- HE.- indica la huella ecológica del precio básico según su UD de origen.

Tabla 10.- Cálculo de peso de material de la familia áridos y piedras

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
AA00100	m ³	ARENA CERNIDA	1,00	1,00	1,00	16,50	kN/m ³	101,97	1.682,5	DB-SE-AE

Tabla 11.- Cálculo de HE de material de la familia áridos y piedras

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
AA00100	1.682,5	ARENA	2,00E-06	7,00E-06	0,0153	2,58	1,26	0,007

Una vez analizados todos los precios básicos que conforman esa familia, en la **Figura 10** se reflejan los 10 elementos en la BCCA que mayor HE tienen, pudiendo observar que el principal material que destaca dentro de la familia es la arcilla expandida debido principalmente a su proceso de elaboración, debiendo poner mayor atención en su empleo como material; encontrándonos con el resto de materiales áridos con poca huella ya que son materiales con poco procesamiento.

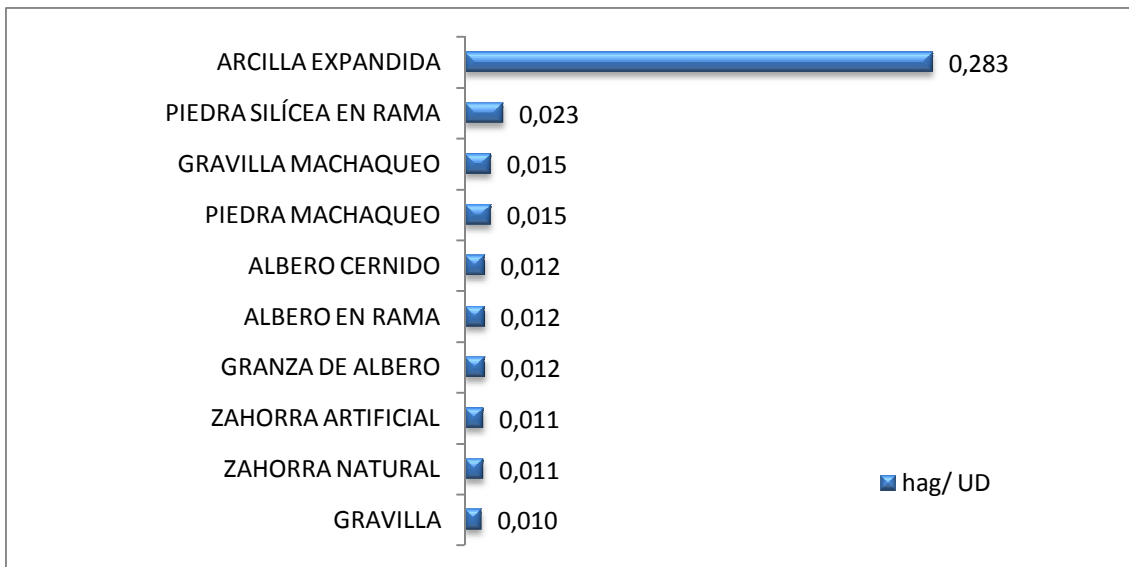


Figura 10.- Precios básicos de la familia de los áridos con mayor HE, UD en m³

Familia C.- Cimentaciones

Dentro de esta familia se encuentran los elementos necesarios para la ejecución de las cimentaciones en obra: hormigón, cemento, acero, paneles para encofrado, etc. En la fabricación de hormigones, la fase más impactante se produce en el transporte de central hormigonera a la obra y en la limpieza de camiones y útiles en fábrica y obra, por el empleo de grandes cantidades de agua, que en países y regiones con

índices pluviométricos bajos, como el caso de España, tiene una alta repercusión medioambiental.

Del análisis del ciclo de vida del cemento se extrae que la fase extractiva de la materia prima es muy importante, pues provoca la alteración de ecosistemas, y precisa del empleo de mucha energía en el proceso y el transporte, pero la cocción sin duda es la parte del proceso de mayor coste medioambiental, ya que para alcanzar los 1500°C en el horno, se requieren altas proporciones de combustible (Soriano, M. et al. 2012).

El impacto negativo de la fabricación del acero se produce en las fases de transformación, acabado y protección, con un alto consumo de energía y emisiones a la atmosfera de gases y sustancias tóxicas. La protección mediante galvanizado, o pinturas de minio de hierro, son muy impactantes. Es un material reciclable al 100% y se puede reciclar indefinidamente sin perder calidad.

Dentro de esta familia se incluyen 125 precios básicos en las subfamilias CA.- Acero, CB.- Bovedillas, CE.- Elementos auxiliares, CH.- Hormigones, CM.- Maderas y elementos de encofrado, CP.- Pilotes, CV.- Viguetas y CW.-Varios. En esta familia, encontramos diversidad de medidas iniciales en los precios básicos, teniendo que aplicar cálculos necesarios en función de la morfología de cada elemento para poder obtener su peso (como por ejemplo, aplicar espesores a unidades superficiales o aplicar alturas y espesores a unidades longitudinales). Siguiendo la línea anterior, se muestran las **Tablas 12 y 13** con el precio CM00500 “ud de Panel Metálico 50 x 300 cm” y su obtención de HE.

Tabla 12.- Cálculo de peso de material de la familia cimentaciones

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
CM00500	ud	PANEL METÁLICO 50X300cm	3,00	0,50	0,50	78,50	kN/m ³	101,97	36,02	DB-SE-AE

Tabla 13.- Cálculo de HE de material de la familia cimentaciones

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
CM00500	36,02	PERFIL ACERO LAMINADO	1,78E-03	7,00E-06	0,0644	2,58	1,26	0,031

Nuevamente se muestran los 10 precios básicos que tienen mayor HE en la **Figura 11**, pudiéndose observar que los elementos de grandes dimensiones de acero y los hormigones son los precios más destacados en esta familia debido al gran consumo energético que es necesario para su fabricación. Indicar que debido a la gran

diversidad de hormigones se han agrupado según su resistencia debido a que todos los tipos tienen la misma huella, mostrando así más precios significativos en el gráfico.

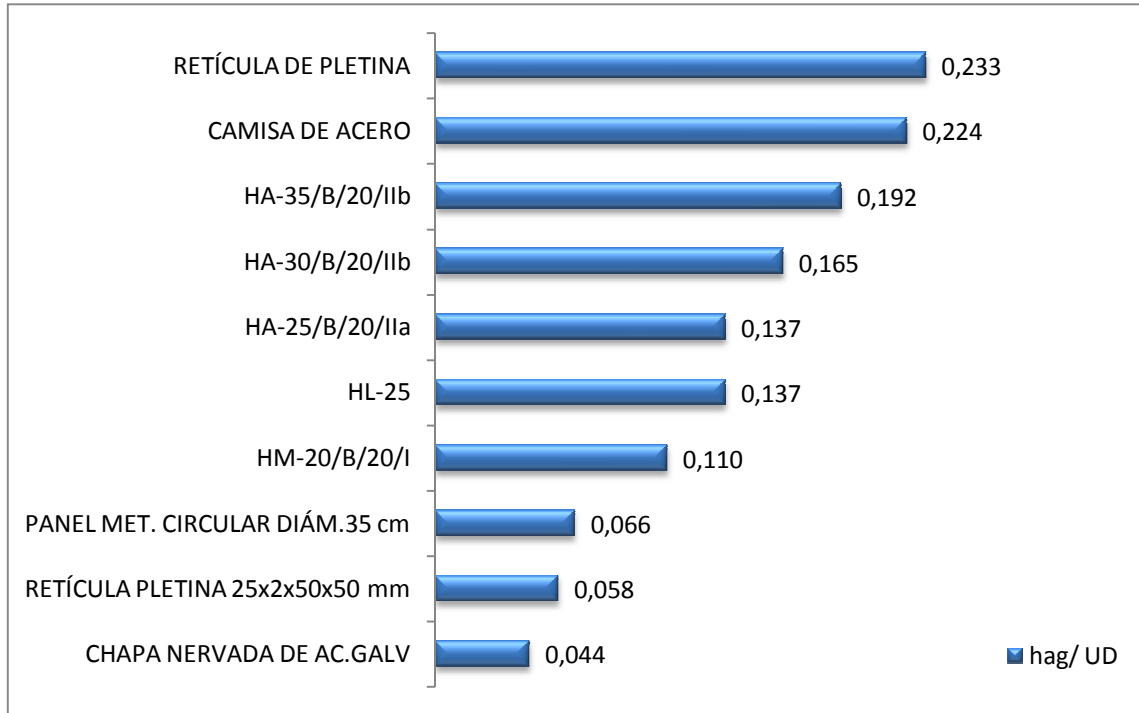


Figura 11.- Precios básicos de la familia cimentaciones con mayor HE, UD de los hormigones es el m^3 , de la camisa de acero el m., del panel la ud., y de la retícula y chapa es el m^2

Familia D.- Decoración y equipamiento

Un total de 69 precios básicos se encuentran incluidos en las siguientes subfamilias: DA.-Aseos y vestuarios, DC.- Cocinas, DD.- Dormitorios, DE.-Estanterías, DJ.- Jardines y plantas, DL.- Lámparas, DM.- Mesas, DS.-Sillas, DW.- Varios. En este apartado se han tenido en cuenta las dimensiones de cada elemento a analizar para una vez obtenidos los datos volumétricos, aplicarle la densidad correspondiente obteniendo su peso, siguiendo el método ya descrito en familias anteriores para la obtención de su HE. A modo de ejemplo se muestran las **Tablas 14 y 15** con el precio básico DA01000 “Ud de barra asidero de pared en ángulo recto, de acero cromado”.

Tabla 14.- Cálculo de peso de material de la familia decoración

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
DA01000	ud	BARRA ASIDERO PARED ÁNGULO RECTO, ACERO CROMADO	1,20	0,10	0,0025	78,50	kN/m^3	101,97	2,40	DB-SE-AE

Tabla 15.- Cálculo de HE de material de la familia decoración

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
DA01000	2,40	PIEZA ACERO CROMADO/GALVANIZADO	7,45E-03	7,00E-06	1,79E-02	2,58	1,26	0,008

En la **Figura 12** aparecen los 10 precios básicos de esta familia que tienen mayor HE, pudiéndose identificar que las unidades con mayor impacto son los elementos de grandes dimensiones conformados de acero (taquillas, secamanos, barras asideras...).

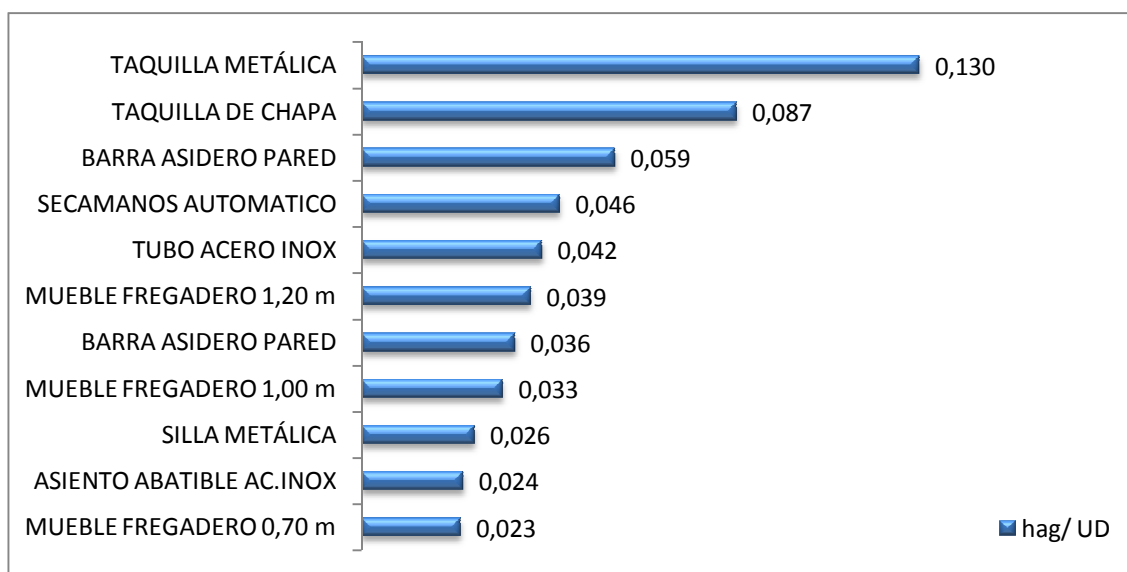


Figura 12.- Precios básicos de la familia decoración con mayor HE, UD se mide en unidades

Familia E.- Residuos

Tras analizar todos los precios básicos que forman parte de esta familia, se establece el hecho de que no tendrán repercusión en el análisis medioambiental de HE, ya que son elementos puramente económicos (cánones de gestión de vertido de residuos) no teniendo la familia componentes de maquinaria, mano de obra o materiales (el impacto de los restos y piezas rotas está incluido en el material nuevo comprado).

Familia F.- Fábricas (Albañilería)

Las fases de extracción de la materia prima, cocción y transporte son muy críticas en cuanto a los impactos en el medioambiente, pero tanto la fase de puesta en obra como la fase de uso y mantenimiento son etapas en las que no son precisas acciones impactantes y la durabilidad es muy alta, encontrando edificios de albañilería de hace cientos de años y que precisan leves labores de rehabilitación a lo largo de su historia (Soriano, M. et al. 2012).

Incluye 133 precios básicos las subfamilias FB.- Bloques, FL.- Ladrillos, FP.- Placas y paneles, FS.- Sillares y mampuestos, FW.- Varios. Esta familia tiene principalmente como unidades de medida miles de unidades o unidades, encontrándose también m³ para los precios en la subfamilia de sillares y m² para los elementos placas y paneles. En todas las opciones dentro de esta familia se obtendrá el peso partiendo de la volumetría de la pieza a analizar, teniendo que aplicar las dimensiones necesarias según la unidad de medida del precio. Como ejemplo, se muestran los pasos de conversión a HE del precio básico FL00300 “miles de unidades de ladrillo cerámico hueco doble 24 x 11,5 x 9 cm” en las **Tablas 16 y 17**.

Tabla 16.- Cálculo de peso de material de la familia fábricas

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
FL00300	mu	LADRILLO CERAM. HUECO DOBLE 24x11,5x9cm	0,24	0,115	0,09	12,50	KN/m ³	101.970	3.039,52	DB-SE-AE

En el apartado COEF PASO de la tabla anterior, se ha tenido en cuenta el coeficiente de conversión de KN a kg (101,97) y las miles de unidades reflejadas en la UD ORIGEN del precio básico, dando como resultado la unión de ambos coeficientes.

Tabla 17.- Cálculo de HE de material de la familia fábricas

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
FL00300	3.039,52	LADRILLO O BLOQUE CERÁMICO	2,12E-04	7,00E-06	0,665	2,58	1,26	0,324

Los 10 precios básicos de esta familia que tienen mayor HE se reflejan en la **Figura 13**, destacando los ladrillos y bloques cerámicos como los elementos que mayor impacto provocan. Esto es debido a que estos precios están codificados por miles de unidades, siendo además necesaria una gran cantidad de energía para su fabricación (elaboración, cocción...).

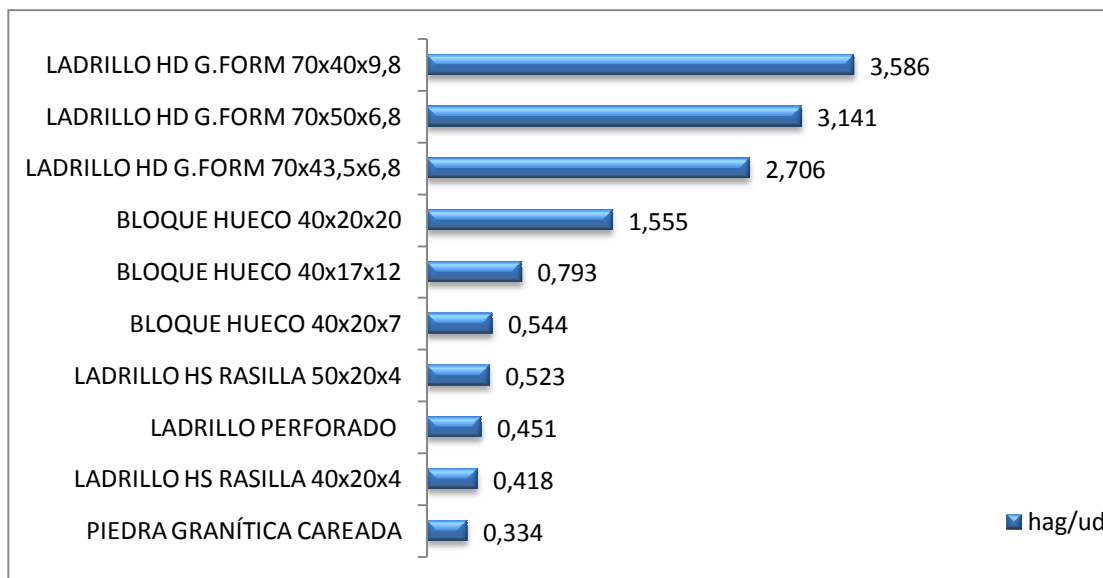


Figura 13.- Precios básicos de la familia fábricas con mayor HE, UD es miles de unidades excepto piedra granítica que es m³

Familia G.- Aglomerantes y morteros

Los morteros son productos de revestido continuo de paramentos que se fabrican con arena conglomerada con cemento y cal, en diversas dosificaciones según el resultado que se quiera obtener. Los impactos de los morteros van asociados a los del cemento, los áridos y los aditivos, en función de las dosificaciones.

En este apartado se encuentran 73 precios básicos en las subfamilias GA.-Aditivos, GC.-Cementos, GE.-Escayolas, GK.-Cales, GL.-Lechadas, GM.- Morteros, GP.-Pastas, GR.-Resinas y GW.-Varios. Estos precios básicos presentan principalmente unidades origen de volumen (litros y m³), además de algunas unidades de peso (toneladas o kilogramos), teniendo que aplicar las densidades necesarias para obtener el peso de cada uno de ellos. En la **Tablas 18 y 19** se muestra el proceso para obtener la HE del precio básico GM80000 “m³ de mortero M5 CEM II/A-L 32,5 N elaborado en central”.

Tabla 18.- Cálculo de peso de material de la familia aglomerantes

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
GM80000	m ³	MORTERO M5 CEM II/A-L 32,5N DE CENTRAL	1,00	1,00	1,00	20,00	kN/m ³	101,97	2.039,40	DB-SE-AE

Tabla 19.- Cálculo de HE de material de la familia aglomerantes

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
GM80000	2.039,40	MORTERO CEMENTO	1,91E-04	7,00E-06	0,404	2,58	1,26	0,197

En el gráfico mostrado en la **Figura 14** se muestran los 10 elementos de esta familia con mayor HE, donde destaca la cal y los cementos como precios de mayor valor ya que conllevan un mayor consumo energético en su proceso de elaboración.

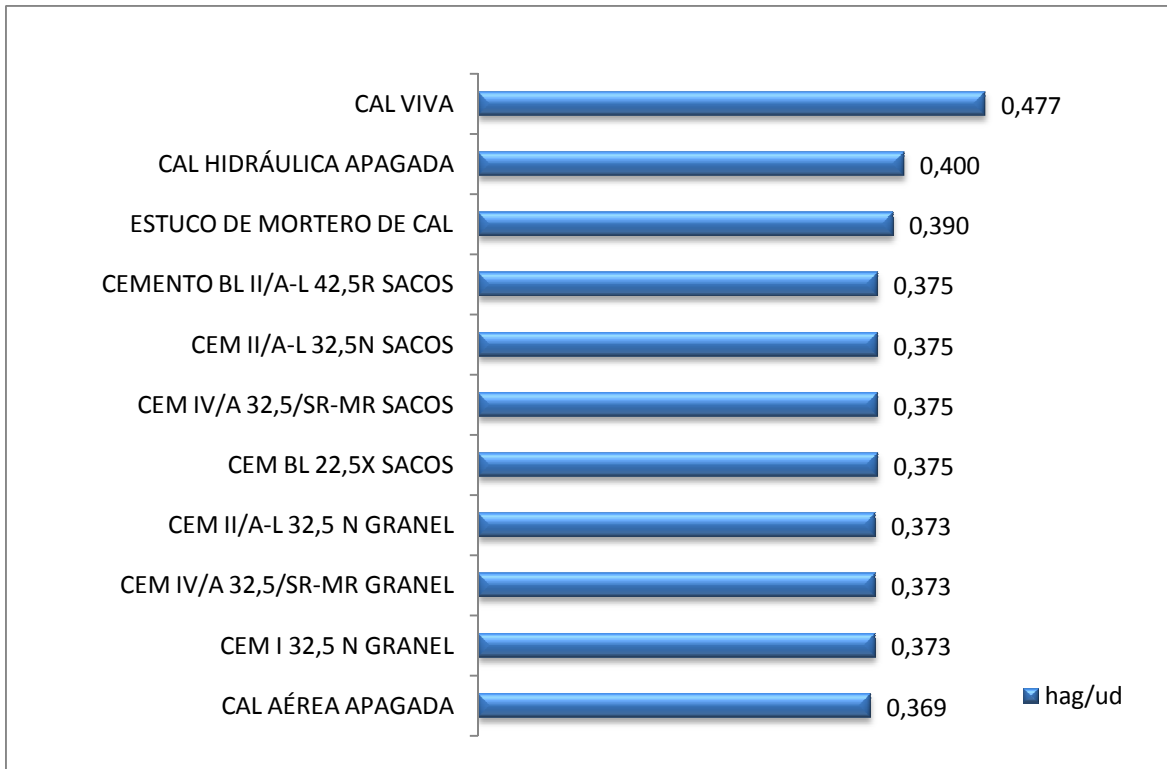


Figura 14.- Precios básicos de la familia de los aglomerantes con mayor HE, UD es toneladas excepto estuco de mortero que es m³

Familia H.-Seguridad y salud

La familia H alberga 165 precios básicos en las subfamilias HB.-Barandillas, HC.- Protectores corporales, HH.-Protecciones de huecos, HI.-Contra incendios, HL.-Locales, HR.- Redes y toldos.- HS.-Señalizaciones y acotamientos, HT.-Túneles, viseras y marquesinas, HV.- Ventilación y HW.- Varios. Esta familia incluye los elementos que forman parte de la seguridad encontrándose por tanto en la correspondiente partida dentro del presupuesto y desarrollada en los estudios de seguridad (RD 1627/1997). La mayoría de los precios se encuentran contabilizados por unidades, teniendo que acudir a sus dimensiones y densidad para poder obtener el peso de cada uno de ellos. En la **Tablas 20 y 21** se muestra el proceso para obtener la HE del precio básico HC015000 “unidad de casco estándar de seguridad”.

Tabla 20.- Cálculo de peso de material de la familia seguridad

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
HC01500	ud	CASCO DE SEGURIDAD ESTÁNDAR	0,30	0,20	0,005	1.390,00	kg/m ³		0,42	CSC

En este apartado, como la densidad se obtiene del CSC en kg/m³ y no es necesario aplicar ningún coeficiente de paso.

Tabla 21.- Cálculo de HE de material de la familia seguridad

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
HC01500	0,42	PIEZA PVC	1,30E-03	7,00E-06	1,30E-04	2,58	1,26	6,10E-04

La **Figura 15** recoge el gráfico con los 10 precios básicos de esta familia con mayor HE, que son principalmente las casetas modulares a implantar en obras; siendo lógico debido a sus grandes dimensiones y materiales.

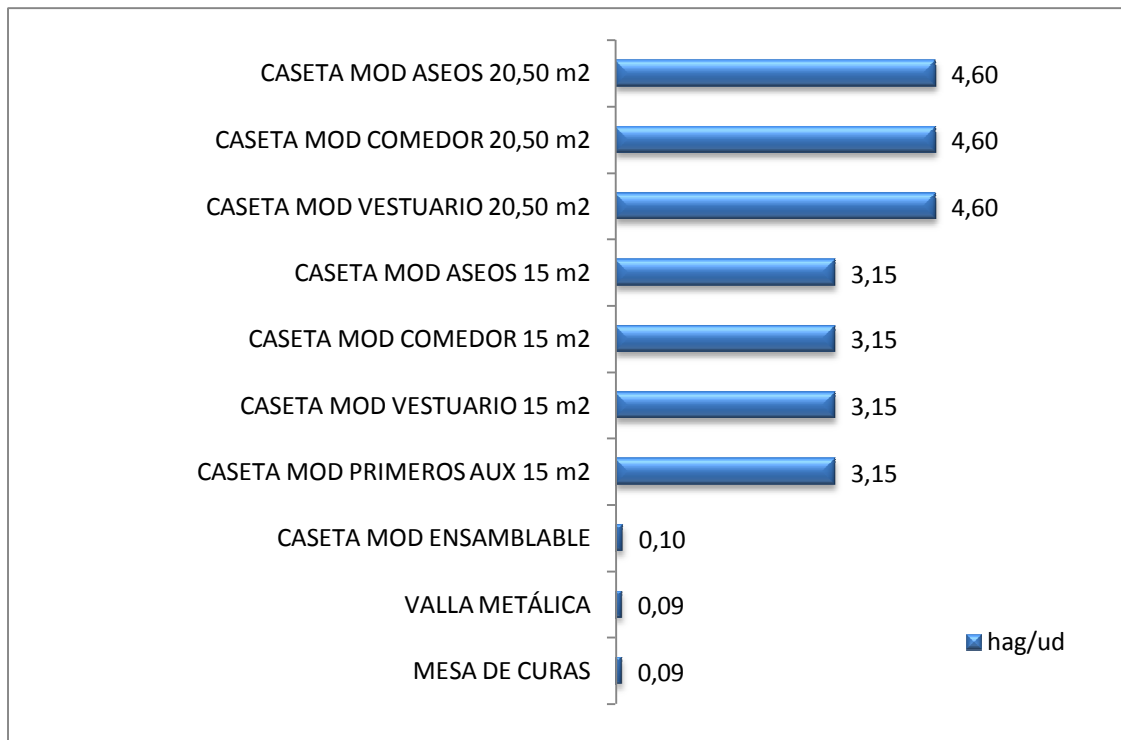


Figura 15.- Precios básicos de la familia seguridad con mayor HE, UD se mide en unidades

Familia I. Instalaciones

Esta familia debido a su amplia extensión será explicada por subfamilias.

Subfamilia IC.- Climatización.

806 precios básicos conforman esta subfamilia, en la que se hallan los elementos necesarios para poder ejecutar las instalaciones de climatización, existiendo los siguientes tipos de precios:

- Elementos singulares que están medidos por unidades sin tener definidas sus dimensiones en la propia descripción del precio (climatizadoras, bombas de calor, torres enfriamiento...), consultando para ello catálogos técnicos y obtener sus dimensiones y aplicarle la densidad correspondiente
- Elementos singulares que llevan incorporados las dimensiones en el precio (rejillas, marcos...) debiendo simplemente aplicar la densidad al volumen obtenido de dichas medidas.
- Elementos codificados mediante unidades de medida longitudinales (conductos, tubos) a los que hay que aplicar medidas adicionales (espesor, alturas, % de hueco...) para obtener su volumetría real y su peso.

A modo de ejemplo se muestran las **Tablas 22 y 23** con el precio básico IC00100 “unidad de aire acondicionado compacto horizontal de 6500 frigorías por hora” donde se refleja todo el proceso para obtener su HE.

Tabla 22.- Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones de calefacción

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
IC00100	ud	ACOND. AIRE AUTÓNOMO COMPAC. HOR. 6500 frg/h ENFR. AIRE	0,80	0,30	0,20	78,50	kN/m ³	20,39	76,84	DB-SE-AE

En este apartado, se agrupan dos coeficientes a aplicar en la columna COEF PASO: conversión de kN/m³ a kg/m³ (101,90) y el porcentaje de acero correspondiente a la unidad (20%); considerándose el acero debido a que representa el material con mayor repercusión medioambiental.

Tabla 23.- Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones de calefacción

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
IC00100	76,84	PIEZA DE ACERO CROMADO/GALVANIZADO	7,44E-03	7,00E-06	0,572	2,58	1,26	0,279

La **Figura 16** recoge los 10 precios básicos que tienen mayor HE dentro de esta subfamilia, que responden a elementos de grandes dimensiones como torres de enfriamiento y calderas.

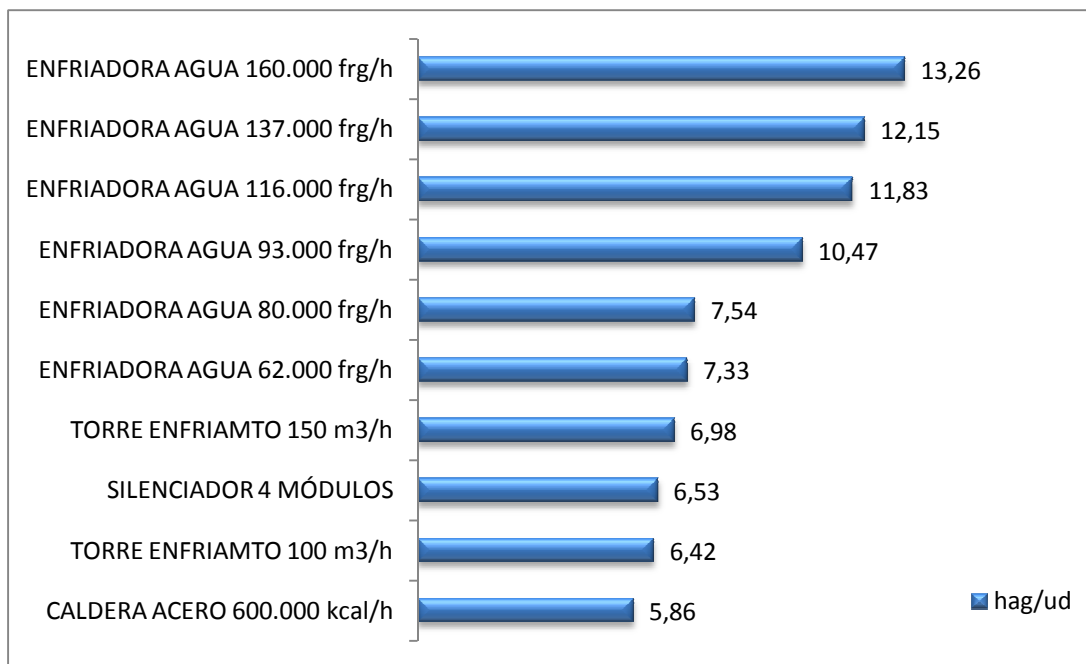


Figura 16.- Precios básicos de subfamilia instalaciones de climatización con mayor HE, UD se mide en unidades

Subfamilia IE.- Electricidad

En esta subfamilia se encuentran 142 precios básicos se emplean normalmente para ejecutar las instalaciones eléctricas; pudiéndose diferenciar nuevamente los tipos de precios mencionados en la subfamilia anterior: elementos que se encuentran medidos por unidad sin dimensiones (armarios, fusibles, interruptores, tomas de corriente...) acudiendo a catálogos técnicos para obtener su peso, y elementos con medidas longitudinales (cables y tubos) aplicándole en este caso las medidas necesarias para calcular su volumetría (espesor, secciones...) y poder aplicarles su densidad logrando su peso correspondiente. En las **Tablas 24 y 25** se muestra el proceso necesario para obtener la HE del precio básico IE01300 “unidad de base de enchufe II+T de 10/16 amperios con placa”.

Tabla 24.- Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones de electricidad

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
IE01300	ud	BASE ENCHUFE II+T 10/16 A C/PLACA	0,10	0,10	0,02	980,00	kg/m ³		0,196	CSC

Tabla 25.- Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones de electricidad

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
IE01300	0,196	PIEZA DE POLIETILENO	2,87E-03	7,00E-06	6,00E-04	2,58	1,26	2,80E-04

Los 10 precios básicos con mayor HE de esta subfamilia se muestran en la **Figura 17**, donde destacan los elementos de toma de tierra y los armarios para alojar componentes eléctricos siendo esto debido a su naturaleza y sub-componentes.

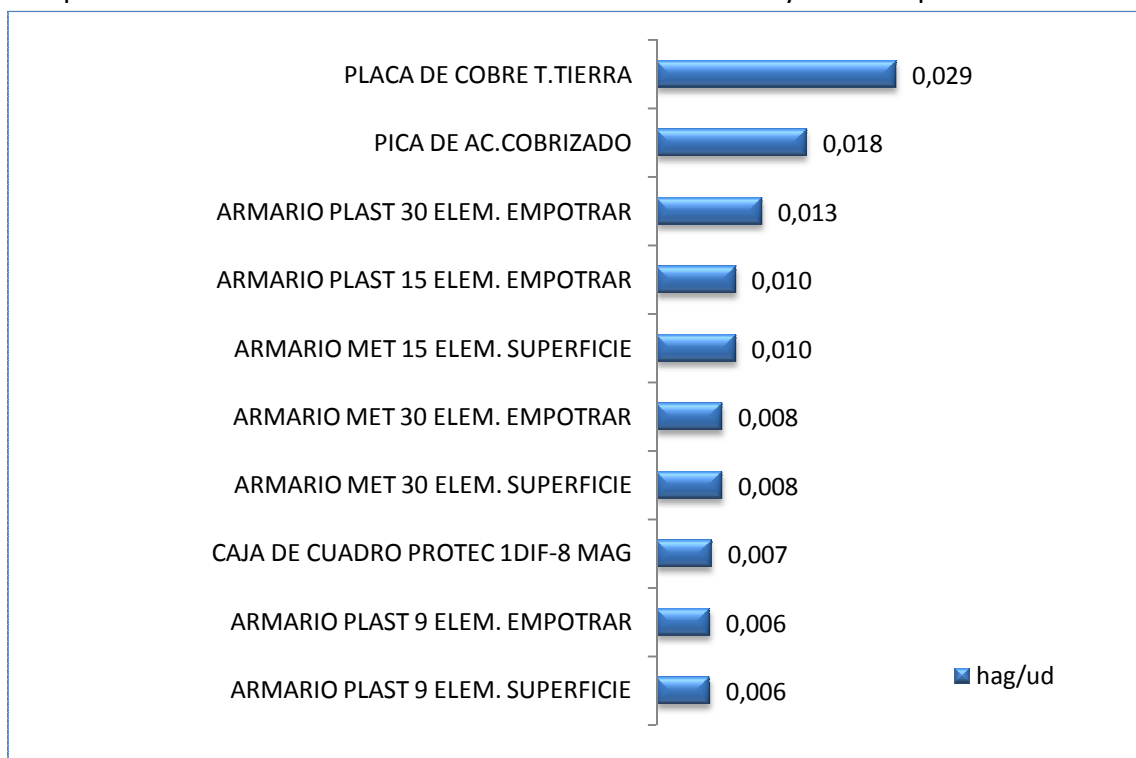


Figura 17.- Precios básicos de la subfamilia instalaciones de electricidad con mayor HE, UD se mide en unidades

Subfamilia IF.-Fontanería

En este apartado se encuentran 432 precios básicos que representan los componentes de las instalaciones de fontanería. Se repite como en apartados anteriores los diferentes tipos de precios: elementos que se encuentran codificados por un medidas por unidad sin dimensiones (armarios, contadores, sanitarios...) y elementos con medidas longitudinales (manguetones y tubos) aplicándole en este caso las medidas necesarias para calcular su volumetría (espesor, secciones...) y poder aplicarles su densidad logrando su peso correspondiente. Las **Tablas 26 y 27** representan los pasos para obtener la HE del precio básico IF19300 “unidad de lavabo de porcelana en color blanco de 0,70 m de primera calidad”.

Tabla 26.- Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones de fontanería

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
IF19300	ud	LAVABO PORCELANA C.BLANCO DE 0,70 m 1ª CALIDAD	0,70	0,40	0,05	18,00	kN/m ³	101,97	25,696	DB-SE-AE

Tabla 27.- Cálculo de HE de material de la subfamilia de instalaciones de fontanería

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
IF19300	25,696	CERÁMICA SANITARIOS	2,26E-03	7,00E-06	0,058	2,58	1,26	0,028

La **Figura 18** muestra los 10 elementos de esta subfamilia con mayor HE, destacando los acumuladores de agua caliente sanitaria como los que mayor huella tienen ya que son de gran peso.

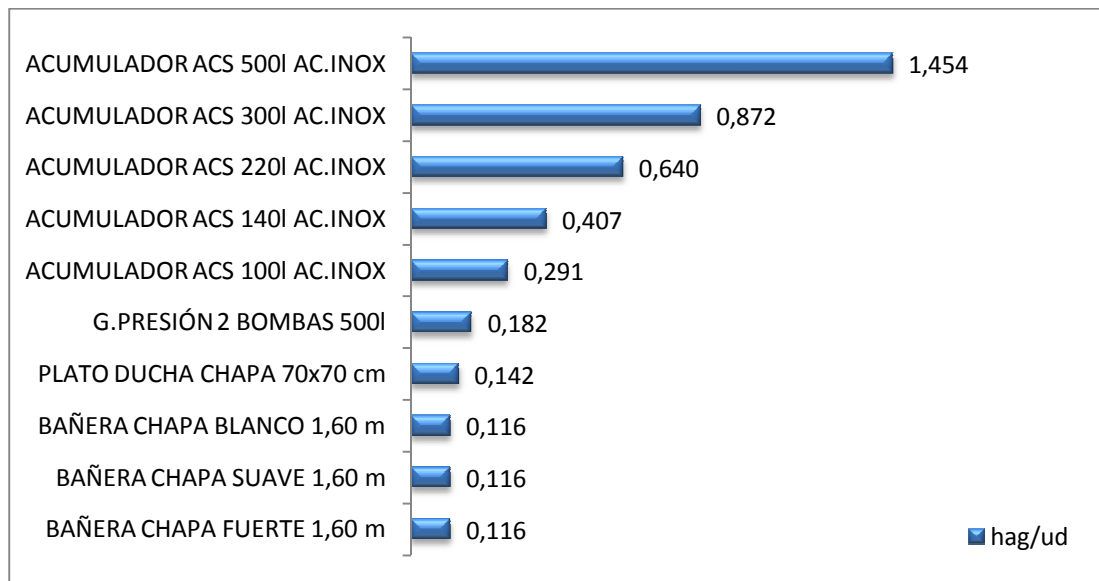


Figura 18.- Precios básicos de la subfamilia instalaciones de fontanería con mayor HE, UD se mide en unidades

Subfamilia IG-Gases y licuados

Esta subfamilia la conforman 47 precios básicos que se emplean para ejecutar instalaciones de gases y demás elementos licuados, apareciendo nuevamente elementos que se encuentran medidos por unidad sin dimensiones (armarios, bombas, llaves,...) y elementos con medidas longitudinales (tubos). Como en casos anteriores, se muestra el proceso seguido para obtener la HE del precio IG01100 “unidad de llave de cierre de macho cónico de 20mm de latón” en las **Tablas 28 y 29**.

Tabla 28.- Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones de gases

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
IG01100	ud	LLAVE DE CIERRE DE MACHO CÓNICO, 20 mm LATÓN	0,20	0,10	0,02	84,00	kN/m ³	101,97	3,426	DB-SE-AE

Tabla 29.- Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones de gases

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
IG01100	3,426	PIEZA LATÓN	3,55E-03	7,00E-06	0,012	2,58	1,26	0,005

La **Figura 19** muestra los 10 precios básicos de esta subfamilia con mayor HE destaca el tanque de almacenamiento de gasóleo como el mayor generador de huella, debido a su gran tamaño de almacenamiento, seguido de la valvulería reguladora de presión, ya que todas están constituidas de acero.

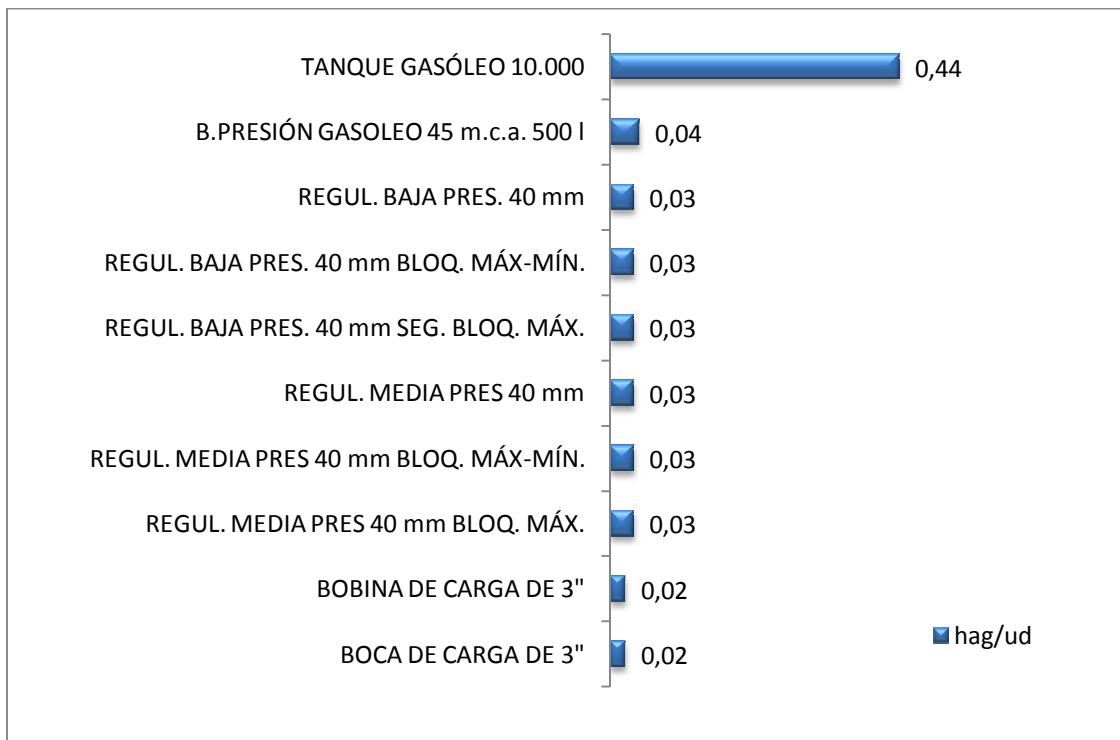


Figura 19.- Precios básicos de la subfamilia instalaciones de gases con mayor HE, UD se mide en unidades

Subfamilia IM.-Electro-mecánicas

Esta subfamilia alberga 92 precios básicos que se encuentran medidas por unidad sin dimensiones (bombas, grupos de presión, ascensores...) acudiendo a catálogos técnicos para obtener su peso. Se reflejan los pasos para obtener la HE del precio básico IM00200 en las **Tablas 30 y 31** "unidad de electro bomba para aspiración de aguas sucias de 2HP de entre 8.000-30.000 litros por hora".

Tabla 30- Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones electromecánicas

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
IM00200	ud	ELEC. BOMBA AG. SUCIA ASPIRAC. 2 HP. 8000-30000 l/h, 17-8 m.c.a.	0,25	0,15	0,10	74,50	kN/m ³	101,97	30,017	DB-SE-AE

Tabla 31.- Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones electromecánicas

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
IM00200	30,017	PIEZA ACERO CROMADO/GALVANIZADO	7,45E-03	7,00E-06	0,223	2,58	1,26	0,109

Los 10 precios básicos de esta subfamilia con mayor HE se reflejan en la **Figura 20**, donde destacan los equipos de elevación (montacoches y ascensores), como los elementos con mayor impacto, siendo así por sus grandes dimensiones y gran cantidad de componentes que forman dichos elementos.

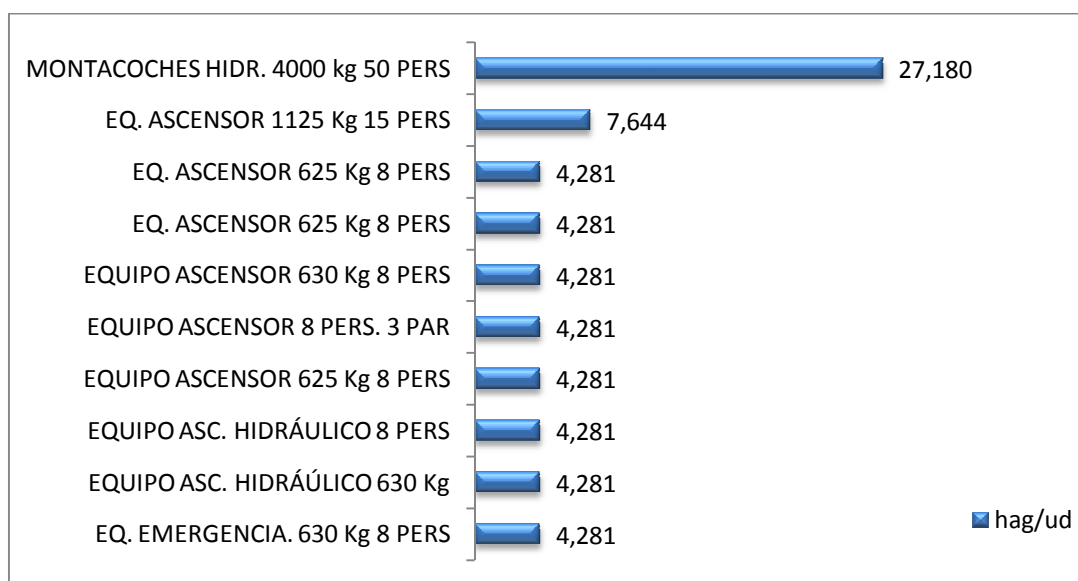


Figura 20.- Precios básicos de subfamilia instalaciones electromecánicas con mayor HE, UD se mide en unidades

Subfamilia IN.-Energía solar.

Los 39 precios básicos que se emplean para ejecución de instalaciones de energía solar se encuentran dentro de esta subfamilia, estando codificados por unidad sin dimensiones (acumuladores, bombas y valvulería...). Se refleja el proceso de cálculo de

HE del precio IN00320 “unidad de bomba circuladora en sistemas solares de 10 bares hasta 110 °C” en las **Tablas 32 y 33**.

Tabla 32- Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones de energía solar

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
IN00320	ud	BOMBA CIRCULADORA EN SIST. SOLARES, 10 BARS, 110 °C	0,40	0,20	0,10	78,50	kN/m ³	101,97	64,037	DB-SE-AE

Tabla 33.- Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones de energía solar

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
IN00320	64,037	PIEZA ACERO CROMADO/GALVANIZADO	7,45E-03	7,00E-06	0,477	2,58	1,26	0,232

La **Figura 21** muestra los 10 precios básicos de esta subfamilia con mayor HE, donde destacan los intercambiadores de acero inoxidable y los acumuladores solares como los elementos con mayor HE, ya que son piezas de grandes dimensiones formadas por materia primas con mucha energía necesaria en su fabricación y transformación.



Figura 21.- Precios básicos de la subfamilia instalaciones energía solar con mayor HE, UD se mide en unidades

Subfamilia IP.-Protección.

Los 242 precios básicos incluidos en esta subfamilia se encuentran medidos por unidad sin dimensiones (extintores, equipos de señalización, rociadores, valvulería...) y por medidas longitudinales (tubos). Las **Tablas 34 y 35** indican el proceso de obtención de la HE del precio básico IP01900 “unidad de central de detección automática de incendios con 4 zonas”.

