

“SUSPURPOL: POR UNA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE”

LUCAS RUIZ, RAFAEL; LLACER PANTION, RAFAEL; LLATAS OLIVER, CARMEN; MARRERO MELÉNDEZ, MADELYN; MEINESZ, NICOLE; MERCADER MOYANO, M^a DEL PILAR; MONTES DELGADO, M^a VICTORIA DE; PEREZ ANDRÉS, ANTONIO ALFONSO; PÉREZ PEDRAZA, JUAN CARLOS; RAMÍREZ DE ARELLANO AGUDO, ANTONIO; SOLIS BURGOS, JOSE ANTONIO; SOLIS GUZMÁN, JAIME.

ABSTRACT

El objeto de esta comunicación es presentar el proyecto de investigación SUSPURPOL (Sustainable Purchasing and Planning Policy Blueprint Project). Este proyecto, perteneciente al programa europeo INTERREG III, involucra a instituciones de 3 países comunitarios diferentes (Gran Bretaña, Polonia y España) y se extiende desde febrero 2006 hasta noviembre 2007. Los socios participantes se relacionan a continuación:

- The Partnership of Urban South Hampshire (The Environment Centre) lidera el proyecto.
- Universidad Politécnica de Cracovia
- Instituto Andaluz de Tecnología (IAT)

El socio español, el IAT, nos ha invitado a participar en este interesante proyecto en calidad de expertos. Nuestro grupo de trabajo está formado por un nutrido elenco de profesionales y PDI perteneciente a la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y a la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica respectivamente, ambas de la Universidad de Sevilla.

El principal objetivo es identificar las barreras que condicionan la sostenibilidad en la construcción, entendiendo estas barreras en un sentido amplio como límites a su desarrollo, tanto de carácter positivo como negativo. Conocidas estas barreras será posible conseguir una construcción sostenible¹ fomentando las de carácter positivo y minimizando, en la medida de lo posible, mediante acciones de mejora aquellas otras de carácter negativo.

Otro de los objetivos es el intercambio de experiencias entre los distintos grupos de trabajo de cada uno de los países socios. El carácter multidisciplinar (arquitectos, arquitectos técnicos, ingenieros y abogados, entre otros) e internacional del mismo le dotan de un amplio abanico de enfoques y herramientas para su óptimo desarrollo.

El último objetivo, y no por éso menos importante, es el de la difusión de los resultados obtenidos. Esta difusión es fundamental para dotar al conjunto de la investigación de sentido y utilidad. El nuevo conocimiento generado será recopilado en material didáctico y distribuido convenientemente con el fin de posibilitar su transferencia al tejido productivo y su consiguiente explotación. Por este motivo, nos hemos visto impulsados a participar en este foro de debate de la investigación en arquitectura y urbanismo.

El Sistema Obra de Edificación que nos ocupa es un sistema muy complejo y dilatado ya que se extiende desde el momento en que el promotor genera la idea de su construcción hasta que se demuele o recupera tras finalizar su periodo de vida útil. Entre estos dos extremos el sistema pasa por fases tales como las de proyecto, ejecución de las obras y el uso y mantenimiento de la edificación una vez construida.

El desarrollo de todas estas etapas es posible gracias a la intervención de todos los agentes de la edificación (promotor, equipo técnico, gestor, constructor, usuario y Administración Pública) y al empleo de factores productivos, que en adelante denominaremos como “componentes de entrada” del sistema. Fruto del funcionamiento de este sistema son los que venimos en denominar “componentes de salida” tales como el producto edificación propiamente dicho, objetivo del conjunto de la actividad, los recursos de carácter auxiliar y los residuos generados.

¹ Por construcción sostenible entendemos aquella que basándose en criterios de racionalidad y eficiencia se adapta a su entorno sin ocasionarle ningún perjuicio, sino por el contrario fomentando su mejora continua. este concepto va íntimamente ligado al de excelencia (nivel máximo de calidad).

