

# GUÍA DE MEJORES PRÁCTICAS EN 5RS



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
desde 1867



PROMETEO  
Investigación Formación Desarrollo

Secretaría de  
Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación



**Ph. D. Marina Pérez P.**

Centro de Investigación.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

Universidad de Cuenca (Ecuador)

eumed.net



# Guía de Mejores Prácticas en 5Rs

Autor:

MARINA PÉREZ P.

Eumed.net

2016

**Consejo Científico:**

José Luis Crespo Fajardo. Universidad de Cuenca (Ecuador)

Zaira Ramírez Apud López. Universidad de Puebla (México)

**Edita:**

Grupo de investigación Eumed.net (SEJ 309), Universidad de Málaga (España).



Este trabajo científico ha sido financiado por el Proyecto Prometeo de la Secretaría de Educación Superior de Ciencia, Tecnología e Innovación de la República del Ecuador. El libro se inscribe dentro del proyecto de investigación "ECOINVOLUCRATE EN 5Rs", llevado a cabo por la autora en la Facultad Arquitectura de la Universidad de Cuenca (Ecuador).

Mayo de 2016

Santa Ana de los Ríos de Cuenca, Ecuador.

ISBN-13: 978-84-16874-23-1

® N° Registro: 2016073177

# Índice

Agradecimientos.....	7
INTRODUCCIÓN A LA GUÍA.....	8
OBJETIVO DE LA GUÍA .....	12
<b>I. MEJORES PRÁCTICAS PARA REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO.....</b>	<b>13</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	14
1.2 CONDICIONES DE CONFORT.....	20
1.2.1 Estrategias de reducción de demanda de calefacción.....	22
1.2.2 Estrategias de reducción de demanda de refrigeración.....	28
1.2.3 Estrategias de eficiencia energética en iluminación.....	29
1.3 ENERGÍAS RENOVABLES.....	31
1.4 ENERGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE.....	33
1.4.1. Edificio de consumo energético casi cero.....	33
1.4.2. Aspectos energéticos.....	34
<b>II. MEJORES PRÁCTICAS EN REHABILITACIÓN SOSTENIBLE.....</b>	<b>41</b>
2.1 INTRODUCCIÓN.....	42

2.1.1 La Intervención en Edificios Existentes.....	42
2.1.2 La rehabilitación sostenible en su proceso y su desarrollo.....	44
2.2 REHABILITACIÓN TÉRMICA DE EDIFICIOS .....	48
2.2.1 Estimaciones de ahorro de energía de la rehabilitación frente a la nueva construcción.....	50
2.2.2 Otras inversiones en la rehabilitación.....	51
2.3. RESTAURACIÓN SOSTENIBLE.....	52
2.3.1 El patrimonio construido como residuo.....	53
2.3.2 Rehabilitar es más sostenible que nueva construcción.....	55
2.4. CRITERIOS DE INTERVENCIÓN EN LAS EDIFICACIONES.....	57
2.4.1 Condiciones de Rehabilitación.....	61
<b>III. MEJORES PRÁCTICAS EN EL USO DE MATERIALES.....</b>	<b>64</b>
3.1.INTRODUCCIÓN.....	65
3.1.1 Incidencia Ambiental de los Materiales de Construcción.....	66
3.2. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLES...69	
3.2.1 Estrategias Medioambientales.....	72
3.2.2 Materiales Ecológicos.....	75
3.2.3 Materiales Tecnológicos Sostenibles.....	78
3.2.4 Nuevas Tendencias.....	78

3.3. MATERIALES CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD EXISTENTES EN EL MERCADO.....	79
3.3.1 Clasificación Sostenible.....	79
3.3.2 Materiales empleados en la construcción.....	82
3.4 ELECCIÓN DE MATERIALES.....	101
3.4.1 Criterios Medioambientales.....	103
3.4.2 Producción de Residuos.....	107
3.4.3 Consumo de Energía.....	108
3.4.4 Materiales más utilizados en la construcción sostenible.....	112
3.4.5 Pautas para una Selección de Materiales Sostenibles.....	116
<b>IV. MEJORES PRÁCTICAS EN URBANISMO SOSTENIBLE.....</b>	<b>118</b>
4.1 INTRODUCCIÓN.....	119
4.2 EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL URBANISMO.....	122
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>132</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>136</b>
<b>La autora.....</b>	<b>144</b>

## **Agradecimientos**

Ante todo dedico un especial agradecimiento a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca, en Ecuador, en la cual me encuentro vinculada y que amablemente colabora en la difusión de esta obra, así como al Proyecto Prometeo de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación de la República de Ecuador sin el cual no fuera posible la elaboración de este proyecto.

Y finalmente una mención especial al equipo de eumed.net, con el profesor Juan Carlos Martínez Coll a la cabeza, a Lisette Villamizar, a Juan José Suárez Arana y todo el personal de este puntero grupo de investigación de la Universidad de Málaga.

Marina Pérez Pérez.

## **Prólogo**

David Martín

Universidad de Granada (España)

El contenido de esta Guía es altamente interesante puesto que supone en realidad una guía práctica de cómo poder mejorar el ejercicio arquitectónico de la profesión para los futuros arquitectos egresados e interesados en los criterios novedosos de ecología, sostenibilidad y equilibrio bioclimático, que imperan en varias legislaciones europeas a la hora de nueva construcción y restauración/rehabilitación de edificios históricos.

Pese a la existencia de estudios sobre sostenibilidad constructiva en el marco de los estudios de arquitectura y guías de usos y buenas costumbres en la praxis arquitectónica, como la editada por el Gobierno del País Vasco en 2008, ninguno hasta la fecha sintetiza y expone de manera clara, asequible, ilustrada y delimitada en aspectos fundamentales como es el proyecto propuesto en este marco Prometeo del SENESCYT desarrollado en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca. En realidad, la producción de esta Guía tiene una gran base de originalidad y un verdadero proceso de reflexión, síntesis y concreción de los nuevos estudios, tal y como se puede comprobar en la extraordinaria selección bibliográfica adjunta con el análisis de materiales documentales, artículos y libros, fechados en 2015 incluso.

La organización de la publicación está perfectamente realizada, en cuatro capítulos con subapartados y las propias conclusiones, muy clarividentes y concisas. Los tres primeros bloques atienden a diversos aspectos de la construcción arquitectónica (nueva arquitectura, rehabilitación, restauración de edificios y materiales de construcción) y un último bloque

destinado al urbanismo sostenible. El hilo conductor en todo momento lo desarrollan los parámetros y conceptos propios del lenguaje bioclimático y ecológico de los sistemas arquitectónicos contemporáneos, donde la reducción del consumo térmico, los aislamientos y la sostenibilidad forman parte de todo el proceso de redacción y organización. Incluso en la propia maquetación del libro, el carácter del color verde para subrayar determinadas ideas, conclusiones y aspectos fundamentales de los capítulos denotan el perfecto sentido estético y la voluntad simbólica y ecológica de sus autores.

Esta Guía de Mejores Prácticas responde a un proyecto Prometeo del SENESCYT desarrollado en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca con el objetivo de mejorar la praxis arquitectónica y urbanística del país, y su adaptación al medioambiente con el menor impacto posible, considerando nuevas pautas y metodologías de sostenibilidad y desarrollo, ahondando en el reciclado de materiales y en el aislamiento térmico como eficiencia energética y método no solo de ahorro sino de ecología. Es una iniciativa interesante desde la vertiente educativa y que al mismo tiempo revertirá en la sociedad debido al uso y al sentido específico de la arquitectura. Esta guía por tanto es de alto valor no solo en contenido, didáctico y bien estructurado para ofrecer al alumno en arquitectura una nueva perspectiva sobre el desarrollo y ejecución sostenible del ejercicio arquitectónico en pleno siglo XXI.

Por todo lo señalado con anterioridad, y debido al carácter científico y divulgativo de las ideas de esta Guía práctica de buenas costumbres y sostenibilidad térmica en la arquitectura contemporánea, la rehabilitación y restauración arquitectónica, se recomienda encarecidamente la publicación de esta Guía. Posee esta publicación la doble vertiente educativa y de acción social en el marco de la sostenibilidad de la praxis arquitectónica, que supondrá un nuevo referente en la

producción latinoamericana, y de alcance para todos los lectores expertos y neófitos en la materia. Se hace por tanto necesaria su publicación como guía marco para todo aquel alumnado y arquitecto interesado en desarrollar las nuevas directrices sobre los planteamientos ecológicos, con especial hincapié en los factores de aislamiento térmico, de reducción de la demanda de refrigeración, infiltraciones y otros elementos de especial interés para hacer de la construcción nueva o de la propia rehabilitación arquitectónica de mayor sostenibilidad y vigencia en los nuevos valores y postulados teóricos de la arquitectura y el urbanismo contemporáneos.

## INTRODUCCIÓN A LA GUÍA

Las universidades tienen un rol relevante en el impulso de acciones para reducir el impacto en el medio ambiente, desde su actividad docente formando actores que generan tendencias y sus centros de investigación con los proyectos cuyos resultados influyen en las decisiones políticas.

Muchos de los cambios para el menor impacto negativo sobre el medio ambiente, están relacionados con pequeñas acciones cotidianas. Cuando estas acciones se trasladan al campo de la universidad, surge la necesidad de destacar su tarea como generadora de cambios, que van desde la calidad y eficiencia de sus edificaciones, hasta la inserción de contenidos curriculares que generen la formación de sus estudiantes en aspectos técnicos y políticos de temas medioambientales.

A la par que se alcanza elevados niveles de desarrollo, se va produciendo mayores cantidades de basuras, desperdicios y contaminantes en general. De ahí la importancia de incorporar en los estudios medioambientales sistemas de tratamiento de residuos, depuración de las aguas y control de la contaminación de las aguas.

Es una realidad a considerar que además de la presencia de los sistemas constructivos tradicionales, persisten recelos profesionales a adoptar otro tipo de estrategias desde el diseño hasta la construcción. Sumado a ello la creencia que los proyectos sostenibles necesitan mayores costes de estudio e investigación, que no representa sobrecostes importantes respecto a una “construcción tradicional”.