Tabla 34.- Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones de protección

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
IP01900	ud	CENTRAL DETECCIÓN AUTOMÁT. INCENDIOS, MODULAR 4 ZONAS	0,40	0,10	0,10	980,00	kg/m ³		3,920	CSC

Tabla 35.- Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones de protección

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
IP01900	3,920	PIEZA POLIETILENO	2,87E-03	7,00E-06	0,011	2,58	1,26	0,005

En la **Figura 22** se refleja un gráfico con los 10 elementos que presentan mayor HE en esta subfamilia, donde destacan las instalaciones de interconexión y elementos de almacenamiento de gases ya que están fabricados con materiales con mucha energía necesaria para su transformación y tienen grandes dimensiones cada unidad.

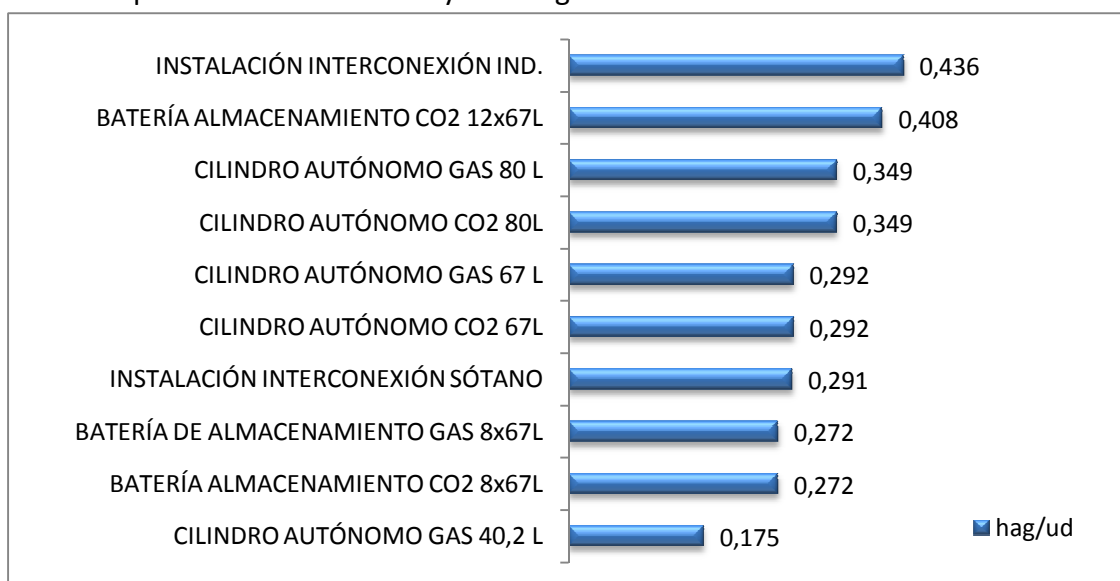


Figura 22.- Precios básicos de la subfamilia instalaciones de protección con mayor HE, UD se mide en unidades

Subfamilia IV.-Audiovisuales

Esta subfamilia alberga 57 precios básicos que se encuentran medidos por unidad sin dimensiones (amplificadores, tomas de TV y telefonía, registros...) y elementos con medidas longitudinales. Se reflejan los pasos para obtener la HE del precio básico IV01120 en las **Tablas 36 y 37** “unidad de armario de telefonía de 60x60 cm”.

Tabla 36- Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones audiovisuales

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
IV01120	ud	ARMARIO TELEFONÍA 60x60 cm	1,26		0,0020	78,50	kN/m ³	101,97	20,172	DB-SE-AE

Para obtener la dimensión total del armario de telefonía (DIM X) se ha establecido la hipótesis de que el prisma que conforma tiene unas medidas de 60x60x15 cm; procediendo al desarrollo de todas las caras de dicho elemento, encontrándonos con 2 caras de 0,60 x 0,60 m, 2 caras de 0,60 x 0,15 m y 4 caras de 0,60 x 0,15 m, dando todo ello una superficie total de 1,26 m² a la que habría que aplicarle la densidad correspondiente (DIM Z), **Tabla 36**.

Tabla 37.- Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones audiovisuales

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
IV01120	30,017	PIEZA ACERO CROMADO/GALVANIZADO	7,45E-03	7,00E-06	0,150	2,58	1,26	0,073

En la **Figura 23** se muestra un gráfico con los 10 precios básicos con mayor HE en esta subfamilia, siendo los elementos con mayor repercusión los armarios metálicos para albergar instalaciones de telefonía ya que son las unidades de mayor tamaño y realizadas en acero.

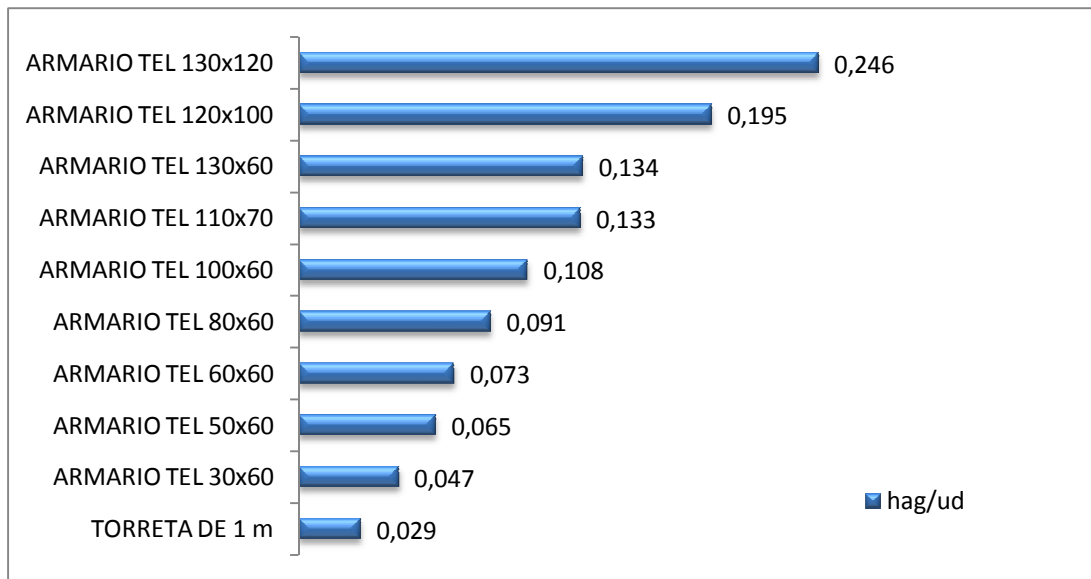


Figura 23.- Precios básicos de la subfamilia instalaciones audiovisuales con mayor HE, UD se mide en unidades

Subfamilia IW.- Varios.

Dentro de este grupo, 49 precios básicos se encuentran codificados por unidad sin dimensiones. Se reflejan los pasos para obtener la HE del precio básico IW02200 en las **Tablas 38 y 39** “unidad de luminaria para empotrar de fluorescentes de 4x20 vatios con difusor de lamas de aluminio”.

Tabla 38.- Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones varias

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
IW02200	ud	LUMINARIA EMPOTRAR FLUORES. 4x20 W DIFUS.LAMAS ALUMINIO.	0,30	0,30	0,010	27,50	kN/m ³	101,97	2,478	DB-SE-AE

Tabla 39.- Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones varias

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
IW02200	2,478	PIEZA ALUMINIO	9,65E-03	7,00E-06	0,024	2,58	1,26	0,012

En la **Figura 24** se refleja un gráfico con los 10 elementos que presentan mayor HE en esta subfamilia, donde se puede observar que los elementos con mayor cantidad de huella son las luminarias.

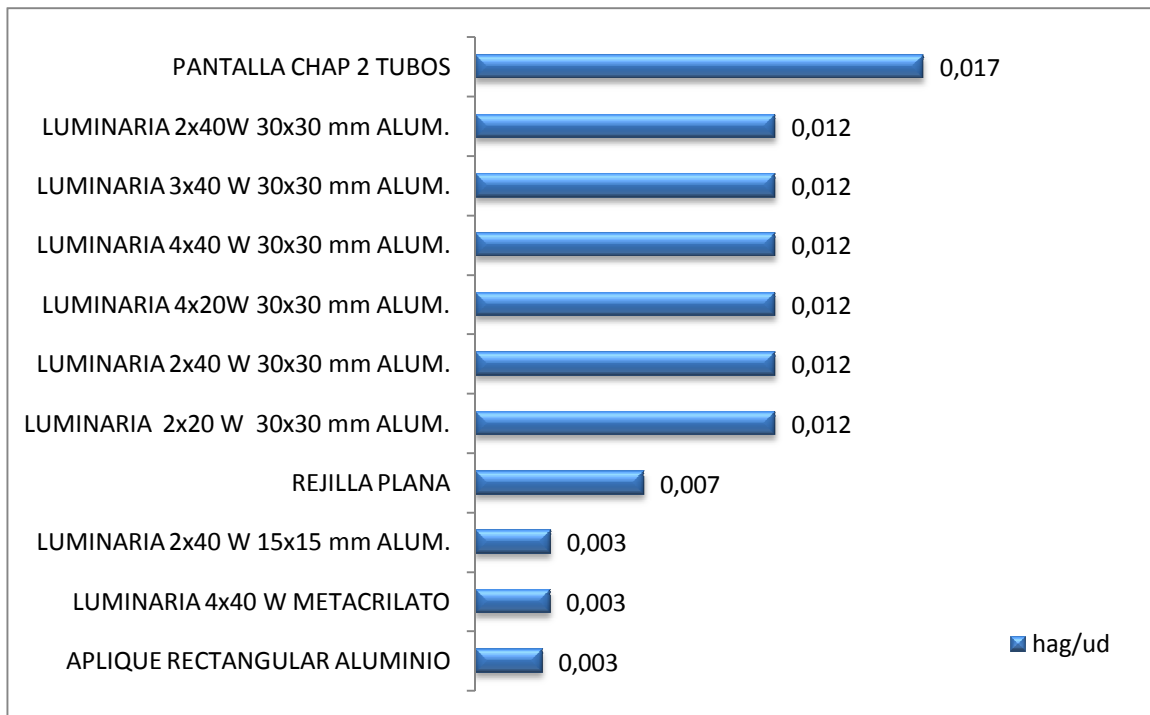


Figura 24.- Precios básicos con mayor HE en la subfamilia de instalaciones varias, UD se mide en unidades

Familia K. Carpintería y elementos de protección

En cuanto a las carpinterías interiores, su fabricación, normalmente de madera, poseen una alta durabilidad y si provienen de maderas certificadas FSC (Forest Stewardship Council) o PEFC (Pan European Forest Certification), y están tratadas con productos de protección y pinturas sin compuestos orgánicos volátiles, la repercusión medioambiental es muy leve, porque además son completamente reutilizables y reciclables. (Soriano, M. et al. 2012) También de bajo impacto, existen en esta familia nuevos materiales procedentes de reciclados de residuos de la madera, fibras plásticas, fibras de papel y resinas naturales.

Con respecto a las carpinterías exteriores, los marcos empleados deben ser estables y durables en su exposición a los agentes meteorológicos, por lo que los empleados en la antigüedad de madera, se han ido sustituyendo por otros metálicos o de plástico, ya que precisan de menores labores de mantenimiento.

Las siguientes subfamilias se encuentran dentro de esta familia: KA.- Acero, KL.- Aleaciones ligeras, KM.- Madera, KP.- PVC y poliuretano, KS.- Seguridad y protección y KW.- Varios albergan 697 precios básicos. En esta familia los elementos se encuentran medidos en su mayoría en m², teniendo que aplicar la medida que resulta necesaria para obtener su volumetría total y aplicarle su densidad correspondiente. En las **Tablas 40 y 41** se muestra el proceso para obtener la HE del precio básico KL05800 “m² de ventana corredera de aluminio lacado”.

Tabla 40.- Cálculo de peso de material de la familia carpinterías

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
KL05800	m ²	VENTANA CORREDERA ALUM LACADO	2,00	0,20	0,0015	27,00	KN/m ³	101,97	1,652	DB-SE-AE

En este caso concreto se han tenido en cuenta las dimensiones de un perfil cuadrado hueco de 0,05 x 0,05 m de 0,005 m de espesor, teniendo en cuenta la parte proporcional que correspondería a 1 metro cuadrado de ventana (2 metros de bastidor).

Tabla 41.- Cálculo de HE de material de la familia carpinterías

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
KL05800	1,652	PIEZA ALUMINO	9,64E-03	7,00E-06	0,016	2,58	1,26	0,008

La **Figura 25** indica los 10 elementos que presentan mayor HE en esta familia, destacando las puertas correderas de 4 hojas como los elementos con mayor repercusión, seguidos de las puertas de garaje y cortafuegos, debido a los materiales de que están compuestos estos elementos.

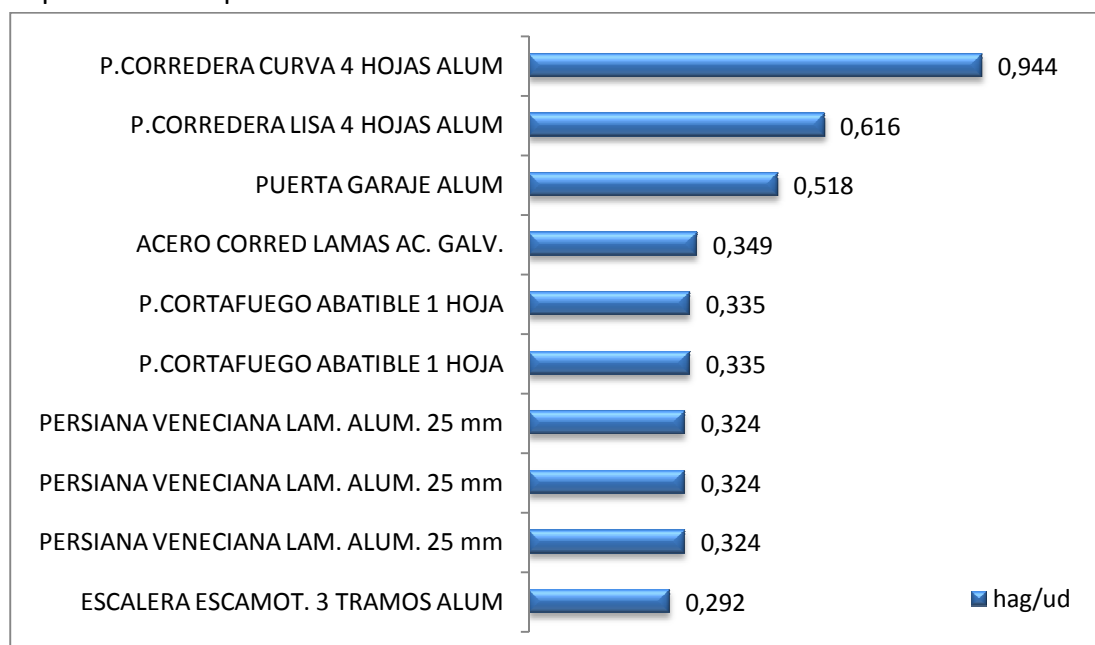


Figura 25.- Precios básicos con mayor HE de la familia carpinterías, UD se mide en unidades excepto las persianas y puertas cortafuegos que son m²

Familia M. Maquinaria

El impacto generado por los componentes que forman parte de esta familia ha sido descrito en el apartado correspondiente a maquinaria de obra.

Familia N. Análisis, pruebas y ensayos

Esta familia presenta precios básicos con finalidad económica, no incluyendo uso de materiales maquinaria o mano de obra, no generando por tener por ello repercusión en el análisis medioambiental de HE.

Familia P.- Pinturas

La pintura es un material de construcción con tres funciones básicas: embellecer aportando color o brillo, proteger al soporte frente al medio evitando su deterioro, y permitir el mantenimiento y la limpieza de los paramentos.

En el caso de las pinturas y barnices, el impacto ambiental de mayor grado se produce con los disolventes compuestos por compuestos orgánicos volátiles, y algunos pigmentos y cargas que contienen metales pesados (cadmio, plomo, mercurio, arsénico, etc.). Las pinturas más respetuosas con el medioambiente son las pinturas al agua o aquellas con ligantes compuestos por resinas, pigmentos y cargas naturales. Las que contribuyen a la mejora de las condiciones higrotérmicas interiores, saludables y durables son las mejores alternativas (Soriano, M. et al. 2012).

Las subfamilias PA.- Acrílicas, PB.-Barnices, PI.- Imprimaciones, PT.- Temples, PW.- Varios y PX-Especiales se incluyen dentro de esta familia. Los 67 precios básicos incluidos en este apartado presentan como unidad de medida origen kg o litros principalmente, teniendo que aplicar la densidad correspondiente a cada material para obtener el peso. Se muestra el proceso para obtener la HE del precio básico PA00500 "kg de pintura acrílica". En la **Tablas 42 y 43**.

Tabla 42.- Cálculo de peso de material de la familia pinturas

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
PA00500	kg	PINTURA ACRÍLICA	1,00	1,00	1,00				1,00	

Tabla 43.- Cálculo de HE de material de la familia pinturas

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
PA00500	1,00	PINTURA	2,21E-03	7,00E-06	2,20E-03	2,58	1,26	1,08E-04

La **Figura 26** indica los 10 elementos que presentan mayor HE en esta familia, teniendo los valores más alto las pinturas acrílicas y las compuestas por resinas.

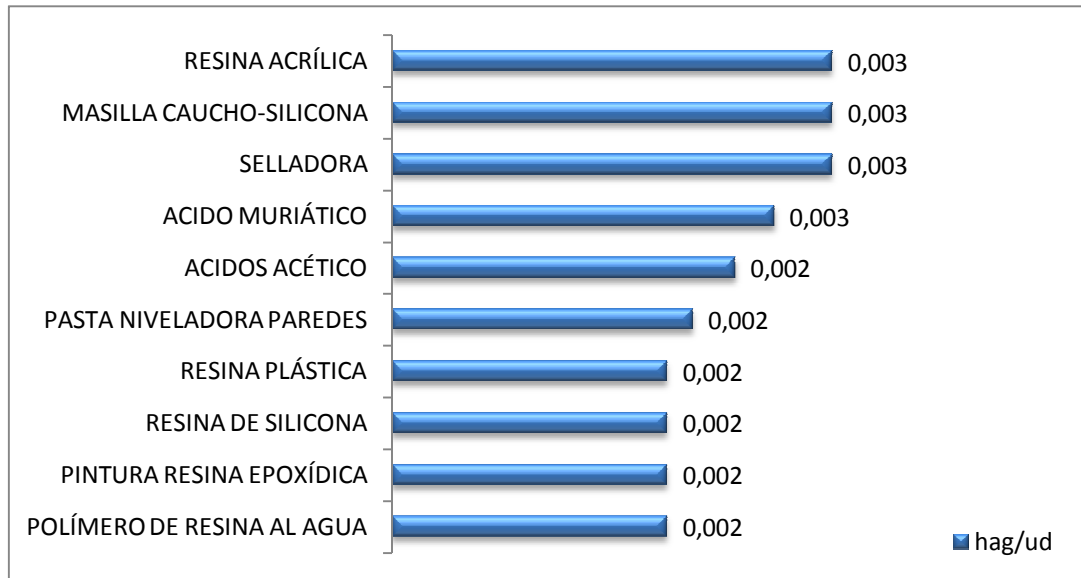


Figura 26.- Precios básicos con mayor HE de la familia de pinturas, UD se mide en kg

Familia Q.- Cubiertas

Diversos elementos forman parte de esta familia, encontrándonos piezas de diversos materiales en función del elemento que vaya a formar parte de la cubrición del edificio (teja cerámica, pizarra, paneles de chapa...).

Esta familia la componen las subfamilias QL.-Lucernarios y claraboyas, QP.- Placas y paneles, QT.- Tejas, QW.- Varios y QZ.- Pizarras. Los 78 precios básicos incluidos en este apartado presentan medidas de unidad de origen en función de la función que tenga el elemento que se analice: aleros, remates o caballetes tienen medidas lineales, elementos de cobertura presentan medidas superficiales, y elementos individuales o puntuales están codificados por unidad. En todos los casos se les aplican las dimensiones totales del elemento para obtener su volumetría, de la cual se obtiene el peso mediante la densidad. Se ha elegido el precio básico QT00700 “unidad de teja cerámica curva” para mostrar el proceso de obtención de su HE en las **Tablas 44 y 45**.

Tabla 44.- Cálculo de peso de material de la familia cubiertas

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
QT00700	ud	TEJA CERÁMICA CURVA	1,00	1,00	1,00	2,00	Kg/ud		2,00	DB-SE-AE

Tabla 45.- Cálculo de HE de material de la familia cubiertas

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
QT00700	2,00	BALDOSA CERÁMICA	7,66E-04	7,00E-06	1,50E-03	2,58	1,26	7,50E-04

En la **Figura 27** se recogen los 10 elementos que presentan mayor HE en esta familia, pudiendo apreciar los paneles sándwich y las estructuras para lucernarios como los elementos con mayor impacto ambiental.

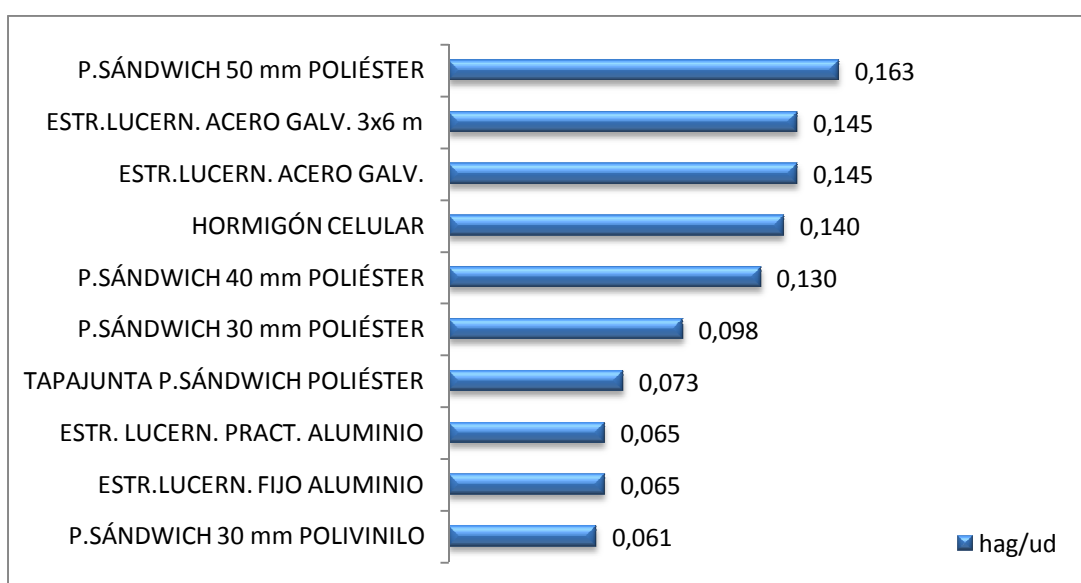


Figura 27.- Precios básicos con mayor HE de la familia cubiertas, UD se mide en m² los paneles sándwich, en m³ el hormigón celular, en metro el tapajunta y lucernarios por unidad

Familia R.- Revestimientos

Los revestimientos en las envolventes se emplean con doble objetivo: estético y de protección frente al medio y al uso del edificio, encontrándonos elementos como el yeso (buenas propiedades aislantes y de protección frente al fuego, reciclable, y de bajo coste medioambiental), la cal (es considerada como uno de los materiales de construcción más respetuoso con el medioambiente), morteros (cuyos impactos de los morteros van asociados a los del cemento, los áridos y los aditivos) y piezas de piedras naturales o artificiales (baldosas cerámicas, hidráulicas, granito..) (Soriano, M. et al. 2012). En el caso de los sintéticos son mayoritariamente de naturaleza plástica cuya matrial prima procede del petróleo, escaso y próximo a agotarse (Baño Nieva y Vigil Escalera del Pozo, 2005).

Las subfamilias que aparecen a continuación se encuentran dentro de esta familia: RA.- Aplacados, RC.- Continuos, RL.- Ligeros, RP.- Peldaños, RS.- Suelos, RT.-Techos, RW.-Varios. Estos 435 precios básicos representan diversos materiales empleados para las terminaciones en las obras, por lo que los diferentes precios básicos están medidos en función de la forma del elemento: lineal (dinteles, mochetas, huellas), superficial (placas, monocapa, tableros, baldosas...) o por unidad (azulejos, baldosas...); teniendo por tanto que aplicarle las dimensiones que faltan para obtener su volumetría total, de la que se consigue su peso aplicándole la densidad correspondiente. En las **Tablas 46 y 47** se muestran el proceso seguido con el precio básico RA00200 “unidad de azulejo blanco de 15x15 cm”.

Tabla 46.- Cálculo de peso de material de la familia revestimientos

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
RA00200	ud	AZULEJO BLANCO 15x15 cm	0,15	0,15	0,01	2.300	Kg/m ³		0,518	CSC

Tabla 47.- Cálculo de HE de material de la familia revestimientos

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
RA00200	0,518	BALDOSA CERÁMICA	7,66E-04	7,00E-06	4,00E-04	2,58	1,26	2,00E-04

En la **Figura 28** se muestran los 10 precios básicos que presentan mayor HE en esta familia. Indicar que el precio básico “Baldosa cerámica gotera” tiene una HE de 124,505 hag por cada mil unidades (mu) que es la unidad de origen que presenta, siendo dividido el resultado entre mil para poder compararlos con el resto de precios. Dentro del resto de precios, destacan los revestimientos de grandes formatos, como las resinas termoendurecidas de 1x0.6 metros seguido de las placas acústicas de acero y aluminio.

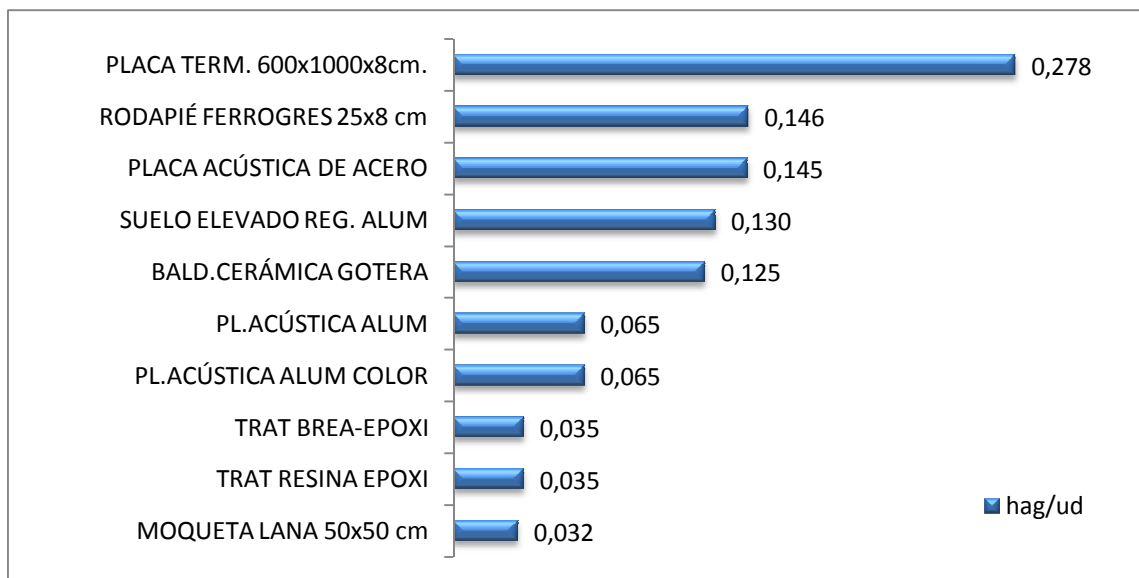


Figura 28.- Precios básicos con mayor HE de la familia revestimientos, UD es en m² excepto en rodapié y baldosa cerámica que es unidad

Familia S.- Saneamiento

En este apartado se incluyen los componentes necesarios para ejecutar las redes de evacuación y saneamiento en la construcción, encontrándonos elementos de diversos materiales, como tuberías de PVC, arquetas prefabricadas...

Las siguientes subfamilias componen esta familia: SA.-Arqueta, SB.- Bajantes, SC.- Colectores, SS.- Sumideros y cazoletas, SW.- Varios. Los 73 precios básicos que aparecen en esta subfamilia tienen como unidades de origen lineales (cercos, bajantes, tubos...) y medidos por unidad (arquetas, sumideros, valvulería...); de los cuales se obtendrá el peso a través de su densidad, aplicando las medidas de los elementos (espesores, secciones...) definidas mediante hipótesis y catálogos técnicos. En las **Tablas 48 y 49** se muestran el proceso seguido con el precio básico SB00800 "bajante de PVC de diámetro 90 mm".

Tabla 48.- Cálculo de peso de material de la familia saneamiento

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
SB00800	m	BAJANTE PVC DIÁM 90 mm	3,142	0,09	0,003	1.390	Kg/m ³		1,179	CSC

Tabla 49.- Cálculo de HE de material de la familia saneamiento

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
SB00800	1,179	TUBERÍA PVC	2,08E-03	7,00E-06	2,50E-03	2,58	1,26	1,20E-03

En el gráfico de la **Figura 29** se indican los 10 elementos de esta familia con mayor HE destacan las arquetas como los precios con mayor impacto ambiental.

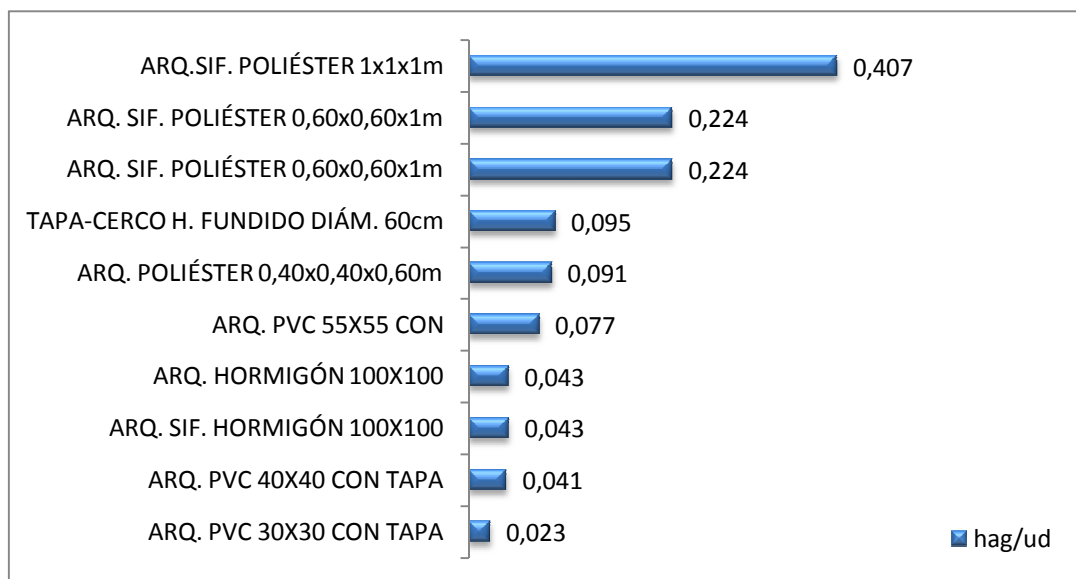


Figura 29.- Precios básicos con mayor HE de la familia de saneamiento, UD se mide en unidades

Familia T.- Trabajo (Mano de obra)

El impacto generado por los componentes que forman parte de esta familia ha sido descrito en el apartado correspondiente a mano de obra.

Familia U.- Urbanización

Los 432 precios básicos incluidos en este apartado son similares a algunos ya explicados en familias anteriores, existiendo las subfamilias siguientes: UA.- Alcantarillado, UE.- Electricidad, UG.- Gases y licuados, UI.- Indicadores y señales, UJ.- Jardinería, UP.- Pavimentaciones, US.-Suministro de agua, UT.- Telefonía, UU.- Amueblamiento urbano y UW.- Varios. En este aspecto, los elementos de esta familia tienen diferentes unidades de origen (lineales, superficiales y unidades individuales), teniendo que aplicar los procesos explicados en familias anteriores para obtener el peso de cada uno de ellos (completar la volumetría con las medidas que faltan en la definición del precio y aplicar la densidad correspondiente). El proceso seguido en el precio básico UE01100 "cable de aluminio de 1x10 mm² de 1000 voltios" se refleja en las **Tablas 50 y 51**.

Tabla 50.- Cálculo de peso de material de la familia urbanización

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
UE01100	m	CABLE ALUMINIO 1x10 mm ² /1000V	1,000	10,00	1,00E-06	27,00	KN/m ³	101,97	0,028	DB-SE-AE

En este caso, en la tabla anterior, en la columna DIM Z se aplica un coeficiente que permite pasar de mm² de la unidad de origen a m² necesarios para aplicarle la densidad.

Tabla 51.- Cálculo de HE de material de la familia urbanización

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
UE01100	0,028	CABLE ALUMINIO	8,76E-03	7,00E-06	2,00E-04	2,58	1,26	1,20E-04

En el gráfico de la **Figura 30** se indican los 10 elementos de esta familia con mayor HE, donde destacan los depósitos de combustibles y los juegos.

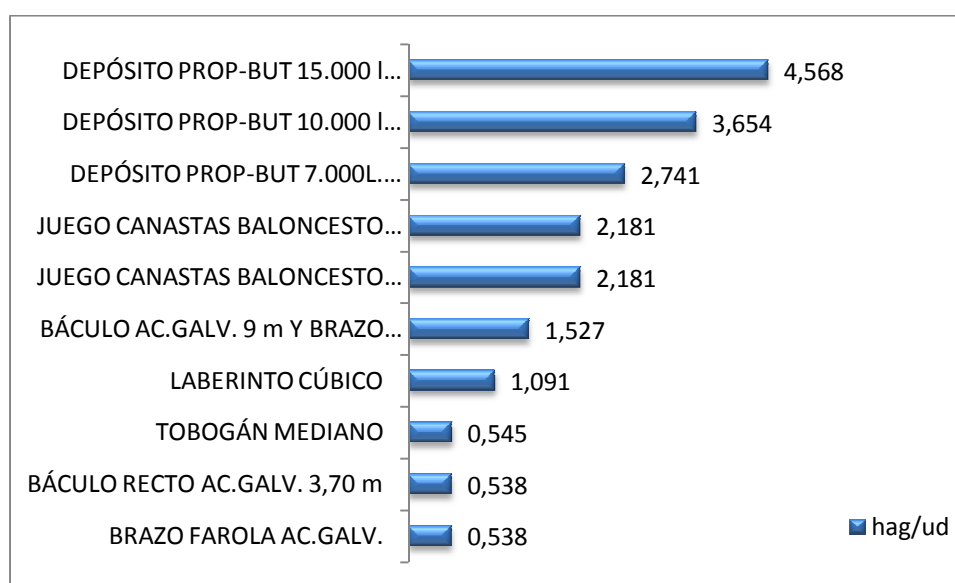


Figura 30.- Precios básicos con mayor HE en la familia de urbanización, UD se mide en unidades

Familia V.- Vidrios y sintéticos

El vidrio se obtiene por fusión a unos 1.500 °C de arena de sílice, carbonato sódico, roca caliza y vidrio reciclado. Tras la fusión, en el caso del vidrio flotado, el vidrio flota sobre estaño líquido, garantizando su máxima planimetría y limpieza. Las fases de extracción de la materia prima y fabricación son las más impactantes, siendo totalmente reciclable, y fácilmente valorizable como residuo (Soriano, M. et al. 2012).

Esta familia la forman las subfamilias siguientes: VL.- Lunas, VM.- Metracrilatos, VP.- Policarbonatos, VV.- Vidrios, VW.- Varios. Está compuesto por 132 precios básicos cuya medida es mayoritariamente superficial (lunas pulidas, templadas...) a los que aplicando su espesor y densidad permite obtener su peso. También existen elementos

medidos por unidad con dimensiones definidos en la descripción del precio, aplicando dichas dimensiones para obtener su volumetría y seguir el mismo camino. En las **Tablas 52 y 53** se muestran el proceso seguido con el precio básico VL01200 “m² de luna pulida flotada de color filtrante de 4mm de espesor”.

Tabla 52.- Cálculo de peso de material de la familia vidrios

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
VL01200	m ²	LUNA PULIDA FLOTADA DE COLOR FILTRANTE 4 mm	1,00	1,00	0,004	2,50	KN/m ³	101,97	1,020	DB-SE-AE

Tabla 53.- Cálculo de HE de material de la familia vidrios

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
VL01200	1,020	VIDRIO PLANO RECUBIERTO	6,28E-04	7,00E-06	6,00E-04	2,58	1,26	3,20E-04

En el gráfico de la **Figura 31** se indican los 10 elementos de esta familia con mayor HE, entre los que se encuentran las planchas de policarbonato y metacrilato de diferentes espesores.

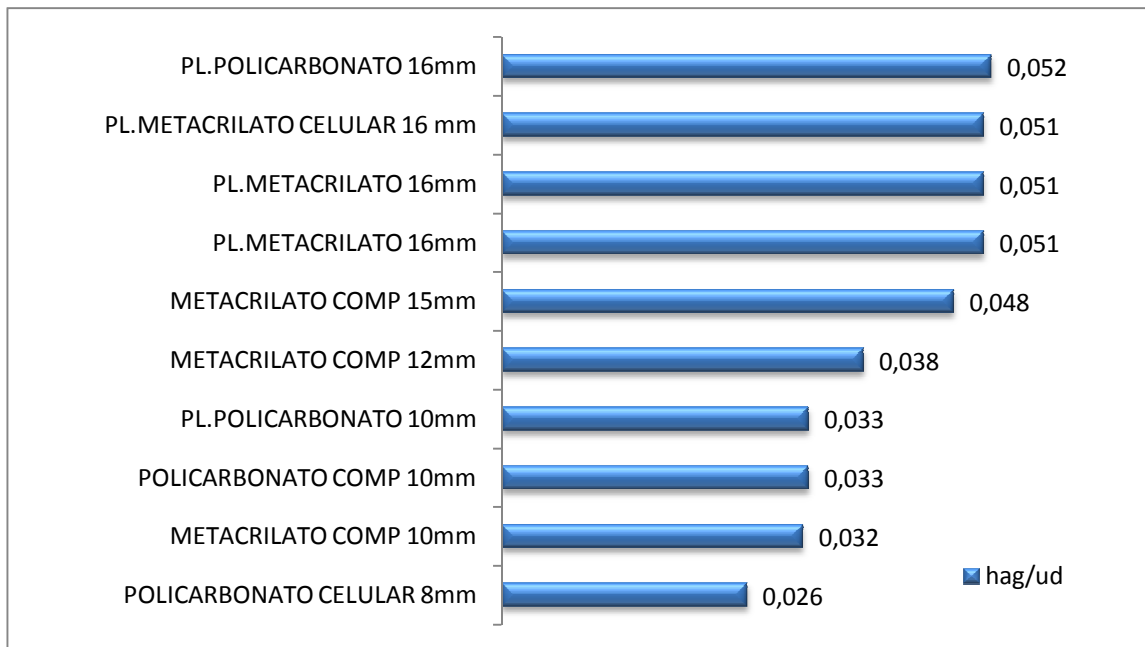


Figura 31.- Precios básicos con mayor HE de la familia de vidrios, UD se mide en m²

Familia W.- Varios

Los 17 precios básicos que componen de esta familia están medidos por unidad, aplicando las características de cada uno de ellos para aplicarle su densidad correspondiente y obtener su peso. Se muestra el proceso a seguir para obtener la HE del precio básico WW00300 “unidad de material complementario o piezas especiales” en las **Tablas 54 y 55**.

Tabla 54.- Cálculo de peso de material de la familia varios

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
WW00300	ud	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS ESPECIALES	0,100	0,005	0,005	78,50	KN/m ³	101,97	0,020	DB-SE-AE

Tabla 55.- Cálculo de HE de material de la familia varios

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
WW00300	0,020	PIEZA ACERO CROMADO/GALVANIZADO	7,45E-03	7,00E-06	1,00E-04	2,58	1,26	7,00E-05

En el gráfico de la **Figura 32** se indican los 10 elementos de esta familia con mayor HE, encontrándose la cinta de polietileno y el cortafuegos realizado en chapa de acero como los elementos con mayor impacto ambiental en esta familia.

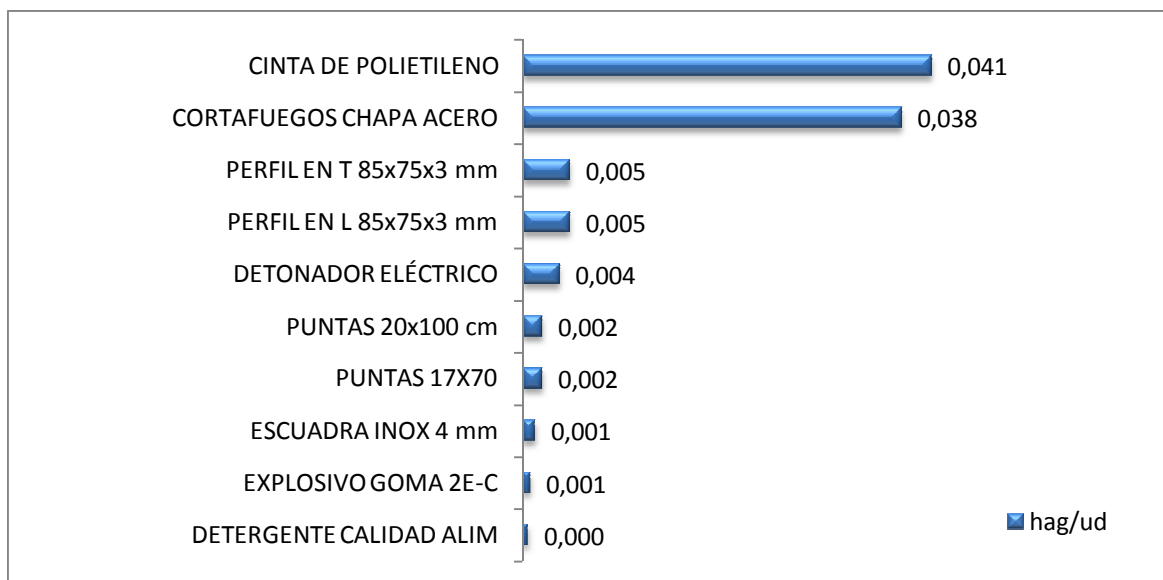


Figura 32.- Precios básicos con mayor HE de la familia varios, UD se mide en unidades, la cinta de polietileno y los perfiles se miden en metros, las puntas y el explosivo en kg y el detergente en litros.

Familia X.- Aislamientos

Para garantizar la eficiencia energética de nuestros edificios es fundamental evitar pérdidas de energía a través de la envolvente, debiendo dimensionarlas y aislarlas adecuadamente en función del tipo de edificio, de su ubicación geográfica, y de la tipología del elemento constructivo. Principalmente se emplean lanas minerales, productos poliméricos (algunos provocan grandes impactos negativos), productos naturales, etc. (Soriano, M. et al. 2012).

Las subfamilias siguientes se encuentran dentro de esta familia: XA.- Acústicos, XI.- Impermeabilizaciones, XT.- Térmicos y XW.- Varios. Los 192 precios básicos de esta familia se encuentran medidos en unidades superficiales (paneles rígidos, láminas...) o lineales (coquillas, perfiles...), a los que aplicándoles las medidas necesarias (espesor, alturas...) permite obtener la volumetría de dichos precios. Teniendo en cuenta su densidad se obtiene el peso de cada precio básico que conforma esta familia. En las **Tablas 56 y 57** se muestran el proceso seguido con el precio básico XT11700 “m² de panel rígido de fibra de vidrio de 20 mm de espesor y densidad 61 kg/m³”.

Tabla 56.- Cálculo de peso de material de la familia aislamientos

CÓDIGO	UD	RESUMEN	MEDICIÓN INICIAL			CAMBIO UD		COEF PASO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FUENTE
			DIM X	DIM Y	DIM Z	Valor	UD			
XT11700	m ²	PANEL RÍGIDO FIBRA VIDRIO 20 mm DENSIDAD 61 kg/m ³	1,00	1,00	0,020	61,00	Kg/m ³		1,220	

Tabla 57.- Cálculo de HE de material de la familia aislamientos

CÓDIGO	MEDICIÓN FINAL (kg)	FAMILIA ASIMILADA ECOINVENT	FACTOR EMISIÓN (tCO ₂ /kg)	EMISIONES TRANSPORTE (tCO ₂ /kg)	EMISIONES (tCO ₂ /ud origen)	A _F (tCO ₂ /ha)	FE _B (hag/ha)	HE (hag/ud)
XT11700	1,220	FIBRA DE VIDRIO	2,41E-03	7,00E-06	0,003	2,58	1,26	1,44E-03

En el gráfico de la **Figura 33** se indican los 10 elementos de esta familia con mayor HE, donde destacan los morteros con aditivos (perlita, vermiculita, lana de roca...) y las planchas de poliuretano de diferentes densidades.

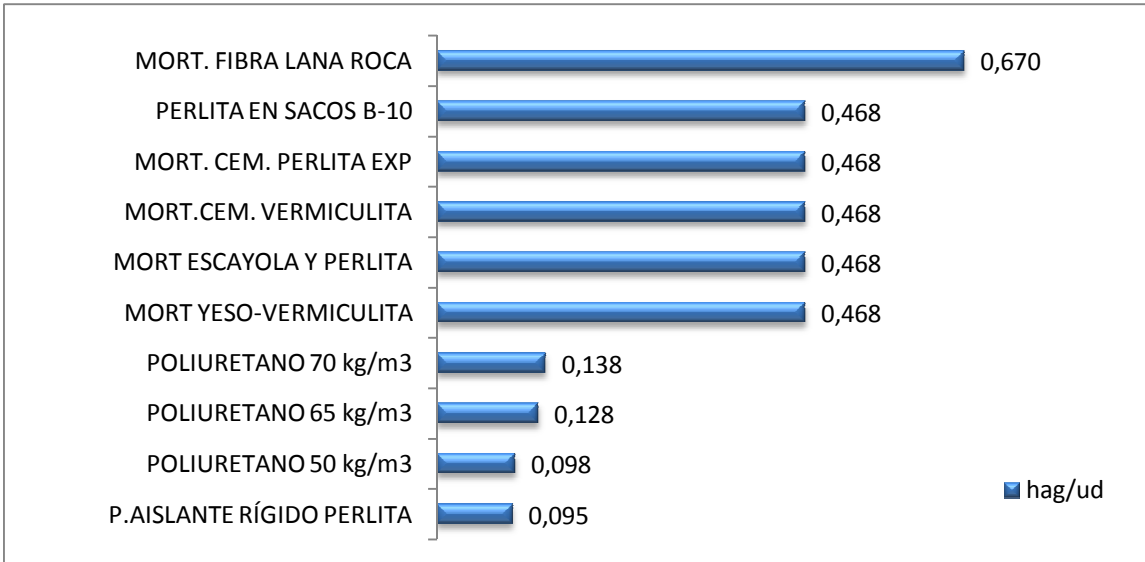


Figura 33.- Precios básicos con mayor HE de la familia aislamientos UD se mide en m^3 y los paneles en m^2

9. COSTES INDIRECTOS

De forma innovadora respecto a anteriores metodologías de cálculo de HE (Solís-Guzmán, 2011; Vallejo-González et al. 2015) se incorporan al análisis de la HE los costes indirectos de forma independiente, que son todos aquellos elementos que no pueden imputarse a una sola actividad dentro de la obra. Tomando como referencia la BCCA se ha realizado un estudio de los costes indirectos atribuibles a cualquier proyecto de edificación, recogiendo todos los elementos que conforman este grupo. Cada concepto se transforma en datos útiles para calcular la HE (horas anuales efectivas de trabajadores, consumos de combustible por la maquinaria, consumo de agua y electricidad en las casetas de obra, etc.), los cuales se muestran en la **Tabla 58** con sus correspondientes códigos en el BCCA, e indicando los diferentes coeficientes a emplear. Para la obtención de los coeficientes se han pasado los meses de trabajo a horas de personal, los medios auxiliares a consumo eléctrico o de gasoil y los materiales de las casetas y otros medios a kg y a sus emisiones en la fabricación o energía incorporada en su fabricación (Freire, et al. 2016).