Las distintas barreras a la sostenibilidad las iremos desgranando a partir del análisis de determinados componentes de entrada (recursos materiales, energía y agua) y de salida (residuos) del sistema en cada una de las etapas anteriormente mencionadas. A su vez, nos detendremos en la revisión, siempre desde el punto de vista de la sostenibilidad, del contexto nacional en el que se encuadra el desarrollo de este sistema. Por un lado, analizaremos el marco legal que regula la Obra de Edificación, prestándole especial atención al reciente Código Técnico de la Edificación, el marco socio-cultural y económico de nuestro país. En el transcurso de esta investigación tendremos ocasión de contrastar y enriquecer los diferentes contextos nacionales.

I. INTRODUCCIÓN.

Dentro de las actividades industriales la actividad constructora, incluida la industria asociada, es la mayor consumidora de recursos naturales como pueden ser madera, minerales, agua y energía. Los edificios consumen entre el 20 y el 50% de los recursos físicos según su entorno, teniendo especial responsabilidad en el actual deterioro del medio ambiente la ampliación del parque construido (Alavedra, et al. 1996).

Para alcanzar una construcción sostenible es necesario desarrollar la construcción tradicional, por todas las partes y participantes, de forma responsable con el medio ambiente. Lo que implica un interés creciente en todas las etapas de la construcción, considerando diferentes alternativas en el proceso de construcción, en favor de la minimización del agotamiento de los recursos, previniendo la degradación ambiental, y proporcionando un ambiente saludable, tanto en el interior de los edificios como en su entorno [Kibert, 1994].

En cuanto a los recursos estos se agrupan en: energía, terreno y biodiversidad, y recursos naturales. *La energía* implicará una eficiencia energética y un control la movilidad. En cuanto a la *biodiversidad*, se debe evitar el impacto directo a través de la fragmentación de las áreas naturales y de los ecosistemas. Y respecto a los *recursos naturales* se requerirá un uso más eficiente de las materias primas y del agua, combinado con un reciclaje a ciclo cerrado.

II. ENERGIA

Las principales barreras a la sostenibilidad detectadas desde el punto de vista la cantidad y el tipo de demanda energética condicionan notablemente la sostenibilidad de la construcción. Un excesivo consumo energético, tanto en la fase de ejecución como en la de uso y mantenimiento de la edificación, genera un sistema deficiente e insostenible en el tiempo². La minimización de dicho consumo energético, ajustando el consumo real y minimizando las pérdidas, y el empleo de energías renovables son las dos soluciones sostenibles por las que apostamos. En resumen, se trata de aumentar la eficiencia energética del sistema empleando únicamente la energía estrictamente necesaria con los mejores medios disponibles, sin que ello signifique disminuir la productividad y el confort resultantes.

² Queremos reseñar en este punto que el agente responsable del consumo energético en la fase de ejecución de la edificación es el constructor y en la de uso y mantenimiento el usuario.

Las prestaciones finales de las que se quiera dotar a la edificación van a influir en el consumo energético. La sociedad del bienestar en la que nos encontramos inmersos promueve unos elevados estándares de confort en la edificación. De este modo a las instalaciones tradicionales de electricidad, saneamiento y fontanería se unen hoy de forma generalizada las de climatización, gas natural, telecomunicaciones, seguridad y control de accesos, domótica, etc. La demanda de un elevado nivel de confort por parte de los usuarios perfila la oferta inmobiliaria.

El coste es una de las principales barreras a la sostenibilidad. Implantar determinados sistemas en la edificación, tales como las instalaciones solares térmicas o fotovoltaicas, puede suponer una fuerte inversión económica inicial. Esta circunstancia puede disuadir al promotor de incorporarlos en su producto para no encarecerlo y limitar el número de usuarios potenciales. Si bien este análisis del coste tiene algo de razón, es incorrecto si analizamos la edificación a lo largo de su vida útil. Una mayor inversión en la fase de ejecución de la edificación en aras de su sostenibilidad, suele traducirse en un ahorro del consumo energético durante su fase de uso y mantenimiento.