De ahí que la difusión de la información juega un rol importante, donde profesionales formados, tienen mayor capacidad de respuesta a la demanda. Demandas en base a las necesidades de los usuarios que dan como resultado iniciativas más comprometidas y participativas. Teniendo como premisas las principales de la sostenibilidad, de los recursos a disposición: el sol, el agua, los residuos, la vegetación, la accesibilidad, el grado de idoneidad de los

materiales, el ahorro económico y energético, el grado de impacto medioambiental, la rehabilitación, la reutilización y el reciclado.

En diversos países, la práctica de la arquitectura y el urbanismo vinculados a la sostenibilidad se han beneficiado por la sensibilidad creciente en temas ecológicos y medioambientales, además se ha potenciado el incorporar prácticas profesionales en la búsqueda de iniciativas como respuestas a los condicionantes climáticos y del entorno físico.

En Ecuador el sector de la construcción representa uno de los principales sectores de impacto medioambiental, en los últimos años la normativa relacionada está siendo actualizada, incluyendo el tema ambiental de los edificios: con la introducción de energías renovables en la edificación, no obstante se echa de menos que se especifique para el sector de la construcción, el tratamiento y gestión de residuos de construcción y demolición, la limitación de la demanda energética, eficiencia energética en alumbrado, etc.

En este sentido, desde el centro de investigación de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca, se trabaja en el desarrollo de investigaciones y acciones para la mejora del medioambiente, iniciativa que queda evidenciada a través del Proyecto Prometeo de SENESCYT con el desarrollo de ECOINVOLUCRATE en 5Rs desde el cual se han analizado modelos y casos de gestión sostenible con un impulso hacia la construcción sostenible, desde la universidad hacia la empresa, dando como resultado esta Guía de Mejores Prácticas<sup>1</sup> en 5Rs que forma parte de los resultados del programa ECOINVOLUCRATE EN 5Rs del proyecto Prometeo.

---

<sup>1</sup> Es de resaltar que el término “Mejores Prácticas” se eligió para calificar aquellas actuaciones que suponen una transformación en las formas y procesos cotidianos y que podrían suponer el germen de un cambio positivo en los métodos tradicionales (2001, HERNANDEZ). Los criterios a valorar son:

- Impacto. Obteniendo resultados concretos en las condiciones de vida de las personas, tangibles desde que se realizan.
- Sostenibilidad. Asegurando que su acción sea atemporal y que garantiza cambios duraderos en legislación, políticas sociales, marcos institucionales y sistemas de administración.
- Liderazgo y fortalecimiento de la comunidad. Esfuerzo de las redes de participación.
- Género e inclusión social. Aceptando la diversidad social y cultural, promoviendo la igualdad y el equilibrio social, así como reconociendo y valorando las distintas capacidades.
- Innovación. Iniciativas que benefician el compartir y transferir conocimientos.
- Transferencias. Iniciativas de impacto tangible en cambios de políticas de sostenibilidad para la transferencia de un continuo aprendizaje.

La generación de esta guía de mejores prácticas en 5Rs, es con el objetivo de recoger una relación de buenas prácticas aplicables a los edificios a lo largo su ciclo de vida, desde cuatro aspectos de la edificación, el consumo energético, la rehabilitación sostenible, los materiales de construcción, el urbanismo sostenible. De forma didáctica se presenta, a los actores implicados en la arquitectura y la construcción, una serie de recomendaciones a implementar en la construcción, con el objetivo de contribuir a la sostenibilidad medioambiental.

*Marina Pérez P. – Arquitecta, Doctora en Construcción y Tecnología Arquitectónicas y Experta en Construcción Sostenible y Eficiencia Energética en el proyecto PROMETEO*

## OBJETIVO DE LA GUÍA DE MEJORES PRÁCTICAS EN 5RS.

El objetivo principal de esta guía es:

Fomentar que empresas o entidades con tendencia a la dependencia energética involucren en sus políticas de desarrollo, un sistema de gestión ecológico, con los parámetros económicos de su actividad en el mercado internacional, sistema con el cual la empresa se involucre en la lucha contra el cambio climático.

### *Resultados esperados:*

**Reducir** el Consumo Energético.

**Reutilizar** las Energías y los Residuos.

**Reciclar** los Residuos.

**Rechazar** el despilfarro energético y combustibles fósiles.

**Responsabilizar** en el Desarrollo Sostenible.

**I. MEJORES PRÁCTICAS  
PARA REDUCIR EL  
CONSUMO  
ENERGÉTICO.**

## 1.1 INTRODUCCIÓN.

La eficiencia energética es fundamental para conseguir un futuro con bajas emisiones de carbono. Según la Agencia Internacional de la Energía, proporcionaría un 56% de las reducciones necesarias de CO<sub>2</sub>, una cifra superior a la que se conseguiría con el efecto combinado de incrementar el uso de energías renovables y la captación y almacenamiento de carbono. NEILA (2000) en “Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatoria” considera que los principios bioclimáticos deben aparecer como un hábito en la construcción y no como una rareza o una excepción.

*Buenas prácticas edificatorias =  
Buena arquitectura.*

En cuanto a los aspectos medioambientales asociados a la construcción, es evidente que el impacto en el medioambiente es significativo y afecta a diferentes subsectores de la construcción, como lo es el consumo de agua, la generación de residuos, la ocupación del terreno, y las emisiones de gases de efecto invernadero. Es en las emisiones del CO<sub>2</sub>, en el que el ahorro y

eficiencia energética pueden contribuir de manera relevante a mejorar la calidad ambiental de los edificios, y como consecuencia a la sostenibilidad en la construcción.

Si la demanda energética de un sistema es la energía que requiere para realizar su función; en un edificio, la demanda energética es la energía necesaria para que el edificio funcione con los estándares de confort (térmico, lumínico) adecuados y cumpliendo con todos los requerimientos básicos de su función.

Si bien esta energía es suministrada por un sistema que tiene un rendimiento determinado, la energía que se suministra no tiene por qué coincidir con la energía consumida. Salvo excepciones (bombas de calor, calderas de condensación,...) se consume más energía que la estrictamente requerida por el sistema para suministrar la demanda.

El objetivo principal de la eficiencia energética es reducir el consumo de energía en los edificios, para lograrse se debe:

- a) Reducir la demanda,
- b) Aumentar el rendimiento de los sistemas
- c) Actuar simultáneamente sobre la demanda y los sistemas.

La demanda de energía varía considerablemente, dependiendo el uso y la función. En general, la demanda energética de tres tipos:

1. Térmica, para satisfacer los requerimientos de ACS, calefacción y refrigeración,
2. Luminosa, para los requerimientos de confort lumínico,
3. Eléctrica, para las aplicaciones (diferentes aparatos).

La demanda energética también varía dependiendo de diversos factores, entre los cuales los que nos competen son:

### **1. La ubicación.**

La ubicación es clave en el comportamiento de un edificio, ya que determina las características climáticas que influyen en él, afectando a las demandas de calefacción, de refrigeración o de iluminación. Dichas condiciones climáticas se pueden dividir en *macroclimáticas* y *microclimáticas*.

- a) Las condiciones macroclimáticas las cuales dependen de la zona donde se encuentre ubicado el edificio, dependen de la latitud, la longitud y la región determinada. Las más importantes son:
  - Las *temperaturas* medias, máximas y mínimas a lo largo del día durante el invierno y el verano.

- La *humedad relativa*.
  - La *radiación solar incidente*.
- b)** Las condiciones microclimáticas aquellas que son determinadas por la geografía del lugar, y que las alteran. Siendo las más importantes:
- La *orografía del terreno*, que pueden determinar la accesibilidad solar, y la dirección de los vientos dominantes.
  - La *existencia de masas de agua cercanas*, que reducen las variaciones bruscas de temperatura e incrementan la humedad ambiente.
  - La existencia de *vegetación*.

## 2. La calidad de la construcción.

Es evidente que la calidad constructiva afectará directamente al consumo energético. No obstante el nivel de aislamiento térmico, la estanqueidad al aire, el tipo de vidrio empleado, los detalles constructivos que eviten los puentes térmicos, determinará la transferencia de energía entre el edificio y el entorno, y por tanto, su demanda energética.

Es fundamental enfatizar sobre la importancia de la puesta en obra de los elementos y materiales constructivos, ya que unos materiales pueden, si están mal colocados, tener un comportamiento térmico

erróneo, afectando a todo el edificio en su consumo energético.

Factores que determinarán considerablemente la demanda energética del edificio, tanto en la cantidad de energía como en la distribución horaria a lo largo del día. Para el acondicionamiento térmico del edificio (calefacción/refrigeración), se considera un edificio convencional, entendiendo por tal al edificio construido con sistemas constructivos tradicionales de cada zona climática, en la que las demandas globales varían dependiendo de los factores antes mencionados.

## **1.2 CONDICIONES DE CONFORT.**

Energy Performance of Buildings (EPBD)<sup>2</sup> define la eficiencia energética como *“la cantidad de energía calculada o medida que se necesita para satisfacer la demanda de energía asociada a un uso normal del edificio, que incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en la calefacción, la refrigeración, la ventilación, el calentamiento del agua y la iluminación”*. Es decir la energía que necesita un edificio para mantener unas adecuadas condiciones de confort.

---

<sup>2</sup> <http://www.epbd-ca.eu/> Energy Performance of Buildings es el programa para la aplicación de la Directiva 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios,

El objetivo de edificios de elevada eficiencia energética es reducir el consumo de energía primaria, y consecuentemente las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, debido a la actividad constructiva y sobre todo, al uso de los edificios. Siendo el edificio capaz de generar, recibir, almacenar y distribuir energía térmica y eléctrica de forma inteligente, reduciendo el impacto energético y ambiental provocado por la construcción.

No obstante el éxito del confort en los edificios se suele atribuir fundamentalmente a los sistemas convencionales de climatización; en menor medida a los sistemas y soluciones pasivas; y en última instancia se da la importancia a la influencia de la forma arquitectónica. No obstante la realidad es que la eficiencia energética en la edificación requiere alterar el orden de importancia de estas estrategias y proponer un esquema inverso, donde la mayor parte del confort se consiga gracias a la forma, proporción, materiales y orientación elegida; a los sistemas pasivos, que aprovechan las condiciones climáticas del entorno; y, por último, a los sistemas activos de alta eficiencia alimentados con energías renovables.