Tabla 58.- Costes indirectos en términos necesarios para calcular la HE

TABLA PARA CÁLCULO DE HUELLA ECOLÓGICA COSTES INDIRECTOS DE EJECUCIÓN						HE
CÓDIGO	CONCEPTO	UD	DATOS HUELLA ECOLÓGICA			hag/ud
C12	COSTES INDIRECTOS DE EJECUCIÓN (CIE)		Personal			
C121	MANO DE OBRA INDIRECTA		h/mes			
C1211	Encargado	mes	127,08			0,031
C1212	Capataces	mes	127,08			0,031
C1213	Almaceneros	mes	127,08			0,031
C1214	Guardería	mes	127,08			0,031
C122	MEDIOS AUXILIARES		Personal			
C1221	Mano de obra auxiliar		h/m²			
C12211	Personal transporte interior	m ²	0,02			6,00E-06
C12212	Personal de limpieza general y regado	m ²	0,05			1,10E-05
C12213	Recogida y transporte de útiles y herramientas	m ²	0,04			1,00E-05
C1223	Maquinaria, útiles y herramientas		Personal	Consumo eléctrico	Consumo combustible	
C12231	Medios de elevación		h/mes	kWh/mes	l/mes	
C122311	Grúa	mes	127,08	1.525,00		0,126
C122313	Manipulador telescópico	mes	101,67		1830,00	0,025
C122314	Plataformas elevadoras	mes	101,67	305,00		0,044
C122315	Montacargas	mes	101,67	305,00		0,044
C12232	Hormigoneras	mes	101,67	149,45		0,034
C12233	Cortadoras	mes	101,67	162,67		0,035
C123	INSTALACIONES, ACCESORIAS Y COMPLEMENTARIAS		Personal	Consumo eléctrico	Consumo agua	
C1231	Casetas de obra		h/ud	kWh/m²	m³ agua/ m² caseta	
C12311	Oficinas	m ²		208,00	0,16	0,013
C12312	Sala de reuniones	m ²		208,00	0,16	0,013
C12313	Almacenes	m ²		208,00	0,16	0,013
C12321	Acometida de electricidad	u	32,82			0,008
C12322	Acometida de agua y saneamiento	u	6,56			0,002
C12323	Tendido eléctrico	u	21,88			0,005
C12324	Instalación provisional agua	u	4,38			0,001
C1233	Viales, localización y replanteos	u	18,98			0,005
C124	PERSONAL		Personal			
C1241	Técnicos adscritos a la obra		h/mes			
C12411	Jefe de obra	mes	127,08			0,031
C12412	Jefe de producción	mes	127,08			0,031
C12413	Técnicos auxiliares	mes	127,08			0,031
C1242	Administrativos adscritos permanentemente a la obra	mes	127,08			0,031
C125	VARIOS			Consumo Eléctrico		
C1251	Gastos de oficinas y almacenes de obra			kWh/m²		
C12511	Gastos de oficinas	mes				
C1253	Otros					
C12531	Iluminación	m ²		1,49	Oc. Directa	1,00E-04
C12532	Pruebas de servicio de instalaciones	m ²		1,11	ha	1,00E-04
C12533	Superficie de parcela	m ²			1,00E-04	3,00E-04

Una vez transformados los datos iniciales de los costes indirectos en conceptos válidos para el cálculo de la huella, los elementos de la mano de obra y la maquinaria siguen el proceso comentado en los apartados anteriores, quedando como elementos diferenciales el consumo de energía eléctrica y agua, los cuales serán explicados a continuación.

9.1. Electricidad consumida

Dentro de este apartado encontramos 4 elementos generadores de HE: maquinaria eléctrica (que sigue el mismo proceso que la maquinaria de imputación directa anteriormente citado), consumo eléctrico de las casetas de obra, iluminación de la parcela y pruebas de servicios de las instalaciones.

Para el consumo energético de las casetas, se ha tenido en cuenta lo recogido en la ITC-BT-10 (RD 842/2002) que establece un consumo de $0,10 \text{ kW/m}^2$ para usos de edificios comerciales y oficinas. Teniendo este dato y las horas totales de uso de las oficinas (se ha establecido la hipótesis de tomar 8 horas al día durante 5 días semanales y 52 semanas al año) podemos obtener los kWh de energía eléctrica necesaria.

Para introducir el consumo eléctrico por la iluminación de la parcela, se ha optado por aplicar sobre la superficie de la parcela el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, donde se indica el nivel mínimo de iluminación de 100 luxes (lumen/m^2). Con este dato y las horas de funcionamiento establecidas (la mitad de las horas de caseta), obtendremos el consumo eléctrico que generan la iluminación de la zona de obra.

Para determinar el consumo eléctrico de las pruebas de servicio de las instalaciones ejecutadas, han sido analizadas las facturas eléctricas de 30 proyectos facilitados por la compañía ENDESA, obteniendo los kWh totales consumidos por tipo de obra y superficie de parcela. Comparando estos resultados empíricos con los obtenidos de la predicción que hace el análisis de los costes indirectos en una obra conocida y estudiada previamente (Solís-Guzmán, 2011), podemos observar una discrepancia de un 15%. Finalmente, esta discrepancia se asigna al consumo de las pruebas de las instalaciones durante la finalización del proyecto. La potencia a asignar a las pruebas de puesta en servicio de las instalaciones es de $1,11 \text{ kWh por m}^2$ de superficie construida. Todos estos pasos se muestran en la **Figura 34**.

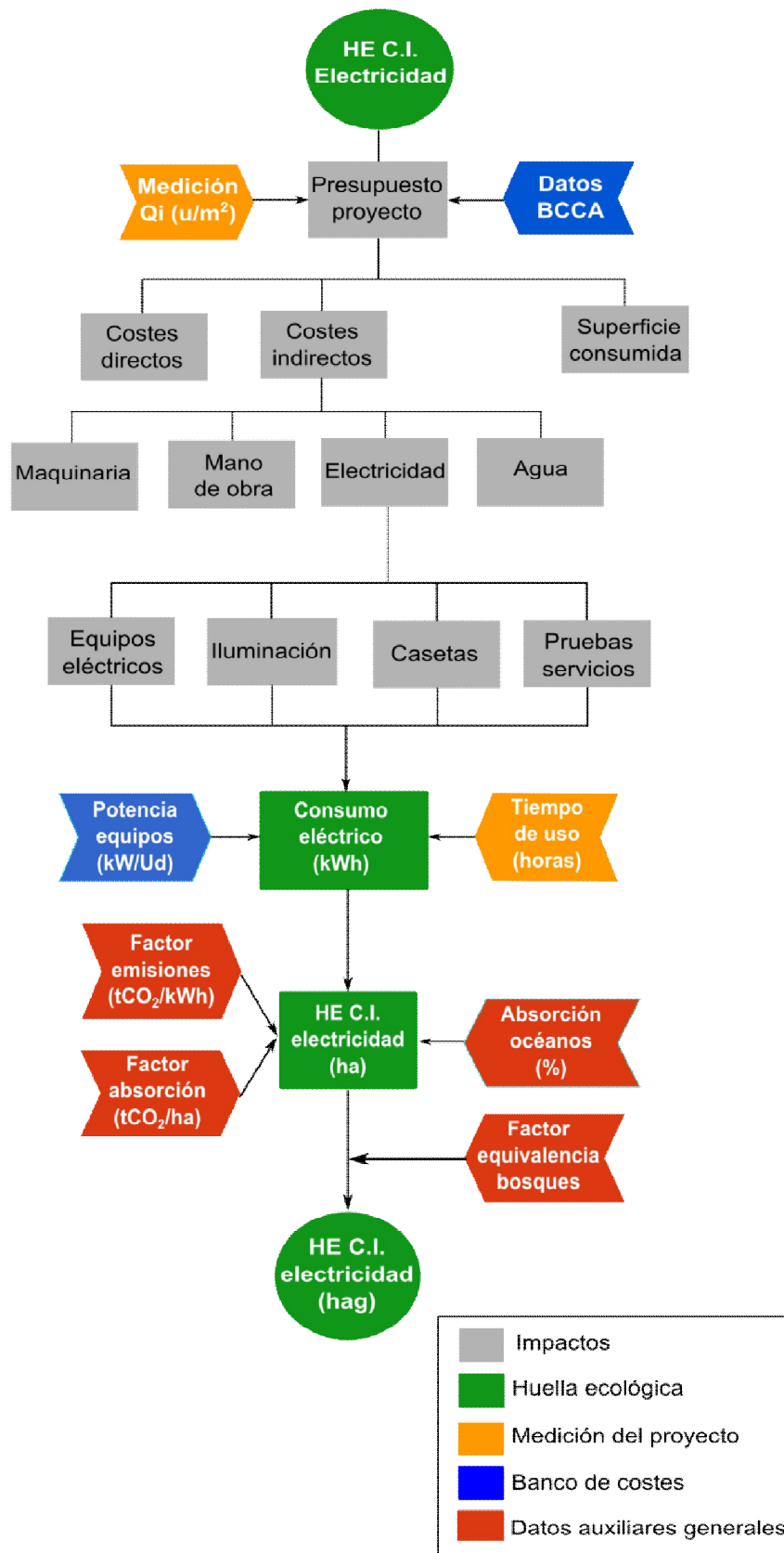


Figura 34.- Esquema de cálculo de la HE producida por el consumo de electricidad en los costes indirectos (C.I.)

9.2. Agua consumida

El consumo de agua se incluye en la presente metodología del indicador HE debido a la importancia de este recurso. En investigaciones anteriores (Solís-Guzmán 2011, González-Vallejo et al., 2014, Freire et al., 2014) se englobaban en el consumo de agua la consumida por las casetas de obra y la empleada como material en los diversos trabajos, sin tenerse en cuenta los trabajos de riego de manera indirecta. Además, se incluía el consumo de agua en la HE de bosques como productor de agua; metodología que se ha visto modificada en esta tesis al evaluar la energía incorporada en el agua potable que producirá una huella de energía.

En primer lugar, se propone para el cálculo del volumen de agua consumida directamente en la obra, elementos consumidores de agua: las casetas de obra y la empleada en los diferentes trabajos (bien directamente como un material más en los hormigones y morteros o bien como riego durante los movimientos de tierra, curado del hormigón, etc.). Para obtener el agua de los aseos y vestuarios colocados en obra se ha analizado el CTE-DB-HE “Demanda de referencia a 60°C” (RD 314/2006), que establece un consumo de agua caliente sanitaria por persona y día. Dicho dato se ha incrementado un 25% por la utilización de los inodoros, y aplicándole el número de empleados y días trabajados se obtienen los m³ totales de agua consumida.

La cantidad de agua empleada como material directamente será obtenida del listado de materiales de la obra, siguiendo el camino descrito en el apartado de los materiales. Para obtener el agua consumida en los trabajos de riego en la obra se sigue un camino similar al de la electricidad, ya que acudimos a diferentes trabajos relacionados con datos empíricos (González-Vallejo et al., 2015) que nos permiten obtener la cantidad total de agua consumida en la obra según su superficie construida. A esta cifra global, le quitaremos la cantidad que ya hemos obtenido en los pasos anteriores (las casetas de obras y el agua empleada directamente como material), obteniendo de este modo la cantidad de agua utilizada en trabajos de riego durante la obra.

Al agua total consumida se le aplica el coeficiente que indica la energía necesaria (kWh) para la obtención de un m³ de agua, siguiendo a partir de este punto el camino explicado en apartados anteriores (factor de emisiones por kWh, coeficiente de absorción y factor de equivalencia), quedando todo reflejado en la **Figura 35** y en la siguiente fórmula:

$$HE_{AGUA} = ((C \times IE_{AGUA} \times E_{AGUA} \times 0,72)/A_F) \times FE_B \quad (7)$$

Donde:

HE_{AGUA}: huella ecológica de agua consumida (hag).

C: consumo (m³).

IE_{AGUA} : intensidad energética del agua (kWh/m^3).

E_{AGUA} : emisiones del agua según Symapro ($t\ CO_2/kWh$).

0,72: Reducción de emisiones a absorber, debido a la absorción por los océanos (28%) (Borucke et al., 2013).

A_F : productividad de área de absorción de carbono, o factor de absorción (tCO_2/ha).

FE_B : factor de equivalencia de los bosques (hag/ha).



Figura 35.- Esquema de cálculo de la HE producida por el consumo de agua

9.3. Superficie consumida

La metodología HE tiene en cuenta el suelo que se ocupa directamente, ya que será biológicamente improductivo desde el momento en que sea urbanizado. En el presente análisis, como se muestra en la **Figura 36**, dicha superficie responderá a la que se va a utilizar en el proyecto.

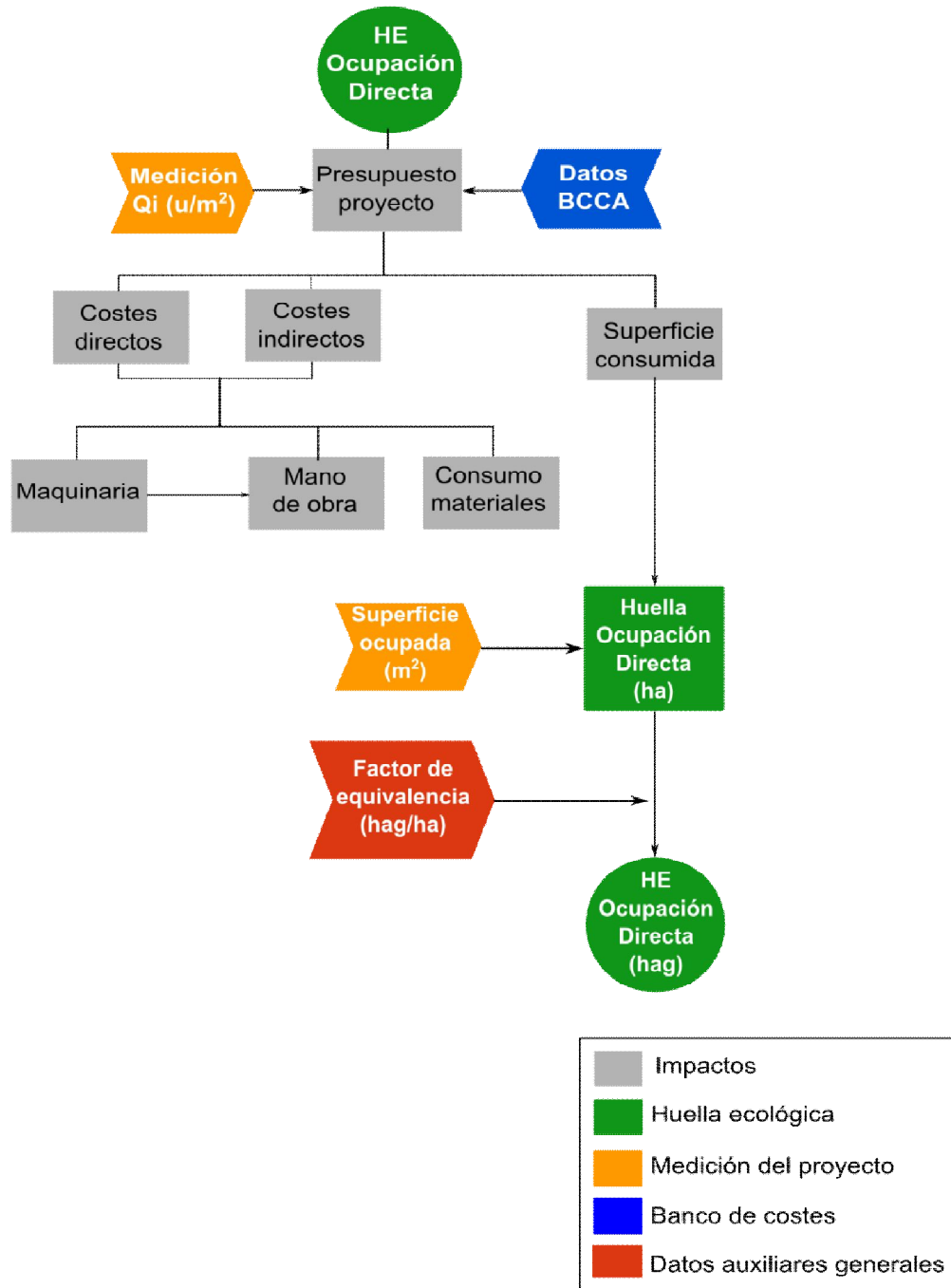


Figura 36.- Esquema de cálculo de la HE producida por el consumo de superficie

Por tanto, la HE de superficie ocupada, vendrá dada por la transformación sufrida por el suelo a analizar. Dicha huella se obtendrá calculando la superficie a través de la memoria de cada proyecto analizado. No se aplica ningún factor de conversión ya que las unidades serán de superficie (ha) y se aplica el factor de equivalencia correspondiente al territorio donde se actúa; tal y como se muestra en la siguiente expresión:

$$HE_{sup} = S \times FE_x \quad (8)$$

Donde:

S: superficie de ocupación directa (ha).

FE_x : factor de equivalencia de la superficie construida (hag/ha). En el indicador se definen dos posibles tipos de territorio: bosques o cultivos.

10. VEGETACIÓN Y ARBOLEDA

Como elemento adicional muy importante en los proyectos de urbanización y que no se incluye en la metodología HE, se introduce un análisis del impacto producido sobre la arboleda/vegetación por las actuaciones proyectadas sobre la zona desde el punto de vista de la cantidad de CO₂ que pueden absorber; tomando como base los estudios realizados por el profesor Figueroa Clemente en su libro “*Los Sumideros Naturales de CO₂*” (Clemente et al., 2007), donde establece los kg de CO₂ que absorben distintas especies arbóreas durante un año en función del tamaño y tipo de hoja. Todo ello se resumen en la **Tabla 59**, donde además de mostrar la capacidad de absorción de cada árbol también se tiene en cuenta el tamaño de cada especie vegetal para poder calcular la densidad de plantación.

Para aplicar estos datos es necesario estimar el número de árboles que se encuentran en la zona definiendo para ello tres niveles de intensidad de plantación:

- Baja: arboleda dispersa, el área de parcela que corresponde a cada árbol se estable como cuatro veces el tamaño de su copa.
- Media: tres veces el tamaño de la copa.
- Alta: el doble del tamaño de la copa, obteniendo una arboleda más compacta.

Una vez se obtiene el número de árboles que serán afectados por los trabajos a realizar, se les aplican sus correspondientes coeficientes de capacidad de absorción, lo cual nos permite obtener la cantidad de CO₂ que se deja de absorber durante la

actuación en la zona, como se refleja en la **Tabla 60**. Este mismo proceso se repetirá para la vegetación que vaya a colocarse durante la obra en la parcela, determinando en este caso el aumento de la capacidad de absorción de CO₂. Con estos dos valores se realizará un balance, obteniendo el resultado final de la actuación; pudiendo reflejar casos en los que la arboleda a colocar sea más beneficiosa que la retirada, mejorando con ello la capacidad de absorción de la zona donde se actúe, y es posible realizar un análisis con varios tipos de especies vegetales que estén situadas en la parcela a edificar.

Tabla 59.- Datos de arboleda

Tipo de vegetación	CO ₂ neto (kg CO ₂ /Ud y año)	Diámetro de copa (m)	Tipo de vegetación	CO ₂ neto (kg CO ₂ /Ud y año)	Diámetro de copa (m)
Arbolado urbano			Arbustos urbanos		
Acacia	802,00	8,70	Aligustre	1,30	1,00
Álamo	498,00	6,56	Durillo	46,00	1,00
Árbol del amor	19,00	2,13	Lantana	6,00	1,00
Brachychiton	957,00	7,10	Lentisco	0,20	1,00
Catalpa	11,00	6,60	Madroño	28,00	1,00
Ciprés	385,00	0,60	Mirto	0,60	1,00
Ciruelo japonés	17,00	0,91	Palmito	40,00	1,00
Jacaranda	1.832,00	2,70	Herbácea urbana		
Laurel	384,00	1,67	Gramma	1,50	1,00
Melia	5.969,00	13,30	Otros árboles		
Naranja	555,00	3,18	Alcornoque	4.537,00	6,00
Olmo	762,00	5,80	Pino carrasco	48.870,00	5,00
Plátano de sombra	478,00	13,15	Encina	5.040,00	5,10
Arbustos urbanos			Olivo	570,00	4,50
Adelfa	31,00	1,00	Pino piñonero	27.180,00	7,50
Aligustre	1,30	1,00	Eucalipto	43.580,00	2,00

Tabla 60.- Ejemplo de cálculo de la vegetación afectada

Tipo de parcela afectada							
Tipo	Intensidad de plantación	Densidad (ud/m ²)	% Superficie	Superficie (m ²)	Cantidad (ud)	Capacidad de absorción (kg CO ₂ /ud anual)	t CO ₂ /anual
				115.366			
Encina	Alta	0,019	20,00%	23.073	89	5.040,00	448,56
Olivo	Baja	0,012	20,00%	23.073	57	570,00	32,49
Alcornoque	Media	0,009	15,00%	17.304	25	4.537,00	113,43
Naranja	Media	0,033	15,00%	17.304	86	555,00	47,73
Plátano Sombra	Baja	0,001	10,00%	11.536	2	478,00	0,96
Jacaranda	Media	0,046	10,00%	11.536	53	1.832,00	97,10
Melia	Baja	0,001	10,00%	11.536	2	5.969,00	11,94
Capacidad absorción anual eliminada							623,31

En la **Figura 37** se muestran las diferencias en absorción de distintos árboles por superficie de parcela. Una vez obtenido el resultado final de capacidad de absorción, se puede ver la alteración que sufre la biocapacidad del territorio con las acciones a realizar; encontrándonos con otro dato ambiental a tener en cuenta durante la toma de decisiones del proyecto.

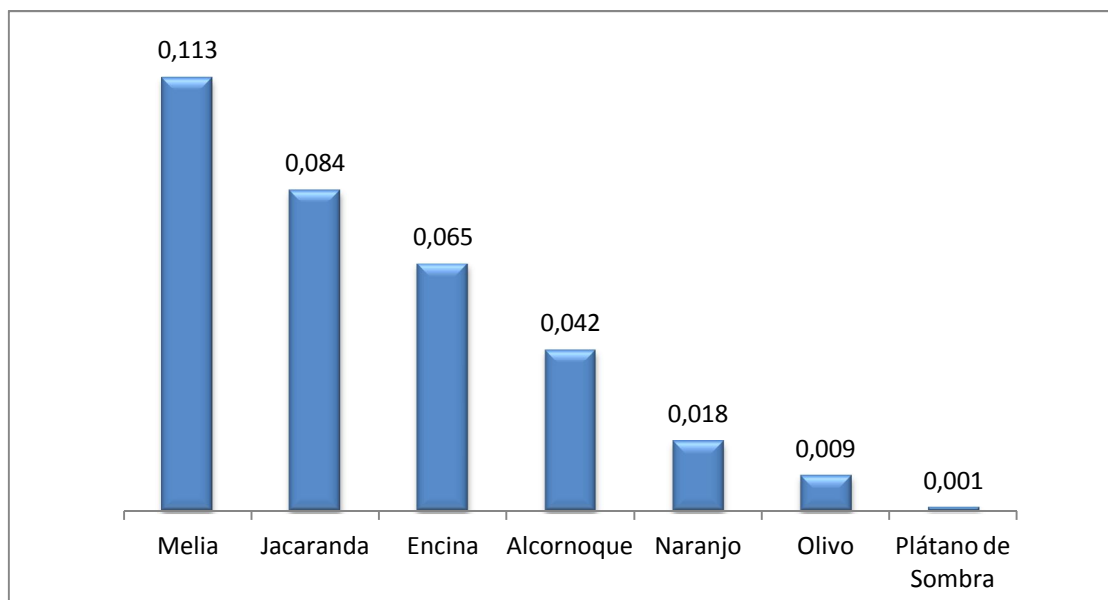


Figura 37.- Absorción de CO₂ por m² de parcela, nivel de plantación medio

Además, la arboleda retirada también producirá residuos que deberán ser gestionados correctamente en los presupuestos y supondrán consumo de maquinaria y mano de obra. Para calcular la cantidad de residuo de la arboleda eliminada se emplearán los coeficientes establecidos en investigaciones publicadas (Marrero et al. 2017) que nos permite obtener la cantidad y peso de la madera retirada función de cada tipo de árbol. Como caso práctico suponemos que nos encontramos en una parcela donde podamos repetir la casuística indicada en la **Tabla 60** con olivos, naranjos y encinas estimados según su densidad de plantación. Los resultados de la madera generada como residuo se reflejan en la **Tabla 61**, los cuales serán tratados dentro del presupuesto en el capítulo correspondiente a la gestión de residuos.

Tabla 61.- Ejemplo de cálculo de residuos de madera producidos por la retirada de arboleda

Tipo árbol	Ud	Toneladas/ud	m ³ /ud	Toneladas	m ³
Olivos	57	7,125	7,916	406,125	451,212
Naranjos	86	0,496	0,577	42,656	49,622
Encinas	89	22,619	22,619	2.013,091	2.013,091

11. ESTUDIO DE CASO

11.1. Características

Para validar la metodología explicada en los apartados anteriores se opta por elegir un proyecto de construcción al cual aplicar las hipótesis definidas. Dicho caso práctico se corresponde con el proyecto básico y de ejecución de 107 viviendas plurifamiliares, aparcamientos, trasteros y locales comerciales en el Camino Viejo de Bollullos, en La Palma del Condado (Huelva) así como la urbanización de dicha parcela, el cual corresponde con el analizado por el Solís-Guzmán en su tesis (2011). La promoción de viviendas se ejecuta en dos parcelas independientes, siendo la superficie de la parcela 1 de 1.484,80 m² y la de la parcela 2 de 1.320,08 m², como se muestra en la **Figura 38 y 39**. El uso es residencial compatible con comercial y el suelo está calificado como urbano no consolidado.

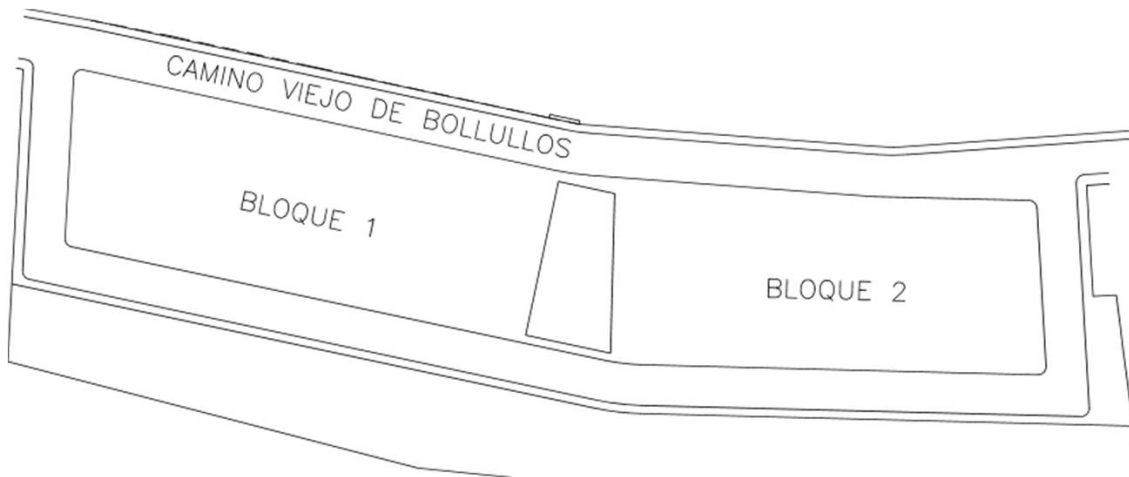


Figura 38.- Planimetría del proyecto a analizar (Solís-Guzmán, 2011)



Figura 39.- Imágenes del proyecto a analizar (Solís-Guzmán, 2011)

Dentro del desarrollo del proyecto de urbanización, aparece como área de actuación una parcela de 9.623,71 m² localizada al sur del municipio de La Palma del Condado, contando el terreno objeto, como ya se ha comentado, con un uso definido como suelo urbano no consolidado, no encontrándose ninguna edificación en la parcela. Se ubicaba en un sector de expansión residencial y las únicas construcciones existentes eran redes de saneamiento que estaba previsto que fueran desmontadas durante el proceso de la ejecución de la urbanización.

Las obras proyectadas consistían en:

- Movimiento de tierras y trabajos previos. Se realiza la limpieza del terreno, así como la eliminación de una infraestructura de saneamiento existente en desuso, ejecutándose aperturas de zanjas y pozos, y excavación de las cajas de los viales.
- Red de alcantarillado. El sistema ejecutado corresponde al del sistema unitario, con acometidas independientes para vertidos de fecales y recogida mediante imbornales de pluviales.

- Red de abastecimiento de agua potable. Se emplean conducciones de polietileno de alta densidad.
- Red de distribución de energía eléctrica, ejecutadas tanto la de media como la de baja tensión.
- Red de alumbrado público. Empleándose farolas con lámparas de vapor de sodio colocándose en las calles proyectadas.
- Red de telefonía.
- Pavimentación. Las aceras se componen de compactación del terreno natural, solera de hormigón y solería hidráulica, con bordillos de hormigón prefabricado achaflanado. Las calzadas se proyectan con capa de rodadura, base de zahorra artificial, sub-base de zahorra natural y terreno natural compactado.

El presupuesto de ejecución material de la urbanización se muestra en la **Tabla 62** a continuación.

Tabla 62.- Presupuesto de urbanización desglosado por capítulos

Núm.	Capítulo	Euros
01	Movimiento de tierras y cimentación	22.094,31
04	Saneamiento	17.555,98
15	Abastecimiento	44.529,20
15	Alumbrado público	19.425,05
15	Baja Tensión	62.418,96
15	Pavimentación	67.563,88
15	Señalización	8.312,84
15	Telefonía	30.065,82
	Total ejecución material	271.966,04

El proyecto de ejecución recoge la construcción de 2 bloques:

- Bloque 1: Se compone de dos sótanos y cuatro plantas sobre rasante; desarrollándose a partir de cuatro núcleos de circulación vertical. Está formado por dos portales de entrada y dos escaleras de distribución en cada portal. En las plantas sótano 85 plazas de aparcamiento y 57 trasteros. En la planta baja se sitúan los portales de entrada, 3 locales comerciales, 9 viviendas, rampa de acceso al garaje y espacio reservado para centro de transformación. Las plantas 1, 2 y 3 disponen de 16 viviendas cada una (48 en total), y la cubierta tiene una parte transitable.
- Bloque 2: Está formado por dos sótanos y cuatro plantas sobre rasante, contando con tres núcleos de circulación vertical. Está compuesto por dos portales de entrada y dos escaleras de distribución en el portal 1 y una escalera de distribución en el portal 2. En las plantas sótano se sitúan 72 plazas de aparcamiento y 50 trasteros, y en planta baja se encuentran los portales de entrada, 3 locales comerciales, 8 viviendas (repartidas de forma que hay tres en el portal 1 y cinco en el portal 2), y la rampa de acceso al garaje. Las plantas 1, 2

y 3 disponen de 14 viviendas cada una (42 en total), contando con una parte transitable habilitada para el tendido de ropa en la planta de cubierta.

La organización de todas las viviendas es muy similar, distribuyéndose en sala de estar-comedor, cocina, dos baños, tres dormitorios y los vestíbulos y espacios de distribución correspondientes.

La superficie construida de cada una de las viviendas es de 88,81 m², para el caso del bloque 1 (57 viviendas), y de 89,24 m² para el bloque 2 (50 viviendas).

La superficie construida total es de 5.062,17 m² (bloque 1), y de 4.462 m² (bloque 2), dando un total de 9.524,17 m².

En cuanto al presupuesto (realizado en febrero de 2008), este se distribuyó por capítulos según la **Tabla 63** siguiente.

Tabla 63.- Presupuesto de construcción desglosado por capítulos

Núm.	Capítulo	Euros
01	Demoliciones y trabajos previos	2.159,76
02	Acondicionamiento de terrenos	238.767,39
03	Cimentación	542.439,11
04	Saneamiento	8.525,56
05	Estructura	1.367.110,66
06	Albañilería	516.251,49
07	Cubiertas	137.198,62
08	Instalaciones	801.157,12
10	Revestimientos	992.625,52
10	Tabiquería, yesos y escayolas	555.481,23
11	Carpintería	335.053,31
12	Vidrios	13.605,62
13	Pintura	67.412,91
14	Decoración y varios	98.900,62
	TOTAL	5.676.688,92

El proyecto de urbanización ha sido analizado y codificado según la metodología del BCCA, además de calcular el correspondiente capítulo de gestión de residuos del proyecto (cuyos precios básicos se encuentran finalizados con la letra "R"), obteniendo los listados de precios básicos (mano de obra, maquinaria y materiales) que se indican a continuación en las **Tablas 64, 65 y 66**, encontrándose la tabla de materiales completos en el anexo de tablas final debido a su amplia extensión mostrándose los 10 primeros elementos según su codificación, para poder obtener su correspondiente HE según la metodología descrita anteriormente.

Tabla 64.-Cuantificación de mano de obra urbanización

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
TO00100	h	OF. 1ª ALBAÑILERÍA	25.141,921
TO00800	h	OF. 1ª JARDINERO	796,175
TO01000	h	OF. 1ª PINTOR	4.372,770
TO01800	h	OF. 1ª ELECTRICISTA	8.580,000
TO01900	h	OF. 1ª FONTANERO	588,760
TO02000	h	OF. 1ª INSTALADOR	2.579,760
TO02100	h	OFICIAL 1ª	10.497,400
TP00100	h	PEÓN ESPECIAL	1.882,671
TP00100R	h	PEÓN ESPECIAL	2,671
TP00200	h	PEÓN ORDINARIO	680,225

Tabla 65.-Cuantificación de maquinaria urbanización

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
MA00300	h	BITUMINADORA/EXTENDEDORA	23,080
ME00300	h	PALA CARGADORA	97,540
ME00300R	h	PALA CARGADORA	296,777
ME00400	h	RETROEXCAVADORA	59,740
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	113,430
MK00100R	h	CAMIÓN BASCULANTE	4.463,118
MK00200	h	CAMIÓN CISTERNA	5,530
MN00100	h	MOTONIVELADORA	46,150
MR00400	h	RULO VIBRATORIO	82,510
MW00100	h	MÁQUINA AUTOMÓVIL PARA MARCAR VIALES 3 BANDAS Y 3 CV	30,540

Tabla 66.-Cuantificación de materiales urbanización

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
AA00200	m ³	ARENA FINA	3,916
AA00300	m ³	ARENA GRUESA	163,158
AC00200	m ³	PIEDRA MACHAQUEO DIÁM. 40/60 mm CALIZA	1.153,785
CA00220	kg	ACERO B 400 S	110,500
CA00900	kg	ACERO PERFILES S 275 JR	232,500
CE00100	m	PUNTAL DE MADERA	188,882
CH02920	m ³	HORMIGÓN HA-25/P/20/IIa, SUMINISTRADO	4,104
CH04120	m ³	HORMIGÓN HM-20/P/40/I, SUMINISTRADO	304,108
CM00200	m ³	MADERA DE PINO EN TABLA	2,105
CM00300	m ³	MADERA DE PINO EN TABLON	7,555
FL01300	mu	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO PEQUEÑO REVESTIR 24x11,5x5 cm	14,961

Una vez resumidas las cuestiones referentes al proyecto de urbanización, haremos lo mismo con la memoria del proyecto de ejecución. La cimentación y la estructura de los edificios están realizadas mediante estructura de hormigón armado, compuesta por pilares, forjados de losa sin aligerar sobre apoyos aislados con un canto de 22 cm. La

cimentación fue de tipo superficial, resuelta mediante losa armada. El sótano se ejecutó mediante muros con pantallas de hormigón armado de 50 cm de espesor.

De las características de los diversos elementos del proyecto, destacaremos:

- Cerramientos exteriores: están compuestos por fábrica de ½ pie de espesor, enfoscada o con revestimiento monocapa al exterior, pintura de oxiasfalto interior, cámara de aire, aislante térmico de panel de fibra de vidrio o poliestireno expandido, y tabique de ladrillo hueco sencillo, tomado con mortero de cemento y arena de río, enfoscado o enlucido interiormente o doblado de placas prefabricadas de yeso laminado.
- Particiones interiores: de placas prefabricadas de yeso laminado o de ladrillo hueco sencillo en general, y doble en cocinas y aseos, tomado con mortero de cemento y arena de río, y enfoscado, enlucido o alicatado, según los casos. Las medianeras están compuestas por citara de ladrillo macizo perforado revestido interiormente con placas de yeso laminado.
- Cubiertas: la parte correspondiente como azotea transitable se encuentra ejecutada a la andaluza y compuesta por aislante, formación de pendientes con hormigón celular, lámina asfáltica impermeabilizante, capa de mortero de protección, y acabado con solería de ladrillo. La zona de azotea no transitable está compuesta por aislante, formación de pendiente con hormigón celular, lámina asfáltica impermeabilizante, capa de mortero de protección y acabado de gravilla.
- Revestimientos: alicatados hasta el techo con azulejos en cuartos de baño y cocinas. Solería de terrazo pulido y abrigantado con rodapiés del mismo material. En escaleras, peldaños de piedra artificial y zanquines del mismo material.
- Carpintería: interior de madera con cercos y contracerros de pino pintada o barnizada, y hoja de paso prefabricada de alma alveolada chapada en abebay pintada o barnizada, con tres elementos de cuelgue y cerradura de resbalón. Carpintería exterior en perfil de aluminio lacado con elementos de cuelgue, cierre y seguridad. Rejas en huecos de planta baja.
- Vidrios: luna pulida incolora de 4 mm de espesor en carpintería exterior. Luna impresa de 4 mm de espesor en baños. Vidrio impreso de 3 mm de espesor en carpintería de madera.
- Pinturas: en exteriores pintura impermeable pétreo sobre imprimación. En interiores, gotelé sobre imprimación, en paramentos verticales y horizontales. En cuartos húmedos pintura plástica en techos. En carpinterías de madera pintura al esmalte. En carpintería metálica pintura sintética y sobre minio de plomo en rejas.
- Yesos: techo de placas prefabricadas de escayola en baños, aseos y cocinas.
- Instalaciones:

- Fontanería: redes de agua fría y caliente en cobre. Calentador de agua sanitaria a gas butano. Cualquier cuarto húmedo, así como el calentador y los inodoros, se instalan llaves de paso. Conexión de toda la instalación a la red general, mediante conducto enterrado en zanja de longitud media 20,00 m.
- Saneamiento: redes de PVC con pendientes no menores al 1,5%. Los bajantes serían ventilados en su extremo superior para evitar sifonamientos. Botes sifónicos comunes a todos los aparatos en cuartos de baño con conexión al manguetón del inodoro. Sifones individuales en lavabos de aseos y piletas. Separador de grasas y fangos en garaje. Conexión de toda la instalación a la red general mediante conducto enterrado en zanja de longitud media 20,00 m.
- Sanitarios: de porcelana vitrificada blanca. Hidromezcladores en baño y lavabo. Bañera y plato de ducha de acero esmaltado.
- Electricidad: acometida a tensión de 230 V con una previsión de potencia de 5.750 W por vivienda. Se dispusieron cinco circuitos independientes por vivienda correspondientes a los previstos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias para nivel de electrificación bajo. Toma de tierra por pica, con una resistencia máxima de 20 ohmios. Todas las tomas se instalaron con protección a tierra. La canalización se hizo bajo tubo con conexiones en cajas de registro.
- Ventilación: por conductos prefabricados cerámicos en cocinas, aseos y baños. En la cocina se proyecta un hueco de 225 cm² a ras de suelo para evacuación de gases pesados. Sistema de ventilación mecánica en sótano, constituida por aparatos de extracción mediante motor ventilador, ventilando mediante conductos rematados por encima del castillete.
- Telecomunicaciones. Se instalaron tomas en viviendas.
- Conexión a la red general mediante la ejecución de canalizaciones y colocación de conductos de instalaciones de abastecimiento y saneamiento de agua, redes de media y baja tensión, alumbrado público y telecomunicaciones incluyendo la pavimentación correspondiente. En el caso de redes de media y baja tensión se preveía también la posible construcción, conexión y/o ampliación de centro de transformación.

Una vez analizada la memoria y mediciones del proyecto de ejecución se ha procedido a codificar las mediciones según el BCCA, para poder obtener los listados de precios básicos (mano de obra, maquinaria y materiales) que se muestran a continuación en las **Tablas 67, 68 y 69**, encontrándose nuevamente la tabla completa

de materiales en el anexo de tablas debido a su gran dimensión mostrándose los 10 primeros elementos según su codificación, para poder obtener su HE aplicándole la metodología descrita en apartados anteriores.

Tabla 67.-Relación de mano de obra edificación

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
TA00100	h	AYUDANTE	734,826
TA00200	h	AYUDANTE ESPECIALISTA	4.524,192
TO00100	h	OF. 1ª ALBAÑILERÍA	10.466,461
TO00200	h	OF. 1ª ALICATADOR	3.765,658
TO00400	h	OF. 1ª ENCOFRADOR	14.471,168
TO00500	h	OF. 1ª ESCAYOLISTA	1.265,326
TO00600	h	OF. 1ª FERRALLISTA	29.732,728
TO00700	h	OF. 1ª IMPERMEABILIZADOR	402,326
TO00900	h	OF. 1ª MONTADOR	3.787,536
TO01000	h	OF. 1ª PINTOR	1.294,719
TO01100	h	OF. 1ª SOLADOR	3.912,951
TO01200	h	OF. 1ª YESERO	4.054,870
TO01500	h	OF. 1ª CARPINTERÍA	3.157,987
TO01600	h	OF. 1ª CERRAJERO-CHAPISTA	510,652
TO01700	h	OF. 1ª CRISTALERO	498,278
TO01800	h	OF. 1ª ELECTRICISTA	743,222
TO01900	h	OF. 1ª FONTANERO	1.940,496
TO02000	h	OF. 1ª INSTALADOR	689,696
TO02100	h	OFICIAL 1ª	7.185,694
TO02200	h	OFICIAL 2ª	702,806
TP00100	h	PEÓN ESPECIAL	23.116.318
TP00100R	h	PEÓN ESPECIAL	137,304

Tabla 68.- Listado maquinaria edificación

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
MB00200	h	BOMBA DE HORMIGONAR	75,657
MC00200	h	COMPRESOR PARA PROYECTAR	881,792
ME00300	h	PALA CARGADORA	121,282
ME00300R	h	PALA CARGADORA	14,650
ME00400	h	RETROEXCAVADORA	514,047
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	28,049
MK00100R	h	CAMIÓN BASCULANTE	215,073
MK00200	h	CAMIÓN CISTERNA	28,138
MR00400	h	RULO VIBRATORIO	220,477
MV00100	h	VIBRADOR	1.396,293
MW00100	h	MÁQUINA AUTOMÓVIL PARA MARCAR VIALES 3 BANDAS Y 3 CV	6,401

Tabla 69.- Cuantificación materiales edificación

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
AA00200	m ³	ARENA FINA	235,544
AA00300	m ³	ARENA GRUESA	869,024
AG00200	m ³	GRAVA DIÁM. 16/32 mm	14,758
AG00700	m ³	GRAVILLA DIÁM. 18/20 mm	56,440
AM00200	kg	ÁRIDO MÁRMOL SELECCIONADO	92.180,220
AP00200	m ³	ALBERO EN RAMA	721,800
AW00200	m ³	ZAHORRA NATURAL	1.256,584
CA00220	kg	ACERO B 400 S	404.024,652
CA00320	kg	ACERO B 500 S	31.464,744
CA00620	kg	ACERO ELECTROSOLDADO ME B 500 T EN MALLA	261,601

Como se ha indicado en párrafos anteriores se ha analizado la gestión de los residuos generados en la obra, siguiendo el siguiente camino para poder obtener las cantidades de maquinaria y mano de obra que son generadora de huella:

- En primer lugar, se realiza la medición de todos los residuos generados en obra.
- A continuación se codifican según los precios unitarios de cada tipo de residuo (acero, madera, papel, tierras...)
- Una vez codificados se obtienen las cantidades de cada precio básico que compone los simples utilizados.
- Estos precios básicos obtenidos se sigue el procedimiento descrito según su naturaleza, siendo en este caso mano de obra y maquinaria.

Por ello, a continuación se muestran en la **Tabla 70** las mediciones correspondientes al capítulo 17 (Gestión de residuos) del proyecto de urbanización y la **Tabla 71** con los propios del proyecto de edificación.

Tabla 70.- Medición de RCD del proyecto de urbanización

Código	UD	Resumen	Cantidad
17AAA00140	t	RETIRADA RESIDUOS ALUMINIO NP DIST MAX 15 km	0,076
17AHA00140	t	RETIRADA RESIDUOS ACERO N.P. DIST. MÁX. 15 km	0,017
17ABC00140	t	RETIRADA RESIDUOS COBRE N.P. DIST. MÁX. 15 km	0,020
17FAA00300	t	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ RESIDUOS ASFÁLTICOS 15 KM	38,456
17HCL00300	m ³	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ DE RESIDUOS DE LADRILLOS 15 KM	2,410
17HHH00300	m ³	RETIRADA RESIDUOS DE HORMIGÓN A PLANTA DE VALORIZACIÓN 15 KM	27,090
17MMM00120	t	RETIRADA RESIDUOS MADERA DEM. A PLANTA VALORIZ. DIST. MÁX. 15 km	0,117
17MMM00200	t	RETIRADA RESIDUOS MADERA DE DESBROCE A PLANTA VALORIZ. DIST. MÁX. 15 km	4.644,000
17MMP00140	t	RETIRADA RESIDUOS PLÁSTICOS Y SINTÉTICOS, DIST. MÁX. 15 km MEC.	0,670
17TTT00120	t	RETIRADA DE TIERRAS INERTES N.P. A VERTEDERO AUTORIZADO 15 km	10.164,390
17WWW00300	t	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ RESIDUOS PELIGROSOS 15 KM	0,049

Tabla 71.- Medición de RCD del proyecto de edificación

Código	UD	Resumen	Cantidad
17AHA00140	t	RETIRADA RESIDUOS ACERO N.P. DIST. MÁX. 15 km	2,628
17ABC00140	t	RETIRADA RESIDUOS COBRE N.P. DIST. MÁX. 15 km	0,440
17HCL00300	m ³	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ DE RESIDUOS DE LADRILLOS 15 KM	133,070
17HHH00300	m ³	RETIRADA RESIDUOS DE HORMIGÓN A PLANTA DE VALORIZACIÓN 15 KM	327,810
17MMM00120	t	RETIRADA RESIDUOS MADERA DEM. A PLANTA VALORIZ. DIST. MÁX. 15 km	0,117
17MMM00200	t	RETIRADA RESIDUOS MADERA DE DESBROCE A PLANTA VALORIZ. DIST. MÁX. 15 km	104,020
17MMP00140	t	RETIRADA RESIDUOS PLÁSTICOS Y SINTÉTICOS, DIST. MÁX. 15 km MEC.	44,500
17TTT00120	t	RETIRADA DE TIERRAS INERTES N.P. A VERTEDERO AUTORIZADO 15 km	82,680
17WWW00300	t	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ RESIDUOS PELIGROSOS 15 KM	37,220

De estos datos, se extraen 3 precios básicos que se repiten en todos los unitarios de la tabla anterior, que son: pala cargadora (ME00300), camión basculante (MK00100) y peón especial (TP00100), presentando en este caso concreto las cantidades de la **Tabla 72** (urbanización) y **Tabla 73** (edificación).