III. TERRENO Y BIODIVERSIDAD

Los nuevos modelos de urbanizaciones aisladas inducen a patrones de vida con más desplazamientos en vehículo privado y una red de servicios y dotaciones asimismo accesibles en vehículo. Las urbanizaciones de baja densidad no sólo consumen suelo directo sino que inducen a un modelo indirecto de consumo de suelo a través de los centros comerciales y de ocio, parques tecnológicos, grandes equipamientos y redes de infraestructuras asociadas, que se ponen a su disposición. Estas urbanizaciones vienen asociadas a las grandes zonas metropolitanas y áreas urbanas, así como a la periferia de ciudades medias, donde constituyen una alternativa para las clases medias.

El abandono de actividad de los centros urbanos, en competencia con estas nuevas centralidades aisladas, genera procesos de declive en las estructuras existentes y hace imposible los procesos de rehabilitación-regeneración de las periferias industriales, el hacer ciudad dentro de la ciudad.

El planeamiento sigue poniendo el énfasis en el crecimiento en lugar de la recuperación y revitalización de las zonas de oportunidad (suelo vacante, cambio de usos...), cuyo desarrollo cuenta con las ventajas de su situación plenamente urbana (accesibilidad, mantenimiento, infraestructuras existentes...).

Las estructuras urbanas no se plantean la adecuación al clima y la eficiencia energética entre sus elementos determinantes. La calidad de vida de las zonas construidas se obtiene a través del consumo masivo de agua, energía y materiales.

No consideración de la relación naturaleza-ciudad ni en las zonas consolidadas (naturación urbana) ni en los ecotonos³ (impacto directo de lo construido) ni en el campo o en el territorio global (huella ecológica⁴ y capacidad de carga del territorio).

IV. RECURSOS

Barreras contra la sostenibilidad de los recursos hídricos. El agua

El confort implica accesibilidad a todos los recursos, incluido el hídrico. Pero la sostenibilidad implica el consumo racional de ese recurso. Con los nuevos modos de consumo y con la idea del confort se generan situaciones inexplicables. Por ejemplo, una idea muy extendida en los nuevos sistemas de apertura es que el llenado debe ser más rápido. ¿Qué provocaría un menor caudal (no presión) de agua en los grifos de nuestra vivienda? Daría lugar a un consumo sostenible pero no bien visto socialmente.

Los nuevos sistemas de higiene personal hacen que el consumo en la vivienda se dispare, pudiendo llegar hasta los 500 litros por habitante y día. Una situación que tiende a agravarse ya que es un factor de calidad diferenciador en las viviendas actuales, y además un elemento de reclamo en hoteles y residencias de recreo.

Actualmente las redes hídricas pueden perder por fugas hasta el 50% de su caudal. Es imprescindible una mejora muy importante del sistema de tuberías y valvulería para conseguir disminuir ese dato.

Los actuales sistemas de reaprovechamiento de aguas no son rentables, por lo que el constructor no tiene que sopesar su instalación. Además la actual legislación no tiene regulada en su totalidad este reciclado.

Barreras contra la sostenibilidad de los materiales de construcción.

Evaluar la dimensión medioambiental de un producto de construcción es intentar calificar y cuantificar el peso de los impactos durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta el final de su vida. Se podría describir su ciclo de vida en las siguientes etapas: extracción de materias primas o su transformación en productos, transporte, construcción o rehabilitación, uso y, finalmente, demolición o reconstrucción, figura 1.

³ Las líneas de contacto entre un ecosistema y otro se denominan ecotono y constituyen los límites de un biotopo. Se llama efecto de borde a la tendencia de los ecotonos a tener más especies que los biotopos que lo forman al agrupar especies de cada uno de ellos, pudiéndose provocar la transformación de un ecotono en un nuevo sistema.