## 1.2.1 Estrategias de reducción de demanda de calefacción.

Las demandas energéticas en vivienda se pueden agrupar en demandas de calefacción, de refrigeración y en agua caliente sanitaria (ACS). A la hora de analizar las estrategias de reducción de la demanda energética se centran en intentar reducir las demandas de calefacción y refrigeración, tal y como se detalla a continuación:

1. *Para reducir las demandas de calefacción en los edificios*, la estrategia es captar la mayor energía solar posible, almacenarla y distribuirla en el edificio, y finalmente conservarla en las horas en las que no existe esa ganancia solar. Es decir, que el edificio permita que la radiación solar penetre en su interior y que la envolvente térmica garantice, a través del aislamiento de fachadas, vidrios adecuados y estanqueidad en carpinterías, que las pérdidas de energía a través de la envolvente sean las menores posibles.

En el informe de European Passive Solar Handbook<sup>3</sup> se hace una clasificación de éstos

---

<sup>3</sup> "Energy in architecture. The European Passive Solar Handbook". J.R. Goulding

sistemas de captación pasiva, dividiéndolos en captación directa y captación indirecta.

- La *captación directa*, cuando la radiación solar penetra directamente en los espacios habitados a través de las superficies acristaladas, donde es recogido y acumulado gracias a la inercia térmica de los suelos y las paredes. Una ventana representa el ejemplo más sencillo de este sistema.

Para que un sistema de captación directa sea eficiente, se debe cumplir que la ganancia de calor en invierno a través de la superficie acristalada sea mayor que las pérdidas por transmisión a través del vidrio, que no se produzca sobrecalentamiento en verano y, por último, que la contribución a las necesidades térmicas del edificio sea importante.

- La *captación indirecta* cuando entre la radiación solar y el espacio que se desea calentar se colocan elementos intermedios que almacenan y, posteriormente, distribuyen la energía.

El único fenómeno de transferencia de calor que interviene es la radiación, en este caso cobran mayor importancia, la conducción y la convección. Se genera entre el espacio a calentar y el exterior un *espacio tampón* que proporciona al edificio una protección adicional.

Parte de la radiación solar entra directamente en el espacio interior, ya que entre el *espacio tampón* y el interior existen, a su vez, elementos transparentes que permiten la captación solar. Los sistemas más frecuentes son los espacios invernadero (galerías adosadas) y los atrios.

Estos componentes poseen una parte que almacena la energía solar captada, emitiendo esta energía en forma de radiación térmica con un desfase temporal, que depende de las características de los materiales empleados. Básicamente existen dos tipos de sistema: el que tiene un muro macizo, tras un vidrio (el cual produce el efecto invernadero, favoreciendo la absorción de energía a través del muro) y los que, además, combinan el almacenamiento con la convección introduciendo el aire caliente en el espacio que se requiere calentar.

### ***El aislamiento térmico.***

La influencia del aislamiento térmico es decisiva para obtener edificios energéticamente eficientes, además es la estrategia que probablemente tenga una mejor relación coste / eficacia en los edificios que tengan importantes demandas de acondicionamiento.

**1.** Los materiales de aislamiento térmico son aquellos que presentan una elevada resistencia al paso de calor. Siendo que la propiedad física que mide la capacidad aislante es la conductividad térmica<sup>4</sup>,  $\lambda$ , cuanto más bajo sea su valor más capacidad aislante tiene el material. Se considera un material aislante térmico aquel cuyo valor de  $\lambda$  es menor a 0,06 W/m.K referidos a 10°C. La conductividad térmica es una característica intrínseca de cada material.

**2.** Otra característica que se utiliza para evaluar el aislamiento es la resistencia térmica<sup>5</sup>, propiedad de cada producto (tipo de material y espesor). Cuanto mayor sea el valor de la resistencia térmica mayor es la capacidad aislante del producto.

**3.** El tercer dato del aislamiento de los cerramientos es la transmitancia térmica (valor U). Los cerramientos en contacto con el aire exterior (muros de fachada, cubiertas, suelos) en las diversas capas o productos dan como resultado el valor U<sup>6</sup> del cerramiento. Cuanto

---

<sup>4</sup> La conductividad térmica es una característica intrínseca de cada material.

<sup>5</sup> Resistencia térmica se define como el cociente entre el espesor y la conductividad térmica del material.

<sup>6</sup> que es la inversa de la suma de resistencias térmicas de todas las capas que componen el cerramiento y las resistencias térmicas superficiales tanto exterior como interior.

menor es el valor de U, más difícil será que penetre el calor a través del cerramiento, por lo cual será un mayor aislamiento que tendrá el cerramiento<sup>7</sup>.

### ***Reducción de las infiltraciones.***

La diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de un edificio genera un flujo de aire constante a través de grietas, juntas entre materiales, etc. El volumen de aire infiltrado dentro del edificio dependerá de la superficie total de estas pequeñas aberturas o juntas, el gradiente térmico y el grado de exposición al viento de la fachada. Resulta evidente que cuando la temperatura exterior es baja, que el aire frío penetre al edificio aumentará las cargas de calefacción, provocando aumento en el consumo energético y afectando la sensación de confort. Las infiltraciones dependerán de la zona climática en la que se encuentre el edificio.

1. En climas fríos, el control de las infiltraciones puede convertirse en un factor clave de ahorro energético. Por lo que es recomendable sellar al máximo los edificios y controlar las renovaciones de aire por medio de sistemas mecánicos de flujo

---

<sup>7</sup> El Centro Nacional de Energías Renovables, CENER, realizó un estudio interesante en el que identifica el espesor de aislamiento, para cada una de las zonas climáticas y capitales de provincia españolas. Puede consultarse en [www.cteplus.es](http://www.cteplus.es)

constante con el objetivo de reducir las pérdidas de calor.

La *Passivhaus Institut*<sup>8</sup> basa la eficiencia energética en el control de sus infiltraciones, limitándolo en 0.6 renovaciones de aire por hora.

2. En climas suaves, las infiltraciones no son tan relevantes en cuanto a la eficiencia energética, e incluso en climas cálidos y húmedos pudiera suponer una ventaja el hecho de aumentar la tasa de ventilación del edificio.

### ***Sistemas de recuperación de calor.***

Una medida que puede tener un gran impacto en el ahorro energético, tanto en climas fríos como en climas cálidos, es la instalación de un sistema de recuperación de calor. Los recuperadores de calor permiten la renovación del aire interior de un local conservando y recuperando la energía utilizada para climatizar este aire.

De esta forma se consigue recuperar un alto porcentaje de la energía utilizada para calentar o enfriar el aire del interior del local, y reutilizarla. Sin la utilización del recuperador, esta energía se perdería totalmente.

---

<sup>8</sup> Passivhaus Institut <http://www.passiv.de/>

## **1.2.2 Estrategias de reducción de demanda de refrigeración.**

En general la estrategia en invierno es captar el máximo de energía, almacenarla y conservarla. En verano, la estrategia fundamental es evitar el sobrecalentamiento del edificio, minimizando la radiación solar sobre los vidrios de la fachada, ventilando y refrigerando el edificio cuando la temperatura exterior descienda, y reduciendo las cargas internas, sobre todo en el sector terciario.

### ***Ventilación y refrigeración.***

Una de las estrategias más eficiente a la hora de reducir las cargas de refrigeración es el uso de la ventilación de los edificios. La entrada de aire a temperatura inferior a la de confort favorece la pérdida del calor acumulado en la masa térmica, “descargando” térmicamente el edificio y logrando el confort, aumentando la evapotranspiración.

La acción del viento sobre la envolvente del edificio genera diferencias de presión (positivas o negativas), producidas al intentar el flujo de aire superar el obstáculo que supone el edificio, que en las aberturas de la envolvente encuentra un “atajo”, provocando corrientes de aire en el interior del edificio.

La admisión de aire exterior se basa en la comparación de entalpías. Si la energía contenida en el aire exterior (entalpía) es completamente inferior a la del aire interior, se renueva completamente el aire interior sin consumo de energía por parte de los compresores. Se fuerza una renovación parcial del aire con un consumo energético para su climatización ajustado en todo caso al mínimo necesario.

### **1.2.3 Estrategias de eficiencia energética en iluminación.**

#### ***Iluminación Natural.***

Lo primario es el aprovechamiento de la luz natural, mediante la instalación y utilización de sistemas de control y regulación, en aquellas zonas en las que la aportación de luz natural lo permita. Razón por la cual lo que antes era exclusivamente una elección del proyectista ahora es una obligación para la mejora del medioambiente.

La optimización en el empleo de la luz natural conlleva un ahorro energético importante, sobre todo en el sector terciario, y concretamente en los edificios de oficinas, y su utilización contribuye de manera fundamental al confort lumínico.

La Comisión Internacional de Iluminación (CIE) ha publicado guías sobre iluminación en las cuales se expone la importancia de un cálculo previo al diseño de las ventanas, a fin de dimensionarlas y ubicarlas de acuerdo a las características de las iluminancias de las zonas geográficas y los usos del edificio.

### ***Iluminación Artificial.***

Un sistema de alumbrado energéticamente eficiente permite obtener una importante reducción del consumo, sin necesidad de disminuir sus prestaciones de calidad, confort y nivel de iluminación.

Las instalaciones de iluminación de una edificación, serán adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente, al contar con un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como un sistema de iluminación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en aquellas zonas que cuenten con las condiciones adecuadas.

- *Mantenimiento y conservación:* todas las instalaciones requieren de un plan que garantice el mantenimiento de los niveles de eficiencia energética y los parámetros de iluminación.

Para la eficiencia de la iluminación artificial influyen:

- Eficiencia energética de los componentes (lámparas, luminarias, equipos auxiliares).
- Uso de la instalación (régimen de utilización, utilización de sistemas de regulación y control, aprovechamiento de la luz natural).
- Mantenimiento (limpieza, reposición de lámparas).