Tabla 72.- Precios básicos de RCD del proyecto de urbanización

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
ME00300	h	PALA CARGADORA	296,777
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	4.463,118
TP00100	h	PEÓN ESPECIAL	2,671

Tabla 73.- Precios básicos de RCD del proyecto de edificación

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
ME00300	h	PALA CARGADORA	14,650
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	215,073
TP00100	h	PEÓN ESPECIAL	137,304

Se puede apreciar claramente la diferencia entre los precios básicos obtenidos según el tipo de proyecto a realizar, ya que en el de urbanización se necesitará mayor cantidad de maquinaria para transportar los residuos generados por los trabajos a realizar (movimiento tierras, excavaciones...) cobrando mayor importancia la mano de obra en el caso de la edificación al tener mayor repercusión el trabajo de tipo manual en este proyecto.

11.2. Resultados y discusión

A continuación se realiza el cálculo de la HE de cada elemento según han sido desarrollados en la parte teórica de la investigación analizando tanto la parte de urbanización como la de construcción.

11.2.1. Maquinaria

En este apartado se mostrarán los resultados obtenidos al aplicar la metodología descrita en el apartado teórico a los datos de maquinaria empleada para la realización de los trabajos, tanto de urbanización (**Tabla 74**) como de construcción (**Tabla 75**).

Tabla 74.- HE maquinaria urbanización

Código BCCA	UM	Descripción	HE
MA00300	h	BITUMINADORA/EXTENDEDORA	1,695
ME00300	h	PALA CARGADORA	3,009
ME00300	h	PALA CARGADORA	9,155
ME00400	h	RETROEXCAVADORA	1,021
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	7,260
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	285,664
MK00200	h	CAMIÓN CISTERNA	0,353
MN00100	h	MOTONIVELADORA	1,354
MR00400	h	RULO VIBRATORIO	1,789
MW00100	h	MÁQUINA AUTOMÓVIL PARA MARCAR VIALES 3 BANDAS Y 3 CV	0,017
TOTAL (hag)			311,317

Tabla 75.- HE maquinaria edificación

Código BCCA	UM	Descripción	HE
MB00200	h	BOMBA DE HORMIGONAR	6,271
MC00200	h	COMPRESOR PARA PROYECTAR	3,731
ME00300	h	PALA CARGADORA	3,712
ME00300	h	PALA CARGADORA	0,448
ME00400	h	RETROEXCAVADORA	8,784
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	1,788
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	13,713
MK00200	h	CAMIÓN CISTERNA	1,794
MR00400	h	RULO VIBRATORIO	4,780
MV00100	h	VIBRADOR	0,084
MW00100	h	MÁQUINA AUTOMÓVIL PARA MARCAR VIALES 3 BANDAS Y 3 CV	0,004
TOTAL (hag)			45,109

En resumen de todos los datos anteriores, la maquinaria de urbanización da una HE de 311,317 hag y la de edificación 45,109 hag, sumando ambos apartados un total de 356,426 hag, siendo toda ella huella del tipo fósil, que en comparación con investigaciones anteriores de 211,86 hag (Solís-Guzmán. 2011); aumentando el resultado total en un 68%, ya que en el presente análisis se ha tenido también en

cuenta la maquinaria empleada para la gestión de los residuos generados en obra, con una huella considerable.

11.2.2. Mano de obra

En este apartado se mostrarán los resultados procedentes de la mano de obra empleada directamente en los diferentes trabajos de urbanización (**Tabla 76**) y construcción (**Tabla 77**), así como la correspondiente a los operarios que manejan la maquinaria (**Tablas 78 y 79**).

Tabla 76.- HE mano obra urbanización

Código BCCA	UM	Descripción	HE
TO00100	h	OF. 1ª ALBAÑILERÍA	6,161
TO00800	h	OF. 1ª JARDINERO	0,195
TO01000	h	OF. 1ª PINTOR	1,071
TO01800	h	OF. 1ª ELECTRICISTA	2,102
TO01900	h	OF. 1ª FONTANERO	0,144
TO02000	h	OF. 1ª INSTALADOR	0,632
TO02100	h	OFICIAL 1ª	2,570
TP00100	h	PEÓN ESPECIAL	0,461
TP00100	h	PEÓN ESPECIAL	0,001
TP00200	h	PEÓN ORDINARIO	0,167
TOTAL (hag)			13,504

Tabla 77.- HE mano obra edificación

Código BCCA	UM	Descripción	HE
TA00100	h	AYUDANTE	0,180
TA00200	h	AYUDANTE ESPECIALISTA	1,108
TO00100	h	OF. 1ª ALBAÑILERÍA	2,564
TO00200	h	OF. 1ª ALICATADOR	0,922
TO00400	h	OF. 1ª ENCOFRADOR	3,546
TO00500	h	OF. 1ª ESCAYOLISTA	0,310
TO00600	h	OF. 1ª FERRALLISTA	1,976
TO00700	h	OF. 1ª IMPERMEABILIZADOR	0,098
TO00900	h	OF. 1ª MONTADOR	0,928
TO01000	h	OF. 1ª PINTOR	0,317
TO01100	h	OF. 1ª SOLADOR	0,958
TO01200	h	OF. 1ª YESERO	0,993
TO01500	h	OF. 1ª CARPINTERÍA	0,773
TO01600	h	OF. 1ª CERRAJERO-CHAPISTA	0,125
TO01700	h	OF. 1ª CRISTALERO	0,122
TO01800	h	OF. 1ª ELECTRICISTA	0,182
TO01900	h	OF. 1ª FONTANERO	0,475
TO02000	h	OF. 1ª INSTALADOR	0,169
TO02100	h	OFICIAL 1ª	1,760
TO02200	h	OFICIAL 2ª	0,172
TP00100	h	PEÓN ESPECIAL	5,664
TP00100	h	PEÓN ESPECIAL	0,034
TOTAL (hag)			23,376

Tabla 78.- HE mano obra maquinaria urbanización

Código BCCA	UM	Descripción	HE
MA00300	h	BITUMINADORA/ EXTENDEDORA	0,005
ME00300	h	PALA CARGADORA	0,023
ME00300	h	PALA CARGADORA	0,072
ME00400	h	RETROEXCAVADORA	0,014
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	0,027
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	1,093
MK00200	h	CAMIÓN CISTERNA	0,001
MN00100	h	MOTONIVELADORA	0,011
MR00400	h	RULO VIBRATORIO	0,020
MW00100	h	MÁQUINA AUTOMÓVIL PARA MARCAR VIALES 3 BANDAS Y 3 CV	0,007
TOTAL (hag)			1,273

Tabla 79.- HE mano obra maquinaria edificación

Código BCCA	UM	Descripción	HE
MB00200	h	BOMBA DE HORMIGONAR	0,018
MC00200	h	COMPRESOR PARA PROYECTAR	0,216
ME00300	h	PALA CARGADORA	0,029
ME00300	h	PALA CARGADORA	0,003
ME00400	h	RETROEXCAVADORA	0,125
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	0,006
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	0,052
MK00200	h	CAMIÓN CISTERNA	0,007
MR00400	h	RULO VIBRATORIO	0,054
MV00100	h	VIBRADOR	0,342
MW00100	h	MÁQUINA AUTOMÓVIL PARA MARCAR VIALES 3 BANDAS Y 3 CV	0,001
TOTAL (hag)			0,853

Resumiendo los resultados de las tablas anteriores la HE producida por mano de obra da un total de 39,00 hag, mostrando como resumen la **Tabla 80**. En comparación con investigaciones y estudios previos (Solís-Guzmán, 2011) el resultado total disminuye en un 97% (el dato existente era de 1.205 hag) debido a que el cálculo de HE se genera con datos de alimentación y factores actualizados de Grunewald et al., (2015) en lugar de los datos de Domeneq que sobre estimaban el consumo de alimentos en España(2007). También como novedad se incorpora la mano de obra procedente de la gestión de los residuos correspondiente. Cabe recordar, que como se ha indicado anteriormente, la utilización de maquinaria también provoca HE de 5 tipos (fósil, pastos, bosques, mar y cultivo) debido al operario que la maneja, esto se considera así por primera vez en la presente tesis.

Tabla 80.- Tabla resumen de HE mano obra

	Total
Mano obra urbanización	13,504
Mano obra edificación	23,376
Mano obra maquinaria urbanización	1,273
Mano obra maquinaria edificación	0,853
TOTAL (hag)	39,006

11.2.3. Materiales

Seguidamente se indican en la **Tabla 81** y la **Figura 40** los materiales que presentan mayor HE tanto en la fase de urbanización, mostrándose la totalidad de materiales en el anexo final.

Tabla 81.- Materiales de urbanización con mayor HE

Código BCCA	UM	Descripción	HE
UP01400	t	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO G 25	75,031
CH04120	m ³	HORMIGÓN HM-20/P/40/I, SUMINISTRADO	33,684
AC00200	m ³	PIEDRA MACHAQUEO DIÁM. 40/60 mm CALIZA	17,801
UE00400	u	BÁCULO RECTO ACERO GALVANIZADO 3,70 m	9,146
UP00900	m	BORDILLO DE HORMIGÓN 17x28 cm	7,677
GC00200	t	CEMENTO CEM II/A-L 32,5 N EN SACOS	5,885
UA00700	u	PATE DE HIERRO DIÁM. 30 mm	5,756
FL01300	mu	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO PEQUEÑO REVESTIR 24x11,5x5 cm	3,372
UP00200	m ²	BALDOSA HIDRÁULICA 20x20 cm	3,236
UE02600	u	FAROL CHAPA ACERO CON VIDRIO IMPRESO	2,225
		RESTO DE MATERIALES	15,81
		HUELLA TOTAL (hag)	179,623

En este caso, los 10 materiales recogidos en la tabla controlan el 91% de la HE provocada por los materiales, siendo los 3 principales la mezcla asfáltica, el hormigón y la piedra caliza, empleados ambos elementos como materiales para la realización de calzadas, lo esperado en el proyecto de urbanización.

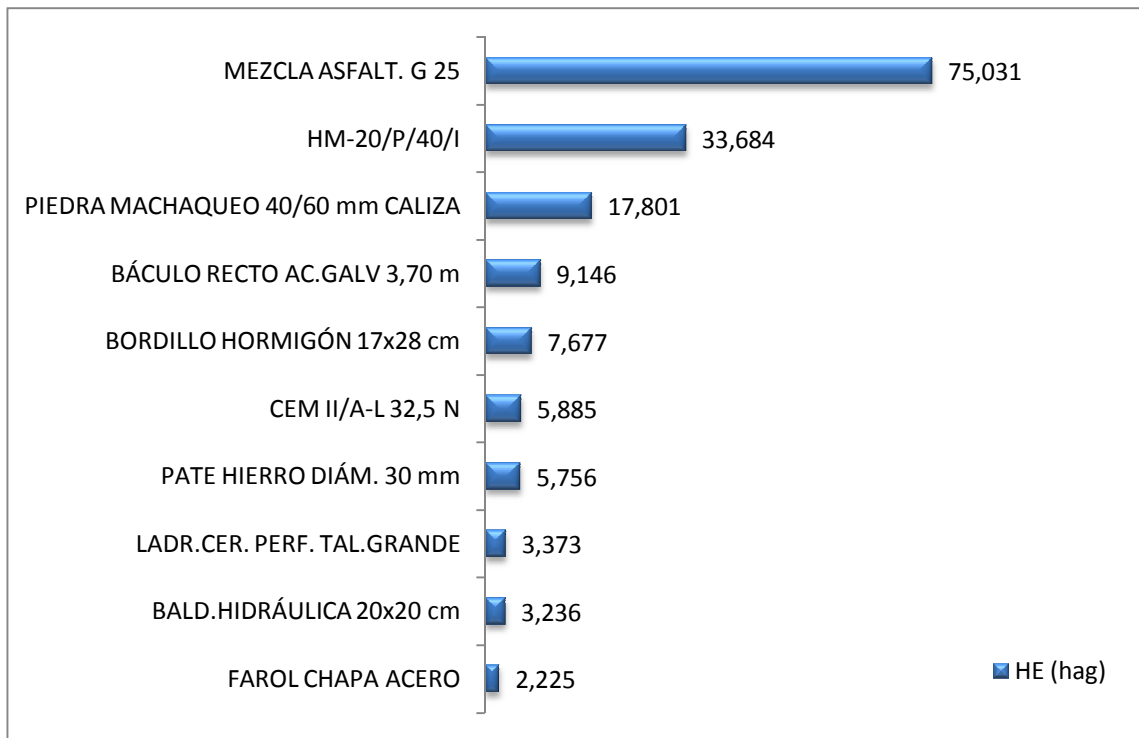


Figura 40.- Gráfico de materiales de urbanización con mayor HE

En la **Tabla 82** y la **Figura 41** se reflejan los materiales que presentan mayor HE en la fase de construcción, encontrándose la totalidad de materiales en el anexo de tablas.

Tabla 82.- HE materiales edificación

Código BCCA	UM	Descripción	HE
CH02920	m ³	HORMIGÓN HA-25/P/20/IIa, SUMINISTRADO	467,200
CA00220	kg	ACERO B 400 S	266,093
CH03020	m ³	HORMIGÓN HA-25/P/40/IIa, SUMINISTRADO	222,885
GR00300	kg	LIGANTE MORTERO MODIF. PLASTIF. Y RESINAS	105,072
FL01000	mu	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO GRANDE PARA REVESTIR 24x11,5x5 cm	93,454
CH80080	m ³	HORMIGÓN HA-30/B/20/IIa, SUMINISTRADO	83,174
GC00200	t	CEMENTO CEM II/A-L 32,5 N EN SACOS	78,479
FL01300	mu	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO PEQUEÑO REVESTIR 24x11,5x5 cm	66,590
RA00310	u	AZULEJO COLOR LISO SUAVE 20x20 cm	61,199
PT00100	kg	TEMPLE	57,616
RESTO DE MATERIALES			588,943
HUELLA TOTAL (hag)			2.090,705

En el caso de los materiales empleados en edificación, la HE de los 10 elementos mostrados controlan el 71% de la HE de este apartado. En esta etapa del edificio, los 3 elementos que tienen mayor peso son el hormigón, acero y mortero; materiales propios de la fase del ciclo de vida del edificio que se está analizando.

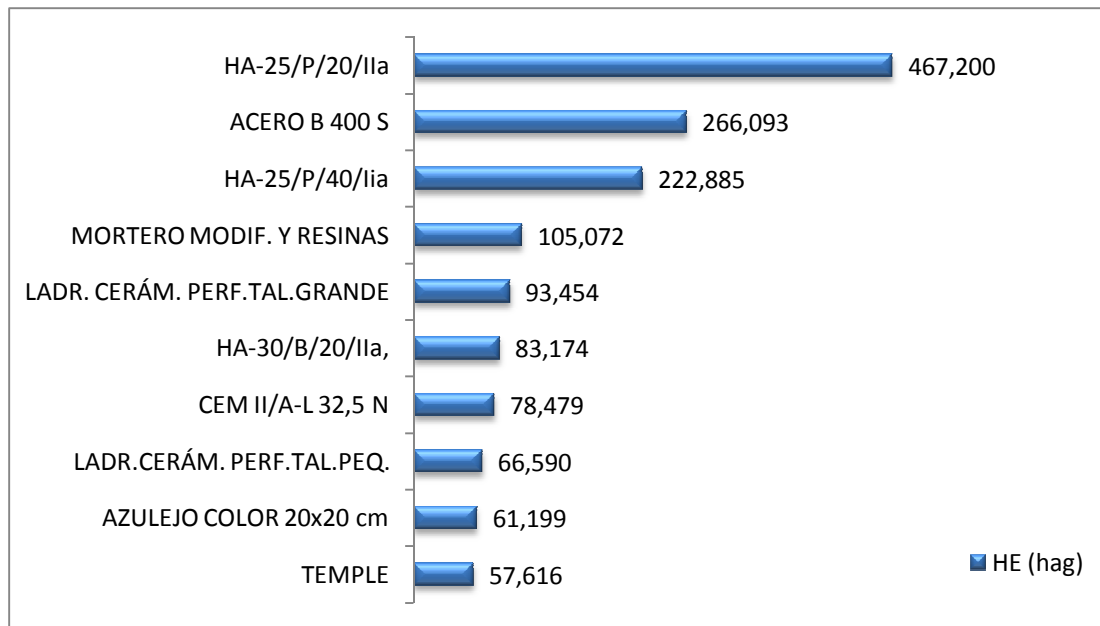


Figura 41.- Gráfico de materiales de edificación con mayor HE

Por tanto, la HE de los materiales es de 2.270,328 hag; 179,623 hag producida por la urbanización y 2.090,705 de la parte de edificación, que en comparación con investigaciones previas (Solís–Guzmán, 2011) se produce una pequeña disminución del 7,5% (era de 2.453,653 hag). Esto se debe a que se emplea en la presente tesis el CO₂ de los materiales en lugar de la energía incorporada (MJ), empleando como base de datos Ecoinvent, en lugar de los valores medios de 6 fuentes distintas empleadas por Solís (2011), y también en el presente estudio se tiene en cuenta el mix energético medio europeo donde las energías renovables ocupan parte de la producción en lugar de considerar la totalidad de la producción de energía como fuentes energéticas fósiles.

11.2.4. Costes indirectos

En este apartado, se mostrarán la HE producida por los costes indirectos del proyecto de urbanización en la **Tabla 83** y del proyecto de edificación en la **Tabla 84**.

Tabla 83.- HE costes indirectos urbanización

TABLA DE COSTES INDIRECTOS				HE
CÓDIGO	CONCEPTO	UD	CANTIDAD	hag
C12	COSTES INDIRECTOS DE EJECUCIÓN (CIE)			
C121	MANO DE OBRA INDIRECTA			
C1211	Encargado	mes	3,00	0,092
C1212	Capataces	mes	3,00	0,092
C1213	Almaceneros	mes	2,00	0,061
C1214	Guardería	mes	3,00	0,092
C122	MEDIOS AUXILIARES			
C1221	Mano de obra auxiliar			
C12211	Personal transporte interior	m ²	9.623,71	0,057
C12212	Personal de limpieza general y regado	m ²	9.623,71	0,105
C12213	Recogida y transporte de útiles y herramientas	m ²	9.623,71	0,095
C123	INSTALACIONES, ACCESORIAS Y COMPLEMENTARIAS			
C1231	Casetas de obra			
C12311	Oficinas	m ²	20,00	0,065
C12313	Almacenes	m ²	80,00	0,262
C12321	Acometida de electricidad	u	1,00	0,008
C12322	Acometida de agua y saneamiento	u	1,00	0,002
C12323	Tendido eléctrico	u	1,00	0,005
C12324	Instalación provisional agua	u	1,00	0,001
C1233	Viales, localización y replanteos	u	1,00	0,005
C1234	Consumo agua	m ²	9.623,71	0,044
C124	PERSONAL			
C1241	Técnicos adscritos a la obra			
C12411	Jefe de obra	mes	3,00	0,092
C1242	Administrativos adscritos permanentemente a la obra	mes	3,00	0,092
C125	VARIOS			
C1251	Gastos de oficinas y almacenes de obra			
C12531	Iluminación	m ²	9.623,71	0,224
C12532	Pruebas de servicio de instalaciones	m ²	9.623,71	0,168
C12533	Superficie de parcela	m ²	9.623,71	2,416
			TOTAL	3,977

Tabla 84.- HE costes indirectos edificación

TABLA DE COSTES INDIRECTOS				HE
CÓDIGO	CONCEPTO	UD	CANTIDAD	hag
C12	COSTES INDIRECTOS DE EJECUCIÓN (CIE)			
C121	MANO DE OBRA INDIRECTA			
C1211	Encargado	mes	12,00	0,367
C1212	Capataces	mes	12,00	0,367
C1213	Almaceneros	mes	6,00	0,183
C1214	Guardería	mes	12,00	0,367
C122	MEDIOS AUXILIARES			
C1221	Mano de obra auxiliar			
C12211	Personal transporte interior	m ²	9.524,17	0,056
C12212	Personal de limpieza general y regado	m ²	9.524,17	0,104
C12213	Recogida y transporte de útiles y herramientas	m ²	9.524,17	0,094
C1223	Maquinaria, útiles y herramientas			
C12231	Medios de elevación			
C122311	Grúa	mes	16,00	2,018
C122315	Montacargas	mes	8,00	0,342
C123	INSTALACIONES, ACCESORIAS Y COMPLEMENTARIAS			
C1231	Casetas de obra			
C12311	Oficinas	m ²	20,00	0,276
C12313	Almacenes	m ²	80,00	1,104
C12321	Acometida de electricidad	u	1,00	0,008
C12322	Acometida de agua y saneamiento	u	1,00	0,002
C12323	Tendido eléctrico	u	1,00	0,005
C12324	Instalación provisional agua	u	1,00	0,001
C1233	Viales, localización y replanteos	u	1,00	0,005
C1234	Consumo agua	m ²	9.524,17	0,041
C124	PERSONAL			
C1241	Técnicos adscritos a la obra			
C12411	Jefe de obra	mes	12,00	0,367
C1242	Administrativos adscritos permanentemente a la obra	mes	12,00	0,367
C125	VARIOS			
C1253	Otros			
C12531	Iluminación	m ²	9.524,17	0,887
C12532	Pruebas de servicio de instalaciones	m ²	9.524,17	0,665
C12533	Superficie de parcela	m ²	2.804,88	0,704
			TOTAL	8,306

Las tablas anteriores reflejan una HE de 12,283 hag, distribuyéndose en 3,977 hag de urbanización y 8,306 hag de la edificación. Los costes indirectos eran incluidos en estudios previos (Solís, J. 2011) como costes directos dentro de los apartados de maquinaria, mano de obra, consumo de electricidad, consumo de agua y superficie consumida, no teniendo sección individual. Los nuevos cálculos y metodología disminuyen la HE relacionada con los costes indirectos en un 97% (el dato existente era de 421,48 hag, consumo energético de la obra). La gran reducción es debido a que ya no se emplean las fórmulas polinómicas (RD 1359/2011) para calcular el consumo eléctrico, que lo sobreestiman 10 veces comparado con los datos empíricos recogidos en la presente tesis.

11.3. *Huella total*

A continuación, en las **Tablas 85 y 86** se muestran las huellas totales de la fase de urbanización y en la **Figura 42** se reflejan los impactos.

Tabla 85.- HE total urbanización

Huella Total Urbanización					508,483 hag	
Impacto	Fósil	Pastos	Bosques	Mar	Cultivos	Superficie construida
Maquinaria	310,258	0,136	0,013	0,358	0,612	
Mano de Obra	1,683	1,439	0,136	3,783	6,467	
Costes Indirectos	0,850	0,086	0,008	0,227	0,389	2,416
Materiales	179,621					
Total	492,412	1,661	0,157	4,369	7,468	2,416

Tabla 86.- HE total urbanización según superficie construida

Huella Total Urbanización					0,053 hag/m ²	
Impacto	Fósil	Pastos	Bosques	Mar	Cultivos	Superficie construida
Maquinaria	0,032	1,40E-05	1,00E-06	3,70E-05	6,40E-05	
Mano de Obra	1,75E-04	1,49E-04	1,40E-05	3,93E-04	6,72E-04	
Costes Indirectos	8,80E-05	9,00E-06	1,00E-06	2,40E-05	4,00E-05	2,51E-04
Materiales	0,019					
Total	0,051	1,72E-04	1,60E-05	4,54E-04	7,76E-04	2,51E-04

Como se puede observar en las correspondientes tablas, la HE producida por los trabajos de urbanización es de 508,483 hag y de 0,053 hag/m² si la dividimos entre la superficie construida.

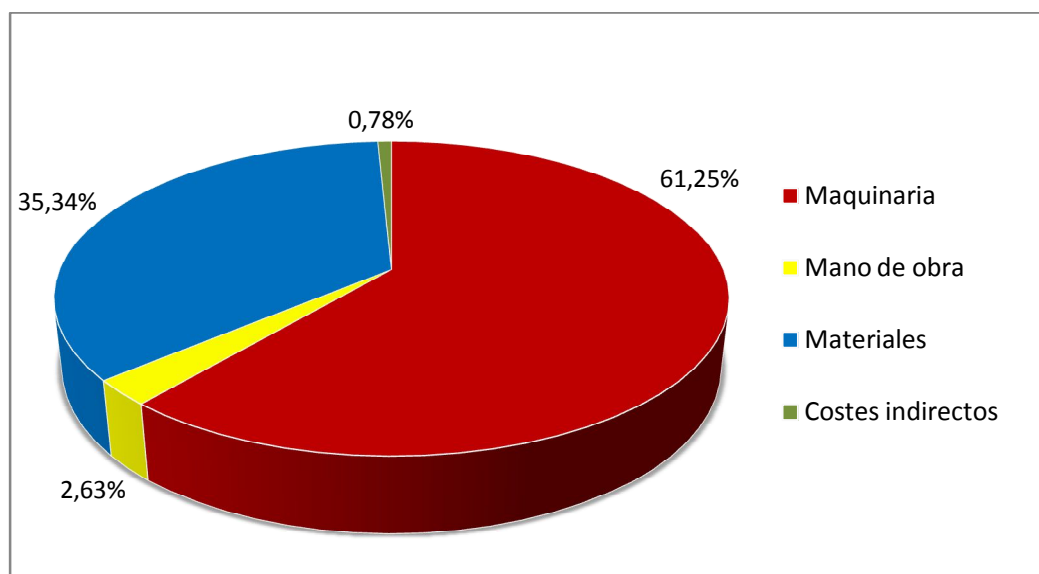


Figura 42.- Gráfico de HE de la urbanización en función del impacto que la provoca

En el gráfico que se muestra en la **Figura 42** se establece la HE del proyecto de urbanización en función del impacto que la produce, siendo las dos fuentes más importantes la maquinaria (61%) y los materiales (35%).

En la **Tabla 87** se muestra las huellas totales de la fase de edificación del proyecto analizado y en la **Tabla 88** la huella según la superficie construida, mostrando en la **Figura 43** las huellas producidas según el impacto que la genera.

Tabla 87.- HE total edificación

Huella Total Edificación						2.168,366 hag
Impacto	Fósil	Pastos	Bosques	Mar	Cultivos	Ocupación
Maquinaria	45,216	0,091	0,009	0,240	0,411	
Mano de Obra	2,913	2,490	0,235	6,549	11,196	
Costes Indirectos	4,947	0,323	0,031	0,849	1,452	0,704
Materiales	2.090,708					
Total	2.143,784	2,904	0,275	7,638	13,059	0,704

Tabla 88.- HE total edificación por superficie

Huella Total Edificación						0,228 hag/m ²
Impacto	Fósil	Pastos	Bosques	Mar	Cultivos	Ocupación
Maquinaria	0,005	1,00E-05	1,00E-06	2,50E-05	4,30E-05	
Mano de Obra	3,06E-04	2,61E-04	2,50E-05	6,88E-04	0,001	
Costes Indirectos	5,19E-04	3,40E-05	3,00E-06	8,90E-05	1,52E-04	7,40E-05
Materiales	0,220					
Total	0,225	3,05E-04	2,90E-05	8,02E-04	0,001	7,40E-05

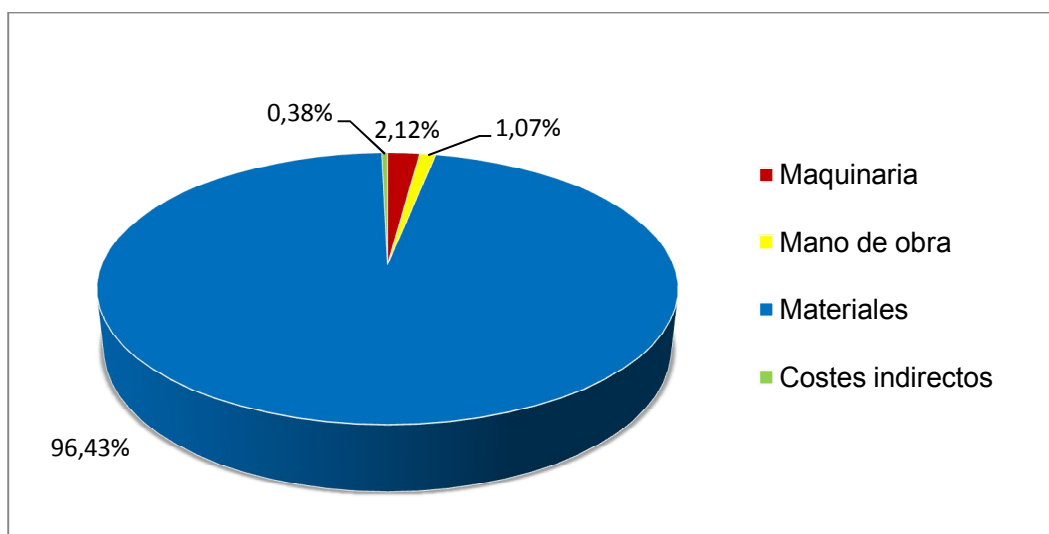


Figura 43.- Gráfico de HE de la construcción en función del impacto que la provoca

En el gráfico se muestra que el elemento que mayor impacto provoca en la fase de la construcción del edificio son los materiales con un 96% de repercusión sobre el total.

En las tablas anteriores se puede observar que la HE producida por los trabajos de edificación es de 2.168,366 hag y de 0,228 hag/m² si la dividimos entre la superficie construida, dato que permite compararlo con investigaciones previas donde se analizan la HE producida por la fase de recuperación de edificios (Alba Rodríguez, M.D., 2016), que es de 0,060 hag/m² y la generada en la fase de uso y mantenimiento (Martínez Rocamora, A., 2016), que es de 0,007 hag/m² por cada año de vida del edificio (100 años); pudiendo de este modo obtener la HE del ciclo de vida del edificio como se refleja en la **Figura 44**.

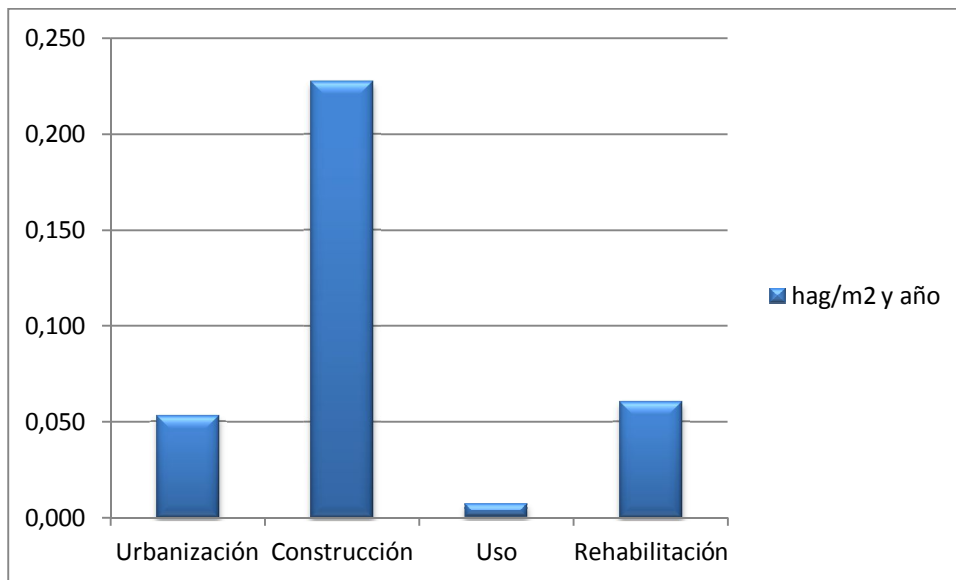


Figura 44. - Gráfico con la HE del edificio según su fase

Comparando este dato con el obtenido en investigaciones anteriores (Solís-Guzmán, 2011) se puede apreciar una significativa diferencia ya que el resultado de dicha investigación fue de 5.707,86 hag, existiendo una diferencia de un 62% con la nueva metodología de la presente tesis. Esto es debido a una imputación directa del CO₂ consumido por la maquinaria en lugar de las fórmulas polinómicas utilizadas, a la cuantificación de la maquinaria necesaria para la gestión de los residuos, a un nuevo cálculo de los alimentos consumidos por los trabajadores empleando datos macroeconómico en lugar de menús de alimentación, a una aplicación adaptada al proyecto de las hipótesis en los costes indirectos y a la cuantificación de la HE de los materiales según el CO₂ de su fabricación, reflejándose ambos resultados en las **Figuras 45 y 46**.

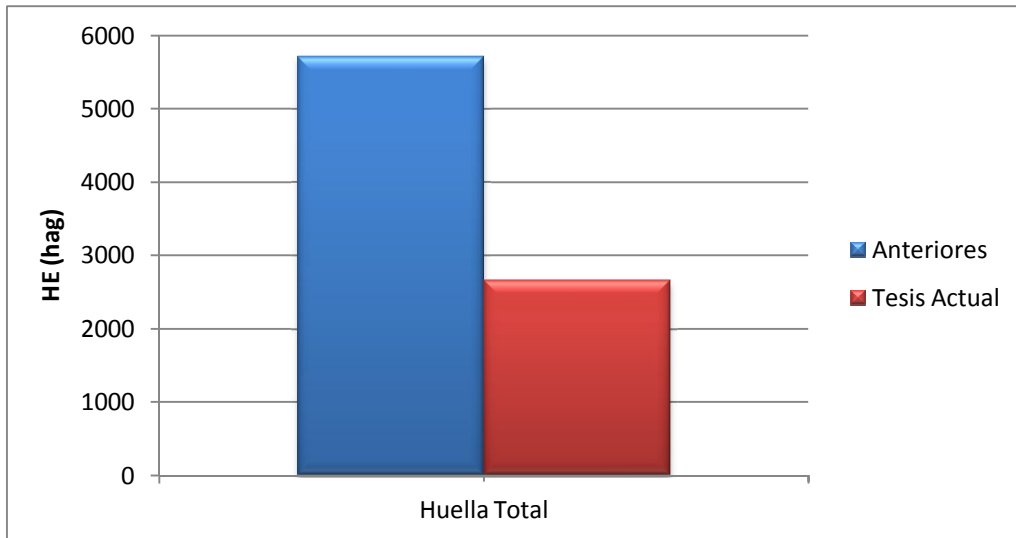


Figura 45. Gráfico de diferencia de HE entre investigaciones anteriores y la tesis actual.

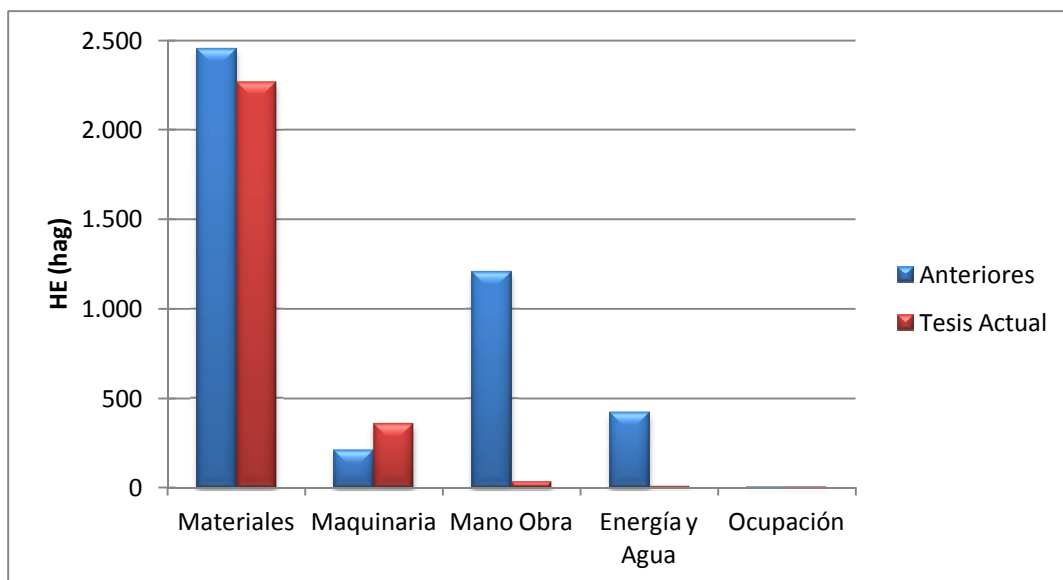


Figura 46. Gráfico de diferencia de HE parciales entre investigaciones anteriores y la tesis actual.

Analizando las HE parciales, es interesante apreciar un incremento en la en el impacto de la maquinaria debido a que se ha realizado un análisis de la gestión de los residuos producidos en los diversos trabajos del proyecto a diferencia de investigaciones anteriores donde no se tenía en cuenta.

11.4. Análisis de biocapacidad de la parcela

Como se ha mencionado en la parte teórica de la investigación, se procederá a realizar un análisis del cambio de la capacidad de absorción de CO₂ de la parcela donde se actúa por los trabajos realizados, mostrando el resultado en la **Tabla 89**. Debido a las características de la zona donde se realiza el proyecto de urbanización y edificación, la arboleda principal que se puede encontrar son encinas, olivos o naranjos,

realizándose un análisis de tres hipótesis de plantación con cada tipo de arboleda para poder obtener el caso más desfavorable.

Tabla 89.- Análisis biocapacidad de la parcela

Tipo de parcela afectada							
Tipo	Intensidad de Plantación	Densidad (ud/m ²)	% Superficie	Superficie (m ²)	Cantidad (ud)	Capacidad de absorción (kg CO ₂ /ud anual)	t CO ₂ /anual
				16.000,00			
Encina	Baja	0,009	100,00%	16.000,00	154	5.040,00	776,16
Olivo	Alta	0,025	100,00%	16.000,00	396	570,00	225,72
Naranja	Media	0,033	100,00%	16.000,00	528	555,00	293,04
Capacidad absorción anual eliminada							776,16

Aplicando las intensidades de plantación correspondientes a cada tipo de arboleda, el caso más desfavorable correspondería a encontrarnos encinas en la parcela donde se actúa, obteniendo una pérdida de capacidad de absorción de 776,16 toneladas de CO₂ al año.

12. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

A continuación, se procede a establecer el análisis de varios proyectos de urbanización para comprobar la sensibilidad de la metodología desarrollada, definiendo brevemente las características de cada proyecto con un resumen de los datos y los resultados finales de cada uno de ellos.

12.1. Proyecto 1 “Industrial Grande”

Corresponde al proyecto de urbanización del sector industrial SUB-O-03 UE-1 (**Figura 47**) en Écija (Sevilla) (Rivero, C., 2014) cuyas características principales son las siguientes:

- PEM.- 17.823.408,86 €.
- Superficie total del sector a urbanizar: 620.256 m².
- Plazo de ejecución: 12 meses.

Los terrenos objeto de este proyecto se encuentran situados al noreste de la ciudad de Écija, fuera del núcleo principal a unos 3 km del mismo desde el Puente Romano, apoyados en la Autovía de Andalucía en su margen derecho. La zona conocida popularmente como “El Caño” tiene un uso agrícola de herbáceos de secano no localizándose ninguna edificación existente dentro de sus límites.



Figura 47. Parcela a urbanizar en proyecto de urbanización 1 “Industrial Grande”.

Los datos obtenidos del proyecto sobre los RCD generados se muestran en la **Tabla 90**, recogiéndose en la **Tabla 91** los precios básicos que forman parte de los unitarios empleados, que son pala cargadora (ME00300), camión basculante (MK00100) y peón especial (TP00100).

Tabla 90.- Medición de RCD del proyecto de urbanización 1 “Industrial Grande”

Código	UD	Resumen	Cantidad
17AAA00140	t	RETIRADA RESIDUOS ALUMINIO NP DIST MAX 15 KM	3,430
17AHA00140	t	RETIRADA RESIDUOS ACERO N.P. DIST. MÁX. 15 km	0,960
17ABC00140	t	RETIRADA RESIDUOS COBRE N.P. DIST. MÁX. 15 km	0,864
17FAA00300	t	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ RESIDUOS ASFÁLTICOS 15 KM	631,270
17HCL00300	m ³	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ DE RESIDUOS DE LADRILLOS 15 KM	97,736
17HHH00300	m ³	RETIRADA RESIDUOS DE HORMIGÓN A PLANTA DE VALORIZACIÓN 15 KM	4.114,680
17MMM00120	t	RETIRADA RESIDUOS MADERA DEM. A PLANTA VALORIZ. DIST. MÁX. 15 km	9,650
17MMM00200	t	RETIRADA RESIDUOS MADERA DE DESBROCE A PLANTA VALORIZ. DIST. MÁX. 15 km	68.250,150
17MMP00140	t	RETIRADA RESIDUOS PLÁSTICOS Y SINTÉTICOS, DIST. MÁX. 15 km MEC.	31,340
17TTT00120	t	RETIRADA DE TIERRAS INERTES N.P. A VERTEDERO AUTORIZADO 15 km	488.405,210
17WWW00300	t	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ RESIDUOS PELIGROSOS 15 KM	5,806

De estos datos, se extraen 3 precios básicos que se repiten en todos los unitarios de la tabla anterior, que son: pala cargadora (ME00300), camión basculante (MK00100) y peón especial (TP00100), presentando en este caso concreto las cantidades de la **Tabla 91**.

Tabla 91.- Precios básicos de RCD del proyecto de urbanización

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
ME00300	h	PALA CARGADORA	11.218,397
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	168.462,038
TP00100	h	PEÓN ESPECIAL	98,196

Tras analizar las mediciones y demás documentos del proyecto se ha procedido a codificar según la clasificación sistemática de la BCCA y obtener su HE, tal y como se refleja en las **Tablas 92, 93 y 94** para poder aplicar la metodología descrita en la parte teórica de la investigación, representando los resultados totales en la **Tabla 95**. Indicar que en las tablas de maquinaria y materiales se muestran los más representativos, reflejándose el resto en el anexo final del proyecto.

Tabla 92- HE maquinaria proyecto urbanización 1 “Industrial Grande”

Código	Ud	Medición	Resumen	HE (hag)
MK00100	h	8.423.101,90	CAMIÓN BASCULANTE	10.786,48
MK00100	h	718.609,15	CAMIÓN BASCULANTE	920,238
ME00300	h	269.241,53	PALA CARGADORA	346,353
ME00300	h	239.318,78	PALA CARGADORA	307,861
ME00400	h	82.207,91	RETROEXCAVADORA	106,481
MN00100	h	74.348,93	MOTONIVELADORA	95,679
MR00400	h	65.220,81	RULO VIBRATORIO	84,201
MK00200	h	64.913,05	CAMIÓN CISTERNA	83,127
MK00210	h	64.132,95	CAMIÓN CISTERNA 6M ³	82,128
MR00300	h	34.918,73	RODILLO VIBRANTE MANUAL	50,783
			RESTO MAQUINARIA	129,37
			HE Total (hag)	12.992,699

Dentro del análisis realizado en los materiales, se muestra la **Figura 48** con los 10 materiales que generan mayor huella, reflejando que el hormigón, la mezcla bituminosa y las tuberías tanto de PVC como de fundición son los que generan mayor HE. También es significativo que aparezca el agua potable como uno de los mayores elementos productores de huella, siendo debido a la amplia extensión superficial que posee el proyecto y al uso de este elemento en los diversos trabajos de compactación y movimiento de tierras.

Tabla 93.- HE mano de obra proyecto urbanización 1 "Industrial Grande"

Código	Resumen	Medición (Horas)	HE (hag)
TA00100	AYUDANTE	48,23	0,012
TA00200	AYUDANTE	25,51	0,006
TA00400	AYUDANTE FONTANERO	3,30	0,001
TO00100	OF. 1ª ALBAÑILERÍA	12.740,08	3,122
TO00700	OF. 1ª IMPERMEABILIZADOR	432,00	0,106
TO00800	OF. 1ª JARDINERO	1.744,07	0,427
TO01000	OF. 1ª PINTOR	1.046,57	0,256
TO01700	OF. 1ª	394,27	0,097
TO01800	OF. 1ª ELECTRICISTA	783,84	0,192
TO01900	OF. 1ª	25.412,25	6,227
TO02110	OF. 1ª OBRA PÚBLICA	4.933,05	1,209
TO02100	OFICIAL 1ª	32.835,77	8,046
TO02200	OFICIAL 2ª	9,50	0,002
TP00100	PEÓN ESPECIAL	77.054,15	18,882
TP00100	PEÓN ESPECIAL	98,20	0,024
TP00200	PEÓN ORDINARIO	34.151,29	8,369
TP00300	PEÓN JARDINERO	572,96	0,140
Total (hag)			47,119

Tabla 94.- HE materiales proyecto urbanización 1 "Industrial Grande"

Código	Ud	Medición	Resumen	HE (hag)
CH04000	m ³	12.771,84	HORMIGÓN HM-20/B/20/I, SUMINISTRADO	1.440,050
UP07000	m ³	11.842,64	HORMIGÓN HM-20/B/20/I, SUMINISTRADO	1.378,465
CH04120	m ³	5.647,85	HORMIGÓN HM-20/P/40/I, SUMINISTRADO	636,806
IE12300	m	115.892,00	TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIÁM. 90 mm	511,974
UP06000	t	4.612,01	MEZCLA BITUMINOSA CALIENTE S-12, ARIDO, BETÚN ASF	449,927
GW00100	m ³	109.397,10	AGUA POTABLE	383,156
US10109	m	12.184,63	TUBO F.D. K-9 JUNT. AUT. DIÁM. 150 mm	151,237
UE05500	m	32.629,91	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 200 mm PARA COND. CABLES	144,892
UA02301	m	1.249,50	TUBO HORMIGÓN DIÁM. 1000 mm ENCH. CAMPANA JUNTA ELASTICA	143,298
GC00200	t	369,35	CEMENTO CEM II/A-L 32,5 N EN SACOS	141,530
RESTO DE MATERIALES				1.204,95
HE Total (hag)				6.586,280

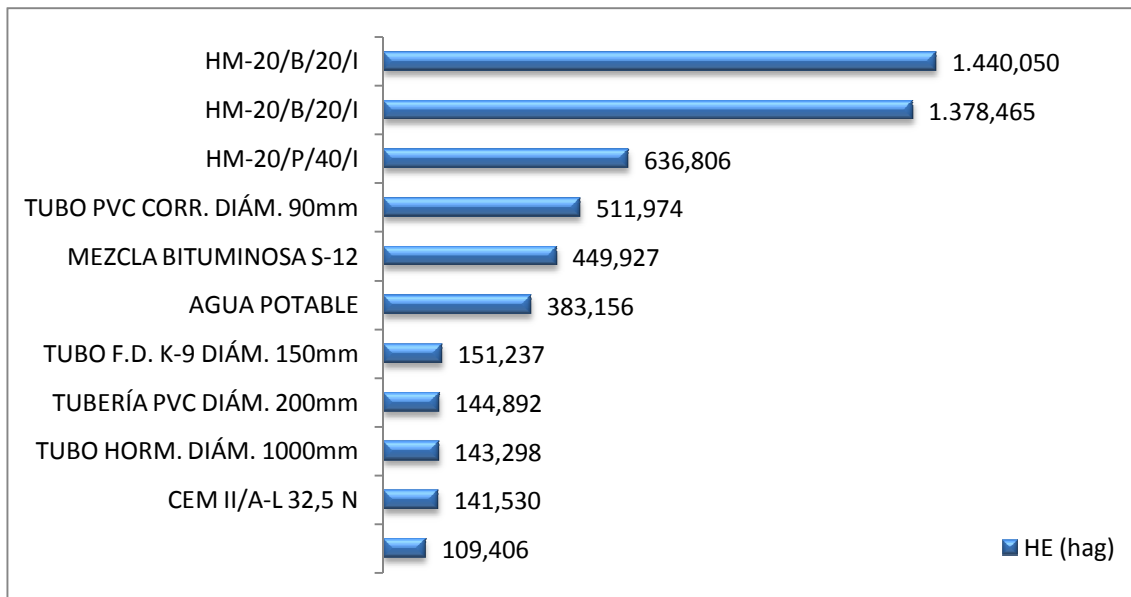


Figura 48.- Materiales con mayor HE en proyecto de urbanización 1 “Industrial Grande”.