⁴ La noción de huella ecológica es de reciente incorporación pues su indicador fue creado por W.Rees y M.Wackernagel en "Our ecological footprint" (1996). El concepto procede de la inversión del término capacidad de carga. Si ésta venía expresada en número de individuos por hectárea, ambos propusieron calcular la superficie necesaria para mantener un número de individuos dado. Se define como "Área equivalente de suelo productivo o ecosistema acuático que se necesita para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos que genera una población definida con un estilo de vida concreto". Se puede aplicar a cualquier grupo de población, independientemente del área territorial que ocupe. Se estima mediante la elaboración de una matriz en la que se representa el territorio de referencia y la satisfacción de las necesidades que tienen que ver con la alimentación, el sector forestal, los bienes de consumo, el consumo energético y el territorio utilizado directamente. Es por tanto, una herramienta que ayuda a cuantificar y evaluar la demanda social de naturaleza. (Alfredo Rubio. Glosario ciudades y arquitectura sostenibles para un futuro europeo).

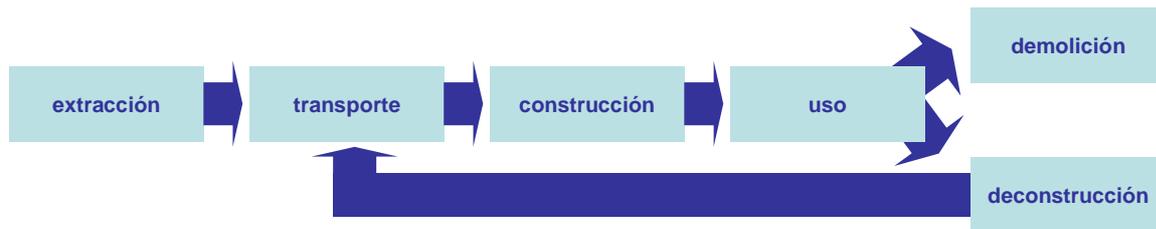


Figura 1. Ciclo de vida de los materiales de construcción

El proceso de fabricación de los materiales de construcción, así como de los productos de los cuales muchos están formados, ocasiona un impacto ambiental. Este impacto tiene su origen en la extracción de los recursos naturales necesarios para su elaboración, incluyendo el proceso de fabricación y el consumo de energía, que deriva en emisiones tóxicas a la atmósfera. Muchos de estos procesos originan emisiones tóxicas a la atmósfera, que resultan contaminantes, corrosivas y altamente perjudiciales para la salud. Lo que se pretende con la aplicación de los criterios de la construcción sostenible es la construcción de edificios con una disminución de estos materiales y evitar, siempre que sea posible, la utilización de sustancias que al final de su ciclo de vida originen residuos peligrosos.

Los costes ecológicos que suponen tanto la extracción de los recursos minerales (canteras, minas, etc.) como la deposición de los residuos originados abarcan desde las emisiones tóxicas al envenenamiento de las aguas subterráneas por parte de los vertederos. El material fuertemente manipulado y que ha sufrido un proceso de fabricación utilizado en el campo de la construcción tiene unos efectos medioambientales muy importantes, con un contenido muy intensivo en energía.

El transporte de los productos genera residuos y contaminación relacionados al propio medio de transporte, como pueden ser chatarra, derrames de aceite y combustible, o residuos peligrosos como las baterías. La contaminación también está relacionada con la emisión de CO₂ a la atmósfera.

El proceso de construcción genera residuos que están relacionados con el embalaje, montaje (corte de piezas, perforaciones, material de agarre, envases de dichos materiales) y piezas defectuosas, o destruidas durante su manipulación.

Los materiales o productos experimentan un envejecimiento o deterioro con el uso. Es necesario identificar el ciclo de cada producto y fomentar su mantenimiento y renovación controlada, minimizando los residuos y mediante una eficiente identificación del deterioro y su correcta sustitución.

Existen materiales que su obtención es renovable y su transformación en productos posee un bajo consumo de recursos frente a otras soluciones pero su mantenimiento puede ser dañino para el medio ambiente. Por ejemplo, la madera es un recurso natural renovable, que consume poca cantidad de energía en su proceso de transformación como material de construcción, pero los tratamientos de conservación y protección que se apliquen pueden originar emisiones y residuos tóxicos. Las pinturas, disolventes y los tratamientos realizados a la madera plantean

importantes riesgos para la salud humana y los perjuicios que supone al ambiente a lo largo de su producción, uso y disposición final.

Barreras contra la sostenibilidad: Residuos.