## **1.3 ENERGÍAS RENOVABLES.**

La reducción de la dependencia energética se ha convertido en una necesidad: ni los recursos pueden resistir más tiempo el ritmo del consumo actual, ni el medio ambiente puede aguantar más las emisiones contaminantes a los que está sometido con el empleo de la energía convencional. La energía del sol, del agua y del viento está a disposición para aprovecharla.

El aprovechamiento de la energía del sol, puede conseguirse de dos maneras:

1. sin mediación de elementos mecánicos, es decir, de forma pasiva,
2. con mediación de elementos mecánicos, es decir, de forma activa.

La energía solar activa, a su vez, puede ser de baja temperatura, media temperatura y alta temperatura, según la captación sea directa, de bajo índice de concentración o de alto índice de concentración.

Las aplicaciones de baja temperatura, realizadas con colectores planos vidriados, los conocidos como paneles solares, son las más extendidas comercialmente. Sus aplicaciones de más interés son:

- a. En edificios. Para conseguir agua caliente sanitaria, calentamiento de piscinas y calefacción.
- b. En instalaciones industriales. Para el agua caliente sanitaria y parcelación de agua para procesos.
- c. En instalaciones agropecuarias. Para la calefacción de los invernaderos, agua caliente de las piscifactorías, etc.
- d. Refrigeración Solar. En emplazamientos con necesidades de agua fría o refrigeración, mediante el aprovechamiento de calor en un proceso de absorción.

De las diversas maneras de obtener energía del sol las más utilizadas en la edificación, son: la Energía Solar Térmica, la Fotovoltaica y la Refrigeración Solar.

## **1.4 ENERGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE.**

### **1.4.1. Edificio de consumo energético casi cero.**

Un edificio de consumo energético casi cero, también denominado popularmente “vivienda pasiva” (Passivhaus, en alemán), dispone de un perfecto aislamiento y es energéticamente eficiente, lo que permite que su principal fuente de acondicionamiento proceda de la energía “pasiva” del sol, el calor corporal y el calor de los electrodomésticos. Además para un consumo energético cero mediante para la captación de energía pasiva, se incorpora,

- ✓ Aislamiento en la cubierta y paredes.
- ✓ Ventanas eficientes de doble o triple cristal.
- ✓ Sistema de ventilación eficiente con recuperación de calor.
- ✓ Energía geotérmica con la cual precalienta el aire interior en invierno y lo enfría en verano.
- ✓ Electrodomésticos eficientes e instalaciones eléctricas inteligentes.
- ✓ Construcción a prueba de corrientes de aire, que evita puentes térmicos.
- ✓ Edificio orientado para aprovechar al máximo el efecto del sol.
- ✓ Paneles solares.

## 1.4.2 Aspectos energéticos.

La visión del consumo del energético en los edificios tiene diversas vertientes. Su reducción representa un menor coste económico para los usuarios, una menor dependencia de fuentes limitadas y una reducción de la contaminación vinculada a su producción. Algunos aspectos a destacar para la eficacia energética son.

### 1. Conservación de la energía.

Una buena generación o captación de energía puede desaprovecharse por completo si el edificio no tiene una alta capacidad de conservación de la energía.

*A mayor conservación mayor economía.*

*Las buenas prácticas para la eficiencia energética:*

1. Aislamiento térmico en cerramientos.
2. Eliminación de puentes térmicos.
  - a) Aislamiento por el exterior.
  - b) Eliminación de hornacinas.
  - c) Capialzados y carpinterías compactas.

3. Eliminación del riesgo de condensaciones intersticiales.
4. Aislamiento por el exterior.
5. Aislantes térmicos con barrera de vapor.
6. Aislantes térmicos equilibrados higrotérmicamente.
7. Ventilación higiénica controlada permanente.
8. Sistemas de ventilación natural controlada a través del tiro natural en los cuartos húmedos.
9. Sistemas de ventilación regulables.
10. Vidrios y carpinterías.
  - a) Vidrios aislantes y bajo emisivos.
  - b) Vidrios reflectantes.
  - c) Carpinterías aislantes.
  - d) Carpinterías de alta hermeticidad.

## ***2. Captación, acumulación y aprovechamiento de las energías naturales.***

Los sistemas pasivos y activos de aprovechamiento de las energías renovables se basan en tres principios: la captación de la energía (calor o frío), su acumulación y su correcto aprovechamiento, gracias a una adecuada

distribución. El edificio en sí mismo o los dispositivos mecánicos que se añadan, deben cumplir esas funciones.

1. Acumulación de la energía.
2. Aislamiento térmico por el exterior.
3. Empleo de materiales con difusividades térmicas altas (alta velocidad de calentamiento) y efusividades altas (alta capacidad de la acumulación, como piedra, metales, cerámica.
4. Empleo del agua como acumulador de calor.
5. Orientación.
6. Cubiertas.
  - a) Ventiladas.
  - b) Ecológicas.
7. Ventilación natural.
  - a) Estructura interior que facilite la ventilación cruzada.
  - b) Chimeneas solares de ventilación.
  - c) Dispositivos de recalentamiento.
8. Dispositivos pasivos específicos de captación solar.
  - a) Galerías con lazo convectivo.
  - b) Falsos invernaderos con lazo convectivo.

9. Dispositivos activos específicos de captación solar.
  - a) Colectores planos de agua caliente.
  - b) Paneles fotovoltaicos.
  - c) Aerogeneradores domésticos.

### ***3. Equipos de acondicionamiento.***

Uno de los puntos más significativos de consumo energético en el edificio es el sistema de acondicionamiento. Se trate de calefacción o de refrigeración, el consumo suele ser elevado en cualquier circunstancia. De ahí que el empleo de equipos de generación de calor o de frío con alto rendimiento, dentro de instalaciones adecuadas y dimensionadas correctamente, ahorrará mucha energía, por lo cual se requieren:

1. Cálculo de cargas.
2. Métodos de simulación.
3. Análisis de la ubicación del edificio.
4. Análisis del uso del edificio.
5. Análisis del funcionamiento del edificio.
6. Análisis de las necesidades del edificio.

7. Fuentes energéticas adecuadas.
8. Equipos de calefacción.
9. Equipos de refrigeración.

#### ***4. Otros equipos y sistemas energéticos de alta eficacia.***

Una parte de la energía que consume el edificio se pierde por la ineficacia de los sistemas de generación, consumo o distribución de la misma, se recomienda:

1. Alumbrado.
  - a) Lámparas de bajo consumo.
  - b) Luminarias de alta eficacia.

#### ***5. Sistemas de regulación y control integrados.***

Cada vez resulta más importante la incorporación de la domótica en el control integral de los sistemas de acondicionamiento y consumidores de energía en general. De este modo se optimizará el empleo de una estrategia pasiva de acondicionamiento o un dispositivo de iluminación natural.

1. Sistemas de acondicionamiento.
2. Sistemas de alumbrado.

### 3. Sistemas integrados.

En resumen para garantizar que un edificio obtenga un alto rendimiento energético es importante que se cumplan los criterios siguientes:

- El edificio tiene bajo consumo energético y baja emisión de CO<sub>2</sub>.
- Un alto nivel de aislamiento.
- Edificio hermético y a prueba de corrientes de aire.
- Ventanas eficientes.
- Sistema eficiente de calefacción, refrigeración y ventilación

Básicamente los principios de eficiencia energética se centran en:

- 1) Un *estudio climático exhaustivo*, con análisis del proyecto, de las variables higrotérmicas temperatura, humedad, radiación solar, velocidad y dirección de los vientos dominantes, etc., de forma que se disponga de datos de las variables de las que habrá que protegerse, y las que

tienen un potencial de aprovechamiento energético.

- 2) Del *análisis conjunto de estos datos y el resto de condicionantes*, debe surgir la primera idea de cómo adecuar en forma y lugar. Además de esta primera fase saldrán ideas que gracias al conocimiento del clima, dará lugar a un proyecto de baja demanda energética.
- 3) Reducción de la demanda que se consiguen con *medidas pasivas*, soluciones bioclimáticas puntuales que han de incorporarse de manera natural al diseño de edificio.
- 4) Buscar la máxima eficiencia a través de las *medidas activas* en los sistemas de acondicionamiento. De esta forma se garantiza la minimización del consumo energético del edificio.
- 5) Finalmente, tras haber diseñado un volumen con muy poca demanda energética para su funcionamiento, y haber previsto los sistemas activos más eficientes para cada caso, se analizarán cuidadosamente las fuentes o recursos locales y las demandas para captar el máximo de la energía necesaria proveniente de fuentes renovables, minimizando el uso de energías fósiles con criterios de máxima eficiencia.

## **II. MEJORES PRÁCTICAS EN REHABILITACIÓN SOSTENIBLE.**

## **2.1 INTRODUCCIÓN.**

Al realizar una rehabilitación a fin de mejorar el comportamiento energético del edificio y disminuir las pérdidas térmicas, aunque las acciones tengan limitaciones por la forma y función de la construcción, es el aislamiento por el exterior, los sistemas adosados al cerramiento, las que atenúen las pérdidas por transmisión.

Es de destacar que en una rehabilitación, debido al volumen de residuos a acumularse, hay que tener en cuenta la homogeneidad y calidad del residuo, ya que en el mayor de los casos será convenientemente reutilizada, en la misma construcción. Todo residuo en potencia que se reutilice, implica la disminución de vertidos, impidiendo así también gastos innecesarios.