Además de estos tres elementos, otro componente que genera HE son los costes indirectos, cuya tabla se muestra en el anexo y que da un resultado de 385,041 hag.

Tabla 95.- Resultados de la HE del proyecto de urbanización 1 “Industrial Grande”

Huella Total					20.052,395 hag	
Impacto	Fósil	Pastos	Bosques	Mar	Cultivos	Ocupación
Maquinaria	12.937,810	11,891	7,347	31,272	52,718	
Mano de Obra	8,754	5,018	0,474	13,197	22,561	
Costes Indirectos	211,123	2,213	0,210	5,835	9,976	155,684
Materiales	6.579,189					
Total	19.733,994	19,127	8,031	50,304	85,255	155,684

Como se ha mencionado en la parte teórica de la investigación, se procederá a realizar un análisis del cambio de la capacidad de absorción de CO₂ de la parcela donde se actúa por los trabajos realizados, mostrando el resultado en la **Tabla 96**. Debido a las características de la zona donde se realiza el proyecto de urbanización y edificación, la arboleda principal que se puede encontrar son olivos con una intensidad media.

Tabla 96.- Análisis biocapacidad de la parcela proyecto 1 “Industrial Grande”

Tipo de parcela afectada							
Tipo	Intensidad de Plantación	Densidad (ud/m ²)	% Superficie	Superficie (m ²)	Cantidad (ud)	Capacidad de absorción (kg CO ₂ /ud anual)	t CO ₂ /anual
				620.256,00			
Olivo	Media	0,017	100,00%	620.256,00	5.962	570,000	5.819,70
Capacidad absorción anual eliminada							5.819,70

De este modo, se obtiene una pérdida de capacidad de absorción de 5.8191,70 toneladas de CO₂ al año al realizar las actuaciones de urbanización en la parcela.

12.2. Proyecto 2 “Industrial Pequeño”

Este proyecto corresponde al proyecto de urbanización del polígono industrial en el sector I-4 “La Sacristía” (Figura 49 en Écija (Sevilla), (Rivero, C., 2014), con las siguientes características:

- PEM.- 826.791,37 €.
- Superficie total del sector a urbanizar: 53.684 m².
- Plazo de ejecución: 12 meses.



Figura 49. Parcela a urbanizar en proyecto de urbanización 2 “Industrial Pequeño”

Los terrenos donde se ubicará el polígono industrial en cuestión se localizan próximos al núcleo urbano de Cañada Rosal, junto a la carretera Écija-Cañada Rosal, teniendo actualmente uso agrícola con una parte de la parcela dedicada a herbáceo de secano y en otra zona se encuentran plantados naranjos, siendo atravesada la parcela por el Arroyo del Lagar.

Siguiendo la línea del caso anterior se obtiene de los datos del proyecto los RCD tal y como se muestran en la **Tabla 97**, recogiendo en la **Tabla 98** los precios básicos que componen dichos unitarios (pala cargadora (ME00300), camión basculante (MK00100) y peón especial (TP00100)).

Tabla 97.- Medición de RCD del proyecto de urbanización 2 “Industrial Pequeño”

Código	UM	Resumen	Cantidad
17AAA00140	t	RETIRADA RESIDUOS ALUMINIO NP DIST MAX 15 km	0,046
17AHA00140	t	RETIRADA RESIDUOS ACERO N.P. DIST. MÁX. 15 km	0,154
17ABC00140	t	RETIRADA RESIDUOS COBRE N.P. DIST. MÁX. 15 km	0,065
17FAA00300	t	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ RESIDUOS ASFÁLTICOS 15 KM	69,470
17HCL00300	m ³	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ DE RESIDUOS DE LADRILLOS 15 KM	8,850
17HHH00300	m ³	RETIRADA RESIDUOS DE HORMIGÓN A PLANTA DE VALORIZACIÓN 15 KM	248,893
17MMM00120	t	RETIRADA RESIDUOS MADERA DEM. A PLANTA VALORIZ. DIST. MÁX. 15 km	0,988
17MMM00200	t	RETIRADA RESIDUOS MADERA DE DESBROCE A PLANTA VALORIZ. DIST. MÁX. 15 km	11.913,920
17MMP00140	t	RETIRADA RESIDUOS PLÁSTICOS Y SINTÉTICOS, DIST. MÁX. 15 km MEC.	2,700
17TTT00120	t	RETIRADA DE TIERRAS INERTES N.P. A VERTEDERO AUTORIZADO 15 km	9.092,487
17WWW00300	t	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ RESIDUOS PELIGROSOS 15 KM	0,907

Tabla 98.- Precios básicos de RCD del proyecto de urbanización 2 “Industrial Pequeño”

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
ME00300	h	PALA CARGADORA	425,380
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	6.401,261
TP00100	h	PEÓN ESPECIAL	9,122

Revisando los documentos del proyecto y tras codificar según BCCA dichos datos se obtienen las huellas de cada uno de ellos, como se indica en las **Tablas 99, 100 y 101**; además de mostrar los resultados totales en la **Tabla 102**. Indicar que de la tabla de materiales se muestran los 10 más importantes, encontrándose la tabla completa en el anexo final debido a su extensión.

Tabla 99.- He maquinaria proyecto urbanización 2 “Industrial Pequeño”

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
MA00100	h	73,26	AGLOMERADORA	2,257
MA00300	h	72,26	BITUMINADORA/EXTENDEDORA	5,322
MA80000	h	26,37	HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 l	0,010
MC00100	h	32,92	COMPRESOR DOS MARTILLOS	0,086
ME00300	h	682,18	PALA CARGADORA	21,024
ME00300	h	425,38	PALA CARGADORA	13,110
ME00400	h	857,34	RETROEXCAVADORA	14,834
MG80000	h	16,20	GRÚA TELESCÓPICA S/CAMIÓN 20 t	1,139
MK00100	h	265,38	CAMIÓN BASCULANTE	16,977
MK00100	h	6.401,26	CAMIÓN BASCULANTE	409,520
MK00200	h	204,87	CAMIÓN CISTERNA	13,106
MN00100	h	38,37	MOTONIVELADORA	1,133
MR00200	h	7,61	PISÓN MECÁNICO MANUAL	0,001
MR00300	h	446,76	RODILLO VIBRANTE MANUAL	0,095
MR00400	h	665,88	RULO VIBRATORIO	0,142
MS00100	h	2,80	SIERRA MECÁNICA	0,000
MV00100	h	30,07	VIBRADOR	0,006
MW00100	h	6,03	MÁQUINA AUTOMÓVIL PARA MARCAR VIALES 3 BANDAS Y 3 CV	0,001
HE Total (hag)				498,772

Tabla 100.- He mano de obra proyecto urbanización 2 “Industrial Pequeño”

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
TA00100	h	12,59	AYUDANTE	0,003
TO00100	h	1553,82	OF. 1ª ALBAÑILERÍA	0,380
TO00700	h	140,00	OF. 1ª IMPERMEABILIZADOR	0,034
TO00800	h	471,90	OF. 1ª JARDINERO	0,115
TO01000	h	151,54	OF. 1ª PINTOR	0,037
TO01100	h	640,30	OF. 1ª SOLADOR	0,156
TO01800	h	1,40	OF. 1ª ELECTRICISTA	0,001
TO01900	h	201,15	OF. 1ª FONTANERO	0,049
TO02000	h	3,40	OF. 1ª INSTALADOR	0,001
TO02100	h	2.396,38	OFICIAL 1ª	0,587
TO02200	h	372,10	OFICIAL 2ª	0,091
TP00100	h	7.749,15	PEÓN ESPECIAL	1,898
TP00100	h	9,12	PEÓN ESPECIAL	0,002
HE Total (hag)				3,357

Tabla 101.- He materiales proyecto urbanización 2 “Industrial Pequeño”

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
UP01500	t	1.389,3	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO S	134,190
CH04120	m ³	674,6	HORMIGÓN HM-20/P/40/I, SUMINISTRADO	74,455
GC00200	t	81,35	CEMENTO CEM II/A-L 32,5 N EN SACOS	30,460
UA00700	u	220	PATE DE HIERRO DIÁM. 30 mm	30,140
UE05500	m	3701	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 200 mm PARA COND. CABLES	16,418
GW00100	m ³	6.565,08	AGUA POTABLE	16,325
CH03000	m ³	100,08	HORMIGÓN HA-25/B/40/IIa, SUMINISTRADO	13,807
AC00200	m ³	1.083,83	PIEDRA MACHAQUEO DIÁM. 40/60 mm CALIZA	13,728
AA00100	m ³	2.347,14	ARENA CERNIDA	13,670
FS80010	m ³	1400	PIEDRA CALIZA PARA MAMPOSTERÍA ORDINARIA	12,848
			RESTO DE MATERIALES	156,353
			HE Total (hag)	512,394

En la **Figura 50** se reflejan los 10 materiales que generan mayor huella, pudiéndose apreciar que el hormigón, la mezcla asfáltica y el cemento son los que generan mayor HE. En este caso vuelve a aparecer el agua potable como uno de los mayores elementos productores de huella, debido nuevamente a su uso los diversos trabajos de movimiento de tierras.

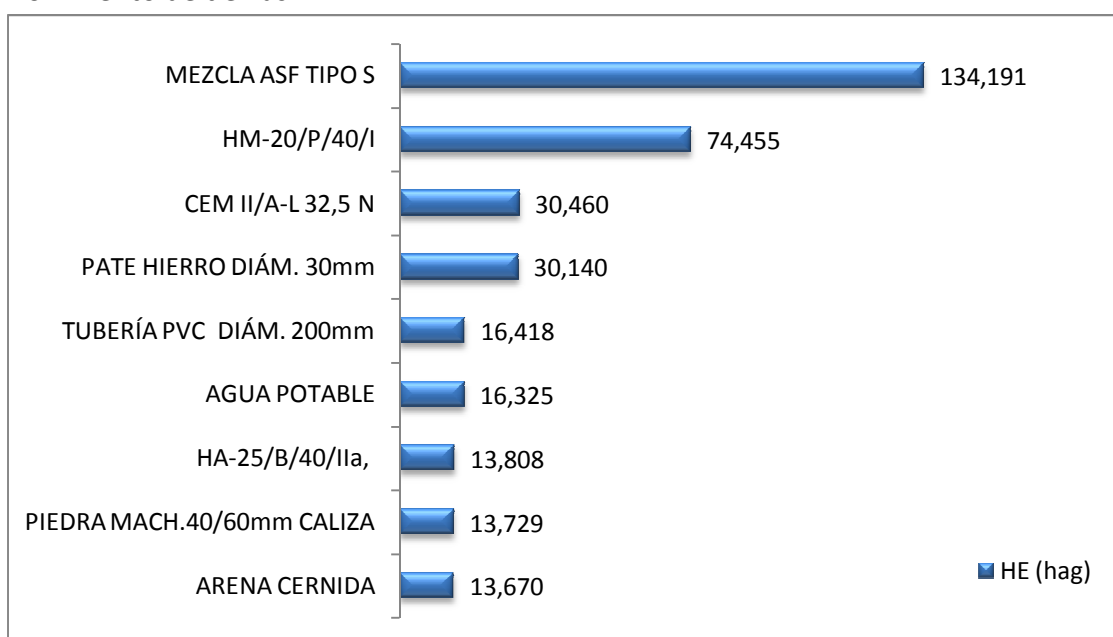


Figura 50.- Materiales con mayor HE en proyecto de urbanización 2 “Industrial Pequeño”.

La HE producida por los costes indirectos asociados a este proyecto es de 27,8 hag, mostrándose su tabla correspondiente en el anexo de tablas.

Tabla 102.- Resultados de la HE del proyecto de urbanización 2 “Industrial Pequeño”

Huella Total					1.031,0 hag	
Impacto	Fósil	Pastos	Bosques	Mar	Cultivos	Ocupación
Maquinaria	496,573	0,268	0,025	0,704	1,203	
Mano de Obra	0,418	0,358	0,034	0,940	1,608	
Costes Indirectos	11,284	0,367	0,035	0,966	1,652	13,475
Materiales	501,110					
Total	1.009,385	0,993	0,094	2,610	4,463	13,475

En este proyecto no se ha realizado análisis de la arboleda retirada debido a que la parcela sobre la que se actúa se dedica a labores de cultivo sin existir por tanto elementos objetos de análisis en este apartado.

A continuación, en la **Tabla 103** se realiza un análisis de la capacidad de absorción de CO₂ de la parcela afectada en el proyecto, donde como se ha indicado en párrafos anteriores se encuentran plantados naranjos con una intensidad de plantación baja en una parte de la parcela (aproximadamente el 30%) siendo el resto dedicado a cultivos herbáceos (principalmente trigo)

Tabla 103.- Análisis biocapacidad de la parcela del proyecto 2 “Industrial Pequeño”

Tipo de parcela afectada							
Tipo	Intensidad de Plantación	Densidad (ud/m ²)	% Superficie	Superficie (m ²)	Cantidad (ud)	Capacidad de absorción (kg CO ₂ /ud anual)	t CO ₂ /anual
				53.684,00			
Naranjos	Baja	0,024	30,00%	16.105,20	120	555,000	66,60
Capacidad absorción anual eliminada							66,60

La capacidad de absorción se ve mermada en 66,60 toneladas de CO₂ con las actuaciones proyectadas a realizar en la parcela.

12.3. Proyecto 3 “Residencial Grande”

Este proyecto corresponde a la urbanización de terrenos residenciales correspondientes al plan parcial número 1 (**Figura 51**) en La Algaba (Sevilla) (Puerto Francés, M., 2011), con las características siguientes:

- PEM.- 3.720.049,12 €.
- Superficie total del sector a urbanizar: 115.366,44 m².
- Plazo de ejecución: 12 meses.



Figura 51.-Parcela del proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”

Nuevamente, se procede a analizar los RCD producidos en el proyecto con su correspondiente gestión, obteniendo la medición del capítulo de residuos en la **Tabla 104**, así como la relación de precios básicos en la **Tabla 105**.

Tabla 104.- Medición de RCD del proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”

Código	UM	Resumen	Cantidad
17AAA00140	t	RETIRADA RESIDUOS ALUMINIO NP DIST MAX 15 km	0,217
17AHA00140	t	RETIRADA RESIDUOS ACERO N.P. DIST. MÁX. 15 km	0,000
17ABC00140	t	RETIRADA RESIDUOS COBRE N.P. DIST. MÁX. 15 km	0,100
17FAA00300	t	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ RESIDUOS ASFÁLTICOS 15 KM	149,830
17HCL00300	m ³	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ DE RESIDUOS DE LADRILLOS 15 KM	18,020
17HHH00300	m ³	RETIRADA RESIDUOS DE HORMIGÓN A PLANTA DE VALORIZACIÓN 15 KM	374,810
17MMM00120	t	RETIRADA RESIDUOS MADERA DEM. A PLANTA VALORIZ. DIST. MÁX. 15 km	2,530
17MMM00200	t	RETIRADA RESIDUOS MADERA DE DESBROCE A PLANTA VALORIZ. DIST. MÁX. 15 km	46.544,580
17MMP00140	t	RETIRADA RESIDUOS PLÁSTICOS Y SINTÉTICOS, DIST. MÁX. 15 km MEC.	18,280
17TTT00120	t	RETIRADA DE TIERRAS INERTES N.P. A VERTEDERO AUTORIZADO 15 km	95.083,450
17WWW00300	t	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ RESIDUOS PELIGROSOS 15 KM	0,004

Tabla 105.- Precios básicos de RCD del proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
ME00300	h	PALA CARGADORA	2.840,840
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	42.655,627
TP00100	h	PEÓN ESPECIAL	49,449

Extrayendo los datos necesarios de la documentación del proyecto y codificándola según BCCA, se obtiene la HE de cada uno de ellos como se expresa en las **Tablas 106, 107 y 108**; calculando además la HE total en la **Tabla 109** La tabla que muestra los resultados relacionados con los materiales del proyecto sólo acoge los 10 con mayor HE, situándose la tabla completa en el anexo final.

Tabla 106.- HE de la maquinaria del proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
MA00200	h	29,54	BITUMINADORA	0,911
MA00300	h	103,40	BITUMINADORA/EXTENDEDORA	7,620
MA80000	h	27,00	HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 l	0,011
MB00100	h	1.751,28	BOMBA DE AGOTAMIENTO, AGUA Y FANGOS	2,573
MC00100	h	3,50	COMPRESOR DOS MARTILLOS	0,009
MC00200	h	188,07	COMPRESOR PARA PROYECTAR	0,841
ME00300	h	9,30	PALA CARGADORA	0,286
ME00300	h	2.840,84	PALA CARGADORA	87,640
ME00400	h	753,62	RETROEXCAVADORA	13,062
ME00401	h	94,98	EXCAVADORA HIDR CADENAS	7,532
ME00402	h	440,54	EXCAVADORA HIDRA NEUMÁTICOS	9,545
ME00403	h	866,61	EXCAVADORA HIDRA NEUMÁTICOS	22,314
ME00404	h	275,50	PALA CARG CADENAS	9,201
ME00405	h	127,92	PALA CARG NEUMÁTICOS	2,804
ME01400	h	490,61	MINI RETROEXCAVADORA	7,002
ME01401	h	14,16	MINICARGADORA NEUMÁTICOS	0,184
ME01402	h	458,11	RETRACARGADORA NEUMÁTICOS	7,122
MG80000	h	125,60	GRÚA TELESCÓPICA S/CAMIÓN 20 t	8,839
MK00100	h	2.555,27	CAMIÓN BASCULANTE	163,551
MK00100	h	42.655,63	CAMIÓN BASCULANTE	2.730,194
MK00200	h	723,33	CAMIÓN CISTERNA	46,297
MN00101	h	1.069,73	MOTONIVELADORA	54,827
MR00200	h	4.428,87	PISÓN MECÁNICO MANUAL	4,022
MR00300	h	2.566,08	RODILLO VIBRANTE MANUAL	5,537
MR00400	h	556,36	RULO VIBRATORIO	12,197
MS00100	h	47,02	SIERRA MECÁNICA	0,020
MS00105	h	16,00	SIERRA MECÁNICA DE CORTE, MANUAL	0,005
MW00100	h	17,89	MÁQUINA AUTOMÓVIL PARA MARCAR VIALES 3 BANDAS Y 3 CV	0,014
MW00400	h	222,73	MOTOCULTOR 60/80 cm.	0,472
			HE Total (hag)	3.204,644

Tabla 107.- HE de la mano de obra del proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
TO01000	h	160,11	OF. 1ª PINTOR	0,039
TO01800	h	269,60	OF. 1ª ELECTRICISTA	0,06
TO01900	h	8,20	OF. 1ª FONTANERO	0,002
TO02100	h	33.500,45	OFICIAL 1ª	8,209
TO02200	h	1.465,35	OFICIAL 2ª	0,359
TP00100	h	27.985,50	PEÓN ESPECIAL	6,857
TP00100	h	49,45	PEÓN ESPECIAL	0,012
HE Total (hag)				15,545

Tabla 108.- HE de materiales del proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”

Código	Ud	Medición	Resumen	HE (hag)
CH04020	m ³	3.829,65	HORMIGÓN HM-20/P/20/I, SUMINISTRADO	438,212
CM00600	u	52.538,28	PANEL METÁLICO 50x50 cm	274,617
UP01000	m	42.245,92	BORDILLO DE HORMIGÓN MOLDURADO 10x20x40 cm	242,018
AP00100	m ³	20.760,15	ALBERO CERNIDO	190,524
UP01400	t	1.635,37	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO G 25	157,958
UP01450	t	1.318,89	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO S-12	127,389
UA00700	u	833,34	PATE DE HIERRO DIÁM. 30 mm	114,168
UP00600	m	7.777,94	BORDILLO DE HORMIGÓN RIGOLA	89,116
SC02700	m	242,91	TUBO HORMIGÓN DIÁM. 150 mm	76,056
GC00200	t	150,55	CEMENTO CEM II/A-L 32,5 N EN SACOS	56,369
RESTO DE MATERIALES				483,998
HE Total (hag)				2.250,425

En la **Figura 52** se recogen los 10 materiales del proyecto con mayor huella, apreciándose el hormigón, la mezcla asfáltica (aparecen en 2 precios básicos) y el panel metálico como los principales generadores de HE.

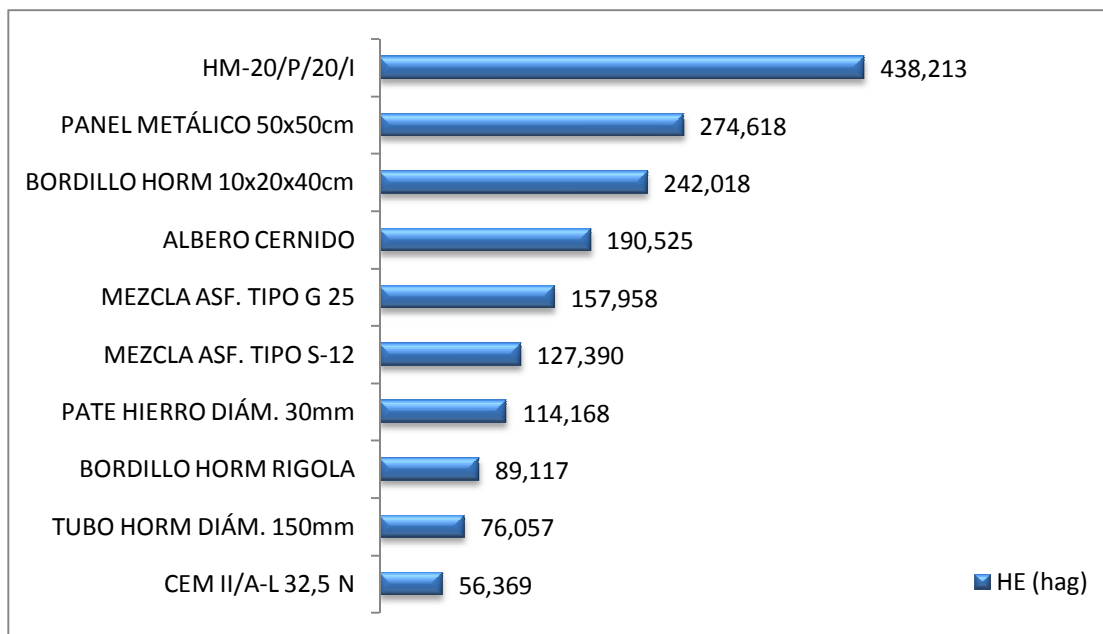


Figura 52.- Materiales con mayor HE en proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”.

Los costes indirectos asociados a este proyecto tienen una HE de 55,252 hag, mostrándose su tabla correspondiente en el anexo final.

Tabla 109- Resultados de la HE del proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”

Huella Total					5.526,2 hag	
Impacto	Fósil	Pastos	Bosques	Mar	Cultivos	Ocupación
Maquinaria	3.191,031	1,656	0,156	4,355	7,446	
Mano de Obra	1,985	1,697	0,160	4,463	7,630	
Costes Indirectos	21,806	0,546	0,052	1,436	2,455	28,957
Materiales	2.250,426					
Total	5.465,248	3,899	0,368	10,254	17,531	28,957

En este proyecto no se ha realizado análisis de la arboleda retirada debido a que la parcela sobre la que se actúa se dedica a labores de cultivo sin existir por tanto elementos objetos de análisis en este apartado.

12.4. Proyecto 4 “Residencial Pequeño”

En este proyecto, se desarrollan las obras necesarias para urbanizar el sector residencial (**Figura 53**) SU-R-3 del plan general de ordenación urbana de Fuentes de Andalucía (Sevilla) (Rivero Camacho, C., 2014), zona agrícola de cultivos herbáceos con una parte de la parcela (el 40% aproximadamente) con encinas plantadas y que presenta las siguientes características:

- PEM.- 1.235.143,46 €.
- Superficie total del sector a urbanizar: 56.882 m².

- Plazo de ejecución: 12 meses.



Figura 53.- Parcela del proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”

Nuevamente, además de las mediciones propias del proyecto, se realiza un estudio de los RCD generados con su correspondiente gestión, obteniendo la **Tabla 110** con las mediciones del capítulo de residuos y la **Tabla 111** con los 3 precios básicos que conforman los precios unitarios.

Tabla 110.- Medición de RCD del proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”

Código	UM	Resumen	Cantidad
17AAA00140	t	RETIRADA RESIDUOS ALUMINIO NP DIST MAX 15 km	0,545
17AHA00140	t	RETIRADA RESIDUOS ACERO N.P. DIST. MÁX. 15 km	0,038
17ABC00140	t	RETIRADA RESIDUOS COBRE N.P. DIST. MÁX. 15 km	0,080
17FAA00300	t	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ RESIDUOS ASFÁLTICOS 15 KM	135,640
17HCL00300	m ³	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ DE RESIDUOS DE LADRILLOS 15 KM	12,460
17HHH00300	m ³	RETIRADA RESIDUOS DE HORMIGÓN A PLANTA DE VALORIZACIÓN 15 KM	435,045
17MMM00120	t	RETIRADA RESIDUOS MADERA DEM. A PLANTA VALORIZ. DIST. MÁX. 15 km	2,110
17MMM00200	t	RETIRADA RESIDUOS MADERA DE DESBROCE A PLANTA VALORIZ. DIST. MÁX. 15 km	12.155,750
17MMP00140	t	RETIRADA RESIDUOS PLÁSTICOS Y SINTÉTICOS, DIST. MÁX. 15 km MEC.	7,580
17TTT00120	t	RETIRADA DE TIERRAS INERTES N.P. A VERTEDERO AUTORIZADO 15 km	16.779,760
17WWW00300	t	RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m ³ RESIDUOS PELIGROSOS 15 KM	1,348

Tabla 111.- Precios básicos de RCD del proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
ME00300	h	PALA CARGADORA	587,894
MK00100	h	CAMIÓN BASCULANTE	8.858,311
TP00100	h	PEÓN ESPECIAL	23,285

Tras codificar según BCCA los datos obtenidos de la documentación del proyecto, se obtiene la huella de cada uno de ellos como se muestra en las **Tablas 112, 113 y 114** además de la HE total reflejada en la **Tabla 115**. La tabla correspondientes a los materiales del proyecto solo refleja los 10 con mayor HE, encontrándose el resto en el anexo de tablas final.

Tabla 112.- HE maquinaria de proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
MA00200	h	106,74	BITUMINADORA	3,290
MA00300	h	112,86	BITUMINADORA/EXTENDEDORA	8,314
MA80000	h	51,42	HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 l	0,020
ME00300	h	186,55	PALA CARGADORA	5,749
ME00300	h	587,89	PALA CARGADORA	18,119
ME00400	h	184,66	RETROEXCAVADORA	3,195
MG80000	h	10,44	GRÚA TELESCÓPICA S/CAMIÓN 20 t	0,735
MK00100	h	364,70	CAMIÓN BASCULANTE	23,332
MK00100	h	8.858,31	CAMIÓN BASCULANTE	566,710
MK00200	h	66,96	CAMIÓN CISTERNA	4,284
MN00100	h	21,36	MOTONIVELADORA	0,631
MR00200	h	22,99	PISÓN MECÁNICO MANUAL	0,020
MR00300	h	222,57	RODILLO VIBRANTE MANUAL	0,474
MR00400	h	595,60	RULO VIBRATORIO	13,040
MV00100	h	12,62	VIBRADOR	0,004
MW00100	h	15,28	MÁQUINA AUTOMÓVIL PARA MARCAR VIALES 3 BANDAS Y 3 CV	0,012
HE Total (hag)				647,927

Tabla 113.- HE mano de obra de proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
TA00100	h	103,49	AYUDANTE	0,025
TO00100	h	2.213,12	OF. 1ª ALBAÑILERÍA	0,542
TO00800	h	206,09	OF. 1ª JARDINERO	0,051
TO01000	h	224,30	OF. 1ª PINTOR	0,055
TO01100	h	1.122,88	OF. 1ª SOLADOR	0,275
TO01600	h	21,00	OF. 1ª CERRAJERO-CHAPISTA	0,005
TO01900	h	386,44	OF. 1ª FONTANERO	0,095
TO02100	h	1.951,14	OFICIAL 1ª	0,478
TO02200	h	65,45	OFICIAL 2ª	0,016
TP00100	h	7.867,85	PEÓN ESPECIAL	1,928
TP00100	h	23,29	PEÓN ESPECIAL	0,006
HE total (hag)				3,476

Tabla 114.- HE materiales de proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
UP01300	t	2.049,46	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO D	197,954
CH04120	m ³	1.195,90	HORMIGÓN HM-20/P/40/I, SUMINISTRADO	131,991
UA00700	u	628	PATE DE HIERRO DIÁM. 30 mm	86,036
AW00100	m ³	7.643,30	ZAHORRA ARTIFICIAL	69,155
UP00900	m	3.985,83	BORDILLO DE HORMIGÓN 17x28 cm	54,344
GC00200	t	122,84	CEMENTO CEM II/A-L 32,5 N EN SACOS	45,995
UU01300	m ²	427,13	MALLA GALV. RIZADA DE 3 mm DIÁM. ENMARCADA CON "L" 35x35x3 mm	37,254
FL01300	mu	115,31	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO PEQUEÑO REVESTIR 24x11,5x5 cm	25,75
UP01400	t	211,26	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO G 25	20,405
AC00200	m ³	1.601,14	PIEDRA MACHAQUEO DIÁM. 40/60 mm CALIZA	20,281
			RESTO DE MATERIALES	164,224
			HE Total (hag)	853,402

La **Figura 54** muestra los 10 materiales productores de mayor huella, pudiéndose apreciar que la mezcla asfáltica, el hormigón y los pates de hierro son los que generan mayor HE.

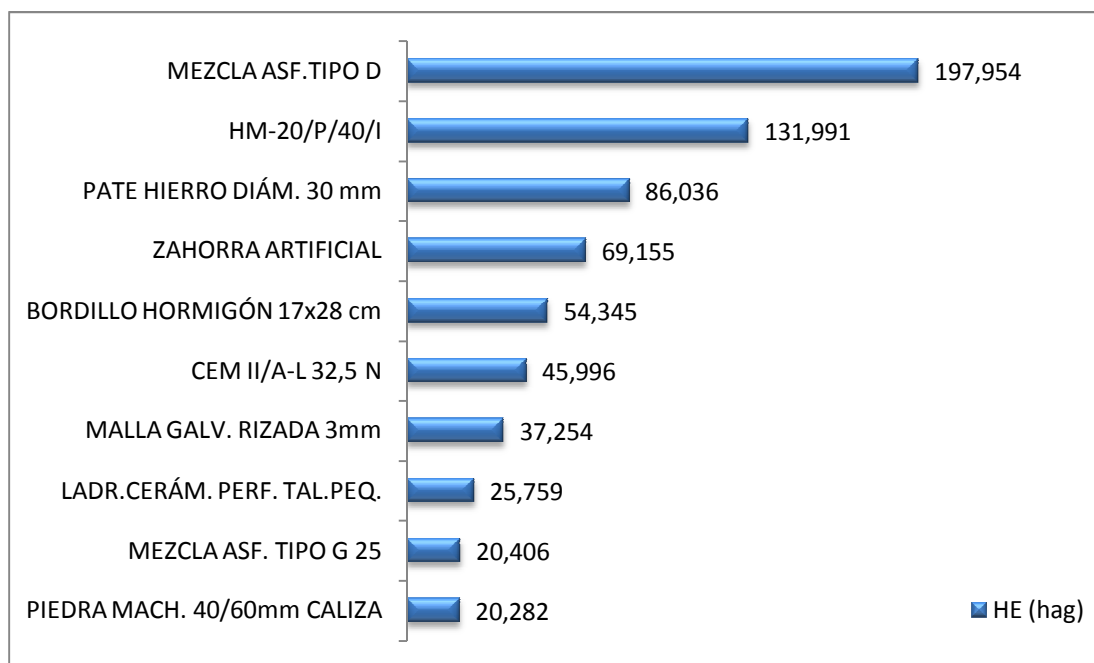


Figura 54.- Materiales con mayor HE en proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”.

La HE producida por los costes indirectos asociados a este proyecto es de 29,204 hag, mostrándose su tabla correspondiente en el anexo final.

Tabla 115- Resultados de la HE del proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”

Huella Total					1.534,009 hag	
Impacto	Fósil	Pastos	Bosques	Mar	Cultivos	Ocupación
Maquinaria	645,477	0,298	0,028	0,784	1,340	
Mano de Obra	0,433	0,370	0,035	0,974	1,664	
Costes Indirectos	11,830	0,377	0,036	0,991	1,693	14,277
Materiales	853,402					
Total	1.511,142	1,045	0,099	2,748	4,698	14,277

En la **Tabla 116** se analiza la capacidad de absorción de CO₂ de la parcela donde se realizarán los trabajos proyectados, en la que se encuentran plantados en una parte de ella (aproximadamente el 40%) un grupo de encinas con una intensidad de plantación baja, siendo el resto dedicado a cultivos herbáceos (principalmente trigo)

Tabla 116.- Análisis biocapacidad de la parcela proyecto 4 “Residencial Pequeño”

Tipo de parcela afectada							
Tipo	Intensidad de Plantación	Densidad (ud/m ²)	% Superficie	Superficie (m ²)	Cantidad (ud)	Capacidad de absorción (kg CO ₂ /ud anual)	t CO ₂ /anual
				56.882,00			
Encinas	Baja	0,024	40,00%	22.752,80	88	5.040,00	443,52
Capacidad absorción anual eliminada							443,52

Por tanto, la capacidad de absorción de la parcela se ve disminuida en 443,52 toneladas de CO₂ con el proyecto planteado.

12.5. Comparativa de resultados

A continuación, en la **Figura 55** y la **Tabla 117** se representa los impactos que producen la huella de los diferentes proyectos analizados, donde se puede apreciar que los elementos que mayor peso tienen son la maquinaria y materiales empleados en los trabajos de urbanización.

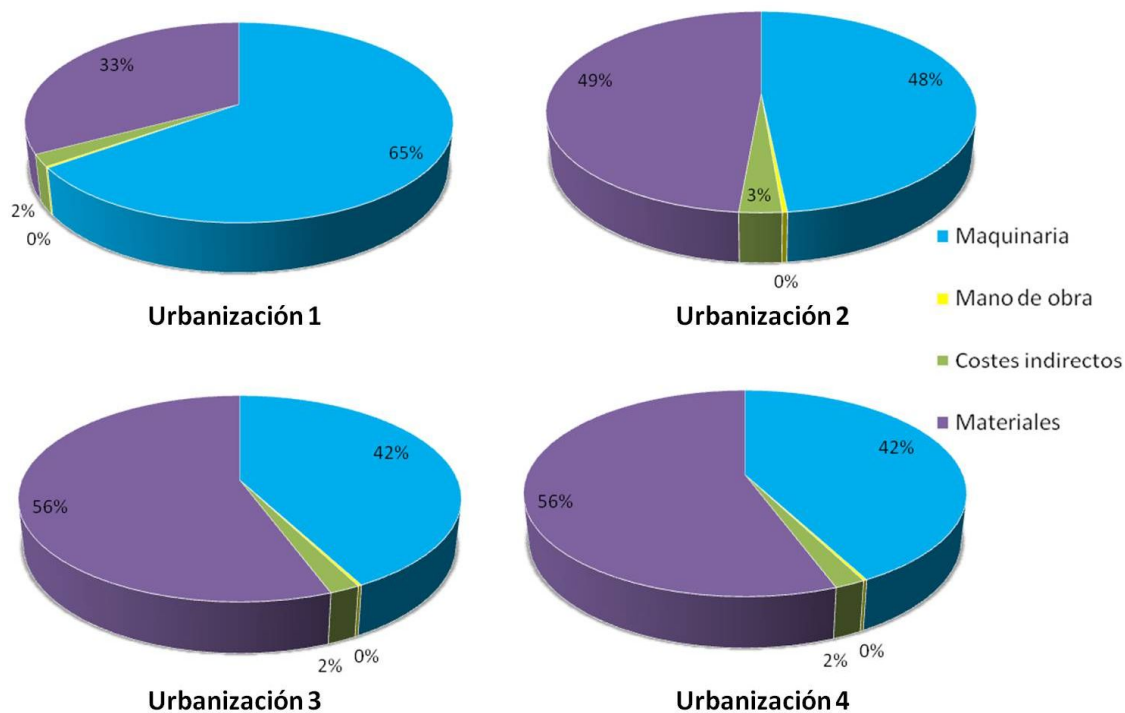


Figura 55.- Gráficos de proyectos analizados en función del impacto que provoca la HE

Tabla 117.- Comparativa de resultados de casos prácticos

Huella Ecológica	Industrial Grande	Industrial Pequeño	Residencial Grande	Residencial "Pequeño"	Residencial "Solís-Guzmán" (Urbanización)
Costes Indirectos (hag)	385,048	27,779	55,253	43,481	3,977
Mano de obra (hag)	47,119	3,358	15,935	3,476	13,508
Materiales (hag)	6579,189	501,110	2.250,426	853,402	179,621
Maquinaria (hag)	13.041,039	498,773	3.204,645	647,927	311,378
PEM (€)	17.823.408,86	826.791,37	3.720.049,12	1.235.143,46	271.966,04
Huella total (hag)	20.052,395	1.031,020	5.526,258	1.534.009	508,483
Huella total (hag/m ²)	0,032	0,019	0,048	0,027	0,053

También se indica en la **Figura 56** la huella producida relacionada con el tamaño de la parcela (que en este caso coincide con la superficie construida al tratarse de obras de urbanización), también se incluye la urbanización en el caso del proyecto en la tesis de Solís-Guzmán (2011).

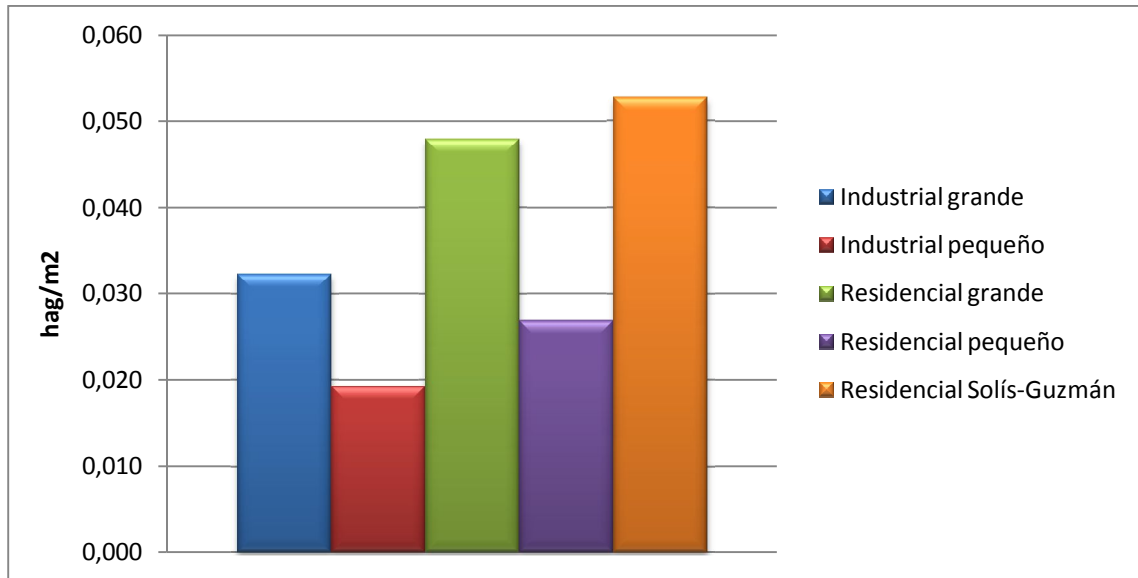


Figura 56.- Gráficos de HE en función del tamaño de la parcela

En el gráfico anterior, se refleja que dentro del análisis de la HE de cada proyecto, es importante el tamaño de la parcela y el uso al que vaya a ser destinado, ya que aunque hay una serie de elementos que siempre se construyen independientemente de cualquier consideración (centros de transformación, acometidas a redes de suministro...), son claves los trabajos de preparación de los terrenos por la cantidad de RCD que generan y el empleo de diversos materiales propios de los trabajos de urbanización, como son la mezcla bituminosa o asfáltica, el hormigón o las piezas prefabricadas de hormigón (tubos, bordillos...), mostrándose en la **Figura 57** la HE producida por los trabajos de gestión de residuos en los proyectos analizados.

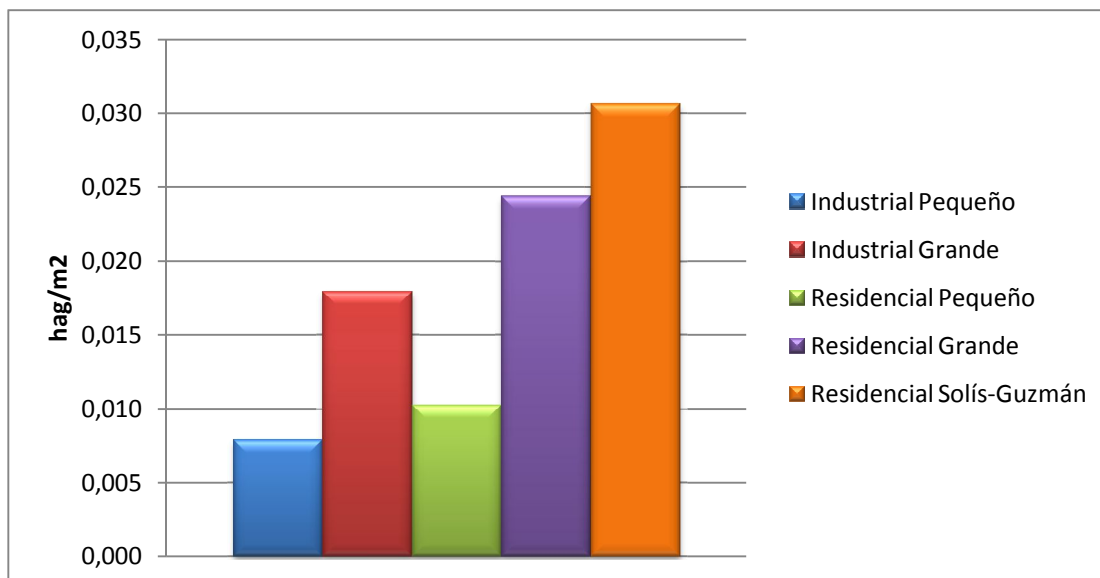


Figura 57.- Gráficos de HE de los residuos en función del tamaño de parcela

Por ello, queda comprobada la sensibilidad del modelo desarrollado ya que ha sido aplicado a varios proyectos de urbanización con sus correspondientes los resultados, lo que ha permitido identificar los elementos que provocan una mayor huella, que son la gestión de los residuos generados y el empleo de algunos materiales (mezcla asfáltica, hormigón, cemento tuberías...). Respecto al gráfico anterior, se refleja que dentro del análisis de la HE de cada proyecto, es importante el tamaño y el uso al que vaya a ser destinado la parcela, ya que en el caso del uso industrial, la zona que se deja libre para la construcción de futuras edificaciones (principalmente naves industriales) es mucho mayor, construcción menos densa, que en los casos de las parcelas residenciales, teniendo por ello mayor huella los residenciales al repercutir sobre la la superficie los elementos “obligatorios” que siempre se deben construir al urbanizar, como son los transformadores, los viales, Acerados o las acometidas a instalaciones.

Al identificar los aspectos que controlan mayoritariamente la generación de HE es posible establecer estrategias para su disminución en ambas líneas. En el aspecto relacionado con la gestión de RCD pueden establecerse las siguientes:

- Los trabajos de limpieza, tales como la tala de árboles y movimiento de tierras, son los mayores productores de residuos, siendo necesario perfeccionar la cuantificación de tales cantidades, ya que la variación de sus cuantías afecta en gran medida a la HE.
- Al analizar los residuos de obra debidos a la preparación del terreno también es necesario encontrar soluciones para reducir su impacto ambiental. La tala o destrucción de árboles y la limpieza del terreno deben ser considerados como la producción de residuos evitables, procediendo a la replantación de la arboleda retirada o bien aprovechándolos como materia prima para la

fabricación de elementos con madera y biomasa, representando además un aporte económico con esta gestión

- La HE de los RCD en los proyectos de urbanización se compone en gran parte de la huella fósil (98%), debido a los camiones y maquinaria empleados en la recogida y transporte de residuos. Una buena estrategia para reducir su HE es la reutilización del suelo in situ, debiendo ser definido en la etapa de diseño de los proyectos de construcción.

En cuanto a la utilización de materiales, se pueden establecer las siguientes líneas de actuación:

- Evitar el uso de materiales menos sostenibles o propiciar su reciclado en obra (mezclas asfálticas, hormigón, áridos reciclados...).
- Dimensionado adecuado del proyecto para evitar un consumo excesivo y racional de los materiales (evitar sobredimensionamientos innecesarios, correcto diseño de viales y acerados...).

13. CONCLUSIONES

Con el presente trabajo de investigación queda reflejada la viabilidad de la incorporación de un indicador ambiental como es la huella ecológica dentro de la estructura de costes y presupuestación de los proyectos de obra (tanto de construcción como de urbanización), siguiendo la línea de presupuesto ambiental dentro del mundo de la construcción. De este modo; se posibilita la opción de tomar decisiones en fase de proyecto que tendrán como resultado la mejora de la “calificación ambiental” de la actividad.