Aunque existe legislación que permite la recogida selectiva de residuos la dificultad de aplicación de dicha legislación sigue promoviendo actitudes contrarias a la sostenibilidad.

Así, aunque en la mayoría de las CCAA se establecen tasas diferentes para escombros sucios y limpios, su aplicación es muy dispar quedando supeditada a las condiciones y criterios de la estación receptora.

En cuestiones como el pago de fianzas y la necesidad de segregar los residuos en origen se aprecia una gran disparidad de requisitos que solamente se encuentran definidos en un 30% de las CCAA.

No existen datos fiables en cuanto al número de transportistas autorizados debido a la dificultad de localizar listados actualizados en la mayoría de las CCAA. Esta circunstancia hace frecuente la existencia de transportes no autorizados con el consiguiente riesgo que supone esa falta de control del proceso.

V. APLICACIÓN PRACTICA

Para identificar cuáles de los recursos consumidos durante el proceso de ejecución de edificios son considerados “barreras contra la sostenibilidad en la construcción” se ha realizado un trabajo en el se ha partido del análisis, identificación y cuantificación de los recursos empleados en el proceso constructivo a través de las mediciones elaboradas en el proyecto de ejecución y su puesta en obra, pudiendo así obtener las consecuencias ambientales del modelo constructivo convencional en España.

A modo de ejemplo, podemos concretar el estudio y análisis realizado en el subsistema constructivo cimentación del Modelo de Construcción Convencional. El análisis se lleva a cabo según el siguiente proceso:

1. Identificación del Modelo Constructivo Convencional.
2. Cuantificación de los recursos materiales consumidos en su ejecución.
3. Identificación de las barreras contra la sostenibilidad en el subsistema constructivo determinado.

Identificación del Modelo Constructivo Convencional.

Para identificar el modelo representativo de edificación que se realiza a nivel Nacional, se ha considerado oportuno acudir, como fuente de información suficientemente amplia y contrastada a las publicaciones estadísticas editadas por el Ministerio de Fomento. Edificación y Vivienda donde se recogen las licencias de obra concedidas por los Ayuntamientos desde el año 1994 hasta el 2003.

De los datos publicados se deduce:

Que el edificio que más se construye en España es aquel de nueva planta y uso residencial, tipología unifamiliar adosada de dos plantas sobre rasante y una superficie construida en torno a los 100-120 m² por vivienda. El que más recursos consume es el constituido por cuatro plantas sobre rasante y una planta bajo rasante destinada a sótano. Ambos constituidos por estructura vertical de hormigón armado, estructura horizontal unidireccional, cubierta transitable, cerramiento exterior cerámico y carpintería exterior de aluminio.

Cuantificación de los recursos materiales consumidos en su ejecución.

Para llevar a cabo la cuantificación partiremos de las mediciones desarrolladas en el proyecto de ejecución y su revisión tras la puesta en obra.

Al iniciar la tarea, nos encontramos con que para alcanzar la meta propuesta era necesario conseguir tres objetivos complementarios:

- Dotar a la Obra de Construcción de una estructura que permitiera identificar con claridad los subsistemas constructivos.
- Subdividirla de manera que puedan establecerse comparativos entre cada una de las obras, estableciendo no solo la relación de los materiales empleados sino la proporción en que éstos son utilizados.
- Proporcionar un esquema generalizable a obras de características similares.

Para poder cuantificar los recursos consumidos por cada subsistema constructivo en los edificios estudiados, y poder “compararlos”, se parte del siguiente procedimiento:

- a) Estructurar las mediciones de los proyectos en base a una misma división en subsistemas constructivos:

Los subsistemas que consideramos por ser aquellos que constituyen a su vez una unidad constructiva completa y diferenciada, son los siguientes:

TABLA 1. ESTRUCTURA DE LOS PROYECTOS ESTUDIADOS.