### **2.1.1 La Intervención en Edificios Existentes.**

*Rehabilitación Energética* o la *Rehabilitación con Criterios de Sostenibilidad*<sup>9</sup>, según la Real Academia de

---

<sup>9</sup> La palabra “Rehabilitación” en sí, sin que esté unida a la palabra energética, limita el campo de innovación en las acciones de renovación energética y sostenibilidad aplicadas a los edificios existentes pueden ofrecer.

la Lengua Española es: *Habilitar de nuevo o restituir a su antiguo estado.*

PROCESO AMBIENTAL	CONSECUENCIAS POR EXCESO	POSIBLES SOLUCIONES	SOLUCIONES EN URBANISMO Y EDIFICACIÓN Y SU RELACIÓN CON LA REHABILITACIÓN
<b>FÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD</b>	Deterioro de ecosistemas terrestres y marinos.	Frenar la deforestación y la ocupación del suelo. Fijar precio por los servicios ecológicos.	Primar la rehabilitación con criterios de sostenibilidad de barrios y edificios existentes, minimizando la ocupación del suelo por minas, canchales y explotaciones para la obtención de materiales, nueva urbanización, y vertidos derivados de desechos. Diseñar los espacios públicos y la edificación con criterios de mantenimiento de la biodiversidad de vegetación y fauna.
<b>CICLO DEL NITRÓGENO</b>	Expansión de las zonas muertas en aguas dulces y marinas.	Utilizar vehículos híbridos.	Tener en cuenta el uso de vehículos híbridos en el diseño de elementos y sistemas urbanos y edificados.
<b>CICLO DEL FÓSFORO</b>	Fertilización de las cadenas tróficas marinas.	Mejorar la gestión de los residuos.	Tener en cuenta los elementos para los procesos de recogida de basuras en el diseño. Mejorar los procesos de rehabilitación de elementos constructivos eliminando componentes y residuos contaminantes. Incorporar en el uso de materiales la reutilización y del reciclaje.
<b>CAMBIO CLIMÁTICO</b>	Alteración de climas locales.	Usar energías y combustibles de bajo contenido en carbono. Fijar precio a las emisiones de carbono.	Mejorar el comportamiento de consumo energético de los edificios existentes y los de nueva creación. Implantar diseños adaptados al aprovechamiento pasivo y bioclimático de las condiciones climáticas existentes y preveibles. Implantar sistemas de climatización de eficiencia energética elevada. Usar energías y combustibles de bajo contenido en carbono. Diseñar la ciudad para minimizar los desplazamientos en vehículos contaminantes. Usar materiales fríos en pavimentos y espacios públicos.
<b>USO DEL SUELO</b>	Degradación de ecosistemas. Fuga de dióxido de carbono.	Limitar el crecimiento urbano. Cubrir por los servicios ecológicos.	Edificar con criterios de uso de los espacios por los habitantes, no por criterios de ganancias de los constructores. Primar la rehabilitación con criterios de sostenibilidad de barrios y edificios existentes, minimizando la ocupación del suelo por minas, canchales y explotaciones para la obtención de materiales, nueva urbanización, y vertidos derivados de desechos. Revegetación en las ciudades.
<b>CONSUMO DE AGUA DULCE</b>	Degradación de ecosistemas acuáticos. Disminución del suministro de agua.	Mejorar la eficiencia del riego. Instalar sistemas de poco consumo hídrico.	Utilizar sistemas de aprovechamiento de aguas depuradas para riego, limpieza y necesidades urbanas y edificatorias que lo permitan. Instalar sistemas de reutilización de aguas grises en edificios. Instalar griferías y sistemas de bajo consumo en edificación y riego.
<b>DESTRUCCIÓN DEL OZONO ESTRATOSFÉRICO</b>	Radiaciones lesivas para los seres vivos.	Abandono total de los hidroclorofluorocarburos. Comprobar los efectos de nuevos compuestos.	Comprobar los efectos de nuevos materiales de la construcción sobre la salud. Mejorar los procesos de fabricación de materiales para la construcción, evitando el uso de hidroclorofluorocarburos. Comprobar los efectos de instalaciones para servicios urbanos, edificatorios y de la comunicación.

Es evidente que un edificio renovado para conseguir confort, por medio de aprovechamiento de las condiciones medioambientales y de las energías naturales, como la solar pasiva o la ventilación natural, a fin de conseguir menos consumo de energías no renovables, y que en su funcionamiento sea menos contaminante y sostenible; consiguiendo que el edificio

no sea restituido a su antiguo estado, sino que se mejore las condiciones iniciales.

### ***La rehabilitación en el contexto de la sostenibilidad.***

En la década de los 80 y 90, cuando el movimiento sostenible empieza a cobrar interés en la construcción, la atención se relacionaba principalmente con el cambio climático, con las variaciones en temperaturas y otros fenómenos atmosféricos derivados del aumento del CO<sub>2</sub>; en la actualidad se ha ampliado y se abarca otros campos. Aunque se sigue atendiendo al cambio climático, se ha detectado que hay procesos que afectan a la sostenibilidad y que en algunos casos, si alcanzan límites peligrosos, exceden con mucho unos márgenes de seguridad. De los límites propuestos por Jonathan Foley (2009), en la siguiente tabla se han seleccionado para esta guía los aplicados a la construcción. Se identifican acciones y posibles mejoras que pueden implementarse con la rehabilitación.

#### **2.1.2 La rehabilitación sostenible en su proceso y su desarrollo.**

De las muchas posibles definiciones de “rehabilitar”, una especialmente abarcadora, es hacer habitable aquello

que no lo es o de forma más matizada restaurar la habitabilidad perdida, dado que de un modo u otro todo sufre un deterioro con el tiempo, y también, los valores de lo habitable evolucionan. Es decir, existe un plano físico en el que hay que enfrentar el deterioro (incluso en una sociedad estática) y un plano humano, en el que los valores cambian. En este último plano cabe situar las exigencias sobre la sostenibilidad, exigencias que desde las Cumbres de Río y Kyoto han llegado a plasmarse en acuerdos internacionales y que han dado pie a un fin común que es el desarrollo sostenible (Luxán, 2010) Debido a ese doble plano de la rehabilitación, la sostenibilidad presenta al menos dos facetas directamente diferenciadas respecto a ella.

1. En primer lugar, el carácter sostenible de la rehabilitación *per se*.
2. En segundo lugar, los aspectos que permiten calificar a las técnicas constructivas utilizadas en la rehabilitación como sostenibles (por contraposición a aquellas otros que no lo son).

El catedrático Gunther Moewes (1997), afirmaba: “Básicamente, existen tres procesos que pueden conducir razonablemente a reducir el consumo energético o la carga sobre el medio ambiente:

1. La rehabilitación de edificios existentes

2. La sustitución de antiguos edificios ecológicamente despilfarradores por nuevas formas de bajo consumo y
3. El cierre de puentes térmicos en los edificios.

Basado en estos procesos hay aspectos previos que se identifican con claridad:

- Un crecimiento demográfico pequeño, y con amplios parques de viviendas, la calificación de nuevo suelo para urbanizar y edificar supone siempre un despilfarro, incluso aun cuando se utilicen técnicas constructivas ecológicas.
- El componente principal del consumo energético de los edificios es debido al uso cotidiano del edificio. Por ello merece la pena intervenir edificios con gasto energético excesivo.

En general, el gasto energético excesivo en un edificio se produce cuando se dan dos condiciones, por orden de importancia:

1. Uso intenso de instalaciones (calefacción y acondicionamiento de aire, alumbrado, etc.) junto al uso irresponsable del edificio (por ejemplo, edificios sin aislamiento y/o sin

inercia térmica). Es raro que un edificio tenga un consumo excesivo de energía sin ambas condiciones simultáneamente.

2. El coste energético de construcción, que la EPBD indica del orden de un 20% del consumo anterior, (Vázquez, 2001).

En lo que se refiere a las infraestructuras urbanas, su incidencia en el consumo energético para un edificio no depende sólo de su durabilidad, también del edificio.

De ahí, el último proceso apuntado por Moewes: la rehabilitación de una estructura urbana compacta. En este mismo apartado cabe mencionar el caso de la vivienda vacía en los centros urbanos (Naredo 2000: cualquier política cuyo resultado sea la reinserción de tales viviendas en el mercado inmobiliario tiene como resultado la rehabilitación de la estructura urbana y con el aumento de su eficiencia se obtiene la reducción de su impacto ambiental.

En este análisis han coincidido distintos autores (Vázquez, 2001), y es recogido por la Ley de Ordenación del Territorio y Protección del Paisaje (Generalitat Valenciana, 2004); de manera que el consenso teórico es amplio. Las conclusiones que cabe extraer para los objetivos de este documento son:

La rehabilitación debe entenderse como un proceso sostenible siempre que:

- su vida útil sea del mismo orden que la del propio edificio rehabilitado o superior;
- se asegure que el mantenimiento y uso de lo rehabilitado no prosiga un derroche energético previo;
- y todo ello con independencia de que en la rehabilitación se incluyan o no técnicas o materiales “ecológicos”.

La rehabilitación puede ser ecológica si, además de lo anterior, se pone énfasis en la mejora del comportamiento energético del edificio y en la calidad de vida de sus habitantes -mejora o protección- de la habitabilidad (Ramón, 1983).

## **2.2 REHABILITACIÓN TÉRMICA DE EDIFICIOS.**

La *envolvente térmica* tiene un papel fundamental en la demanda energética para la climatización de las edificaciones. Para conocer sus características en edificaciones existentes es preciso tener en cuenta

algunos datos que, a su vez, permitirán establecer actuaciones que alcancen un elevado grado de eficiencia de las soluciones de rehabilitación: la construcción, los materiales y sistemas constructivos y el tipo de edificio. Características que están ligadas a su vez a los siguientes parámetros:

- Normativa técnica de aplicación.
- Materiales y sistemas constructivos.
- Tipología edificatoria.

También hay que tener en cuenta la *estabilidad, la orientación y la configuración urbana*, que determinan las posibilidades y necesidades de utilizar o protegerse de las condiciones climáticas y que son de difícil valoración de una forma unificada.

*Para ello se requiere el conocimiento integro de la edificación, los aspectos técnicos y energéticos y, los ligados al uso del edificio, el confort, el diseño arquitectónico y urbano.*

En lo cual es preciso tener en cuenta que la rehabilitación sostenible es un *“medio de transformación y cualificación de la energía”* (Pereda, 2011) y por ello es posible *“hacer emerger los recursos energéticos y económicos desperdiciados en procesos deficientes de*

*interacción y transformación de la energía en el urbanismo y la edificación” (Pereda, 2011).*

## **2.2.1 Estimaciones de ahorro de energía de la rehabilitación frente a la nueva construcción.**

Habitualmente, cuando se habla de rehabilitación con criterios de sostenibilidad, se utilizan parámetros referentes a consumos, ahorros energéticos y económicos, referidos a la amortización de las actuaciones, obviándose en numerosas ocasiones un factor fundamental, relacionado directamente con el bienestar y la calidad de vida del usuario, como lo es el confort.