Se comprueba que es posible la incorporación del indicador HE en el sistema de clasificación sistemática de las bases de costes de construcción, a través de la evaluación de una base ampliamente reconocida en el sector, la Base de Costes de la Construcción de Andalucía (BCCA), manteniendo su misma organización; siendo necesario añadir otros elementos diferenciadores de cada componente del presupuesto que pueda servir para su futura elección a la hora de incorporarlo en el desarrollo de un proyecto, junto al aspecto económico.

Dentro del análisis de los elementos que conforman la BCCA, se ha establecido un proceso que permite la conversión de cada uno de los precios básicos en cantidades que permiten introducirlo en la metodología de cálculo de HE, debiendo para ello haber sido analizados pormenorizadamente los 4900 precios básicos con sus diferentes singularidades según su naturaleza (mano de obra, materiales y maquinaria)

y su tipo de imputación (coste directo e indirecto). En general, la manera de organización ha pretendido mantener el actual sistema de clasificación para que cualquier profesional del sector pueda relacionarlo rápidamente con la generación de las mediciones y presupuestos de cualquier tipo de proyecto, y desarrollar un presupuesto económico y ambiental detallado.

Al realizar el análisis de la metodología de cálculo de HE en construcción ha sido necesario adaptarla a los diferentes escenarios del conjunto de precios básicos de la BCCA, como por ejemplo el caso del transporte de los materiales, la imputación de la maquinaria que se encarga de la gestión de los residuos y la alimentación de estos trabajadores; permitiendo alcanzar el objetivo con éxito por la gran adaptabilidad que presenta la HE para amoldarla al sector de la construcción.

Con la aplicación de la metodología propuesta en un caso práctico en detalle se ha demostrado que es posible la inclusión del aspecto ambiental en el proceso de elaboración y desarrollo de un proyecto de construcción, concretamente en sus mediciones y presupuestos permitiendo que sea un elemento más a ser considerado en la toma de decisiones.

El análisis de otros 4 proyectos de urbanización diferentes, ha permitido establecer la sensibilidad del modelo respecto al tipo de proyecto a desarrollar. Además, se han podido obtener los elementos que tienen mayor incidencia en la huella; que en el caso de los materiales son la mezcla asfáltica o bituminosa, al hormigón y sus prefabricados y a elementos de acero; y en cuanto al tratamiento de residuos, a la maquinaria que lo gestiona; permitiendo de este modo saber los elementos sobre los que hay que actuar y controlar para conseguir una mejora en el aspecto ambiental de los proyectos. Por ello, se demuestra que el indicador HE es sensible a las decisiones tomadas durante todas las fases de elaboración de un proyecto (elección del tipo de materiales, tamaño de parcela, características de zonas para edificaciones al urbanizar, distancia de transporte hasta obra, gestión de residuos en obra, etc.).

La presente metodología puede ser de utilidad para la administración pública, ya que como se ha demostrado el modelo desarrollado es de fácil adaptación al sistema de clasificación de la información de construcción que emplean la base de costes de construcción, en particular la BCCA, pudiendo ser elemento diferenciador en la toma de decisiones de la administración, como por ejemplo en los criterios de adjudicación para la realización de proyectos, o como bonificaciones en aspectos fiscales en cuanto a urbanismo, por ejemplo, rebajas en impuestos de inmuebles o exención de tasas urbanísticas en proyectos.

14. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Este último capítulo recoge las posibles futuras líneas de investigación identificadas durante la elaboración de la presente tesis.

1. Aplicación del modelo a un conjunto representativo de proyectos que permita la extrapolación de resultados a nivel nacional.
2. Desarrollo de modelo de cálculo de Huella Ecológica del ciclo de vida completo de los edificios.
3. Integración del cálculo de Huella Ecológica del ciclo de vida de los edificios en herramientas Building Information Modeling (BIM).
4. Complementación del modelo con otros indicadores ambientales como la huella hídrica y la huella de carbono.
5. Incorporación de la Huella Ecológica a los sistemas de certificación ambiental de proyectos como BREAM o LEED.
6. Integración directa del cálculo de la Huella Ecológica a los presupuestos, a través de su incorporación en Formato de Intercambio al Banco de Costes de la Construcción de Andalucía.
7. Inclusión en la evaluación de proyectos de la administración del impacto en términos de Huella Ecológica. Inclusión en exención de impuestos, rebaja de tasas, etc.

15. BIBLIOGRAFÍA

Alba Rodríguez, M^a Desirée: *Evaluación económica y ambiental de la recuperación de edificios. Aplicación de casos en Sevilla*. Tesis Doctoral. 2016

AENOR: *UNE-EN 15978:2012. Sostenibilidad en la construcción. Evaluación del comportamiento ambiental de los edificios. Métodos de cálculo*. Informe técnico. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España. 2012.

Arup & World Business Council for Sustainable Development (WBCSD): *Material choice for green buildings*. 2012.

Baño Nieva A., Vigil-Escalera del Pozo. A., *Guía de Construcción Sostenible*, Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS, CC.OO.)Noviembre, 2005, Depósito legal M-51636-2005 (<http://www.istas.ccoo.es/descargas/CCConsSost.pdf>, consultado 03/04/17)

Bastianoni S, Galli A, Pulselli RM, Niccolucci V.: *Environmental and economic evaluation of natural capital appropriation through building construction: practical case study in the Italian context*. *Ambio* 36(7):559-565, 2007.

Bayne, K., & Taylor, S.: *Attitudes to the use of wood as a structural material in non-residential building applications: opportunities for growth*. Australian Government Food & Wood Products Research & Development Corporation, 2006.

Bin G, Parker P.: *Measuring buildings for sustainability: Comparing the initial and retrofit ecological footprint of a century home – The REEP House*. *Applied Energy* 93:24-32. 2012

BRE.: *Barriers to the enhanced use of wood in Europe: Particular attention to the regulatory barriers*. (Client report number 714 – 393): Commissioned for CEI-Bois. 2004

Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey K., Iha, K., Larson, J., Lazarus, E., Morales, J.C., Wackernagel, M., Galli, A.: *Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework*. Ecological Indicators, vol. 24, pp. 518–533, 2013.

Cambio Global España 2020/50. *Sector edificación. Programa Cambio Global España 2020/50* del Centro Complutense de Estudios e Información Medioambiental de la Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid. Abril, 2010. Madrid. España.

Clemente M.E., Redondo Gómez S.: *Los Sumideros Naturales de CO₂*. 2007

Colegio de aparejadores de La Rioja.: *Base de Precios de la Construcción del Colegio de Aparejadores de La Rioja*. 2005.

Colegio oficial de aparejadores, arquitectos técnicos e ingenieros de edificación de Guadalajara.: *Preciocentro: banco de precios online*. 2012.

Connor, J. O., Kozak, R., Gaston, C., & Fell, D.: *Wood use in nonresidential buildings: Opportunities and barriers*. Forest Products Journal, 54(3), 19 – 28. 2004

Consejería de fomento, vivienda, ordenación del territorio y turismo, gobierno de Extremadura.: *Base de precios de la construcción del gobierno de Extremadura*. Mérida, 2012.

Consejería de infraestructuras, territorio y medio ambiente, Generalitat Valenciana.: *Base de datos de la generalitat valenciana bdc ive*. 2012.

Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio, Comunidad de Madrid.: *Base de datos de la construcción de la comunidad de Madrid*. 2007.

Consellería de Vivenda e Solo de Galicia.: *Base de Datos de la Construcción de Galicia*. 2011.

Consortio de Santiago.: *Base de Precios de Rehabilitación del Consorcio de Santiago*. 2004.

Colegio oficial de aparejadores, arquitectos técnicos e ingenieros de edificación de Guadalajara, "Preciocentro: banco de precios online - 2012,"

De la Rue du Can, S., & Price, L.: *Sectoral trends in global energy use and greenhouse gas emissions*. Energy Policy, 36(4), 1386 – 1403. 2008

Domenech Quesada J.L.: *Huella Ecológica y Desarrollo sostenible*. AENOR. Madrid, España. 2007.

EUROSTAT: *Municipal waste generated by country in selected years (kg per capita)*. 2015

Freire, A., Marrero M.: *Analysis of the ecological footprint produced by machinery in construction*. World Sustainable Building 14. Barcelona, España. 2014.

Freire, A., Rivero, C., Solís, J., Marrero M.: *Estudio de la Huella Ecológica de la Transformación del Uso del Suelo*. Seguridad y Medioambiente. Fundación Mapfre. Núm. 136. Pág. 6-14. 2014.

Freire, A., Marrero M.: *Evaluación a través del presupuesto de la energía incorporada al proyecto de edificación*. Hábitat Sustentable. Vol. 5. Núm. 1. Pag. 54-63. 2015

Freire A., Marrero M.: *Ecological Footprint in Indirect Costs of Construction. Comunicación en congreso*. II Congreso Internacional y IV Nacional de Construcción Sostenible y Soluciones Ecoeficientes. Universidad de Sevilla. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. 2015.

Freire, A., Muñoz, J., Marrero M.: *Incorporación de huella de carbono y huella ecológica en las bases de costes de construcción. Estudio de caso de un proyecto de urbanización en Écija, España*. Hábitat Sustentable. Vol. 6. Núm. 1. Pág. 6-17. 2016

Fundación instituto tecnológico de Galicia.: *Presupuesta: banco de precios*. 2011.

Giesekam, J., Barrett, J., Taylor, P., & Owen, A.: *The greenhouse gas emissions and mitigation options for materials used in UK construction*. Energy and Buildings, 78, 202–214. 2014

González, P., Marrero, M., Solís, J.: *The ecological footprint of dwelling construction in Spain*. Ecological Indicators. Núm. 52. Pág. 75-84. 2015.

Grunewald, N., Galli, A., Katsunori, I., Halle, M., Gressot, M.: *The Ecological Footprint of Mediterranean Diets*. 2015.

Heinonen, J., Saynäjoki, A., & Junnila, S.: *A longitudinal study on the carbon emissions of a new residential development*. Sustainability, 3(12), 1170-1189. 2011

Hemström, K., Mahapatra, K., & Gustavsson, L.: *Perceptions, attitudes and interest of Swedish architects towards the use of wood frames in multi-storey buildings*. Resources Conservation and Recycling, 55 (11), Pág. 1013 – 1021. 2011.

Holton, I.: *A review of the potential use of secondary and recycled aggregates in self-compacting concrete*. DTI Project Report 211 – 997. 2003

Ibn-Mohammed, T., Greenough, R., Taylor, S., Ozawa-Meida, L., Acquaye, A.: *Operational vs. embodied emissions in buildings. A review of current trends*. Energy and Buildings, Vol 66, Pag 232 – 245. 2013

Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña, ITeC.: *Memoria de contenido y Guía de 26 criterios seguidos en la creación del BEDEC*. Barcelona. 2012.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía: *Factores de emisión de CO₂ / CO₂ emission factors*. 2011

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC):. *Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, pp. 151. Ginebra, Suiza. 2014

ISO 12006-2.: *Building construction -- Organization of information about construction works -- Part 2: Framework for classification*. 2015.

Jannik, J., Barret, R., Taylor, P.: *Construction sector views on low carbon building materials*. Building Research & Information, 44:4, 423-444. 2016.

Jones, A. R.: *CI/SfB construction indexing manual*. Royal Institute of British Architects (RIBA). London, U.K. 1987.

Knoeri, C., Binder, C. R., Althaus, H.: *Decisions on recycling: Construction stakeholders' decisions regarding recycled mineral construction materials*. Resources, Conservation and Recycling, 55(11), 1039 – 1050. 2011.

Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K.-H., Haberl, H., Fischer-Kowalski, M.: *Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century*. Ecological Economics, 68(10). 2009

Li B, Cheng DJ.: *-Hotel ecological footprint model: Its construction and application*. Chinese Journal of Ecology 29(7):1463-1468. 2010.

Malmqvist, T., Glaumann, M.: *Environmental efficiency in residential buildings - A simplified communication approach*. Building and Environment, 44(5): 937-947. 2009

Marrero M., Puerto, M., Rivero, C., Freire, A., Solís, J.: *Assessing the economic impact and ecological footprint of construction and demolition waste during the urbanization of rural land*. Resources, Conservation and Recycling. Vol.117. Pag 160-174. 2017

Marrero M., Ramírez de Arellano A.: *The building cost system in Andalusia: application to construction and demolition waste management*. Construction Management and Economics. Vol. 28, pág. 495–507, 2010.

Martínez, A., Solís, J., Marrero, M.: *LCA databases focused on construction materials: A review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. 58. Pág. 565-573. 2016.

Martínez Rocamora, Alejandro: *Evaluación económica y ambiental en la fase de uso y mantenimiento de edificios*. Tesis Doctoral. 2016.

Construction Specifications Institute/Construction Specifications Canada (CSI/CSC): *Masterformat manual of practice (MP2-1)*. Alexandria, Va. 1983

McKinsey & Company.: *Pathways to a low carbon economy, version 2 of the global green house gas abatement cost curve*. Sustainability & Resource Productivity. 2013.

Meillaud, F., Gay, J., Brown, M.T.: *Evaluation of a building using the emergy method*. Solar Energy, 79(2): 204-212. 2005

Misra, S., Rao, A., Jha, K. N.: *Use of aggregates from recycled construction and demolition waste in concrete*. Resources, Conservation and Recycling, 50(1), 71 – 81. 2007.

Ministerio de Ciencia y Tecnología del gobierno de España.: *Real Decreto 842/ 2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión*. BOE nº 224, 18-09-2002.

Ministerio de Economía y Hacienda del Gobierno de España.: *Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las administraciones públicas*. BOE nº 258, 26-10-2011.

Ministerio de la Presidencia del gobierno de España.: *Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción*. BOE nº 256, 25-10-1997

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). : *Indicadores Ambientales. Una propuesta para España*. Madrid, 1996.

Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales del gobierno de España.: *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*. BOE nº 97, 23-04-1997.

Ministerio de la Vivienda del gobierno de España.: *Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio, sobre Normativa de la Edificación*. BOE nº 169, 9-07-1977.

Ministerio de Vivienda del gobierno de España.: *Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación*. BOE nº 74, 28-03-2006.

Ministerio de la Vivienda.: *Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación, NTE*. BOE núm. 13, páginas 752-756. 15 de enero de 1973.

Muñoz Martín, Javier.: *Procedimiento para la inclusión de consumos energéticos en la BCCA*. 2013.

Naciones Unidas: *Indicadores de desarrollo sostenible. Marco y metodología*. Comisión de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, Nueva York, 1996.

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico OECD: *Environmental indicators for environmental performance reviews*. París. 1993.

Olgay, V.: *Greenfoot: A tool for estimating the carbon and ecological footprint of buildings*. American Solar Energy Society. 2008.

Omniclass. *Omniclass: A strategy for classifying the built environment - Table 13: Spaces by function*. 2012

Puerto Francés, M.: *Cuantificación de residuos de construcción y demolición en la transformación -de terrenos rústicos en urbanos*. 2011.

Ramírez de Arellano Agudo, A.: *Presupuestación de Obras*. 2010

Red Eléctrica Española.: *El sistema eléctrico español / The Spanish electric system*. 2014.

Roos, A., Woxblom, L., McCluskey, D.: The influence of architects and structural engineers on timber in construction, perceptions and roles. *Silva Fennica*, 44(5), 871 – 884. 2010.

Samadpour P, Faryadi Sh.: *Determination of ecological footprints of dense and high-rise districts, case study of Elahie neighbourhood, Tehran*. *Journal of Environmental Studies* 34(45):63-72. 2008.

SEOPAN.: *Manual de costes de maquinaria*. ATENCOP. 2008.

Solís-Guzmán, J.: *Evaluación de la huella ecológica del sector edificación (uso residencial) en la comunidad andaluza. (Assessing the ecological footprint of the building sector (residential use) in Andalusia)*. Universidad de Sevilla, Sevilla. 2011.

Solís-Guzmán, J. Marrero, M.: *Ecological Footprint Assessment of Building Construction*. Bentham Science Publishers. 2015. 162. 2014.

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

Soriano, M., Manteca, F., Fariña, J., Barrios, A., Álvarez, S., Salmerón, R., Rodríguez, J., Pacheco, R., López, R., de Luxán, M., Barbero, M., Gómez, G., Román, E.: *Construcción Sostenible. Capítulo 6 Materiales Sostenibles de Construcción*. Wiki EOI (Escuela Organización Industrial) 2012.

Sturgis, S., Roberts, G.: *Redefining Zero: Carbon profiling as a solution to whole life carbon emission measurement in buildings*. RICS Research. 2010.

Tam, V. W. Y.: *Rate of reusable and recyclable waste in construction*. *The Open Waste Management Journal*, 4, 28 – 32. 2011.

Teng J, Wu X.: *Ecofootprint-based life-cycle eco-efficiency assessment of building projects*. *Ecological Indicators* 39:160-168. 2014.

The Construction Specifications Institute: *UniFormat™: A Uniform Classification of Construction Systems and Assemblies*. Alexandria, VA. 1998.

Telford, T.: *Civil engineering standard method of measurement* 3rd Ed., LTD., U. K., 4-39. 1991.

Wackernagel, M., Rees, W.: *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Número 9 en The New Catalyst's Bioregional Series. New Society Publishers, Gabriola Islands, BC, Canadá, 1996.

Wang, L., Toppinen, A., Juslin, H.: *Use of wood in green building: A study of expert perspectives from the UK*. *Journal of Cleaner Production*, 65, 350 – 361. 2014

Watson, N., Walker, P., Wylie, A., Way, C.: *Evaluating the barriers to entry for non-conventional building materials*. International Association for Bridge and Structural Engineering Publishing. 2012.

Weidema, B.P., Thrane, M., Christensen, P., Schmidt, J., Løkke, S.: *Carbon footprint*. *Journal of Industrial Ecology*, 12 (1):3–6. 2008.

Wong, P. S. P., Owczarek, A., Murison, M., Kefalianos, Z., Spinozzi, J.: *Driving construction contractors to adopt carbon reduction strategies – an Australian approach*. *Journal of Environmental Planning and Management*, 57(10), 1465 – 1483. 2013

World Wildlife Fund (WWF): *The Built Environment Sector*. Council for Environmental Education WWF, Department of Environment, De Monfort University Leicester. 1993.

Zabalza-Bribián, I., Valero-Capilla, A., Aranda-Usón, A.: *Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential*. *Building and Environment*, 46(5): 1133-1140. 2011.

Zhao XY, Mao XW.: *Comparison environmental impact of the peasant household in han, zang and hui nationality region: Case of zhangye, Gannan and Linxia in Gansu Province*. *Shengtai Xuebao/Acta Ecologica Sinica* 33(17):5397-5406. 2013.

Zhang, C., Canning, L.: *Application of non-conventional materials in construction*. *Proceedings of the ICE*. *Construction Materials*, 164, 165 – 172. 2011.

16. GLOSARIO

Abreviatura	Significado	Unidad de medición
V	Consumo de combustible	Litros (l)
Pot	Potencia del motor de la maquinaria	Kilovatios (kW)
TU	Tiempo de uso de la maquinaria en los trabajos	Horas (h)
Rend	Combustible consumido por el motor según el tipo (gasoil o gasolina)	Litros/kilovatiohora (l/kWh)
HE _{COMB}	Huella ecológica provocada por el consumo de combustible	Hectáreas globales (hag)
E _{COMB}	Factor emisión del combustible	Toneladas CO ₂ por litros (tCO ₂ /l)
A _F	Productividad de área de absorción de carbono, o factor de absorción	Toneladas CO ₂ por hectárea (tCO ₂ /ha)
FE _B	Factor de equivalencia de los bosques	Hectáreas globales por hectárea (hag/ha)
HE _{ELEC}	Huella ecológica provocada por el consumo de electricidad	Hectáreas globales (hag)
E _{ELEC}	Factor de emisión del mix energético	Toneladas CO ₂ por kilovatiohora (tCO ₂ /kWh)
HE _{COMIDA}	Huella ecológica producida por el consumo de alimentos	Hectáreas globales por año (hag/año)
HE _M	Huella ecológica de cada comida realizada por trabajador	Hectáreas globales por hora de trabajador (hag/h)
HE _{COMIDA} FOSIL i	Huella ecológica de tipo fósil producida por el consumo de alimentos de tipo i	Hectáreas globales por año (hag/año)
Ci	Consumo de alimentos de tipo i	Toneladas (t)

IE _i	Intensidad energética necesaria para transformar el alimento	Gigajulios por tonelada de alimento (GJ/t)
P _{pet}	Productividad energética del petróleo	Gigajulios por hectárea (GJ/ha)
HE _{RSU}	Huella ecológica de los residuos sólidos urbanos	Hectáreas globales (hag)
H _{TRAB}	Horas totales trabajadas por los empleados	Horas (h)
R _{RSU}	Cantidad de RSU generados por trabajador	Toneladas de RSU por hora de trabajo (t/h)
E _{RSU}	Factor de emisión por residuo generado	Toneladas de CO ₂ por tonelada de RSU
HE _{MAT}	Huella ecológica producida por los materiales	Hectáreas globales (hag)
C _{mi}	Consumo de material tipo i	Kilogramos (kg)
E _{MAT}	Emisiones provocadas durante la fabricación del material	Toneladas de CO ₂ por kilogramo de material (tCO ₂ /kg)
HE _{TRAN}	Huella ecológica producida por el transporte de los materiales	Hectáreas globales por kilogramo de material (hag/kg)
HE _{AGUA}	Huella ecológica producida por el consumo de agua	Hectáreas globales (hag)
C	Consumo de agua	Metros cúbicos (m ³)
IE _{AGUA}	Intensidad energética de agua	Kilovatiohora por metro cúbico de agua (kWh/m ³)
E _{AGUA}	Emisiones producidas por el material, en este caso agua	Toneladas de CO ₂ por m ³ de agua (tCO ₂ /kWh)
HE _{SUP}	Huella ecológica producida por la superficie ocupada	Hectáreas globales (hag)
S	Superficie de ocupación directa	Hectáreas (ha)
FE _X	Factor de equivalencia de la superficie construida en función del tipo de territorio X (bosques o cultivos)	Hectáreas globales por hectárea (hag/ha)

17. ANEXO DE TABLAS

Tabla A1.-Cuantificación de materiales urbanización (cont.)

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
AA00200	m ³	ARENA FINA	3,916
AA00300	m ³	ARENA GRUESA	163,158
AC00200	m ³	PIEDRA MACHAQUEO DIÁM. 40/60 mm CALIZA	1.153,785
CA00220	kg	ACERO B 400 S	110,500
CA00900	kg	ACERO PERFILES S 275 JR	232,500
CE00100	m	PUNTAL DE MADERA	188,882
CH02920	m ³	HORMIGÓN HA-25/P/20/IIa, SUMINISTRADO	4,104
CH04120	m ³	HORMIGÓN HM-20/P/40/I, SUMINISTRADO	304,108
CM00200	m ³	MADERA DE PINO EN TABLA	2,105
CM00300	m ³	MADERA DE PINO EN TABLON	7,555
FL01300	mu	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO PEQUEÑO REVESTIR 24x11,5x5 cm	14,961
GC00200	t	CEMENTO CEM II/A-L 32,5 N EN SACOS	15,677
GW00100	m ³	AGUA POTABLE	205,976
IE02000	m	CABLE COBRE 1x2,5 mm ² H07V-K	300,000
IE02200	m	CABLE COBRE 1x6 mm ² H07V-K	1.833,110
IE08600	u	INTERRUPTOR DIFERENCIAL II 40 A/30 mA TIPO AC	1,000
IE10300	u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO II, DE 10-32 A	2,000
IE11200	u	MODULO HOMOLOGADO PARA ALOJAMIENTO DE CONTADOR	1,000
IE11300	u	PICA DE ACERO COBRIZADO (2 m) GRA.	26,000
IE12400	m	TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIÁM. 48 mm	458,277
IF91660	u	ACOMETIDA AGUA DE 63 A 90 mm S/NORMAS	1,000
SA00455	u	ARQUETA HORMIGÓN 50X50 CON FONDO	1,000
SA00600	m	CERCO ARQUETA PNL-50,5	51,250
SA00601	u	POZO REGISTRO CIRCULAR 1.20 DE DIAM	1,000
SA00700	m ²	TAPA DE HORMIGÓN ARMADO CON CERCO	29,100
SC02800	m	TUBO HORMIGÓN DIÁM. 200 mm	6,262
SC02900	m	TUBO HORMIGÓN DIÁM. 250 mm	8,141
SC03000	m	TUBO HORMIGÓN DIÁM. 300 mm	188,870
SW00700	u	TAPA Y CERCO H. FUNDIDO DIÁM. 60 cm ROD. MEDIA	7,000
UA00700	u	PATE DE HIERRO DIÁM. 30 mm	42,000
UA02400	u	REJILLA FUNDICIÓN IMBORNAL CÓN CERCO	13,000
UE00200	u	ARMARIO METÁLICO PARA ALUMBRADO PÚBLICO	1,000
UE00400	u	BÁCULO RECTO ACERO GALVANIZADO 3,70 m	17,000
UE00600	u	BÁCULO RECTO FUNDICIÓN 3,70 m	8,000
UE01400	m	CABLE ALUMINIO 1x35 mm ² /1000 V	85,476
UE01500	m	CABLE ALUMINIO 1x50 mm ² /1000 V	206,343
UE01600	m	CABLE ALUMINIO 1x70 mm ² /1000 V	611,464
UE01700	m	CABLE ALUMINIO 1x95 mm ² /1000 V	206,343
UE01800	m	CABLE ALUMINIO 1X120mm ² /1000 V	1.065,106
UE02600	u	FAROL CHAPA ACERO CON VIDRIO IMPRESO	17,000
UE02900	u	FAROL FUNDICIÓN CON VIDRIO IMPRESO	8,000
UE03100	u	LÁMPARA VAPOR MERCURIO C.C. 125 W	25,000

Tabla A1.-Cuantificación de materiales urbanización (cont.)

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
UE03900	u	TAPA DE FUNDICIÓN 60X60 cm	4,000
UE04700	m	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 63 mm PARA COND. CABLES	566,820
UE05000	m	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 110 mm PARA COND. CABLES	402,616
UE05100	m	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 125 mm PARA COND. CABLES	423,816
UI00100	u	JUEGO DE SOPORTES PARA RÓTULO	8,000
UI00200	u	JUEGO DE SOPORTES PARA SEÑAL DE TRAFICO	13,000
UI00300	kg	PINTURA REFLEXIVA CON ESFERAS DE VIDRIO	10,005
UI00500	u	PLACA CIRCULAR DE PROHIBICIÓN CHAPA CINCADA DIAM. 60 cm	3,000
UI00800	u	PLACA OCTOGONAL DE STOP CHAPA CINCADA DOBLE APOTEMA 60 cm	2,000
UI01200	u	PLACA TRIANGULAR DE PELIGRO CHAPA CINCADA 70X70 cm	8,000
UI01400	u	RÓTULO DE GRUPO O CALLE CHAPA CINCADA	8,000
UP00200	m ²	BALDOSA HIDRÁULICA 20x20 cm	1.120,080
UP00900	m	BORDILLO DE HORMIGÓN 17x28 cm	558,280
UP01400	t	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO G 25	769,112
US10130	m	TUBO POLIETILENO DIÁM. 75 mm PE50A PN-10.	67,670
US10133	m	TUBO POLIETILENO DIÁM. 90 mm PE50A PN-10.	242,087
US10136	m	TUBO POLIETILENO DIÁM. 110 mm PE50A PN-10	175,740
US10528	u	CODO BB F.D. DIÁM. 100 mm, PN-16	1,000
US10659	u	DERIV. "T" EEB 150x80/150, J/MEC.	1,000
US10750	u	CARRETE BB F.D. 80x500, PN-16	2,000
US10756	u	CARRETE BB F.D. 100x500, PN-16	1,000
US14203	u	"T" POLIETILENO PE50A PN-10 90x75/90 mm	2,000
US14500	u	PORTABR. PE, BRI. L. PN-16 DIÁM. 75 mm	4,000
US14503	u	PORTABR. PE, BRI. L. PN-16 DIÁM. 90 mm	2,000
US14506	u	PORTABR. PE, BRI. L. PN-16 DIÁM. 110 mm	2,000
US20100	u	VAL. A/E ENT. PN16 DIÁM. 80 mm, I/C. MAN.	4,000
US20103	u	VAL. A/E ENT. PN16 DIÁM. 100 mm I/C. MAN.	2,000
US20178	u	VÁLV. COMP. M/M N.O.D. DIÁM. 100 mm, F.D.	1,000
US20500	u	CAJA PAVIM. CILIND. FUND., VAL.	6,000
US20625	u	BOCA RIEGO ARQ. INCORP. DIÁM. 40 mm	2,000
US20700	u	CABEZA HIDRANTE DIÁM. 100 mm BRONCE	1,000
US25006	u	TORNILLO BICROMAT. C/T M-16x70	188,000
US25050	u	JUNTA DE GOMA DIÁM. 80 mm	8,000
US25053	u	JUNTA DE GOMA DIÁM. 100 mm	12,000
UT00200	u	TAPA METÁLICA ARQUETA REGISTRO CTNE H	4,000
WW00300	u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	2.192,140
WW00400	u	PEQUEÑO MATERIAL	14.557,890

Tabla A2.- Cuantificación materiales edificación (cont.)

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
AA00200	m ³	ARENA FINA	235,544
AA00300	m ³	ARENA GRUESA	869,024
AG00200	m ³	GRAVA DIÁM. 16/32 mm	14,758
AG00700	m ³	GRAVILLA DIÁM. 18/20 mm	56,440
AM00200	kg	ÁRIDO MÁRMOL SELECCIONADO	92.180,220
AP00200	m ³	ALBERO EN RAMA	721,800
AW00200	m ³	ZAHORRA NATURAL	1.256,584
CA00220	kg	ACERO B 400 S	404.024,652
CA00320	kg	ACERO B 500 S	31.464,744
CA00620	kg	ACERO ELECTROSOLDADO ME B 500 T EN MALLA	261,601
CA01700	kg	ALAMBRE DE ATAR	2.016,940
CE00200	u	PUNTAL METÁLICO DE 3 m	229,328
CE80000	u	PUNTAL METÁLICO TELESC. HASTA 3 m (PARA 150 USOS)	43,881
CH02910	m ³	HORMIGÓN HA-25/B/20/IIa, SUMINISTRADO	18,901
CH02920	m ³	HORMIGÓN HA-25/P/20/IIa, SUMINISTRADO	3.374,93
CH03020	m ³	HORMIGÓN HA-25/P/40/IIa, SUMINISTRADO	1.609,808
CH04020	m ³	HORMIGÓN HM-20/P/20/I, SUMINISTRADO	311,089
CH80080	m ³	HORMIGÓN HA-30/B/20/IIa, SUMINISTRADO	500,611
CM00200	m ³	MADERA DE PINO EN TABLA	91,731
CM00300	m ³	MADERA DE PINO EN TABLON	115,605
CM00500	u	PANEL METÁLICO 50x300 cm	585,081
CW00600	l	DESENCOFRANTE	39.273,660
DA01020	u	DOBLE BARRA ABATIBLE, PARED, ACERO CROMADO	3,000
DW00100	u	BUZÓN CARTERÍA	111,000
DW00900	u	ROTULO DENOMINADOR DE DEPENDENCIAS EN METACRILATO	107,000
DW01100	u	ROTULO DENOMINADOR DE PLANTA EN LATÓN PULIDO	4,000
DW01300	u	ROTULO DENOMINADOR DE PLANTA METACRILATO	28,000
DW01500	u	ROTULO DENOMINADOR DE PISO METACRILATO	111,000
FB01300	mu	BLOQUE CERÁMICO HUECO 40x17x12 cm	24,664
FL00200	mu	LADRILLO CERÁMICO GAFA 25x11,5x7 cm	2,425
FL00300	mu	LADRILLO CERÁM. HUECO DOBLE 24x11,5x9 cm	0,543
FL00400	mu	LADRILLO CERÁM. HUECO DOBLE 24x11,5x7 cm	4,370
FL00500	mu	LADRILLO CERÁM. HUECO SENCILLO 24x11,5x4 cm	81,240
FL01000	mu	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO GRANDE PARA REVESTIR 24x11,5x5 cm	414,573
FL01300	mu	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO PEQUEÑO REVESTIR 24x11,5x5 cm	295,399
FL01500	u	RASILLÓN CERÁMICO 100x25x4 cm	740,235
FP00500	m ²	ENTRAMADO METÁLICO PARA TABIQUE PLACAS DE YESO LAMIN. 46x600 mm	12.003,621
FP00600	m ²	ENTRAMADO METÁLICO PARA TABIQUE PLACAS DE YESO LAMIN. 70x600 mm	7.282,281
FP01000	m ²	PLACA DE YESO LAMINADO CON RELLENO CELULAR 10+30+10mm	12.003,621
FP01200	m ²	PLACA DE YESO LAMINADO DE 13 mm	9.676,440
FP01800	kg	PASTA PARA JUNTAS DE PLACAS DE YESO LAMINADO	14.998,127
FP80020	m ²	PLACA DE YESO LAMINADO DE 15mm RESISTENTE AL FUEGO	9.249,030
FW80150	u	GÁRGOLA HORMIGÓN POLÍMERO 22x10x14 cm	7,000
GA00200	l	PLASTIFICANTE	206,254
GC00100	t	CEMENTO BLANCO BL II/A-L 42,5 R EN SACOS	6,724
GC00200	t	CEMENTO CEM II/A-L 32,5 N EN SACOS	209,059
GE00100	t	ESCAYOLA E-30 ENVASADA	2,315
GK00100	t	CAL AÉREA APAGADA EN POLVO EN SACOS	7,864
GK00300	t	CAL VIVA	0,405
GP00100	kg	PASTA ADHESIVA	13.448,780
GR00300	kg	LIGANTE MORTERO MODIF. PLASTIF. Y RESINAS	167.600,400
GW00100	m ³	AGUA POTABLE	2.212,440
GY00100	t	YESO BLANCO YF	56,092
GY00200	t	YESO NEGRO YG	168,276
IC09800	u	BRIDA GALV. PARA CONDUCTO CIRCULAR HASTA 250 mm DIÁM.	122,096

Tabla A2.- Cuantificación materiales edificación (cont.)

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
IC24800	m	CONDUCTO DE VENTILACIÓN SENCILLO DE HORMIGÓN	1.892,410
IC25400	m	CONDUCTO HELICOIDAL CHAPA GALV. 200 mm DIÁM.	187,840
IC40000	u	EXTRACTOR AIRE T/CUBIERTA, CENTRIF. 1 CV 7000 m3/h 12 mm.c.a.	16,000
IC53800	u	REJILLA DE VENTILACIÓN DE ALUMINIO	756,964
IC68000	m	TUBO ACERO NEGRO SIN SOLD. UNE 19040 26,9x2,65 mm DIÁM. x ESP.	178,851
IC80800	u	CONDUCTO DE EVACUACIÓN SPIROFLEX	107,000
IE01900	m	CABLE COBRE 1x1,5 mm2 H07V-K	8.105,250
IE02000	m	CABLE COBRE 1x2,5 mm2 H07V-K	8.105,250
IE02100	m	CABLE COBRE 1x4 mm2 H07V-K	16.210,500
IE02400	m	CABLE COBRE 1x10 mm2 H07V-K(AS)	324,210
IE03900	u	CAJA DE CUADRO PROTEC. PARA 1DIF. Y 4 MAGNT.	107,000
IE05900	u	FUSIBLE CARTUCHO 50 AMP. S/CARTUCHO	107,000
IE11200	u	MODULO HOMOLOGADO PARA ALOJAMIENTO DE CONTADOR	107,000
IE11900	m	TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIÁM. 13 mm	6.497,330
IE12000	m	TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIÁM. 16 mm	5.403,500
IE12200	m	TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIAN. 29 mm	108,070
IE13450	u	ACOMETIDA ELECTRICA UN BLOQUE S/NORMA	2,000
IF00600	u	ASIENTO Y TAPA PVC	157,000
IF02100	u	BATERIA EXTERIOR BAÑO/DUCHA CALIDAD MEDIA	107,000
IF02800	u	BAÑERA CHAPA ACERO ESMAL. C. BLANCO DE 1,60 m	109,140
IF04500	u	BIDÉ DE PORCELANA C. BLANCO CALIDAD MEDIA	103,020
IF05900	u	CALENTADOR A GAS PRESIÓN NORMAL	107,000
IF06330	u	CONTADOR DIVISIONARIO 20 mm	119,000
IF07600	u	DEFLECTOR	107,000
IF07900	u	DESAGUE BAÑERA 1 1/4" C/REBOSADERO	107,000
IF08000	u	DESAGUE BIDÉ C/TAPÓN Y CADENILLA	105,000
IF08100	u	DESAGUE DUCHA CON REJILLA	107,000
IF08600	u	DUCHA TELEFONO FLEX. CROMADO CAL. MED. 1,50 m	214,000
IF08900	u	EQUIPO GRIFER. MEZCLA. CAÑO CENT. LAVAD.CALIDAD MEDIA	107,000
IF09800	u	EQUIPO GRIFERIA MONOBLOC FREG. CALIDAD MEDIA	107,000
IF11800	u	FREGADERO UN SENO ACERO INOX. DE 0,70 m	109,140
IF13300	u	GRIFO INTEGRAL BIDÉ CALIDAD MEDIA	210,000
IF14100	u	GRIFO MONOBLOC LAVABO DE 1ª CAL.	107,000
IF15100	u	INODORO CON TANQUE BAJO C. BLANCO CAL. MEDIA	160,140
IF16700	u	JUEGO DE RAMALILLOS	214,000
IF16800	u	JUEGO ESCUADRAS ACERO INOXIDABLE	214,000
IF17100	u	JUEGO RAMALILLOS FLEXIBLES	105,000
IF17200	u	JUEGO TORNILLOS FIJACIÓN CROMADOS CAL. MEDIA	258,000
IF19600	u	LAVABO PORCELANA C. BLANCO DE 0,60 m CAL. MEDIA	109,140
IF19800	u	LAVABO PORCELANA C. BLANCO DE 0,50 m CAL. MEDIA	109,140
IF21100	u	LLAVE PASO DIÁM. 1/2" (10/15 mm)	119,000
IF22600	u	LLAVE PASO ESCUADRA DIÁM. 1/2"	371,000
IF23100	u	PEDESTAL PORCELANA C. BLANCO CALIDAD MEDIA	218,280
IF23800	u	PILETA LAVADERO PORC. C. BLANCO DE 0,60 m	109,140
IF24100	u	PLATO DUCHA CHAPA ESMAL. C. BLANCO 70x70 cm	109,140
IF24800	u	REJILLA DE ALUMINIO	428,000
IF26900	u	TRANSFUSOR Y MEZCLADOR DUCHA CALIDAD MEDIA	107,000
IF27400	m	TUBO ACERO GALVANIZADO DIÁM. 2"	20,500
IF28000	m	TUBO COBRE DIÁM. 13/15 mm	1.930,400
IF29900	u	VÁLVULA COMPUERTA DIÁM. 1 1/2" (36/40 mm)	15,000
IF30400	u	VÁLVULA DESAGUE FREGADERO C/ TAPÓN Y CADENILLA	107,000
IF30500	u	VÁLVULA DESAGUE LAVABO C/TAPON	107,000
IF30600	u	VÁLVULA DESAGUE LAVADERO C/TAPON	107,000
IF31300	u	VÁLVULA RETENCIÓN DIÁM. 1 1/2" (36/40 mm)	5,000
IF91650	u	ACOMETIDA AGUA DE 40 A 50 mm S/NORMAS	6,000
IF92973	m	TUBO CORRUGADO P/POLIETILENO DIÁM. 20 mm	1.949,704
IG01700	u	LLAVE DE PASO DIÁM. 8 mm	214,000
IG03400	u	REGULADOR GAS BUTANO	107,000

Tabla A2.- Cuantificación materiales edificación (cont.)

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
IG04000	m	TUBO DE COBRE CROMADO VISTO DIÁM. 8 mm	267,500
IM00400	u	ELEC. BOMBA AG. SUCIA SUMERG. 0,5 HP.1500-8000 l/h 7,5-2,5 m.c.a	4,000
IM02131	m	EQUIPO INCREMENTO m DE RECORRIDO (SUPERIOR A 3 m POR PLANTA)	7,000
IM02138	u	EQUIPO INCREMENTO POR PARADAS PUERTAS PISO AUT. 0,80 m	14,000
IM02240	u	EQ. ASC. SIN S. MAQ. 450 Kg 6 PER. 1 m/s	7,000
IM02800	u	GRUPO PRES. 8000 l/h 40 m.c.a. 1 BOMBA, TANQUE 600 l ASP. DEP.	5,000
IM05000	u	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE NIVEL	4,000
IP00500	u	B.I.E., MANGUERA 25 m 25 mm SEMIRRIGIDA, COMPLETA	5,000
IP07300	u	EXTINTOR MÓVIL, CO2 DE 5,0 kg EFICACIA 34-B	9,000
IP07800	u	EXTINTOR MÓVIL, POLVO ABC, 6 kg EFICACIA 8-A, 39-B	34,000
IV01150	u	ARMARIO TELEFONÍA 110X70 cm	57,000
IV02000	m	CORDÓN RIZADO	285,000
IV02400	u	TOMA TELEFÓNICA, 2 CONTACTOS, 6 VIAS.	57,000
IV02401	m	CABLE TELEFÓNICO 1 PAR	575,700
IV03000	u	TELEFONO INTERIOR	57,000
KA00200	kg	ACERO EN PLETINAS MANUFACTURADO	326,188
KA00400	kg	ACERO EN PERFILES NORMALIZADOS MANUFACTURADO	199,439
KA00500	kg	ACERO EN PERFILES TUBULARES MANUFACTURADO	9.217,889
KA01200	m	PRECERCO TUBO ACERO GALVANIZADO CORREDERA	2.878,660
KA01400	m ²	PUERTA ABATIBLE AC. CONFORMADO, CHAPA GALV. Y REJILLA	214,200
KA02500	m ²	PUERTA CORTAFUEGO ABATIBLE 1 HOJA TIPO EI2/60	71,400
KA02700	m ²	PUERTA GARAJE BASCULANTE CH. ACERO PLEGADA	20,500
KA80200	m ²	PUERTA ENTRADA ABATIBLE SEG. AC. GALVANIZADO LACADO	65,400
KL01900	m ²	PUERTA CORREDERA ALUM. LACADO (T-IV)	332,830
KL80190	m ²	VENTANA CORREDERA ALUMINIO LACADO BLANCO	110,760
KL80194	m ²	VENTANA CORREDERA ALUMINIO LACADO BLANCO (T-II)	470,180
KM01000	m	CERCO SAPELLY 70X40 mm	3.649,600
KM01200	m	CERCO SAPELLY 90X50 mm	333,078
KM01500	m	CERCO SAPELLY 185X30 mm	6,119
KM02900	u	HOJA NORMALIZADA SAPELLY 35 mm	553,748
KM03200	u	HOJA NORMALIZADA SAPELLY 45 mm	67,975
KM03600	u	HOJA VIDRIERA SAPELLY 35 mm	184,419
KM04200	m	LISTÓN PINO FLANDES 70X30 mm	3.714,136
KM04400	m	LISTÓN PINO FLANDES 90X3 mm	342,594
KM04700	m	LISTÓN PINO FLANDES185X30 mm	6,276
KM05300	m ³	MADERA SAPELLY	1,579
KM08000	m	TAPAJUNTAS SAPELLY 60X15 mm	7.334,630
KM08100	m	TAPAJUNTAS SAPELLY 70X20 mm	679,750
KS01700	m ²	CELOSÍA FIJA LAMAS FIJAS AC. GALV. CON SOPORTES	7,000
KS02900	m	GUIA ALUM. PERSIANA ENROLLABLE ALUMINIO	199,017
KS04400	m ²	PERSIANA ENROLLABLE ALUMINIO	171,007
KS05600	u	RULO Y MECANISMOS ENROLLABLE METALICO	82,555
KW01000	u	AGARRADORES DE LATON 1ª CALIDAD	25,898
KW01200	u	CERRADURA LLAVE PLANA 1ª CALIDAD	85,680
KW01400	u	CERRADURA LLAVE PLANA	12,949
KW01500	u	CERRADURA PUERTA DE ENTRADA	67,975
KW02500	u	JUEGO DE POMOS O MANIVELAS DE LATON	711,909
KW02700	u	JUEGO POMOS LATÓN MÓVILES	67,975
KW02800	u	MIRILLA ÓPTICA	67,975
KW03100	u	PASADOR EMBUTIDO	25,898
KW03200	u	PERNIOS DE LATÓN 11 cm	2.434,285
KW03500	u	PICAPORTE DE RESBALÓN	776,851
KW03600	u	PICAPORTE PARA PUERTA CORREDERA	3,033
KW04200	u	SISTEMA DESLIZAMIENTO PUERTAS	3,033
KW04800	m	CONDUCTOR COBRE TELEMANDO 3 CONDUCTORES	1.197,000
PE00200	kg	ESMALTE SINTÉTICO	407,105
PI00300	kg	IMPRIMACIÓN ANTIOXIDANTE	276,959

Tabla A2.- Cuantificación materiales edificación (cont.)

Código BCCA	UM	Descripción	Cantidad
PP00100	kg	PINTURA PLÁSTICA	733,842
PT00100	kg	TEMPLE	53.263,215
PW00100	l	DISOLVENTE	98,303
PW00300	kg	SELLADORA	570,766
PW02100	l	FIJATIVO DE PINTURAS Y GELES	2.057,514
QW00100	m ³	HORMIGÓN CELULAR	244,082
QW00600	kg	PLOMO EN PLANCHAS	832,500
QW00700	m ³	POLIESTIRENO EXTRUSIONADO EN PLANCHAS DE 25 kg/m3 DENSIDAD	8,855
QW00800	m ²	TEJIDO ANTIPUNZONAMIENTO 100 gr/m2	3.009,578
QW01000	m ²	TEJIDO SEPARADOR 70 gr/m2	324,676
RA00310	u	AZULEJO COLOR LISO SUAVE 20x20 cm	176.515,238
RP00900	m	HUELLA PIEDRA CALIZA CREMA SEVILLA 30 mm	609,630
RP02700	m	TABICA PIEDRA CALIZA CREMA SEVILLA 20 mm	609,630
RS00600	u	BALDOSA CERÁMICA 14x28 cm	69.983,509
RS01600	m ²	BALDOSA P. CALIZA CREMA SEVILLA 40x40 cm	55,136
RS03300	m ²	BALDOSA TERRAZO 33x33 cm GRANO MEDIO	382,595
RS03400	m ²	BALDOSA TERRAZO 40x40 cm GRANO MEDIO	8.947,702
RS06600	u	RODAPÍE REBAJADO TERRAZO 40x7 cm GRANO MEDIO	21.976,240
RS08100	m	UMBRAL DE PIEDRA CALIZA CREMA SEVILLA 30x3 cm	27,647
RS08400	m ²	PULIDO SOLERÍA	9.023,950
RT01500	m ²	PLACA ESCAYOLA LISA	3.136,303
RW01600	m	CIMERA PIEDRA ARTIFICIAL 30x5 cm	42,906
RW01900	m	JUNTA DE SELLADO	3.503,260
SA00300	u	ARQUETA SIFÓNICA POLIÉSTER REFORZADO 0,60x0,60x1 m	4,000
SB00900	m	BAJANTE PVC DIÁM. 110 mm	848,481
SC00600	m	TUBO PVC DIÁM. 125 mm 4 kg/cm2	422,453
SC00800	m	TUBO PVC DIÁM. 160 mm 4 kg/cm2	73,265
SC01000	m	TUBO PVC DIÁM. 200 mm 4 kg/cm2	39,087
SC01100	m	TUBO PVC DIÁM. 250 mm 4 kg/cm2	9,363
UI00300	kg	PINTURA REFLEXIVA CON ESFERAS DE VIDRIO	16,003
VL03000	m ²	LUNA PULIDA FLOTADA INCOLORA 4 mm	905,960
VW01100	kg	MASILLA PLASTICA	905,960
WW00300	u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	59.229,634
WW00400	u	PEQUEÑO MATERIAL	89.433,069
XI00300	m ²	ARMADURA FIBRA DE VIDRIO	715,084
XI00800	kg	IMPRIMADOR DE BASE ASFÁLTICA	570,044
XI01800	m ²	MEMBRANA BETÚN MODIF. ARM. DOBLE POLIETILENO 4 mm	3.039,674
XI02700	kg	PINTURA OXIASFALTO	1.710,132
XI02800	kg	PINTURA RESINA ACRILICA UN COMPONENTE	1.300,153

Tabla A3.-HE de materiales urbanización (cont.)