ESTRUCTURA DE LOS PROYECTOS ESTUDIADOS			
CAPITULO	NOMBRE	SUBCAPITULO	NOMBRE
C.01	Movimientos de Tierra		
C.02	Cimentación		
C.03	Saneamiento	C.03.01	Red colgada
		C.03.02	Red enterrada
		C.03.03	Red vertical
C.04	Estructura	C.04.01	Forjados
		C.04.02	Pilares
		C.04.03	Muros

		C.04.04	Escaleras-rampas
		C.04.05	Dinteles
		C.04.06	Juntas
		C.04.07	Ascensores
C.05	Cerramientos	C.05.01	Hoja exterior
		C.05.02	Trasdosado
		C.05.03	Tabiquería interior
		C.05.04	Otros
C.06	Cubiertas	C.06.01	Transitables
		C.06.02	No transitables
		C.06.03	Otros
C.07	Revestidos horizontales	C.07.01	Suelos
		C.07.02	Techos
		C.07.02	Escaleras
		C.07.02	Alfeizares
C.08	Instalaciones		
C.09	Carpintería metálica y cerrajería		
C.10	Carpintería de madera.		
C.11	Urbanización		
C.12	Vidrios		
C.13	Decoración		

- b) Obtener los descompuestos de cada partida utilizando el Banco de Precios de la Construcción "FCBP"⁵
- c) Obtener los descompuestos de las partidas que no son elaboradas en la obra a partir de empresas y laboratorios especializados. Tal es el caso de los hormigones suministrados cuya descomposición en elementos básicos, tales como cemento, agua, arena, grava y aditivos se ha llevado a cabo según la dosificación del hormigón que más se emplea en España facilitado por una empresa de control de calidad.
- d) Analizar los presupuestos usando el programa informático de presupuestos y mediciones PRESTO V.8.7. Por ser éste uno de los más manejados por los

⁵ Los motivos de su aplicación son los siguientes:

- Los edificios estudiados pertenecen a la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- En los descompuestos consideran el rendimiento de las cantidades de material empleadas.
- Es aceptado por gran parte de las instituciones que participan en la actividad del Sector dentro de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Se ajusta en lo fundamental a los modelos tradicionales de presupuestación y en consecuencia de cuantificación de los materiales.
- Las unidades utilizadas para la cuantificación es la que comúnmente se utiliza para el manejo cotidiano de la presupuestación, y en consecuencia en estas unidades debemos proporcionar nuestros resultados.

técnicos de la construcción, con lo que llevar a la práctica nuestra teoría final no les resultará difícil.

- e) Aplicar un Factor de Relación “FR”. Para poder establecer una “comparación” entre las diferentes unidades que obtendremos y cuantificar los recursos empleados de mayor consumo, será necesario utilizar un factor de relación “FR” que será el peso/m² de construcción. Este factor será empleado cuando la unidad de medida del concepto, procedente del descompuesto de cada elemento auxiliar según el “FCBP” sea distinto al “kg”.

Para aclarar lo expuesto, hemos tomado un subsistema constructivo cualquiera, por ejemplo cimentación, dentro de todos los subsistemas constructivos que conforman la ejecución de un edificio. Hemos aplicado el método anterior a tres de los proyectos estudiados representativos del modelo constructivo convencional en España y hemos establecido su promedio. Los resultados obtenidos en cuanto a la cuantificación del consumo de recursos en el subsistema constructivo cimentación para el modelo constituido por tres plantas sobre rasante y una bajo rasante son los siguientes:

TABLA 2. MATERIALES CONSUMIDOS EN EL SUBSISTEMA CONSTRUCTIVO CIMENTACIÓN Y SU REPERCUSIÓN EN LA OBRA.