No obstante, lo cierto es que la evaluación del confort térmico en el interior de un edificio es una tarea compleja, para la que existen diversos métodos, además de las variables cuantificables que influyen directamente sobre esta sensación, como son la temperatura y humedad del aire, la velocidad del aire, la actividad física y el arropamiento, también existe una componente subjetiva, que en muchos casos es función de las costumbres y características metabólicas y físicas de las personas. No obstante, lo que sí es cierto es que a través de la intervención en la envolvente térmica del edificio se mejora las condiciones higrotérmicas del

interior de la edificación, independientemente del uso complementario de los sistemas activos para poder alcanzar el confort.

En este sentido, es probable que se hayan agravado significativamente desde 2004 las condiciones recogidas en dicho informe, teniendo en cuenta la situación actual de crisis económica del país. Y, ello implicaría un considerable aumento del porcentaje de hogares españoles que no pueden hacer frente a las facturas de energía y que, por tanto, no alcanzan las condiciones de confort adecuadas. Por ello, se reafirma el papel relevante de la rehabilitación de la envolvente térmica del edificio frente al resto de actuaciones, para reducir, e incluso, en algunas zonas climáticas, eliminar el consumo energético y, con ello, el gasto correspondiente a la energía consumida en climatización a lo largo del año.

### **2.2.2 Otras inversiones en la rehabilitación.**

De cara a proponer las posibles actuaciones de rehabilitación energética, es de interés la estimación de la relación entre la inversión necesaria para llevar a cabo las obras necesarias y la cantidad de energía ahorrada como resultado de la misma.

Hay que tener en cuenta que dicho consumo de energía está determinado por el rendimiento los sistemas de calefacción y refrigeración. De tal forma que, el ahorro de energía, en kWh/m<sup>2</sup>, entre la situación inicial y final del sistema constructivo será la diferencia de los valores obtenidos a partir de los métodos señalados con anterioridad, repercutidos por el rendimiento del sistema. Con este ahorro de energía, se puede, a su vez, estimar el ahorro de emisiones de kg CO<sub>2</sub> por metro cuadrado, según las bases de datos del Ministerio de Medio Ambiente. Complementariamente a la cantidad de energía que previsiblemente se consume en función de la transmitancia inicial y final del cerramiento.

### **2.3. RESTAURACIÓN SOSTENIBLE.**

Restaurar, reparar, recuperar, intervenir en lo construido forma parte desde siempre de las acciones encaminadas a la recuperación del medioambiente construido. El ahorro energético, económico, ecológico y cultural, que la recuperación de un edificio o de un barrio implica en relación con su construcción de nueva planta resulta fuera de toda duda.

Se centra en dos vertientes:

1. proporcionar las herramientas prácticas para la realización de restauraciones, utilizando materiales de mínimo impacto que generen una garantía de durabilidad;
2. mejorar el nivel eficiencia energética de los edificios intervenidos.

Según Georgios Tragopoulos, técnico de Eficiencia Energética de WWF España, “la rehabilitación energética supone una oportunidad para salir de la crisis. Al disminuir el consumo de energía, es posible ahorrar en importaciones de combustibles fósiles y minimizar las emisiones de CO<sub>2</sub>, contribuyendo así a frenar la crisis climática. Además, fomenta la creación de empleos de calidad, ya que la rehabilitación energética de 3,3 millones de viviendas en España hasta 2020 crearía 150.000 empleos locales sostenibles a largo plazo”.

### **2.3.1 El patrimonio construido como residuo.**

Desde el momento en que se decide demoler un edificio, lo que antes había sido un patrimonio material y energético se convierte en un residuo que hay que

eliminar del lugar, abatiendo en el proceso su más o menos atribuida toxicidad.

Si en la parcela resultante se construye un nuevo edificio, se suman los costes físicos de la nueva edificación a los costes asociados a la antigua. La operación sólo puede ser ecológicamente rentable cuando la nueva edificación conlleva costes físicos de fabricación notablemente bajos junto a costes físicos de uso también más bajos que en la edificación sustituida.

La consideración del coste energético de una demolición y los residuos producidos inclina aún más a favor de la rehabilitación. Al hacer la evaluación medioambiental de un derribo, habría que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Contaminación acústica de la acción del derribo
- Contaminación por el polvo en el transporte de los materiales ,
- Consumo de energía y materiales en las colindancias
- Contaminación por consumo de energía de maquinaria de derribo, cintas transportadoras, etc.
- Contaminación por consumo carburantes en transporte
- Contaminación por retención del tráfico
- Ocupación del suelo por vertidos

Para la evaluación de la sustitución por edificación nueva, habría que añadir a los anteriores aspectos, los siguientes:

- Impacto medioambiental por obtención de materiales, minerales, rocas etc.
- Contaminación e impacto medioambiental de la fabricación de elementos constructivos.
- Contaminación por consumo de energía y materiales en transporte a obra
- Contaminación por consumo de energía de maquinaria para puesta en obras, etc.
- Contaminación por retención del tráfico.

### **2.3.2 Rehabilitar es más sostenible que nueva construcción.**

Rehabilitar un edificio aunque se sustituyan todas las carpinterías, se le dote de aislamientos y se le cambien las instalaciones, supone un ahorro energético y de contaminación del 60% aproximadamente frente a la construcción de otro nuevo.

La rehabilitación sostenible ha de conseguir:

- Organización que permita la flexibilidad.
- Actuar con soluciones desde el exterior para no tener que desalojar a los vecinos.
- Actuaciones que minimicen las operaciones que impliquen golpes ni acciones que puedan crear temor a la aparición de grietas o temblores.
- Minimizar las operaciones que causen polvo en suspensión.
- No ocultar los inconvenientes o incomodidades, informando antes y durante la rehabilitación.
- Reforzar la información a todos los usuarios sobre zonas protegidas y pasos prohibidos.
- Plantear una gestión por objetivos y un seguimiento riguroso del proyecto.
- Coordinar en el tiempo actuaciones de sectores diferentes.
- Una gestión que permita incorporar nuevas actuaciones o revisar las programadas.

## **2.4. CRITERIOS DE INTERVENCIÓN EN LAS EDIFICACIONES.**

A continuación se señalan las estrategias generales a la hora de abordar un proyecto de rehabilitación en las edificaciones existentes teniendo en cuenta criterios de sostenibilidad, y que se desarrollan en función de los condicionantes que intervienen en el proyecto: técnicos, sociales, económicos.

### **CALEFACCIÓN.**

- Reducir la demanda de energía.
- Utilizar, en lo posible, las ganancias solares pasivas.
- Mejorar el aislamiento de la envolvente (muros, carpinterías, acristalamientos, cubierta).
- Considerar la posición de los aislantes en función del espesor y el tipo de muro.
- Aprovechar la inercia térmica que aportan algunos sistemas constructivos.
- Reducir las pérdidas por infiltraciones y puentes térmicos.
- Mejorar la eficiencia energética.

- Evaluar la eficiencia energética de las instalaciones existentes.
- Mejorar las medidas de control (termostatos,...).

### ***REFRIGERACIÓN.***

- Reducir la demanda de energía.
- Evitar el soleamiento sobre la envolvente.
- Mejorar la eficiencia de la iluminación y otros equipamientos que aporten calor al interior de las viviendas.
- Utilizar la ventilación natural nocturna.
- Aportar humedad mediante vegetación cuando sea posible.
- Evitar la instalación de bombas de calor en fachada para reducir el calentamiento del aire próximo a la envolvente.
- Mejorar la eficiencia energética.
- Asegurar la eficiencia de bombas de calor y ventiladores.
- Mejorar el sistema de control del aire acondicionado (si es inevitable su instalación).

## ***ILUMINACIÓN.***

- Reducir la demanda de energía.
- Mejorar la iluminación natural (utilizar sistemas pasivos de iluminación de patios interiores,...).
- Racionalizar el uso del espacio.
- Mejorar la eficiencia energética.
- Rediseñar la distribución de la iluminación artificial para racionalizar su uso.
- Colocar luminarias de bajo consumo.
- Mejorar el control.

## ***AGUA.***

- Reducir la demanda de energía.
- Utilizar agua tratada para el consumo humano únicamente cuando sea necesario.
- Mejorar el almacenamiento de agua y la disposición de la instalación.
- Instalar contadores de agua individuales para reducir la demanda.
- Mejorar la eficiencia.

- Instalar sistemas de ahorro (cisternas de doble descarga, aireadores en grifos,...)

### ***MATERIALES.***

- Reducir la demanda de energía.
- Utilizar materiales fabricados localmente para reducir el consumo por transporte.
- Evaluar las contraprestaciones del material puesto en obra en relación con el coste energético de fabricación y transporte.
- Utilizar materiales con etiquetado ecológico.

### ***GESTIÓN DEL EDIFICIO.***

- Reducir la demanda de recursos del edificio.
- Asegurar un buen mantenimiento durante toda su vida útil.
- Alargar la vida útil del edificio.
- Mejorar la eficiencia del edificio.
- Monitorizar las viviendas para conocer el gasto energético.
- Asegurar un uso y un mantenimiento eficiente.

- Evaluar la implantación de sistemas de gestión de la energía.

Otra estrategia a tener es la elección de acabados exteriores de color claro en los materiales, como es el caso de la cubierta, que tiene mayor exposición solar y menor repercusión sobre edificios colindantes.

En resumen, todas las medidas destinadas a la mejora de la capacidad térmica de la envolvente de los edificios deben adecuarse a cada caso concreto y tener en cuenta no sólo los aspectos técnicos señalados, sino otras cuestiones como el nivel de protección de la construcción, el impacto acústico, la posibilidad de colocar andamios para la ejecución de las obras o la accesibilidad y, además, otros más subjetivos, como la modificación de la estética de los edificios o la calidad urbana resultantes de los espacios rehabilitados.

### **2.4.1 Condiciones de Rehabilitación.**

Rehabilitar con criterios de sostenibilidad un edificio de viviendas, manteniendo los muros y forjados, aunque se cambie la tabiquería interior, se sustituyan todas las carpinterías, se le dote de aislamientos y se le cambien las instalaciones, supone un ahorro energético y de contaminación del 60% aproximadamente frente a la construcción de otro nuevo.