Código BCCA	UM	Descripción	HE
AA00200	m ³	ARENA FINA	0,029
AA00300	m ³	ARENA GRUESA	1,215
AC00200	m ³	PIEDRA MACHAQUEO DIÁM. 40/60 mm CALIZA	17,801
CA00220	Kg	ACERO B 400 S	0,073
CA00900	Kg	ACERO PERFILES S 275 JR	0,203
CE00100	m	PUNTAL DE MADERA	-1,453
CH02920	m ³	HORMIGÓN HA-25/P/20/IIa, SUMINISTRADO	0,569
CH04120	m ³	HORMIGÓN HM-20/P/40/I, SUMINISTRADO	33,684
CM00200	m ³	MADERA DE PINO EN TABLA	-0,515
CM00300	m ³	MADERA DE PINO EN TABLON	-1,849
FL01300	Mu	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO PEQUEÑO REVESTIR 24x11,5x5 cm	3,3726
GC00200	t	CEMENTO CEM II/A-L 32,5 N EN SACOS	5,885
GW00100	m ³	AGUA POTABLE	0,711
IE02000	m	CABLE COBRE 1x2,5 mm ² H07V-K	0,0129
IE02200	m	CABLE COBRE 1x6 mm ² H07V-K	0,189
IE08600	u	INTERRUPTOR DIFERENCIAL II 40 A/30 mA TIPO AC	0,001
IE10300	u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO II, DE 10-32 A	0,000
IE11200	u	MODULO HOMOLOGADO PARA ALOJAMIENTO DE CONTADOR	0,001
IE11300	u	PICA DE ACERO COBRIZADO (2 m) GRA.	0,475
IE12400	m	TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIÁM. 48 mm	1,008
IF91660	u	ACOMETIDA AGUA DE 63 A 90 mm S/NORMAS	0,010
SA00455	u	ARQUETA HORMIGÓN 50X50 CON FONDO	0,011
SA00600	m	CERCO ARQUETA PNL-50,5	0,745
SA00601	u	POZO REGISTRO CIRCULAR 1.20 DE DIAM	0,027
SA00700	m ²	TAPA DE HORMIGÓN ARMADO CON CERCO	0,212
SC02800	m	TUBO HORMIGÓN DIÁM. 200 mm	0,034
SC02900	m	TUBO HORMIGÓN DIÁM. 250 mm	0,055
SC03000	m	TUBO HORMIGÓN DIÁM. 300 mm	1,543
SW00700	u	TAPA Y CERCO H. FUNDIDO DIÁM. 60 cm ROD. MEDIA	0,664
UA00700	u	PATE DE HIERRO DIÁM. 30 mm	5,756
UA02400	u	REJILLA FUNDICIÓN IMBORNAL CÓN CERCO	0,342
UE00200	u	ARMARIO METÁLICO PARA ALUMBRADO PÚBLICO	0,087
UE00400	u	BÁCULO RECTO ACERO GALVANIZADO 3,70 m	9,146
UE00600	u	BÁCULO RECTO FUNDICIÓN 3,70 m	0,780
UE01400	m	CABLE ALUMINIO 1x35 mm ² /1000 V	0,035
UE01500	m	CABLE ALUMINIO 1x50 mm ² /1000 V	0,121
UE01600	m	CABLE ALUMINIO 1x70 mm ² /1000 V	0,504
UE01700	m	CABLE ALUMINIO 1x95 mm ² /1000 V	0,231
UE01800	m	CABLE ALUMINIO 1x120mm ² /1000 V	1,504
UE02600	u	FAROL CHAPA ACERO CON VIDRIO IMPRESO	2,225
UE02900	u	FAROL FUNDICIÓN CON VIDRIO IMPRESO	0,190
UE03100	u	LÁMPARA VAPOR MERCURIO C.C. 125 W	0,007
UE03900	u	TAPA DE FUNDICIÓN 60X60 cm	0,152
UE04700	m	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 63 mm PARA COND. CABLES	0,793
UE05000	m	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 110 mm PARA COND. CABLES	0,984

Tabla A3.-HE de materiales urbanización (cont.)

Código BCCA	UM	Descripción	HE
UE05100	m	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 125 mm PARA COND. CABLES	1,176
UI00100	u	JUEGO DE SOPORTES PARA RÓTULO	0,698
UI00200	u	JUEGO DE SOPORTES PARA SEÑAL DE TRAFICO	1,134
UI00300	kg	PINTURA REFLEXIVA CON ESFERAS DE VIDRIO	0,011
UI00500	u	PLACA CIRCULAR DE PROHIBICIÓN CHAPA CINCADA DIAM. 60 cm	0,082
UI00800	u	PLACA OCTOGONAL DE STOP CHAPA CINCADA DOBLE APOTEMA 60 cm	0,110
UI01200	u	PLACA TRIANGULAR DE PELIGRO CHAPA CINCADA 70X70 cm	0,057
UI01400	u	RÓTULO DE GRUPO O CALLE CHAPA CINCADA	0,042
UP00200	m ²	BALDOSA HIDRÁULICA 20x20 cm	3,236
UP00900	m	BORDILLO DE HORMIGÓN 17x28 cm	7,677
UP01400	t	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO G 25	75,031
US10130	m	TUBO POLIETILENO DIÁM. 75 mm PE50A PN-10.	0,077
US10133	m	TUBO POLIETILENO DIÁM. 90 mm PE50A PN-10.	0,329
US10136	m	TUBO POLIETILENO DIÁM. 110 mm PE50A PN-10	0,292
US10528	u	CODO BB F.D. DIÁM. 100 mm, PN-16	0,004
US10659	u	DERIV. "T" EEB 150x80/150, J/MEC.	0,001
US10750	u	CARRETE BB F.D. 80x500, PN-16	0,002
US10756	u	CARRETE BB F.D. 100x500, PN-16	0,001
US14203	u	"T" POLIETILENO PE50A PN-10 90x75/90 mm	0,000
US14500	u	PORTABR. PE, BRI. L. PN-16 DIÁM. 75 mm	0,002
US14503	u	PORTABR. PE, BRI. L. PN-16 DIÁM. 90 mm	0,001
US14506	u	PORTABR. PE, BRI. L. PN-16 DIÁM. 110 mm	0,002
US20100	u	VAL. A/E ENT. PN16 DIÁM. 80 mm, I/C. MAN.	0,146
US20103	u	VAL. A/E ENT. PN16 DIÁM. 100 mm I/C. MAN.	0,091
US20178	u	VÁLV. COMP. M/M N.O.D. DIÁM. 100 mm, F.D.	0,046
US20500	u	CAJA PAVIM. CILIND. FUND., VAL.	0,095
US20625	u	BOCA RIEGO ARQ. INCORP. DIÁM. 40 mm	0,073
US20700	u	CABEZA HIDRANTE DIÁM. 100 mm BRONCE	0,0255
US25006	u	TORNILLO BICROMAT. C/T M-16x70	0,061
US25050	u	JUNTA DE GOMA DIÁM. 80 mm	0,015
US25053	u	JUNTA DE GOMA DIÁM. 100 mm	0,027
UT00200	u	TAPA METÁLICA ARQUETA REGISTRO CTNE H	0,291
WW00300	u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	0,159
WW00400	u	PEQUEÑO MATERIAL	1,058
TOTAL (hag)			161,186

Tabla A4.- HE materiales edificación (cont.)

Código BCCA	UM	Descripción	HE
AA00200	m ³	ARENA FINA	1,755
AA00300	m ³	ARENA GRUESA	6,475
AG00200	m ³	GRAVA DIÁM. 16/32 mm	0,117
AG00700	m ³	GRAVILLA DIÁM. 18/20 mm	0,544
AM00200	kg	ÁRIDO MÁRMOL SELECCIONADO	0,408
AP00200	m ³	ALBERO EN RAMA	8,475
AW00200	m ³	ZAHORRA NATURAL	13,848
CA00220	kg	ACERO B 400 S	266,093
CA00320	kg	ACERO B 500 S	20,723
CA00620	kg	ACERO ELECTROSOLDADO ME B 500 T EN MALLA	0,172
CA01700	kg	ALAMBRE DE ATAR	1,328
CE00200	u	PUNTAL METÁLICO DE 3 m	0,145
CE80000	u	PUNTAL METÁLICO TELESC. HASTA 3 m (PARA 150 USOS)	0,028
CH02910	m ³	HORMIGÓN HA-25/B/20/IIa, SUMINISTRADO	2,617
CH02920	m ³	HORMIGÓN HA-25/P/20/IIa, SUMINISTRADO	467,200
CH03020	m ³	HORMIGÓN HA-25/P/40/IIa, SUMINISTRADO	222,885
CH04020	m ³	HORMIGÓN HM-20/P/20/I, SUMINISTRADO	34,457
CH80080	m ³	HORMIGÓN HA-30/B/20/IIa, SUMINISTRADO	83,174
CM00200	m ³	MADERA DE PINO EN TABLA	-22,454
CM00300	m ³	MADERA DE PINO EN TABLON	-28,298
CM00500	u	PANEL METÁLICO 50x300 cm	18,370
CW00600	l	DESENCOFRANTE	30,068
DA01020	u	DOBLE BARRA ABATIBLE, PARED, ACERO CROMADO	0,026
DW00100	u	BUZÓN CARTERÍA	2,324
DW00900	u	ROTULO DENOMINADOR DE DEPENDENCIAS EN METACRILATO	0,069
DW01100	u	ROTULO DENOMINADOR DE PLANTA EN LATÓN PULIDO	0,025
DW01300	u	ROTULO DENOMINADOR DE PLANTA METACRILATO	0,018
DW01500	u	ROTULO DENOMINADOR DE PISO METACRILATO	0,071
FB01300	mu	BLOQUE CERÁMICO HUECO 40x17x12 cm	19,559
FL00200	mu	LADRILLO CERÁMICO GAFA 25x11,5x7 cm	0,638
FL00300	mu	LADRILLO CERÁM. HUECO DOBLE 24x11,5x9 cm	0,176
FL00400	mu	LADRILLO CERÁM. HUECO DOBLE 24x11,5x7 cm	1,103
FL00500	mu	LADRILLO CERÁM. HUECO SENCILLO 24x11,5x4 cm	11,721
FL01000	mu	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO GRANDE PARA REVESTIR 24x11,5x5 cm	93,454
FL01300	mu	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO PEQUEÑO REVESTIR 24x11,5x5 cm	66,590
FL01500	u	RASILLÓN CERÁMICO 100x25x4 cm	0,967
FP00500	m ²	ENTRAMADO METÁLICO PARA TABIQUE PLACAS DE YESO LAMIN. 46x600 mm	5,511
FP00600	m ²	ENTRAMADO METÁLICO PARA TABIQUE PLACAS DE YESO LAMIN. 70x600 mm	3,343
FP01000	m ²	PLACA DE YESO LAMINADO CON RELLENO CELULAR 10+30+10mm	36,030
FP01200	m ²	PLACA DE YESO LAMINADO DE 13 mm	18,879
FP01800	kg	PASTA PARA JUNTAS DE PLACAS DE YESO LAMINADO	0,664
FP80020	m ²	PLACA DE YESO LAMINADO DE 15mm RESISTENTE AL FUEGO	20,821
FW80150	u	GÁRGOLA HORMIGÓN POLÍMERO 22x10X14 cm	0,001
GA00200	l	PLASTIFICANTE	0,489
GC00100	t	CEMENTO BLANCO BL II/A-L 42,5 R EN SACOS	2,524
GC00200	t	CEMENTO CEM II/A-L 32,5 N EN SACOS	78,479
GE00100	t	ESCAIOLA E-30 ENVASADA	0,010
GK00100	t	CAL AÉREA APAGADA EN POLVO EN SACOS	2,898
GK00300	t	CAL VIVA	0,193
GP00100	kg	PASTA ADHESIVA	6,543
GR00300	kg	LIGANTE MORTERO MODIF. PLASTIF. Y RESINAS	105,072
GW00100	m ³	AGUA POTABLE	7,641
GY00100	t	YESO BLANCO YF	0,248
GY00200	t	YESO NEGRO YG	0,745
IC09800	u	BRIDA GALV. PARA CONDUCTO CIRCULAR HASTA 250 mm DIÁM.	34,858
IC24800	m	CONDUCTO DE VENTILACIÓN SENCILLO DE HORMIGÓN	4,819
IC25400	m	CONDUCTO HELICOIDAL CHAPA GALV. 200 mm DIÁM.	2,059
IC40000	u	EXTRACTOR AIRE T/CUBIERTA, CENTRIF. 1 CV 7000 m ³ /h 12 mm.c.a.	0,447

Tabla A4.- HE materiales edificación (cont.)

Código BCCA	UM	Descripción	HE
IC53800	u	REJILLA DE VENTILACIÓN DE ALUMINIO	0,706
IC68000	m	TUBO ACERO NEGRO SIN SOLD. UNE 19040 26,9x2,65 mm DIÁM. x ESP.	0,309
IC80800	u	CONDUCTO DE EVACUACIÓN SPIROFLEX	0,348
IE01900	m	CABLE COBRE 1x1,5 mm ² H07V-K	0,209
IE02000	m	CABLE COBRE 1x2,5 mm ² H07V-K	0,348
IE02100	m	CABLE COBRE 1x4 mm ² H07V-K	1,112
IE02400	m	CABLE COBRE 1x10 mm ² H07V-K(AS)	0,056
IE03900	u	CAJA DE CUADRO PROTEC. PARA 1DIF. Y 4 MAGNT.	0,442
IE05900	u	FUSIBLE CARTUCHO 50 AMP. S/CARTUCHO	0,028
IE11200	u	MODULO HOMOLOGADO PARA ALOJAMIENTO DE CONTADOR	0,088
IE11900	m	TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIÁM. 13 mm	2,516
IE12000	m	TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIÁM. 16 mm	2,575
IE12200	m	TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIAN. 29 mm	0,129
IE13450	u	ACOMETIDA ELECTRICA UN BLOQUE S/NORMA	0,011
IF00600	u	ASIENTO Y TAPA PVC	1,265
IF02100	u	BATERIA EXTERIOR BAÑO/DUCHA CALIDAD MEDIA	0,934
IF02800	u	BAÑERA CHAPA ACERO ESMAL. C. BLANCO DE 1,60 m	12,696
IF04500	u	BIDÉ DE PORCELANA C. BLANCO CALIDAD MEDIA	1,879
IF05900	u	CALENTADOR A GAS PRESIÓN NORMAL	6,223
IF06330	u	CONTADOR DIVISIONARIO 20 mm	1,087
IF07600	u	DEFLECTOR	3,920
IF07900	u	DESAGUE BAÑERA 1 1/4" C/REBOSADERO	0,157
IF08000	u	DESAGUE BIDÉ C/TAPÓN Y CADENILLA	0,154
IF08100	u	DESAGUE DUCHA CON REJILLA	0,157
IF08600	u	DUCHA TELEFONO FLEX. CROMADO CAL. MED. 1,50 m	0,934
IF08900	u	EQUIPO GRIFER. MEZCLA. CAÑO CENT. LAVAD.CALIDAD MEDIA	3,180
IF09800	u	EQUIPO GRIFERIA MONOBLOC FREG. CALIDAD MEDIA	3,180
IF11800	u	FREGADERO UN SENO ACERO INOX. DE 0,70 m	2,222
IF13300	u	GRIFO INTEGRAL BIDÉ CALIDAD MEDIA	0,780
IF14100	u	GRIFO MONOBLOC LAVABO DE 1ª CAL.	0,398
IF15100	u	INODORO CON TANQUE BAJO C. BLANCO CAL. MEDIA	6,491
IF16700	u	JUEGO DE RAMALILLOS	0,107
IF16800	u	JUEGO ESCUADRAS ACERO INOXIDABLE	1,867
IF17100	u	JUEGO RAMALILLOS FLEXIBLES	0,305
IF17200	u	JUEGO TORNILLOS FIJACIÓN CROMADOS CAL. MEDIA	0,750
IF19600	u	LAVABO PORCELANA C. BLANCO DE 0,60 m CAL. MEDIA	2,654
IF19800	u	LAVABO PORCELANA C. BLANCO DE 0,50 m CAL. MEDIA	2,212
IF21100	u	LLAVE PASO DIÁM. 1/2" (10/15 mm)	0,779
IF22600	u	LLAVE PASO ESCUADRA DIÁM. 1/2"	2,428
IF23100	u	PEDESTAL PORCELANA C. BLANCO CALIDAD MEDIA	1,769
IF23800	u	PILETA LAVADERO PORC. C. BLANCO DE 0,60 m	0,796
IF24100	u	PLATO DUCHA CHAPA ESMAL. C. BLANCO 70x70 cm	15,552
IF24800	u	REJILLA DE ALUMINIO	2,080
IF26900	u	TRANSFUSOR Y MEZCLADOR DUCHA CALIDAD MEDIA	0,795
IF27400	m	TUBO ACERO GALVANIZADO DIÁM. 2"	0,050
IF28000	m	TUBO COBRE DIÁM. 13/15 mm	1,758
IF29900	u	VÁLVULA COMPUERTA DIÁM. 1 1/2" (36/40 mm)	0,698
IF30400	u	VÁLVULA DESAGUE FREGADERO C/ TAPÓN Y CADENILLA	1,962
IF30500	u	VÁLVULA DESAGUE LAVABO C/TAPON	1,962
IF30600	u	VÁLVULA DESAGUE LAVADERO C/TAPON	1,962
IF31300	u	VÁLVULA RETENCIÓN DIÁM. 1 1/2" (36/40 mm)	0,233
IF91650	u	ACOMETIDA AGUA DE 40 A 50 mm S/NORMAS	0,035
IF92973	m	TUBO CORRUGADO P/POLIETILENO DIÁM. 20 mm	0,554
IG01700	u	LLAVE DE PASO DIÁM. 8 mm	0,509
IG03400	u	REGULADOR GAS BUTANO	1,400
IG04000	m	TUBO DE COBRE CROMADO VISTO DIÁM. 8 mm	0,195
IM00400	u	ELEC. BOMBA AG. SUCIA SUMERG. 0,5 HP.1500-8000 l/h 7,5-2,5 m.c.a	0,116
IM02131	m	EQUIPO IMCREMENTO m DE RECORRIDO (SUPERIOR A 3 m POR PLANTA)	0,151

Tabla A4.- HE materiales edificación (cont.)

Código BCCA	UM	Descripción	HE
IM02138	u	EQUIPO INCREMENTO POR PARADAS PUERTAS PISO AUT. 0,80 m	2,597
IM02240	u	EQ. ASC. SIN S. MAQ. 450 Kg 6 PER. 1 m/s	21,403
IM02800	u	GRUPO PRES. 8000 l/h 40 m.c.a. 1 BOMBA, TANQUE 600 l ASP. DEP.	2,617
IM05000	u	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE NIVEL	0,116
IP00500	u	B.I.E., MANGUERA 25 m 25 mm SEMIRRIGIDA, COMPLETA	0,454
IP07300	u	EXTINTOR MÓVIL, CO2 DE 5,0 kg EFICACIA 34-B	0,163
IP07800	u	EXTINTOR MÓVIL, POLVO ABC, 6 kg EFICACIA 8-A, 39-B	0,741
IV01150	u	ARMARIO TELEFONÍA 110X70 cm	7,592
IV02000	m	CORDÓN RIZADO	0,384
IV02400	u	TOMA TELEFÓNICA, 2 CONTACTOS, 6 VIAS.	0,056
IV02401	m	CABLE TELEFÓNICO 1 PAR	0,031
IV03000	u	TELEFONO INTERIOR	0,056
KA00200	kg	ACERO EN PLETINAS MANUFACTURADO	0,284
KA00400	kg	ACERO EN PERFILES NORMALIZADOS MANUFACTURADO	0,174
KA00500	kg	ACERO EN PERFILES TUBULARES MANUFACTURADO	8,035
KA01200	m	PRECERCO TUBO ACERO GALVANIZADO CORREDERA	1,506
KA01400	m ²	PUERTA ABATIBLE AC. CONFORMADO, CHAPA GALV. Y REJILLA	2,242
KA02500	m ²	PUERTA CORTAFUEGO ABATIBLE 1 HOJA TIPO EI2/60	23,912
KA02700	m ²	PUERTA GARAJE BASCULANTE CH. ACERO PLEGADA	0,215
KA80200	m ²	PUERTA ENTRADA ABATIBLE SEG. AC. GALVANIZADO LACADO	0,548
KL01900	m ²	PUERTA CORREDERA ALUM. LACADO (T-IV)	21,564
KL80190	m ²	VENTANA CORREDERA ALUMINIO LACADO BLANCO	4,306
KL80194	m ²	VENTANA CORREDERA ALUMINIO LACADO BLANCO (T-II)	18,278
KM01000	m	CERCO SAPELLY 70X40 mm	-3,098
KM01200	m	CERCO SAPELLY 90X50 mm	-0,454
KM01500	m	CERCO SAPELLY 185X30 mm	-0,010
KM02900	u	HOJA NORMALIZADA SAPELLY 35 mm	-6,433
KM03200	u	HOJA NORMALIZADA SAPELLY 45 mm	-1,015
KM03600	u	HOJA VIDRIERA SAPELLY 35 mm	-0,851
KM04200	m	LISTÓN PINO FLANDES 70X30 mm	-2,365
KM04400	m	LISTÓN PINO FLANDES 90X3 mm	-0,280
KM04700	m	LISTÓN PINO FLANDES 185X30 mm	-0,011
KM05300	m ³	MADERA SAPELLY	-0,479
KM08000	m	TAPAJUNTAS SAPELLY 60X15 mm	-2,001
KM08100	m	TAPAJUNTAS SAPELLY 70X20 mm	-0,289
KS01700	m ²	CELOSÍA FIJA LAMAS FIJAS AC. GALV. CON SOPORTES	0,261
KS02900	m	GUIA ALUM. PERSIANA ENROLLABLE ALUMINIO	1,547
KS04400	m ²	PERSIANA ENROLLABLE ALUMINIO	2,216
KS05600	u	RULO Y MECANISMOS ENROLLABLE METALICO	3,001
KW01000	u	AGARRADORES DE LATON 1ª CALIDAD	0,038
KW01200	u	CERRADURA LLAVE PLANA 1ª CALIDAD	0,623
KW01400	u	CERRADURA LLAVE PLANA	0,094
KW01500	u	CERRADURA PUERTA DE ENTRADA	0,494
KW02500	u	JUEGO DE POMOS O MANIVELAS DE LATON	2,645
KW02700	u	JUEGO POMOS LATÓN MÓVILES	0,253
KW02800	u	MIRILLA ÓPTICA	0,395
KW03100	u	PASADOR EMBUTIDO	0,188
KW03200	u	PERNIOS DE LATÓN 11 cm	3,979
KW03500	u	PICAPORTE DE RESBALÓN	5,648
KW03600	u	PICAPORTE PARA PUERTA CORREDERA	0,022
KW04200	u	SISTEMA DESLIZAMIENTO PUERTAS	0,004
KW04800	m	CONDUCTOR COBRE TELEMANDO 3 CONDUCTORES	1,210
PE00200	kg	ESMALTE SINTÉTICO	0,440
PI00300	kg	IMPRIMACIÓN ANTIOXIDANTE	0,174
PP00100	kg	PINTURA PLÁSTICA	0,794
PT00100	kg	TEMPLE	57,616
PW00100	l	DISOLVENTE	0,069
PW00300	kg	SELLADORA	1,655

Tabla A4.- HE materiales edificación (cont.)

Código BCCA	UM	Descripción	HE
PW02100	l	FIJATIVO DE PINTURAS Y GELES	3,629
QW00100	m ³	HORMIGÓN CELULAR	34,093
QW00600	kg	PLOMO EN PLANCHAS	0,408
QW00700	m ³	POLIESTIRENO EXTRUSIONADO EN PLANCHAS DE 25 kg/m3 DENSIDAD	0,425
QW00800	m ²	TEJIDO ANTIPUNZONAMIENTO 100 gr/m2	0,309
QW01000	m ²	TEJIDO SEPARADOR 70 gr/m2	0,023
RA00310	u	AZULEJO COLOR LISO SUAVE 20x20 cm	61,199
RP00900	m	HUELLA PIEDRA CALIZA CREMA SEVILLA 30 mm	0,069
RP02700	m	TABICA PIEDRA CALIZA CREMA SEVILLA 20 mm	0,046
RS00600	u	BALDOSA CERÁMICA 14x28 cm	18,976
RS01600	m ²	BALDOSA P. CALIZA CREMA SEVILLA 40x40 cm	0,001
RS03300	m ²	BALDOSA TERRAZO 33x33 cm GRANO MEDIO	0,006
RS03400	m ²	BALDOSA TERRAZO 40x40 cm GRANO MEDIO	0,129
RS06600	u	RODAPIÉ REBAJADO TERRAZO 40x7 cm GRANO MEDIO	0,044
RS08100	m	UMBRAL DE PIEDRA CALIZA CREMA SEVILLA 30x3 cm	0,003
RS08400	m ²	PULIDO SOLERÍA	0,000
RT01500	m ²	PLACA ESCAYOLA LISA	7,999
RW01600	m	CIMERA PIEDRA ARTIFICIAL 30x5 cm	0,193
RW01900	m	JUNTA DE SELLADO	0,200
SA00300	u	ARQUETA SIFÓNICA POLIÉSTER REFORZADO 0,60x0,60x1 m	0,898
SB00900	m	BAJANTE PVC DIÁM. 110 mm	1,243
SC00600	m	TUBO PVC DIÁM. 125 mm 4 kg/cm2	0,703
SC00800	m	TUBO PVC DIÁM. 160 mm 4 kg/cm2	0,156
SC01000	m	TUBO PVC DIÁM. 200 mm 4 kg/cm2	0,104
SC01100	m	TUBO PVC DIÁM. 250 mm 4 kg/cm2	0,031
UI00300	kg	PINTURA REFLEXIVA CON ESFERAS DE VIDRIO	0,017
VL03000	m ²	LUNA PULIDA FLOTADA INCOLORA 4 mm	0,858
VW01100	kg	MASILLA PLASTICA	2,626
WW00300	u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	4,306
WW00400	u	PEQUEÑO MATERIAL	6,502
XI00300	m ²	ARMADURA FIBRA DE VIDRIO	1,717
XI00800	kg	IMPRIMADOR DE BASE ASFÁLTICA	0,056
XI01800	m ²	MEMBRANA BETÚN MODIF. ARM. DOBLE POLIETILENO 4 mm	3,507
XI02700	kg	PINTURA OXIASFALTO	0,411
XI02800	kg	PINTURA RESINA ACRILICA UN COMPONENTE	1,106
TOTAL (hag)			2.090,705

Tabla A5.- HE maquinaria proyecto urbanización 1 "Industrial Grande"

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
MA00400	h	1.518,00	EXTENDEDORA P/PAVIMENTOS MEZCLA	1,953
MB00100	h	339,60	BOMBA DE AGOTAMIENTO, AGUA Y FANGOS	0,528
MC00100	h	5.943,00	COMPRESOR DOS MARTILLOS	0,798
ME00100	h	1,50	PALA CARG NEUMATICA 85CV	0,002
ME00210	h	9.411,81	RETROEXCAVADORA MEDIANO	12,160
ME00300	h	239.318,78	PALA CARGADORA	307,861
ME00300R	h	269.241,53	PALA CARGADORA	346,353
ME00310	h	4.104,50	PALA CARGADORA SOBRE NEUMÁTICOS	5,280
ME00400	h	82.207,91	RETROEXCAVADORA	106,481
ME01400	h	10,27	RETROCARGADORA NEUM 75CV	0,013
MG80000	h	10.266,30	GRÚA TELESCÓPICA S/CAMIÓN 20 t	13,142
MK00100	h	718.609,15	CAMIÓN BASCULANTE	920,238
MK00100R	h	8.423.101,90	CAMIÓN BASCULANTE	10.786,477
MK00110	h	28,50	CAMIÓN BASCULANTE 4X2 10T	0,036
MK00200	h	64.913,05	CAMIÓN CISTERNA	83,127
MK00210	h	64.132,95	CAMIÓN CISTERNA 6M3	82,128
MK00220	h	17.447,70	CAMIÓN CISTERNA 8M3	22,343
MK00221	h	1.214,40	DUMPER AUTOCARGABLE DE 2T	1,578
MN00100	h	74.348,93	MOTONIVELADORA	95,679
MN00200	h	32.306,33	MOTONIVELADORA	41,410
MR00200	h	161,88	PISÓN MECÁNICO MANUAL	0,290
MR00300	h	34.918,73	RODILLO VIBRANTE MANUAL	50,783
MR00400	h	65.220,81	RULO VIBRATORIO	84,201
MR00500	h	5.239,35	RODILLO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 12-14T	7,620
MR00600	h	1.256,23	RODILLO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 10-12T	1,827
MR00700	h	148,24	RODILLO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO NEUMÁTICO	0,216
MR00800	h	661,77	RODILLO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 5-10T	0,962
MR00900	h	45,21	PISON VIBRANTE 80 KG	0,081
MS00105	h	212,25	SIERRA MECÁNICA DE CORTE, MANUAL	0,083
MV00100	h	37,52	VIBRADOR	0,025
MV00200	h	2.466,52	REGLA VIBRATORIO	1,045
MW00100	h	58,17	MÁQUINA AUTOMÓVIL PARA MARCAR VIALES 3 BANDAS Y 3 CV	0,110
MW00400	h	5.633,04	MOTOCULTOR 60/80 cm.	8,213
MW00600	h	422,67	MAQUINA CORTAJUNTAS	1,107
MW00700	h	759,58	RETRO NEUMATICO 70CV	0,988
MW00800	h	5.905,30	CAMIÓN 12TN 10M3	7,562
HE Total (hag)				12.992,699

Tabla A6.- HE materiales proyecto urbanización 1 "Industrial Grande" (cont.)

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
AA00400	m ³	317,74	ARENA DE 0-5MM	2,368
AA00200	m ³	179,65	ARENA FINA	1,339
AA00300	m ³	11.173,30	ARENA GRUESA	83,254
AC00200	m ³	1.080,00	PIEDRA MACHAQUEO DIÁM. 40/60 mm CALIZA	0,015
AW00200	m ³	4.831,29	ZAHORRA NATURAL	0,528
CA00220	kg	1.278,00	ACERO B 400 S	0,908
CA00900	kg	4.495,00	ACERO PERFILES S 275 JR	4,236
CA80122	kg	9,09	ACERO B400 S DIAM 6	0,009
CA80123	kg	2,14	ACERO B400S DIAM 12	0,002
CA80121	m ²	8.453,49	MALLA ELECTROSOLDADA B500T 15X15 CM	0,017
CH02920	m ³	50,58	HORMIGÓN HA-25/P/20/IIa, SUMINISTRADO	7,129
CH04000	m ³	12.771,84	HORMIGÓN HM-20/B/20/I, SUMINISTRADO	1440,050
CH04120	m ³	5.647,85	HORMIGÓN HM-20/P/40/I, SUMINISTRADO	636,806
CM00200	m ³	3,25	MADERA DE PINO EN TABLA	-0,788
CM80050	m ²	0,62	ENCOFRADO MADERA ZAPATAS Y VIGAS	-0,005
FLO0600	mu	264,96	LADRILLO CERÁM. C/V MACIZO Prensado 24x11,5x5 cm	49,527
FLO1000	mu	88,88	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO GRANDE PARA REVESTIR 24x11,5x5 cm	20,766
FLO1300	mu	446,74	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO PEQUEÑO REVESTIR 24x11,5x5 cm	104,383
FL80190	mu	8,14	LADRILLO CERÁM. PERFORADO 24x11,5x7 cm	1,378
GA00200	l	228,13	PLASTIFICANTE	0,579
GC00200	t	369,35	CEMENTO CEM II/A-L 32,5 N EN SACOS	141,530
GC80040	m ³	1.010,68	ARENA-CEMENTO S/ADIT 200KG/M3	76,964
GC80050	kg	151.602,21	CEMENTO PORTLAND BLANCO COMPUESTO	58,092
GM80065	m ³	154,56	MORTERO M40 CEM II/A-L 32,5 ELAB EN SILO	32,604
GM80070	m ³	46,37	MORTERO CEMENTO 1/3 M-160	10,247
GM84160	m ³	18,47	MORTERO CEM.PORTLAND+CAL+ARENA 200KG/N3	0,364
GW00100	m ³	109.397,10	AGUA POTABLE	383,156
IE12300	m	115.892,00	TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIÁM. 90 mm	511,974
IF00400	u	4,00	ARMARIO METÁLICO CONTADOR 1,30x0,60 m	0,164
IF07200	u	4,00	CONTADOR GENERAL 65 mm	0,126
IF12700	u	4,00	GRIFO COMPROBACIÓN MIRILLA DIÁM. 3"	0,148
IF30200	u	8,00	VÁLVULA COMPUERTA DIÁM. 3" (75/80 mm)	0,791
IF92962	m	2.032,00	TUBO POLIETILENO ALTA DENSIDAD UNIÓN MEC. DIÁM. 32x2,4 mm	0,531
IF93109	u	4,00	GRIFO PURGA 15MM	0,058
IF93110	u	4,00	VÁLVULA RETENCIÓN DIÁM. 1" (22/25 mm)	0,124
IF93111	u	4,00	ARM FIBRA DE VIDRIO 40X27X13	0,011
IF93112	u	4,00	PROGRAMADOR ELECTRONICO RIEGO	0,124
IF93113	m	1.380,00	TUBO CURVABLE, DE PLIETILENO DOBLE PA	0,361
IF93114	m	4.140,00	CABLE COBRE 1x10 mm2 RZ1-K(AS)	0,758
PA00600	kg	105,60	PINTURA ELASTÓMERA ACRÍLICA LISA	0,114
QW01000	m ²	9.504,00	TEJIDO SEPARADOR 70 gr/m2	0,682
SA00700	m ²	290,00	TAPA DE HORMIGÓN ARMADO CON CERCO	0,019
SW00700	u	435,00	TAPA Y CERCO H. FUNDIDO DIÁM. 60 cm ROD. MEDIA	0,405

Tabla A6.- HE materiales proyecto urbanización 1 "Industrial Grande" (cont.)

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
UA00700	u	2.868,00	PATE DE HIERRO DIÁM. 30 mm	11,791
UA01101	u	552,00	TAPA Y CERCO FUNDICIÓN 30X30	3,801
UA01600	m	13.612,50	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 250 mm	109,406
UA01601	m	8.177,42	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 315 mm	82,812
UA01611	m	514,50	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 355 mm	5,872
UA01602	m	1.419,75	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 400 mm	18,257
UA01621	m	400,05	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 450 mm	5,788
UA01604	m	721,35	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 600 mm	13,914
UA01605	m	752,85	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 800 mm	19,363
UA02300	m	500,96	TUBO HORMIGÓN DIÁM. 800 mm ENCH. CAMPANA JUNTA ELASTICA	14,549
UA02301	m	1.249,50	TUBO HORMIGÓN DIÁM. 1000 mm ENCH. CAMPANA JUNTA ELASTICA	143,298
UA02400	u	350,00	REJILLA FUNDICIÓN IMBORNAL CÓN CERCO	9,219
UA02600	m	400,00	SUMIDERO LINEAL PREFABRICADO	21,072
UE04700	m	13.481,48	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 63 mm PARA COND. CABLES	18,857
UE05000	m	11.784,00	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 110 mm PARA COND. CABLES	28,779
UE05400	m	44,00	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 200 mm PARA COND. CABLES	0,195
UE05500	m	32.629,91	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 200 mm PARA COND. CABLES	144,892
UI00100	u	8,00	JUEGO DE SOPORTES PARA RÓTULO	0,698
UI00200	u	194,00	JUEGO DE SOPORTES PARA SEÑAL DE TRAFICO	16,925
UI00300	kg	1.187,02	PINTURA REFLEXIVA CON ESFERAS DE VIDRIO	1,284
UI00500	u	55,00	PLACA CIRCULAR DE PROHIBICIÓN CHAPA CINCADA DIAM. 60 cm	1,507
UI00800	u	26,00	PLACA OCTOGONAL DE STOP CHAPA CINCADA DOBLE APOTEMA 60 cm	1,425
UI01100	u	106,00	PLACA RECTANGULAR DE INDICACIÓN CHAPA CINCADA 90x60 cm	1,665
UI01101	u	3,00	PLACA RECTANGULAR DE INDICACIÓN DE USOS 180x120 cm	0,188
UI01200	u	1,00	PLACA TRIANGULAR DE PELIGRO CHAPA CINCADA 70X70 cm	0,007
UI01400	u	8,00	RÓTULO DE GRUPO O CALLE CHAPA CINCADA	0,042
UJ00050	m ³	510,50	AGUA DE RIEGO	1,763
UP00410	m ²	7.999,20	BALDOSA TACOS, GRANO RELIEVE 40x40, TONOS ESP	13,866
UP00411	m ²	43.466,35	BALDOSA HIDRAULICA 40X40X2,5	75,346
UP00600	m	15.000,07	BORDILLO DE HORMIGÓN RIGOLA	52,003
UP01000	m	6.329,00	BORDILLO DE HORMIGÓN MOLDURADO 10x20x40 cm	21,942
UP01120	u	18.930,91	PIEZA HORMIGÓN 50x20 cm e=8CM, P/RIGOLAS	26,252
UP02300	m ³	89.786,14	SUELO SLECCIONADO SEGÚN PG-3	0,011
UP02400	m ³	73.280,27	ZAHORRA ARTIFICIAL	0,011
UP03000	t	65,89	RIEGO IMPRIMACIÓN EMULSIÓN ANIONICA EAL-1	6,428
UP04000	t	65,89	RIEGO IMPRIMACIÓN EMULSIÓN ANIONICA EAR-1	6,428
UP05000	t	527,86	MEZCLA BITUMINOSA CALIENTE G-20, ARIDO, BETÚN ASF	51,496
UP06000	t	4.612,01	MEZCLA BITUMINOSA CALIENTE S-12, ARIDO, BETÚN ASF	449,927
UP07000	m ³	11.842,64	HORMIGÓN HM-20/B/20/I, SUMINISTRADO	1378,465
US05069	u	23,00	TAPA FUNDICIÓN 80x80 cm PEATONES	0,775
US05070	m ³	8,25	H20 BLANDA 20 CEM II/A-P 42,5R lia	0,961
US05071	m ³	18,81	H10 BLANDA 20 CEM II/A-P 42,5R lia	2,189
US05072	mu	61,58	LADRILLO C MACIZO 24X11,5X5	11,105

Tabla A6.- HE materiales proyecto urbanización 1 "Industrial Grande" (cont.)

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
US05073	m ³	24,11	MORTERO CTO M-40a (1:6)	4,984
US05074	m ³	8,25	MORTERO CTO M-160a (1:3)	1,706
US05076	u	2,00	VENTOSA DIAM 100	0,091
US05077	u	285,00	VALVULA COMPUERTA DIAM 100	1,243
US05078	u	1,00	VALVULA COMPUERTA DIAM 80	0,035
US05079	u	1,00	VALVULA COMPUERTA DIAM 150	0,007
US05080	u	113,20	TUBO FUNDICIÓN DIAM150	1,405
US05081	u	283,00	MARCO-TAPA FUNDICIÓN 40X40	2,385
US05082	m	10.527,30	TUBO PE NEGRO 16 DIAM EXT GOTEROS	0,957
US10109	m	12.184,63	TUBO F.D. K-9 JUNT. AUT. DIÁM. 150 mm	151,237
US10112	m	898,90	TUBO F.D. K-9 JUNT. AUT. DIÁM. 200 mm	14,876
US10133	m	656,50	TUBO POLIETILENO DIÁM. 90 mm PE50A PN-10.	0,892
US10528	u	153,00	CODO BB F.D. DIÁM. 100 mm, PN-16	0,633
US10659	u	189,00	DERIV. "T" EEB 150x80/150, J/MEC.	0,088
US10662	u	283,00	DERIV. "T" EEB 200x80/200, J/MEC.	0,175
US10750	u	36,00	CARRETE BB F.D. 80x500, PN-16	0,038
US10756	u	253,00	CARRETE BB F.D. 100x500, PN-16	0,333
US10834	u	57,00	BRIDA ENCHUFE DIÁM. 150 mm, J/MEC.	1,037
US11012	u	283,00	MANGUITO UNIÓN EE DIÁM. 200, J/MEC.	6,866
US20109	u	57,00	VAL. A/E ENT. PN16 DIÁM. 150 mm I/C. MAN.	3,906
US20178	u	153,00	VÁLV. COMP. M/M N.O.D. DIÁM. 100 mm, F.D.	6,989
US20500	u	57,00	CAJA PAVIM. CILIND. FUND., VAL.	0,901
US20600	u	36,00	BOCA RIEGO DIÁM. 60 mm	0,987
US20650	u	36,00	ARQUETA FUNDICIÓN BOCA RIEGO	0,303
US20700	u	153,00	CABEZA HIDRANTE DIÁM. 100 mm BRONCE	3,900
US25006	u	5.472,00	TORNILLO BICROMAT. C/T M-16x70	1,782
US25009	u	912,00	TORNILLO BICROMAT. C/T M-20x80	0,424
US25050	u	72,00	JUNTA DE GOMA DIÁM. 80 mm	0,000
US25053	u	612,00	JUNTA DE GOMA DIÁM. 100 mm	0,000
US25059	u	114,00	JUNTA DE GOMA DIÁM. 150 mm	0,000
US25066	u	309,60	TB PREF FD DIAM 150mm 16	3,843
US25067	u	20,00	VALVULA COMPUERTA DIAM 80	0,731
US25068	u	20,00	T LISA DIAM 150 P/TB PRE FD	0,248
UT00100	u	25,00	TAPA METÁLICA ARQUETA REGISTRO CTNE D	1,818
UT00200	u	44,00	TAPA METÁLICA ARQUETA REGISTRO CTNE H	3,199
UU00300	u	50,00	BANCO INTEMPERIE, SOPORTE METÁLICO Y ASIENTO PINO FLANDES	-1,064
UU01700	u	20,00	PAPELERA PÚBLICA DE PVC CON SOPORTE METALICO	0,125
UU03100	u	15,00	FUENTE AGUA POTABLE FUNDICIÓN	2,142
WW00300	u	22.030,00	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	1,602
WW00400	u	138.620,25	PEQUEÑO MATERIAL	10,078
XI00200	kg	220,32	ADHESIVO PVC LÍQUIDO	0,198
XI01500	m ²	4.799,52	LÁMINA VINILICA PVC CON ARM. POLIESTIRENO 1,2 mm	8,759
HE Total (hag)				6.586,280

Tabla A7.- HE costes indirectos proyecto urbanización 1 "Industrial Grande"

TABLA DE COSTES INDIRECTOS				HE
CÓDIGO	CONCEPTO	UD	CANTIDAD	hag
C12	COSTES INDIRECTOS DE EJECUCIÓN (CIE)			
C121	MANO DE OBRA INDIRECTA			
C1211	Encargado	mes	24,00	0,734
C1212	Capataces	mes	24,00	0,734
C1213	Almaceneros	mes	12,00	0,367
C1214	Guardería	mes	12,00	0,367
C122	MEDIOS AUXILIARES			
C1221	Mano de obra auxiliar			
C12211	Personal transporte interior	m ²	620.256,00	3.674
C12212	Personal de limpieza general y regado	m ²	620.256,00	6,777
C12213	Recogida y transporte de útiles y herramientas	m ²	620.256,00	6,123
C1223	Maquinaria, útiles y herramientas			
C12231	Medios de elevación			
C122311	Grúa	mes	12,00	1,513
C12232	Hormigoneras	mes	8,00	0,270
C123	INSTALACIONES, ACCESORIAS Y COMPLEMENTARIAS			
C1231	Casetas de obra			
C12311	Oficinas	m ²	20,00	0,2760
C12313	Almacenes	m ²	80,00	1,104
C12321	Acometida de electricidad	u	1,00	0,008
C12322	Acometida de agua y saneamiento	u	1,00	0,002
C12323	Tendido eléctrico	u	1,00	0,005
C12324	Instalación provisional agua	u	1,00	0,001
C1233	Viales, localización y replanteos	u	1,00	0,005
C1234	Consumo agua	m ²	620.256,00	2,917
C124	PERSONAL			
C1241	Técnicos adscritos a la obra			
C12411	Jefe de obra	mes	24,00	0,734
C1242	Administrativos adscritos permanentemente a la obra	mes	12,00	0,367
C125	VARIOS			
C1253	Otros			
C12531	Iluminación	m ²	620.256,00	115,503
C12532	Pruebas de servicio de instalaciones	m ²	620.256,00	86,627
C12533	Superficie de parcela	m ²	620.256,00	155,684
			TOTAL	385,047

Tabla A8.- HE- materiales proyecto urbanización 2 "Industrial Pequeño" (cont.)