RECURSOS MATERIALES CONSUMIDOS EN EL SUBSISTEMA CONSTRUCTIVO CIMENTACIÓN Y SU REPERCUSIÓN EN LA OBRA					
MATERIAL EMPLEADO	P1"QT/Sc	P2"QT/Sc	P3"QT/Sc	R	%
ACERO	11,7571	10,6563	11,0674	11,1603	1,6727
ADITIVO	0,3753	0,4708	0,3658	0,404	0,0605
AGUA	32,232	75,1775	37,6972	48,3689	7,2494
ALAMBRE DE ATAR	0,0544	0,0535	0,0512	0,0531	0,008
ALBERO EN RAMA	121,55	187,1829	237,7869	182,173 2	27,3035
ARENA	179,0935	179,6032	144,1521	167,616 3	25,1218
CEMENTO	48,9613	61,8875	50,7441	53,8643	8,073
DISOLVENTE	0,0109	0,0109	0,0102	0,0107	0,0016
GRAVA	184,1386	233,0955	187,9391	201,724 4	30,2338
LADRILLO HUECO DOBLE 9 CM.	2,23	-	-	2,23	0,3342
LAMINA POLIETILENO 0.2 MM.	0,0497	0,0836	0,0514	0,0616	0,0092
PINTURA AL CLOROCAUCHO	0,086	0,0858	0,0801	0,084	0,0126
POLIESTIRENO PLANCHAS RIGIDAS	0,0048	-	-	0,0048	0,0007
POLVO DE SILICE Y CUARZO	0,9723	0,9697	0,9051	0,949	0,1422
TOTALES	581,516	749,2772	670,8505	667,214 6	100,000 0

Donde:

P1 "Qt/Sc" es la cantidad total de material consumido por m² de superficie construida de edificación, en el subsistema constructivo cimentación del proyecto estudiado con el n^o 1; expresado en "kg" tras aplicar el factor de relación "FR"⁶.

R es la repercusión de la media ponderada de los tres edificios estudiados aplicados a cada material consumido en obra.

% es la repercusión expresada en tanto por ciento.

De la tabla anterior podemos deducir al mismo tiempo los recursos considerados "barreras" debido al factor de riesgo o de afección ambiental que supone la utilización de estos recursos, bien por su nivel de escasez actual o futura o por sus consecuencias en la salud de las personas o en la calidad del medio ambiente.

Asimismo se ha obtenido su repercusión en el proceso de ejecución, considerando con el valor cero aquellos recursos cuya intervención en el proceso es mínimo y en consecuencia despreciable su afección.

TABLA 3. IDENTIFICACIÓN DE BARRERAS EN EL SUBSISTEMA CONSTRUCTIVO CIMENTACIÓN.

IDENTIFICACION DE BARRERAS EN CIMENTACION			
POR EL USO DE RECURSOS NO RECUPERABLES O ESCASOS	%	POR EL USO DE RECURSOS TOXICOS O CONTAMINANTES	%
AGUA	7	ACERO	2
ALBERO	27	ADITIVOS	0
ARENA	25	ALAMBRE	0
GRAVA	30	DISOLVENTE	0
POLVO DE SÍLICE Y CUARZO	0	CEMENTO	8
		PINTURA	0
		LADRILLO	0

⁶ Valores del Factor de Relación "FR" empleados en función del material:

Aditivos empleados en la fabricación de hormigones (tales como plastificantes y acelerantes) "FR"= 1,17 KG/L.
Agua. "FR"= 1000 KG/M³
Albero en rama. "FR"= 1300 KG/M³
Disolvente (usado en tratamiento superficial de soleras). "FR"= 0,9 KG/L
Ladrillo hueco doble 9 cm (usado como encofrado perdido). "FR"= 1000 KG/M³
Lámina de polietileno de espesor = 0,2 MM. "FR"= 0,184KG/M²

		POLIESTIRENO	0
TOTAL	90	TOTAL	10

Será objeto de futuros trabajos verificar estas aproximaciones y recoger todas aquellas recomendaciones tanto en proyecto como durante la ejecución de la obra que nos permitan definir un modelo o los modelos constructivos alternativos al convencional que permita satisfacer adecuadamente las demandas de construcción de una comunidad, minimizando sus consecuencias ambientales y sin hipotecar las posibilidades de las generaciones futuras para disponer de los recursos adecuados y de un medio ambiente de calidad. Un modelo que utilice materiales renovables, que minimice el uso de recursos naturales y no recuperables y determine en qué momento del proceso constructivo deben minimizarse (proyecto o ejecución); esto es, aproximarnos a un Modelo de Construcción Ecoeficiente en el que las barreras contra la sostenibilidad sean sustituidas por materiales medioambientalmente correctos.