1. Las posibilidades de ahorro de energía en el consumo para climatización, en edificios rehabilitados, son del 60% del consumo actual, con la consiguiente disminución de contaminación derivada.
2. La rehabilitación minimiza los problemas de desarraigo e insostenibilidad social de poblaciones con carencias económicas.
3. La rehabilitación implica procesos, sistemas y modos de actuar diferentes a los de la construcción de nuevas edificaciones.
4. Hay que entender la rehabilitación, como un modo de ahorro global de energía y materiales y un recurso de adecuación medioambiental prioritario.

*Hay que proponer la rehabilitación sostenible de los edificios existentes, como proyectos de innovación e investigación técnica y formal*

Marcar unas pautas de cómo realizar una acertada rehabilitación es complejo. Las directrices que se marcan deben entenderse como una guía, a interpretarse en cada momento y para cada situación específica. En todo caso, como principio fundamental,

deberá respetarse el diseño y las características propias de la arquitectura evitando principalmente la inclusión de elementos constructivos distorsionadores y conservar frente a recrear.

## **III. MEJORES PRÁCTICAS EN EL USO DE MATERIALES.**

### **3.1. INTRODUCCIÓN.**

La sostenibilidad en la arquitectura está en fase de desarrollo, de definir sus criterios de construcción, corresponde a esta fase puntualizar los aspectos referido a los materiales. El Análisis del Ciclo de Vida energético, contaminante o consumidor de sustancias dará sentido a la selección de los materiales. La elección de materiales sanos, reciclados o, en cualquier caso, reciclables, será básico.

*Conocer en detalle la importancia de la selección de materiales y el uso eficiente de los mismos a la hora de construir y su contribución en la sostenibilidad y*

La salud del hombre tiene que ver con el entorno en el que vive. Los materiales que se utilizan para construir los edificios no siempre responden a lo que se les debe pedir, que sean naturales, sanos y reciclados, y que tengan la capacidad de ser reciclables.

La importancia de los Materiales de Construcción Sostenibles radica en que considerando que el 40% de

los materiales utilizados en la Unión Europea está destinado a la construcción y mantenimiento de edificios, está presente desde antes de iniciar la construcción sostenible.

Son considerados Materiales de Construcción Sostenibles aquellos que son duraderos y que necesitan un escaso mantenimiento, incluso pueden reutilizarse, reciclarse o recuperarse.

A diferencia del planeamiento, el diseño y la construcción de los edificios, el uso de los materiales está más al alcance de cualquier persona (reformas, mantenimiento, etc.) por lo cual el campo de acción de la arquitectura bioclimática se extiende a diversos gremios lo que a la vez representa un reto mayor.

### **3.1.1 Incidencia Ambiental de los Materiales de Construcción.**

Se detectan cinco puntos en los cuales focalizar el impacto que causan los materiales sobre la salud y el medio ambiente:

### **1. Consumo de energía.**

Utilizar materiales de bajo consumo energético en todo su ciclo vital, será uno de los mejores indicadores de sostenibilidad. Los materiales pétreos como la tierra, la grava o la arena, y otros como la madera, presentan el mejor comportamiento energético.

Mientras que los plásticos y los metales -sobre todo el aluminio- consumen mucha energía en el proceso de fabricación; sin embargo, no obstante los plásticos son muy aislantes y los metales, muy resistentes.

### **2. Consumo de recursos naturales.**

El consumo a gran escala de ciertos materiales puede llevar a su desaparición. Sería una opción interesante el uso de materiales que provengan de recursos renovables y abundantes, como la madera.

### **3. Impacto sobre los ecosistemas.**

El uso de materiales cuyos recursos no provengan de ecosistemas sensibles, es otro punto a tener en cuenta. Como la bauxita que proviene de las selvas tropicales

para fabricar el aluminio o las maderas tropicales sin garantías de su origen.

#### ***4. Emisiones que generan.***

La capa de ozono se redujo, entre otras razones, por la emisión de los clorofluorocarbonos (CFC<sup>10</sup>).

#### ***5. Comportamiento como residuo.***

Al concluir su vida útil, los materiales pueden causar graves problemas ambientales. El impacto será menor o mayor según su destino (reciclaje, incineración, reutilización directa)

Ejemplo son el uso posterior de vigas de madera, antiguas tejas cerámicas o material metálico para chatarra que es muy apreciado.

---

<sup>10</sup> Materiales Compuestos de Fibra de Carbono.

## **3.2. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLES.**

Los materiales tradicionales de construcción: tierra, piedra, ladrillos, cal, yeso y madera, perviven desde la antigüedad hasta nuestros días. Las estructuras de las edificaciones de muros de carga, hechos a base de tapial o adobe, se protegieron o revistieron con revocos de cal y yeso para evitar su deterioro, y se sustituyeron en edificios representativos por los de piedra o arcilla cocida con el objeto de garantizar su durabilidad a lo largo de la historia. Los forjados y cubiertas de madera, muy vulnerables ante el fuego, se sustituyen por bóvedas de piedra o ladrillo, y más tarde por perfiles metálicos.

El uso de los materiales llamados de síntesis: los polímeros, obtenidos en un principio a partir de resinas vegetales (1860 celuloide), almidones y carbón, y en nuestros días a partir del petróleo, se extiende a todo el mundo a partir de los años 50, sobre todo para fabricar materiales de aislamiento y láminas de

impermeabilización, instalaciones de fontanería, electricidad y revestimientos, en forma de placas, láminas y aditivos para morteros.

Producir de forma sostenible es el reto que la industria de la construcción ha de alcanzar en este siglo XXI, promoviendo el proyecto y la ejecución de edificios e infraestructuras capaces de responder a los estándares de calidad y a los requisitos de la edificación exigidos por la sociedad, y producidos mediante prácticas constructivas responsables, que aseguren el respeto, la conservación y el desarrollo de los valores económicos, sociales y medioambientales del entorno.

La transformación de la materia prima, en la que se emplean grandes cantidades de agua y energía, tiene como objetivo fabricar productos de calidad, que se adecuen a las exigencias marcadas en la normativa, y que sean durables, es decir, que no se deterioren por la acción de los fenómenos meteorológicos, por la agresividad ambiental, o por el uso continuado.

## GUIA DE MEJORES PRÁCTICAS EN 5Rs.

MATERIAL	K/M2 Construido
Áridos pétreos	1.490,0
Cerámica	557,0
Cemento	192,0
Mortero prefabricado	132,0
Cal	51,0
Hormigón prefabricado	38,0
Acero	35,0
Madera	17,0
Cerámica ligera	15,0
Terrazo	14,0
Acero galvanizado	13,0
Yeso	12,0
Aluminio lacado	2,5
Aditivos	4,8
PVC	2,0
Aluminio anodizado	0,5
TOTAL KG/m2	2.575,8

Fuente: Datos del CIES: Centre d'Iniciatives per a l'Edificació Sostenible.

Algunos materiales de la lista provocan un alto impacto en el medioambiente pero su cuantificación en el edificio es baja, otros son de bajo impacto pero se usan de forma masiva en construcción y otros pueden provocar graves peligros para la salud humana. En cualquier caso para valorar cualquier producto, es preciso definir y cuantificar su actuación y rendimiento en cada unidad constructiva, y su repercusión en la totalidad de la obra.

Hay estudios que ponen de manifiesto que la cuantificación de los materiales por superficie de edificio está condicionada en gran medida por la tipología edificatoria, por el tipo de estructura elegido para su configuración y por el diseño arquitectónico, que incide determinantemente además en los sistemas de envolventes (fachadas y cubiertas) y revestimientos.

### **3.2.1 Estrategias Medioambientales.**

Para construir *Edificios Sostenibles* es preciso recurrir a estrategias configuradas en base a criterios

medioambientales pero también económicos y sociales, y en el caso de los materiales de construcción, tener en cuenta que si bien en todo su ciclo de vida se precisa del consumo de mucha materia prima, agua y energía, se emiten sustancias nocivas al medio, y se trastornan los ecosistemas naturales, y que las estrategias deben ir encaminadas a:

1. Reducir las actuaciones urbanísticas y edificatorias como acción primordial y apoyar actuaciones de rehabilitación preferiblemente.
2. Usar elementos reutilizados de otras obras ya demolidas.
3. Fabricar materiales a partir de residuos reciclados, también es preciso advertir que el uso de determinados materiales interviene positivamente en la evaluación de la sostenibilidad de los edificios donde se ubican, ya que:
  - Con su uso disminuyen las necesidades de climatización, mejorando la calidad de vida de las personas y evitando consumos elevados

de energía y emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

- Se fabrican con la posibilidad de incorporar tecnologías de captación de energía, de acumulación de calor, sumideros de CO<sub>2</sub>, etc.
- Se potencia el crecimiento de la economía local o nacional, desarrollando industria y creando puestos de trabajo.
- Se reducen las labores de mantenimiento durante la fase de uso, disminuyendo costes e impactos medioambientales.
- Se facilita la separación selectiva de residuos de demolición, favoreciendo el reciclaje.

La sostenibilidad de un material de construcción, es considerar las diversas fases del ciclo de vida de los productos desde su fabricación a su reciclado o valorización, y tener una perspectiva global e integral.

### 3.2.2 Materiales Ecológicos.

La normativa UNE 15.301:2003 define el Ecodiseño como *aquel diseño que considera los impactos ambientales en todas las etapas del proceso de diseño y desarrollo de productos, para lograr que generen el mínimo impacto ambiental posible a lo largo de su ciclo de vida*. Asimismo define ecoeficiencia como *la puesta en el mercado de productos económicamente competitivos que satisfagan las necesidades humanas y proporcionen calidad de vida, a la vez que reduzcan progresivamente los impactos ambientales y la intensidad de consumo de recursos a lo largo de su ciclo de vida, hasta un nivel al menos en línea con la capacidad de asimilación de la tierra*.

La FAO define “ecológico” a todo producto agrícola o ganadero que sea:

- Respetuoso con el medio ambiente: reduce al mínimo la polución del aire, suelo y agua.