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
AA00100	m ³	2347,14	ARENA CERNIDA	13,67008
AA00200	m ³	6,874	ARENA FINA	0,04004
AA00300	m ³	286,55	ARENA GRUESA	1,66891
AC00200	m ³	1083,83	PIEDRA MACHAQUEO DIÁM. 40/60 mm CALIZA	13,72885
AG00500	m ³	3,97	GRAVILLA	0,03144
AP00100	m ³	67,54	ALBERO CERNIDO	0,61983
AP00200	m ³	1042,03	ALBERO EN RAMA	9,56315
AW00100	m ³	900,51	ZAHORRA ARTIFICIAL	8,14765
CA00320	kg	615,79	ACERO B 500 S	0,40497
CA00520	kg	60,00	ACERO ELECTROSOLDADO ME B 500 S EN MALLA	0,03946
CA01700	kg	2,85	ALAMBRE DE ATAR	0,00187
CE00200	u	80,00	PUNTAL METÁLICO DE 3 m	0,05054
CH02910	m ³	1,38	HORMIGÓN HA-25/B/20/IIa, SUMINISTRADO	0,19039
CH03000	m ³	100,08	HORMIGÓN HA-25/B/40/IIa, SUMINISTRADO	13,80775
CH03020	m ³	13,97	HORMIGÓN HA-25/P/40/IIa, SUMINISTRADO	1,92663
CH03100	m ³	70,00	HORMIGÓN HA-30/B/20/IIb, SUMINISTRADO	11,58877
CH04000	m ³	114,58	HORMIGÓN HM-20/B/20/I, SUMINISTRADO	12,64611
CH04120	m ³	674,60	HORMIGÓN HM-20/P/40/I, SUMINISTRADO	74,45544
CM00100	m ³	0,07	MADERA DE PINO EN TABLONCILLO	-0,01692
CM00200	m ³	3,79	MADERA DE PINO EN TABLA	-0,92960
CM00500	u	80,00	PANEL METÁLICO 50x300 cm	2,50896
CW00600	l	80,00	DESENCOFRANTE	0,06118
FL00900	mu	15,23	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO GRANDE C/V 24x11,5x5 cm	3,40099
FL01000	mu	0,95	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO GRANDE PARA REVESTIR 24x11,5x5 cm	0,21221
FL01300	mu	42,83	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO PEQUEÑO REVESTIR 24x11,5x5 cm	9,56791
FS80010	m ³	1400,00	PIEDRA CALIZA PARA MAMPOSTERÍA ORDINARIA	12,84840
GA00200	l	147,85	PLASTIFICANTE	0,35017
GC00200	t	81,35	CEMENTO CEM II/A-L 32,5 N EN SACOS	30,46040
GM80030	m ³	9,08	MORTERO M20 CEM II/A-L 32,5 N ELAB. EN CENTRAL	2,03501
GW00100	m ³	6565,08	AGUA POTABLE	16,32510
IF00400	u	3,00	ARMARIO METÁLICO CONTADOR 1,30x0,60 m	0,11565
IF07200	u	3,00	CONTADOR GENERAL 65 mm	0,08905
IF12700	u	3,00	GRIFO COMPROBACIÓN MIRILLA DIÁM. 3"	0,10412
IF30200	u	6,00	VÁLVULA COMPUERTA DIÁM. 3" (75/80 mm)	0,55821
QW01000	m ²	3080,00	TEJIDO SEPARADOR 70 gr/m2	0,22082
SA00450	u	90,00	ARQUETA HORMIGÓN 40X40 CON FONDO	0,61871
SA00700	m ²	2,60	TAPA DE HORMIGÓN ARMADO CON CERCO	0,01777
SW00700	u	57,00	TAPA Y CERCO H. FUNDIDO DIÁM. 60 cm ROD. MEDIA	5,39704
UA00700	u	220,00	PATE DE HIERRO DIÁM. 30 mm	30,14011
UA01500	m	528,22	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 200 mm TEJA	3,39410
UA01601	m	895,55	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 250 mm TEJA	8,63159
UA02000	m	9,60	TUBO HORMIGÓN DIÁM. 400 mm ENCH. CAMPANA JUNTA ELASTICA	0,02763
UA02400	u	53,00	REJILLA FUNDICIÓN IMBORNAL CÓN CERCO	1,39397
UA02500	u	53,00	REJILLA PLANA FUNDICIÓN DESMONTABLE DE 50x20 cm	1,39397
UE03900	u	31,00	TAPA DE FUNDICIÓN 60X60 cm	1,17409
UE04400	m	99,99	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 40 mm PARA COND. CABLES	0,08872
UE04700	m	1271,40	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 63 mm PARA COND. CABLES	1,77667
UE04900	m	1294,00	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 90 mm PARA COND. CABLES	2,58322
UE05400	m	30,00	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 180 mm PARA COND. CABLES	0,11978

Tabla A8.- HE- materiales proyecto urbanización 2 "Industrial Pequeño" (cont.)

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
UE05500	m	3701,00	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 200 mm PARA COND. CABLES	16,41850
UI00200	u	38,00	JUEGO DE SOPORTES PARA SEÑAL DE TRAFICO	3,31435
UI00300	kg	55,54	PINTURA REFLEXIVA CON ESFERAS DE VIDRIO	0,06003
UI00400	u	12,00	PLACA CIRCULAR DE OBLIGACIÓN CHAPA CINCADA DIAM. 60 cm	0,32880
UI00500	u	20,00	PLACA CIRCULAR DE PROHIBICIÓN CHAPA CINCADA DIAM. 60 cm	0,54800
UI00800	u	4,00	PLACA OCTOGONAL DE STOP CHAPA CINCADA DOBLE APOTEMA 60 cm	0,21920
UI01200	u	2,00	PLACA TRIANGULAR DE PELIGRO CHAPA CINCADA 70X70 cm	0,01425
UJ00100	t	0,12	ABONOS	0,00029
UJ00300	u	25,00	ÁRBOL SOMBRA HOJA PERENNE 2,50 m	0,00000
UJ00400	u	30,00	ARBUSTO CORRIENTE PORTE MEDIO	0,00000
UJ00600	m ²	2200,00	CARPOBRUCTOS ADULIS	0,00000
UJ00800	u	18,00	CONIFERA RESINOSA GRAN ALTURA Y GROSOR 3 m	0,00000
UJ01800	m ³	470,50	TIERRA VEGETAL	2,38604
UJ01900	u	25,00	TUTOR DE MADERA DE CASTAÑO 2 m	0,00000
UJ02000	u	18,00	TUTOR DE MADERA DE CASTAÑO 2,75 m	0,00000
UP00200	m ²	3201,52	BALDOSA HIDRÁULICA 20x20 cm	9,17043
UP00800	m	2044,19	BORDILLO DE HORMIGÓN 10x20x40 cm	11,71075
UP00900	m	592,16	BORDILLO DE HORMIGÓN 17x28 cm	8,07376
UP01500	t	1389,30	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO S	134,19088
UP01600	m ³	2.531,75	TIERRAS PROCEDENTES DE PRÉSTAMO	0,00000
US04500	u	33,00	ACOMETIDA AGUAS RED GENERAL	0,00000
US10100	m	1,01	TUBO F.D. K-9 JUNT. AUT. DIÁM. 80 mm	0,00668
US10109	m	843,35	TUBO F.D. K-9 JUNT. AUT. DIÁM. 150 mm	10,45236
US10112	m	60,60	TUBO F.D. K-9 JUNT. AUT. DIÁM. 200 mm	1,00142
US10136	m	779,72	TUBO POLIETILENO DIÁM. 110 mm PE50A PN-10	1,29403
US10525	u	1,00	CODO BB F.D. DIÁM. 80 mm, PN-16	0,00331
US10575	u	3,00	RED. BRIDA-BRIDA FD. 80x50 mm	0,00032
US10650	u	15,00	DERIV. "T" EEB 80x80 mm, J/MEC.	0,00370
US10659	u	2,00	DERIV. "T" EEB 150x80/150, J/MEC.	0,00093
US10662	u	1,00	DERIV. "T" EEB 200x80/200, J/MEC.	0,00062
US10700	u	1,00	DERIV. "T" BBB 200x150/200 PN-16	0,00116
US10750	u	15,00	CARRETE BB F.D. 80x500, PN-16	0,01578
US10803	u	1,00	BRIDA CIEGA F.D. DIÁM. 100 mm, PN-16	0,00826
US10825	u	1,00	BRIDA ENCHUFE DIÁM. 80 mm, J/MEC.	0,00969
US10828	u	1,00	BRIDA ENCHUFE DIÁM. 100 mm, J/MEC.	0,01212
US10834	u	14,00	BRIDA ENCHUFE DIÁM. 150 mm, J/MEC.	0,25447
US10892	u	2,00	ADAPT. ISO2531 (225-219) DIÁM. 200	0,04847
US11012	u	84,52	MANGUITO UNIÓN EE DIÁM. 200, J/MEC.	2,04826
US11015	u	143,29	MANGUITO UNIÓN EE DIÁM. 300, J/MEC.	5,20898
US12400	u	40,00	TAPÓN DIÁM. 80 A/F FUND. GRIS.	0,26440
US14000	u	40,00	CODO POLIET. PE 50A PN-10 DIÁM. 75 mm	0,02127
US16088	u	3,00	DERIV. "T" FUND. 90x80 mm J/ELAST.	0,00057
US20109	u	14,00	VAL. A/E ENT. PN16 DIÁM. 150 mm I/C. MAN.	0,95900
US20125	u	3,00	VÁLV. COMP. A/E DIÁM. 50 mm PN-16	0,06850
US20178	u	1,00	VÁLV. COMP. M/M N.O.D. DIÁM. 100 mm, F.D.	0,04567
US20500	u	14,00	CAJA PAVIM. CILIND. FUND., VAL.	0,22093
US20600	u	15,00	BOCA RIEGO DIÁM. 60 mm	0,41100
US20650	u	15,00	ARQUETA FUNDICIÓN BOCA RIEGO	0,12625
US21000	u	3,00	VENTOSA TRIF. DIÁM. 50 mm	0,06850
US25006	u	344,00	TORNILLO BICROMAT. C/T M-16x70	0,11201

Tabla A8.- HE- materiales proyecto urbanización 2 "Industrial Pequeño" (cont.)

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
US25009	u	248,00	TORNILLO BICROMAT. C/T M-20x80	0,11536
US25053	u	1,00	JUNTA DE GOMA DIÁM. 100 mm	0,00228
US25059	u	42,00	JUNTA DE GOMA DIÁM. 150 mm	0,14350
US25062	u	30,00	JUNTA DE GOMA DIÁM. 200 mm	0,13667
UT00100	u	8,00	TAPA METÁLICA ARQUETA REGISTRO CTNE D	0,58147
UT00200	u	18,00	TAPA METÁLICA ARQUETA REGISTRO CTNE H	1,30830
UU00300	u	14,00	BANCO INTEMPERIE, SOPORTE METÁLICO Y ASIENTO PINO FLANDES	-0,29849
UU01700	u	14,00	PAPELERA PÚBLICA DE PVC CON SOPORTE METALICO	0,08770
WW00300	u	6360,28	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	0,46229
WW00400	u	8257,20	PEQUEÑO MATERIAL	0,60016
XI00200	kg	71,40	ADHESIVO PVC LÍQUIDO	0,06404
XI01500	m ²	1555,40	LÁMINA VINILICA PVC CON ARM. POLIESTIRENO 1,2 mm	2,83612
HE Total (hag)				512,39425

Tabla A9.- HE costes indirectos proyecto urbanización 2 "Industrial Pequeño"

TABLA DE COSTES INDIRECTOS				HE
CÓDIGO	CONCEPTO	UD	CANTIDAD	hag
C12	COSTES INDIRECTOS DE EJECUCIÓN (CIE)			
C121	MANO DE OBRA INDIRECTA			
C1211	Encargado	mes	12,00	0,367
C1212	Capataces	mes	12,00	0,367
C1213	Almaceneros	mes	6,00	0,183
C1214	Guardería	mes	6,00	0,183
C122	MEDIOS AUXILIARES			
C1221	Mano de obra auxiliar			
C12211	Personal transporte interior	m ²	53.684,00	0,318
C12212	Personal de limpieza general y regado	m ²	53.684,00	0,586
C12213	Recogida y transporte de útiles y herramientas	m ²	53.684,00	0,530
C1223	Maquinaria, útiles y herramientas			
C12231	Medios de elevación			
C122311	Grúa	mes	6,00	0,756
C12232	Hormigoneras	mes	4,00	0,135
C123	INSTALACIONES, ACCESORIAS Y COMPLEMENTARIAS			
C1231	Casetas de obra			
C12311	Oficinas	m ²	20,00	0,2760
C12313	Almacenes	m ²	80,00	1,104
C12321	Acometida de electricidad	u	1,00	0,008
C12322	Acometida de agua y saneamiento	u	1,00	0,002
C12323	Tendido eléctrico	u	1,00	0,005
C12324	Instalación provisional agua	u	1,00	0,001
C1233	Viales, localización y replanteos	u	1,00	0,005
C1234	Consumo agua	m ²	53.684,00	0,250
C124	PERSONAL			
C1241	Técnicos adscritos a la obra			
C12411	Jefe de obra	mes	12,00	0,367
C1242	Administrativos adscritos permanentemente a la obra	mes	6,00	0,183
C125	VARIOS			
C1253	Otros			
C12531	Iluminación	m ²	53.684,00	4,998
C12532	Pruebas de servicio de instalaciones	m ²	53.684,00	3,748
C12533	Superficie de parcela	m ²	53.684,00	13,474
			TOTAL	27,778

Tabla A10.- HE de materiales del proyecto de urbanización 3 "Residencial Grande" (cont.)

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
AA00200	m ³	4.896,72	ARENA FINA	28,5192
AA00300	m ³	647,36	ARENA GRUESA	3,7703
AC00100	m ³	4,85	GRAVILLA MACHAQUEO DIÁM. 18/20 mm CALIZA	0,0614
AG00500	m ³	39,15	GRAVILLA	0,3099
AG00700	m ³	7,76	GRAVILLA DIÁM. 18/20 mm	0,0614
AP00100	m ³	20.760,15	ALBERO CERNIDO	190,5248
AW00100	m ³	5.642,31	ZAHORRA ARTIFICIAL	51,0507
CA00220	kg	59,46	ACERO B 400 S	0,0391
CH03020	m ³	37,08	HORMIGÓN HA-25/P/40/IIa, SUMINISTRADO	5,3034
CH04020	m ³	3.829,65	HORMIGÓN HM-20/P/20/I, SUMINISTRADO	438,2129
CH04120	m ³	293,68	HORMIGÓN HM-20/P/40/I, SUMINISTRADO	33,6047
CM00600	u	52.538,28	PANEL METÁLICO 50x50 cm	274,6179
FL00400	mu	42,17	LADRILLO CERÁM. HUECO DOBLE 24x11,5x7 cm	10,5499
FL00900	mu	12,62	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO GRANDE C/V 24x11,5x5 cm	2,8191
FL01000	mu	1,15	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO GRANDE PARA REVESTIR 24x11,5x5 cm	0,2560
FS80010	m ³	9,64	PIEDRA CALIZA PARA MAMPOSTERÍA ORDINARIA	0,0885
GC00200	t	150,55	CEMENTO CEM II/A-L 32,5 N EN SACOS	56,3693
GM80000	m ³	7,74	MORTERO M5 CEM II/A-L 32,5 N ELAB. EN CENTRAL	1,5089
GW00100	m ³	9.652,57	AGUA POTABLE	24,0026
HC04800	u	5,00	PAR DE GUANTES AISLANTES BT. 2500 V	0,0026
HS00500	u	5,00	SEÑAL ADVERTENCIA 42 cm	0,0256
HS00900	u	10,00	SEÑAL PELIGRO 0,70 m TIPO A	0,0616
HS02800	m	50,00	CORDÓN BALIZAMIENTO	0,0000
HW00100	u	5,00	BOTIQUÍN REGLAMENTARIO DE OBRA, INSTALADO	0,0184
IE03000	m	275,00	CABLE COBRE 1x35 mm ² H07V-K(AS)	0,1650
IE03200	m	490,00	CABLE COBRE 1x50 mm ² H07V-K(AS)	0,4201
IE03250	m	150,00	CABLE COBRE 1x50 mm ² RZ1-K(AS)	0,1286
IE05900	u	30,00	FUSIBLE CARTUCHO 50 AMP. S/CARTUCHO	0,0077
IE11300	u	155,00	PICA DE ACERO COBRIZADO (2 m) GRA.	2,8318
IF11900	u	682,00	GRIFO COMPROBACIÓN MIRILLA DIÁM. 1/2"	4,0488
IF17200	u	16,00	JUEGO TORNILLOS FIJACIÓN CROMADOS CAL. MEDIA	0,0465
IP07300	u	5,00	EXTINTOR MÓVIL, CO2 DE 5,0 kg EFICACIA 34-B	0,0908
SC02700	m	242,91	TUBO HORMIGÓN DIÁM. 150 mm	76,0566
UA00700	u	833,34	PATE DE HIERRO DIÁM. 30 mm	114,1680
UA01500	m	3.146,00	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 200 mm TEJA	20,2148
UA01601	m	1.375,60	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 315 mm TEJA	13,9214
UA01602	m	595,08	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 400 mm TEJA	7,6474
UA01603	m	606,30	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 500mm TEJA	9,7395
UA01604	m	140,68	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 600mm TEJA	2,7118
UA01605	m	822,48	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 800mm TEJA	21,1395
UA02400	u	176,00	REJILLA FUNDICIÓN IMBORNAL CÓN CERCO	4,6290
UA02500	u	176,00	REJILLA PLANA FUNDICIÓN DESMONTABLE DE 50x20 cm	4,6290
UE01700	m	240,00	CABLE ALUMINIO 1x95 mm ² /1000 V	0,2682
UE01801	m	350,00	CABLE ALUMINIO 1X240mm ² /1000 V	0,9881
UE03500	u	10,00	MALLA PROTECCIÓN TRANSFORMADOR	0,2907
UE04700	m	13.386,03	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 63 mm PARA COND. CABLES	18,7058
UE05000	m	266,55	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 110 mm PARA COND. CABLES	0,6504
UI00200	u	95,00	JUEGO DE SOPORTES PARA SEÑAL DE TRAFICO	8,2859
UI00300	kg	110,13	PINTURA REFLEXIVA CON ESFERAS DE VIDRIO	0,1190
UI00400	u	15,00	PLACA CIRCULAR DE OBLIGACIÓN CHAPA CINCADE DIAM. 60 cm	0,4110

Tabla A10.- HE de materiales del proyecto de urbanización 3 "Residencial Grande" (cont.)

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
UI00600	u	56,00	PLACA CUADRADA DE INDICACIÓN CHAPA CINCADE 60x60 cm	0,5861
UI00800	u	10,00	PLACA OCTOGONAL DE STOP CHAPA CINCADE DOBLE APOTEMA 60 cm	0,5480
UI01200	u	14,00	PLACA TRIANGULAR DE PELIGRO CHAPA CINCADE 70X70 cm	0,0997
UP00200	m ²	13.383,45	BALDOSA HIDRÁULICA 20x20 cm	38,3356
UP00600	m	7.777,94	BORDILLO DE HORMIGÓN RIGOLA	89,1165
UP00800	m	7.553,80	BORDILLO DE HORMIGÓN 10x20x40 cm	43,2742
UP01000	m	42.245,92	BORDILLO DE HORMIGÓN MOLDURADO 10x20x40 cm	242,0184
UP01100	m	53,97	BORDILLO GRANITO ACHAFLANADO 17x28 cm	1,2410
UP01200	kg	42.245,92	BETÚN FLUIDO PARA RIEGOS	7,9704
UP01400	t	1.635,37	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO G 25	157,9580
UP01450	t	1.318,89	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO S-12	127,3897
UP01600	m ³	15.622,00	TIERRAS PROCEDENTES DE PRÉSTAMO	0,0000
UP02200	u	16.226,84	ADOQUÍN HORMIGÓN	8,9986
US00201	u	2,00	TAPÓN FUNDICIÓN DIÁM. 11 mm	0,2009
US00700	u	341,00	CODO 90º FUNDICIÓN DIÁM. 60 mm	3,3810
US02100	u	251,00	TAPA FUNDICIÓN 60x60 cm PEATONES	4,7532
US02300	u	10,00	TAPA FUNDICIÓN 80x80 cm PEATONES	0,3367
US03700	m	2.728,00	TUBO POLIETILENO 32 mm DIÁM. Ext. 2,9 mm ESP. 10 ATM.	0,7639
US04201	m	2.002,63	TUBO POLIETILENO 110 mm DIAM 10 ATM.	5,4507
US04202	m	1.018,72	TUBO POLIETILENO 160 mm DIÁM. Ext. 10 ATM.	4,0330
US10103	m	1,62	TUBO F.D. K-9 JUNT. AUT. DIÁM. 100 mm	0,0134
US10109	m	147,61	TUBO F.D. K-9 JUNT. AUT. DIÁM. 150 mm	1,8295
US10112	m	128,95	TUBO F.D. K-9 JUNT. AUT. DIÁM. 200 mm	2,1309
US10113	m	1.565,09	TUBO F.D. K-9 JUNT. AUT. DIÁM. 300 mm	38,7950
US10228	m	129,00	TUBO PVC DIÁM. 90 mm, J/E PN-16.	0,5317
US12003	u	2,00	UNIÓN GIBault DIÁM. 100 A/D	0,0242
US12024	u	10,00	UNIÓN GIBault DIÁM. 200 D	0,2424
US16301	u	65,91	BRIDA-ENCHUFE DIÁM. 110 FD. PN-16,J/E	0,5990
US16302	u	20,44	BRIDA-ENCHUFE DIÁM. 160 FD. PN-16,J/E	0,2702
US20125	u	4,00	VÁLV. COMP. A/E DIÁM. 50 mm PN-16	0,0913
US20178	u	3,27	VÁLV. COMP. M/M N.O.D. DIÁM. 100 mm, F.D.	0,1493
US20179	u	32,96	VÁLV. COMP. M/M N.O.D. DIÁM. 110 mm, F.D.	1,5050
US20180	u	10,30	VÁLV. COMP. M/M N.O.D. DIÁM. 160 mm, F.D.	0,4702
US20200	u	5,00	VÁLV. COMP. EQUIPADA DIÁM. 250 mm PN-16	0,5708
US20700	u	11,90	CABEZA HIDRANTE DIÁM. 100 mm BRONCE	0,3033
US21000	u	4,00	VENTOSA TRIF. DIÁM. 50 mm	0,0913
US25065	u	10,00	JUNTA DE GOMA DIÁM. 300 mm	0,0683
UT00100	u	8,70	TAPA METÁLICA ARQUETA REGISTRO CTNE D	0,6323
UT00200	u	158,89	TAPA METÁLICA ARQUETA REGISTRO CTNE H	11,5488
UU00100	u	1,00	ARCO GRANDE	0,2907
UU00400	u	4,00	COLUMPIO SIMPLE	1,4537
UU00500	u	2,00	COLUMPIO TRIPLE	0,7268
UU00600	u	2,00	TOBOGAN MEDIANO	1,0902
UU01400	m ²	139,07	MALLA GALV. DE 60x120 mm CON PLET. 25x2 mm DE 4 mm DIAM.	16,1726
UU01810	u	13,00	PAPELERA DE FUNDICIÓN ESTILO HISTÓRICO	0,2028
WW00300	u	77,30	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	0,0056
WW00400	u	912,96	PEQUEÑO MATERIAL	0,0664
HE Total (hag)				2.250,4256

Tabla A11.- HE costes indirectos proyecto urbanización 3 “Residencial Grande”

TABLA DE COSTES INDIRECTOS				HE
CÓDIGO	CONCEPTO	UD	CANTIDAD	hag
C12	COSTES INDIRECTOS DE EJECUCIÓN (CIE)			
C121	MANO DE OBRA INDIRECTA			
C1211	Encargado	mes	12,00	0,367
C1212	Capataces	mes	12,00	0,367
C1213	Almaceneros	mes	6,00	0,183
C1214	Guardería	mes	6,00	0,183
C122	MEDIOS AUXILIARES			
C1221	Mano de obra auxiliar			
C12211	Personal transporte interior	m ²	115.366,44	0,683
C12212	Personal de limpieza general y regado	m ²	115.366,44	1,260
C12213	Recogida y transporte de útiles y herramientas	m ²	115.366,44	1,139
C1223	Maquinaria, útiles y herramientas			
C12231	Medios de elevación			
C122311	Grúa	mes	6,00	0,756
C12232	Hormigoneras	mes	4,00	0,135
C123	INSTALACIONES, ACCESORIAS Y COMPLEMENTARIAS			
C1231	Casetas de obra			
C12311	Oficinas	m ²	20,00	0,2760
C12313	Almacenes	m ²	80,00	1,104
C12321	Acometida de electricidad	u	1,00	0,008
C12322	Acometida de agua y saneamiento	u	1,00	0,002
C12323	Tendido eléctrico	u	1,00	0,005
C12324	Instalación provisional agua	u	1,00	0,001
C1233	Viales, localización y replanteos	u	1,00	0,005
C1234	Consumo agua	m ²	115.366,44	0,541
C124	PERSONAL			
C1241	Técnicos adscritos a la obra			
C12411	Jefe de obra	mes	12,00	0,367
C1242	Administrativos adscritos permanentemente a la obra	mes	6,00	0,183
C125	VARIOS			
C1253	Otros			
C12531	Iluminación	m ²	115.366,44	10,741
C12532	Pruebas de servicio de instalaciones	m ²	115.366,44	8,056
C12533	Superficie de parcela	m ²	115.366,44	28,957
			TOTAL	55,252

Tabla A12.- HE materiales de proyecto de urbanización 4 "Residencial Pequeño" (cont.)

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
AA00100	m ³	3.319,63	ARENA CERNIDA	19,33397
AA00200	m ³	13,644	ARENA FINA	0,07946
AA00300	m ³	463,177	ARENA GRUESA	2,69761
AC00200	m ³	1.601,14	PIEDRA MACHAQUEO DIÁM. 40/60 mm CALIZA	20,28157
AG00500	m ³	135,52	GRAVILLA	1,07288
AP00100	m ³	95,23	ALBERO CERNIDO	0,87397
AP00200	m ³	1.711,54	ALBERO EN RAMA	15,70754
AW00100	m ³	7.643,30	ZAHORRA ARTIFICIAL	69,15532
CA00320	kg	409,21	ACERO B 500 S	0,26911
CA01700	kg	1,90	ALAMBRE DE ATAR	0,00125
CH02910	m ³	3,31	HORMIGÓN HA-25/B/20/IIa, SUMINISTRADO	0,45693
CH03000	m ³	34,10	HORMIGÓN HA-25/B/40/IIa, SUMINISTRADO	4,70463
CH04000	m ³	40,04	HORMIGÓN HM-20/B/20/I, SUMINISTRADO	4,41919
CH04120	m ³	1.195,90	HORMIGÓN HM-20/P/40/I, SUMINISTRADO	131,99105
CH80200	m ³	17,04	HORMIGÓN LIGERO AISLANTE HL-25	2,35018
CM00200	m ³	9,10	MADERA DE PINO EN TABLA	-2,23080
CM00300	m ³	0,17	MADERA DE PINO EN TABLON	-0,04047
FL00900	mu	29,93	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO GRANDE C/V 24x11,5x5 cm	6,68471
FL01000	mu	3,08	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO GRANDE PARA REVESTIR 24x11,5x5 cm	0,68690
FL01300	mu	115,31	LADRILLO CERÁM. PERF. TALADRO PEQUEÑO REVESTIR 24x11,5x5 cm	25,75910
GA00200	l	120,83	PLASTIFICANTE	0,28618
GC00200	t	122,84	CEMENTO CEM II/A-L 32,5 N EN SACOS	45,99557
GM80000	m ³	13,84	MORTERO M5 CEM II/A-L 32,5 N ELAB. EN CENTRAL	2,69813
GW00100	m ³	123,75	AGUA POTABLE	0,30771
KA00100	kg	32,76	ACERO EN CUADRADILLOS MANUFACTURADO	0,02852
KA00200	kg	34,72	ACERO EN PLETINAS MANUFACTURADO	0,03023
KW01200	u	0,28	CERRADURA LLAVE PLANA 1ª CALIDAD	0,00204
SA00450	u	58,00	ARQUETA HORMIGÓN 40X40 CON FONDO	0,39872
SC01000	m	2.158,00	TUBO PVC DIÁM. 200 mm 4 kg/cm2	5,74403
SC01101	m	1.162,00	TUBO PVC DIÁM. 300 mm 4 kg/cm2	4,63941
SW00700	u	106,00	TAPA Y CERCO H. FUNDIDO DIÁM. 60 cm ROD. MEDIA	10,03660
UA00700	u	628,00	PATE DE HIERRO DIÁM. 30 mm	86,03631
UA00900	u	3,00	SIFÓN DE DESCARGA 20 l/seg.	0,10602
UA01500	m	89,89	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 200 mm TEJA	0,57759
UA01600	m	94,94	TUBERÍA PVC SN4 DIÁM. 250 mm TEJA	0,76255
UA02000	m	212,10	TUBO HORMIGÓN DIÁM. 400 mm ENCH. CAMPANA JUNTA ELASTICA	0,61075
UA02400	u	230,00	REJILLA FUNDICIÓN IMBORNAL CÓN CERCO	6,04931
UE04700	m	1.111,00	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 63 mm PARA COND. CABLES	1,55253
UE04901	m	286,00	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 80 mm PARA COND. CABLES	0,50750
UE05301	m	441,00	TUBERÍA PVC LIGERA DIÁM. 180 mm PARA COND. CABLES	1,76074
UI00100	u	10,00	JUEGO DE SOPORTES PARA RÓTULO	0,87220
UI00200	u	7,00	JUEGO DE SOPORTES PARA SEÑAL DE TRAFICO	0,61054
UI00300	kg	87,50	PINTURA REFLEXIVA CON ESFERAS DE VIDRIO	0,09457
UI00800	u	7,00	PLACA OCTOGONAL DE STOP CHAPA CINCADA DOBLE APOTEMA 60 cm	0,38360
UI01400	u	10,00	RÓTULO DE GRUPO O CALLE CHAPA CINCADA	0,05233
UJ00100	t	0,95	ABONOS	0,00237
UJ00200	u	9,00	ÁRBOL SOMBRA HOJA CADUCA 2,50 m	0,00000
UJ00300	u	40,00	ÁRBOL SOMBRA HOJA PERENNE 2,50 m	0,00000
UJ00700	u	15,00	CONIFERA DECORATIVA, BUEN PORTE	0,00000
UJ00800	u	57,00	CONIFERA RESINOSA GRAN ALTURA Y GROSOR 3 m	0,00000

Tabla A12.- HE materiales de proyecto de urbanización 4 "Residencial Pequeño" (cont.)

Código	UM	Medición	Resumen	HE (hag)
UJ01200	m ³	2,04	MANTILLO	0,00466
UJ01800	m ³	92,62	TIERRA VEGETAL	0,46969
UJ01900	u	9,00	TUTOR DE MADERA DE CASTAÑO 2 m	0,00000
UJ02000	u	98,00	TUTOR DE MADERA DE CASTAÑO 2,75 m	0,00000
UP00200	m ²	5.614,42	BALDOSA HIDRÁULICA 20x20 cm	16,08194
UP00800	m	10,00	BORDILLO DE HORMIGÓN 10x20x40 cm	0,05729
UP00850	m	967,99	BORDILLO DE HORMIGÓN REBAJADO 5/15x20x50 cm	8,31813
UP00900	m	3.985,83	BORDILLO DE HORMIGÓN 17x28 cm	54,34497
UP01300	t	2.049,46	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO D	197,95401
UP01400	t	211,26	MEZCLA ASFÁLTICA TIPO G 25	20,40569
UP01600	m ³	8.973,25	TIERRAS PROCEDENTES DE PRÉSTAMO	0,00000
US04000	m	48,00	TUBO POLIETILENO 63 mm DIÁM. ExT. 5,8 mm ESP. 10 ATM.	0,05292
US10525	u	1,00	CODO BB F.D. DIÁM. 80 mm, PN-16	0,00331
US10575	u	4,00	RED. BRIDA-BRIDA FD. 80x50 mm	0,00042
US10650	u	8,00	DERIV. "T" EEB 80x80 mm, J/MEC.	0,00197
US10659	u	45,00	DERIV. "T" EEB 150x80/150, J/MEC.	0,02083
US10687	u	1,00	DERIV. "T" BBB 200x80/100 PN-16	0,00617
US10750	u	8,00	CARRETE BB F.D. 80x500, PN-16	0,00842
US10812	u	3,00	BRIDA CIEGA F.D. DIÁM. 200 mm, PN-16	0,04958
US10825	u	1,00	BRIDA ENCHUFE DIÁM. 80 mm, J/MEC.	0,00969
US10837	u	3,00	BRIDA ENCHUFE DIÁM. 200 mm, J/MEC.	0,07271
US10892	u	2,00	ADAPT. ISO2531 (225-219) DIÁM. 200	0,04847
US16088	u	4,00	DERIV. "T" FUND. 90x80 mm J/ELAST.	0,00076
US16179	u	96,00	TAPÓN DIÁM. 63 mm FD. PN-16, J/ELAST.	0,49972
US20600	u	8,00	BOCA RIEGO DIÁM. 60 mm	0,21920
US20650	u	8,00	ARQUETA FUNDICIÓN BOCA RIEGO	0,06733
US21000	u	4,00	VENTOSA TRIF. DIÁM. 50 mm	0,09133
US25006	u	248,00	TORNILLO BICROMAT. C/T M-16x70	0,08075
US25009	u	60,00	TORNILLO BICROMAT. C/T M-20x80	0,02791
US25050	u	31,00	JUNTA DE GOMA DIÁM. 80 mm	0,05649
US25062	u	5,00	JUNTA DE GOMA DIÁM. 200 mm	0,02278
UT00100	u	115,00	TAPA METÁLICA ARQUETA REGISTRO CTNE D	8,35856
UT00200	u	9,00	TAPA METÁLICA ARQUETA REGISTRO CTNE H	0,65415
UU00300	u	40,00	BANCO INTEMPERIE, SOPORTE METÁLICO Y ASIENTO PINO FLANDES	-0,85283
UU00400	u	1,00	COLUMPIO SIMPLE	0,36342
UU00500	u	1,00	COLUMPIO TRIPLE	0,36342
UU00600	u	1,00	TOBOGAN MEDIANO	0,54512
UU00700	u	2,00	LABERINTO CÚBICO	2,18050
UU01000	u	29,40	MACOLLA DE ANILLA 20x35 DIAG. INTERIOR 16 mm	0,00598
UU01200	u	4,48	MACOLLA INTERMEDIA 70x35 DIAG. INTERIOR 16 mm	0,00319
UU01300	m ²	427,13	MALLA GALV. RIZADA DE 3 mm DIÁM. ENMARCADA CON "L" 35x35x3 mm	37,25419
UU01500	m ²	154,00	MALLA GALV. SIMPLE TORSIÓN	13,43185
UU01700	u	19,00	PAPELERA PÚBLICA DE PVC CON SOPORTE METALICO	0,11902
UU02000	m	275,17	POSTE METÁLICO DIAM. 50 mm GALVANIZADO	15,99989
UU02200	u	7,48	PUNTA DE LANZA 65x190 mm DIAG. INTERIOR 16 mm	0,13421
WW00300	u	10.564,26	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	0,76784
WW00400	u	9.582,07	PEQUEÑO MATERIAL	0,69646
HE Total (hag)				853,40225

Tabla A13.- HE costes indirectos proyecto urbanización 4 "Residencial Pequeño"

TABLA DE COSTES INDIRECTOS				HE
CÓDIGO	CONCEPTO	UD	CANTIDAD	hag
C12	COSTES INDIRECTOS DE EJECUCIÓN (CIE)			
C121	MANO DE OBRA INDIRECTA			
C1211	Encargado	mes	12,00	0,367
C1212	Capataces	mes	12,00	0,367
C1213	Almaceneros	mes	6,00	0,183
C1214	Guardería	mes	6,00	0,183
C122	MEDIOS AUXILIARES			
C1221	Mano de obra auxiliar			
C12211	Personal transporte interior	m ²	56.882,00	0,337
C12212	Personal de limpieza general y regado	m ²	56.882,00	0,621
C12213	Recogida y transporte de útiles y herramientas	m ²	56.882,00	0,561
C1223	Maquinaria, útiles y herramientas			
C12231	Medios de elevación			
C122311	Grúa	mes	6,00	0,756
C12232	Hormigoneras	mes	4,00	0,135
C123	INSTALACIONES, ACCESORIAS Y COMPLEMENTARIAS			
C1231	Casetas de obra			
C12311	Oficinas	m ²	20,00	0,2760
C12313	Almacenes	m ²	80,00	1,104
C12321	Acometida de electricidad	u	1,00	0,008
C12322	Acometida de agua y saneamiento	u	1,00	0,002
C12323	Tendido eléctrico	u	1,00	0,005
C12324	Instalación provisional agua	u	1,00	0,001
C1233	Viales, localización y replanteos	u	1,00	0,005
C1234	Consumo agua	m ²	56.882,00	0,265
C124	PERSONAL			
C1241	Técnicos adscritos a la obra			
C12411	Jefe de obra	mes	12,00	0,367
C1242	Administrativos adscritos permanentemente a la obra	mes	6,00	0,183
C125	VARIOS			
C1253	Otros			
C12531	Iluminación	m ²	56.882,00	5,296
C12532	Pruebas de servicio de instalaciones	m ²	56.882,00	3,972
C12533	Superficie de parcela	m ²	56.882,00	14,277
			TOTAL	29,203

18. ÍNDICE DE FIGURAS

	<u>pág.</u>
1- Territorios productivos de la HE	12
2.- Esquema de metodología	19
3.- Pirámide de precios	27
4. Codificación de precios en el BCCA	28
5.- Metodología para el cálculo de la HE	33
6.- Esquema de cálculo de la HE producida por el consumo energético de la maquinaria	36
7.- Esquema de cálculo de la HE producida por la mano de obra	41
8.- Ciclo de vida de materiales	45
9.- Esquema de cálculo de la HE producida por los materiales	46
10.- Precios básicos de la familia de los áridos con mayor HE	53
11.- Precios básicos de la familia cimentaciones con mayor HE	55
12.- Precios básicos de la familia decoración con mayor HE	56
13.- Precios básicos de la familia fábricas con mayor HE	58
14.- Precios básicos de la familia de los aglomerantes con mayor HE	59
15.- Precios básicos de la familia seguridad con mayor HE	60
16.- Precios básicos de subfamilia instalaciones de climatización con mayor HE	62
17.- Precios básicos de la subfamilia instalaciones de electricidad con mayor HE	63
18.- Precios básicos de la subfamilia instalaciones de fontanería con mayor HE	64
19.- Precios básicos de la subfamilia instalaciones de gases con mayor HE	65
20.- Precios básicos de subfamilia instalaciones electromecánicas con mayor HE	66
21.- Precios básicos de la subfamilia instalaciones energía solar con mayor HE	67
22.- Precios básicos de la subfamilia instalaciones de protección con mayor HE	68
23.- Precios básicos de la subfamilia instalaciones audiovisuales con mayor HE	70
24.- Precios básicos con mayor HE en la subfamilia de instalaciones varias	71
25.- Precios básicos con mayor HE de la familia carpinterías	72
26.- Precios básicos con mayor HE de la familia de pinturas	74
27.- Precios básicos con mayor HE de la familia cubiertas	75
28.- Precios básicos con mayor HE de la familia revestimientos	77
29.- Precios básicos con mayor HE de la familia de saneamiento	78
30.- Precios básicos con mayor HE en la familia de urbanización	79
31.- Precios básicos con mayor HE de la familia de vidrios	80
32.- Precios básicos con mayor HE de la familia varios	81
33.- Precios básicos con mayor HE de la familia aislamientos	83
34.- Esquema de cálculo de la HE producida por el consumo de electricidad en los costes indirectos (C.I.)	87
35.- Esquema de cálculo de la HE producida por el consumo de agua	89
36.- Esquema de cálculo de la HE producida por el consumo de superficie	90
37.- Absorción de CO ₂ por m ² de parcela, nivel de plantación medio	94
38.- Planimetría del proyecto a analizar	96
39.- Imágenes del proyecto a analizar	96
40.- Gráfico de materiales de urbanización con mayor HE	109
41.- Gráfico de materiales de edificación con mayor HE	110
42.- Gráfico de HE de la urbanización en función del impacto que la provoca	113
43.- Gráfico de HE de la construcción en función del impacto que la provoca	114
44.- Gráfico con la HE del edificio según su fase	115
45. Gráfico de diferencia de HE entre investigaciones anteriores y la tesis actual	116
46. Gráfico de diferencia de HE parciales entre investigaciones anteriores y la tesis actual	116
47. Parcela a urbanizar en proyecto de urbanización 1 "Industrial Grande	119
	180

48.- Materiales con mayor HE en proyecto de urbanización 1 “Industrial Grande”	<i>122</i>
49. Parcela a urbanizar en proyecto de urbanización 2 “Industrial Pequeño”	<i>123</i>
50.- Materiales con mayor HE en proyecto de urbanización 2 “Industrial Pequeño”	<i>126</i>
51.- Parcela del proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”	<i>128</i>
52.- Materiales con mayor HE en proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”	<i>131</i>
53.- Parcela del proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”	<i>132</i>
54.- Materiales con mayor HE en proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”	<i>134</i>
55.- Gráficos de proyectos analizados en función del impacto que provoca la HE	<i>136</i>
56.- Gráficos de HE en función del tamaño de la parcela	<i>137</i>
57.- Gráficos de HE de los residuos en función del tamaño de parcela	<i>138</i>

19. ÍNDICE DE TABLAS

	<u>pág.</u>
1.- Ejemplo de Precio Básico	29
2.- Ejemplo de Precio Unitario Simple	30
3.- Cálculo de la HE producida por maquinaria de combustible	38
4.- Cálculo de HE producida por maquinaria eléctrica	39
5.- Datos para cálculo del coeficiente HE_m	42
6.- Dificultades comunes para elegir materiales de construcción sostenibles	44
7.- Datos para cálculo de la huella por transporte (HE_{TRAN})	45
8.- Familias medioambientales de materiales	48
9.- Familias medioambientales de materiales con transformaciones	50
10.- Cálculo de peso de material de la familia áridos y piedras	53
11.- Cálculo de HE de material de la familia áridos y piedras	53
12.- Cálculo de peso de material de la familia cimentaciones	54
13.- Cálculo de HE de material de la familia cimentaciones	54
14.- Cálculo de peso de material de la familia decoración	55
15.- Cálculo de HE de material de la familia decoración	56
16.- Cálculo de peso de material de la familia fábricas	57
17.- Cálculo de HE de material de la familia fábricas	57
18.- Cálculo de peso de material de la familia aglomerantes	58
19.- Cálculo de HE de material de la familia aglomerantes	58
20.- Cálculo de peso de material de la familia seguridad	60
21.- Cálculo de HE de material de la familia seguridad	60
22.- <i>Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones de calefacción</i>	61
23.- <i>Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones de calefacción</i>	61
24.- <i>Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones de electricidad</i>	62
25.- <i>Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones de electricidad</i>	62
26.- <i>Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones de fontanería</i>	63
27.- <i>Cálculo de HE de material de la subfamilia de instalaciones de fontanería</i>	64
28.- <i>Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones de gases</i>	64
29.- <i>Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones de gases</i>	65
30.- <i>Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones electromecánicas</i>	66
31.- <i>Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones electromecánicas</i>	66
32.- <i>Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones de energía solar</i>	67
33.- <i>Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones de energía solar</i>	67
34.- <i>Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones de protección</i>	68
35.- <i>Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones de protección</i>	68
36.- <i>Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones audiovisuales</i>	69
37.- <i>Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones audiovisuales</i>	69
38.- <i>Cálculo de peso de material de la subfamilia instalaciones varias</i>	70
39.- <i>Cálculo de HE de material de la subfamilia instalaciones varias</i>	70
40.- <i>Cálculo de peso de material de la familia carpinterías</i>	72
41.- <i>Cálculo de HE de material de la familia carpinterías</i>	72
42.- <i>Cálculo de peso de material de la familia pinturas</i>	73
43.- <i>Cálculo de HE de material de la familia pinturas</i>	73
44.- <i>Cálculo de peso de material de la familia cubiertas</i>	74
45.- <i>Cálculo de HE de material de la familia cubiertas</i>	75
46.- Cálculo de peso de material de la familia revestimientos	76
47.- Cálculo de HE de material de la familia revestimientos	76
48.- Cálculo de peso de material de la familia saneamiento	77
49.- Cálculo de HE de material de la familia saneamiento	77

50.- Cálculo de peso de material de la familia urbanización	78
51.- Cálculo de HE de material de la familia urbanización	79
52.- Cálculo de peso de material de la familia vidrios	80
53.- Cálculo de HE de material de la familia vidrios	80
54.- Cálculo de peso de material de la familia varios	81
55.- Cálculo de HE de material de la familia varios	81
56.- Cálculo de peso de material de la familia aislamientos	82
57.- Cálculo de HE de material de la familia aislamientos	82
58.- Costes indirectos en términos necesarios para calcular la HE	85
59.- Datos de arboleda	93
60.- Ejemplo de cálculo de la vegetación afectada	93
61.- Ejemplo de cálculo de residuos de madera producidos por la retirada de arboleda	94
62.- Presupuesto de urbanización desglosado por capítulos	97
63.- Presupuesto de construcción desglosado por capítulos	98
64.-Cuantificación de mano de obra urbanización	99
65.-Cuantificación de maquinaria urbanización	99
66.-Cuantificación de materiales urbanización	99
67.-Relación de mano de obra edificación	102
68.- Listado maquinaria edificación	102
69.- Cuantificación materiales edificación	103
70.- Medición de RCD del proyecto de urbanización	103
71.- Medición de RCD del proyecto de edificación	104
72.- Precios básicos de RCD del proyecto de urbanización	104
73.- Precios básicos de RCD del proyecto de edificación	104
74.- HE maquinaria urbanización	105
75.- HE maquinaria edificación	105
76.- HE mano obra urbanización	106
77.- HE mano obra edificación	106
78.- HE mano obra maquinaria urbanización	107
79.- HE mano obra maquinaria edificación	107
80.- Tabla resumen de HE mano obra	108
81.- Materiales de urbanización con mayor HE	108
82.- HE materiales edificación	109
83.- HE costes indirectos urbanización	111
84.- HE costes indirectos edificación	112
85.- HE total urbanización	113
86.- HE total urbanización según superficie construida	113
87.- HE total edificación	114
88.- HE total edificación por superficie	114
89.- Análisis biocapacidad de la parcela	117
90.- Medición de RCD del proyecto de urbanización 1 "Industrial Grande"	119
91.- Precios básicos de RCD del proyecto de urbanización 1 "Industrial Grande"	120
92.- HE maquinaria proyecto urbanización 1 "Industrial Grande"	120
93.- HE mano de obra proyecto urbanización 1 "Industrial Grande"	121
94.- HE materiales proyecto urbanización 1 "Industrial Grande"	121
95.- Resultados de la HE del proyecto de urbanización 1 "Industrial Grande"	122
96.- Análisis biocapacidad de la parcela proyecto 1 "Industrial Grande"	123
97.- Medición de RCD del proyecto de urbanización 2 "Industrial Pequeño"	124
98.- Precios básicos de RCD del proyecto de urbanización 2 "Industrial Pequeño"	124
99.- He maquinaria proyecto urbanización 2 "Industrial Pequeño"	125
100.- He mano de obra proyecto urbanización 2 "Industrial Pequeño"	125
101.- He materiales proyecto urbanización 2 "Industrial Pequeño"	126

102.- Resultados de la HE del proyecto de urbanización 2 “Industrial Pequeño”	127
103.- Análisis biocapacidad de la parcela del proyecto 2 “Industrial Pequeño”	127
104.- Medición de RCD del proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”	128
105.- Precios básicos de RCD del proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”	129
106.- HE de la maquinaria del proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”	129
107.- HE de la mano de obra del proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”	130
108.- HE de materiales del proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”	130
109.- Resultados de la HE del proyecto de urbanización 3 “Residencial Grande”	131
110.- Medición de RCD del proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”	132
111.- Precios básicos de RCD del proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”	133
112.- HE maquinaria de proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”	133
113.- HE mano de obra de proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”	133
114.- HE materiales de proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”	134
115.- Resultados de la HE del proyecto de urbanización 4 “Residencial Pequeño”	135
116.- Análisis biocapacidad de la parcela proyecto 4 “Residencial Pequeño”	135
117.- Comparativa de resultados de casos prácticos	136