- Logra un nivel óptimo de salud y productividad de las comunidades interdependientes de plantas, animales, y seres humanos
- Producido sin el uso de sustancias químicas de síntesis: pesticidas, fertilizantes, medicamentos. Obtenido respetando el ritmo de crecimiento de plantas y animales.
- Elaborado sin adición de sustancias artificiales: aditivos, colorantes, saborizantes, aromas.

En la construcción, son materiales ecológicos aquellos que para su fabricación y colocación en la unidad constructiva, y para asegurar su durabilidad y bajo coste de mantenimiento, requieren de operaciones y actuaciones de bajo impacto medioambiental y no constituyen un riesgo para la salud de las personas.

- Naturales, con mínimos procesos de transformación y adaptación (tierra, adobe, madera, corcho, bambú, paja, serrín, etc...), pero que no se alteren con la luz, el calor o el frío y la humedad, no precisen de costosas

labores de mantenimiento, ni sean potenciales focos de insectos, plagas y mohos.

- Materiales con una alta proporción de reciclado en su composición.
- Reutilizados de otros edificios, de derribos y mercado de segunda mano, como tradicionalmente se ha hecho con las tejas, ladrillos y azulejos.
- Materiales locales, que no precisen de transporte a largas distancias y apoyen la economía local.

Teniendo en cuenta que una medida más respetuosa con el medioambiente es hacer elementos constructivos más ligeros y que requieran menos materia.

### **3.2.3 Materiales Tecnológicos Sostenibles.**

Aquellos materiales durables o que incorporan tecnologías diversas: de captación de energía, digestores de CO<sub>2</sub>, que eliminen la contaminación de las ciudades, y que en principio pueden tener un coste medioambiental superior al de un material natural pero aportan un alto beneficio medioambiental a largo plazo.

### **3.2.4 Nuevas Tendencias.**

Desde el ámbito de los usuarios y profesionales, la demanda de una construcción más sostenible dependía hasta hace pocos años exclusivamente de motivaciones y cuestiones de conciencia personal, pero poco a poco van apareciendo ordenanzas municipales y decretos a nivel de comunidades autónomas y a nivel nacional que exigen y dirigen al sector a adoptar medidas que mejoren el comportamiento medioambiental de los edificios e infraestructuras.

## **3.3. MATERIALES CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD.**

### **3.3.1 Clasificación Sostenible.**

Los productos que empleamos en la construcción de edificios e infraestructuras, provienen directamente de la Naturaleza, de fuentes no renovables, y tras procesos de transformación más o menos intensos se colocan en obra.

La materia prima utilizada en la fabricación de materiales de construcción, puede tener diversa procedencia:

- Extraída directamente de la naturaleza, de fuentes no renovables o con tasas de renovación lenta con respecto a la tasa de uso, como es el caso de la madera.
- De material reciclado procedente de la demolición edificios e infraestructuras, que se

procesa y se transforma dando origen a nuevos productos.

- De la mezcla de materia prima cruda y material reciclado, en porcentajes variables.
- De la reutilización de productos seleccionados del derribo de edificaciones.

Una primera clasificación de los productos de construcción, en función de las necesidades de manufactura previa para ser utilizados:

- **NATURALES** como la piedra, los áridos, la tapia, el corcho o incluso la lana de oveja utilizada en bioconstrucción como aislantes, que precisan para su colocación en obra tratamientos previos de limpieza únicamente.
- **TRANSFORMADOS**, los que precisan procesos complejos de manufactura para ser utilizados, también llamados artificiales, como en el caso del hormigón, ó de síntesis, o sintéticos en el caso de los plásticos.

- MIXTOS, o compuestos, aquellos en los que la materia prima cruda se mezcla con productos transformados o sintéticos, como el caso de tableros aglomerados, en los que la madera se mezcla con resinas sintéticas, o el BTC en el que la tierra se estabiliza con cal hidráulica o cemento para evitar su deterioro con la humedad.

Los productos provenientes de material reciclado, tienen cada vez más presencia en el mercado, ya que con su uso se evitan los problemas medioambientales asociados a la extracción en cantera y se preservan los recursos naturales (materia prima y energía), cuya extracción para la fabricación de materiales de construcción ha sido alta en los últimos años.

La industria de la construcción pone a disposición una gran variedad de productos de diversa *naturaleza* y *formato* para la construcción de los sistemas estructurales y las envolventes, con el objeto de que den respuesta a los requisitos básicos exigidos a la edificación establecidos en la normativa, a la creciente

demanda de calidad en la obra construida, y a los principios de la construcción sostenible, considerando cuestiones puramente formales o estéticas, económicas, técnicas, por tradición, o según el contexto en el que la obra se ubique.

### **3.3.2 Materiales empleados en la construcción.**

Para tener una aproximación y valorar las medidas que conduzcan a la tendencia de consumo sostenible en la construcción, a continuación se ofrece una visión global de que materiales son los que habitualmente se utilizan en el sector de la construcción y los impactos negativos que provocan en el medioambiente.

Los materiales de construcción se clasifican según los elementos constructivos donde se emplean, ya que aunque se traten de materiales similares, existen diferencias derivadas en función del uso y las solicitaciones a las que esté sometido durante la vida útil.

### ***Envolventes.***

Las envolventes son los sistemas constructivos que configuran las fachadas y cubiertas de los edificios, y que tienen la importante misión de protegerlos y generar en el interior espacios habitables.

En las fachadas más modernas, se incluyen perfiles metálicos para anclar piezas de revestimiento, elementos de aislamiento y capas interiores.

Los impactos asociados a las envolventes van a caracterizarse por:

1. Materiales constituyentes, espesores de los sistemas constructivos, y peso.
2. Porcentaje de huecos de las fachadas y cubiertas.
3. Ahorro energético en la fase de uso del edificio por climatización.
4. Mantenimiento de la envolvente y durabilidad.

### ***Aislamiento.***

Para garantizar la eficiencia energética de los 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. El aislamiento se consigue con disposiciones constructivas, cámaras de aire, materiales de baja densidad, o con productos específicos de refuerzo que se clasifican en los siguientes grupos:

**Lanas minerales:** La lana mineral es una sustancia inorgánica fabricada a partir de fibras minerales (arena silíceas y roca basáltica), con unas propiedades de aislamiento térmico y acústico excelentes, combinadas con una excepcional protección contra el fuego.<sup>11</sup>

- Lana de roca
- Lana de vidrio

---

<sup>11</sup> Knauf Insulation presentó, en la Feria Novabuild su producto de aislamiento: SUPAFIL Lana Mineral para inyectar.

**Productos poliméricos:** Evitando aquellos que han empleado los HCFC's o los CFC's, que produzcan residuos tóxicos, y que sean no inflamables.

- **Poliestireno extruido (XPS):** Es un aislante de altas prestaciones, y de alta resistencia a los agentes meteorológicos y al envejecimiento. Es el único aislante térmico capaz de mojarse sin perder sus propiedades.
- **Poliestireno expandido (EPS):** Es un aislante de altas prestaciones, y de alta resistencia a los agentes meteorológicos y al envejecimiento.
- **Poliuretano PUR/PIR:** se utiliza en forma de paneles rígidos o en aplicación proyectada in situ de espuma rígida ligera, con más del 90 % de las celdas cerradas y muy aislante. Tiene una gran adherencia sobre cualquier superficie, no absorbe humedad ambiental y la relación precio capacidad aislante es muy buena. Posee un alto grado de combustión que hace que se esté sustituyendo por otros productos como las lanas minerales que son ignífugas.

Los productos poliméricos de aislamiento pueden provocar los siguientes impactos negativos en el medioambiente:

1. Emisiones de compuestos orgánicos volátiles COV o de clorofluorocarburos CFC's,
2. Filtraciones a las aguas residuales de cargas elevadas de compuestos orgánicos,
3. Producción de cantidades grandes de disolventes usados y de residuos no reciclables,
4. Elevado consumo energético en la fabricación.

**Vidrio celular:** aislante fabricado con vidrio reciclado, que mediante procesos térmicos se esponja apareciendo una red de burbujas de aire en su interior. Es un aislante de muy buenas características mecánicas y de baja absorción de agua. Es un material no combustible.

**Productos naturales:** son ecológicos porque precisan de leves procedimientos de manufactura, ha de tenerse el cuidado de ser tratados contra insectos y hongos y de que no se saturen de agua porque pierden sus propiedades aislantes.

- Corcho.
- Celulosa.
- Lana de oveja.
- Lino o cáñamo.
- Serrín.
- Paja.

### ***Impermeabilización.***

Los productos de impermeabilización se comercializan en forma de láminas y productos líquidos, y son generalmente materiales sintéticos ó poliméricos. Los más habituales son: Etileno propileno dieno monomero (EPDM) o polietileno (PE), poliolefinas (FPO), polocloruro de vinilo (PVC), caucho de cloropeno (CR), láminas asfálticas o bituminosas (LO, LBM, etc.),

pinturas bituminosas, de clorocaucho, poliéster, epoxi, etc. Son productos poliméricos, reciclables, de fácil colocación y durables, pero que producen en el medioambiente impactos negativos y generan residuos tóxicos<sup>12</sup>.

### ***Revestimientos.***

Los revestimientos en las envolventes se emplean con doble objetivo: estético y de protección frente al medio y al uso del edificio. La gama es muy variada, pudiendo clasificarse en dos grandes grupos: continuos y discontinuos.

**Continuos:** En el interior se emplean usualmente enlucidos de yeso, y en algunos casos morteros y estucos de cal, y en el exterior es usual emplear

---

<sup>12</sup> Es recomendable diseñar sistemas constructivos que no incluyan estos materiales, o emplear productos de impermeabilización con elevados porcentajes de material reciclado, que garanticen que se han fabricado regulando los contenidos en sustancias tóxicas, o CFC's y protegerlos de la acción de los agentes meteorológicos y la agresividad ambiental propia de la contaminación de las ciudades, para garantizar su durabilidad.

enfoscados de mortero de cemento, en ocasiones aditivados con sustancias de naturaleza polimérica.

YESO. Es totalmente reciclable y no supone un riesgo en el reciclado de residuos de construcción y demolición

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. La alternativa ecológica del mortero de cemento es el de Cal puro, que si bien tiene impactos muy parecidos a los del cemento, la energía necesaria para su fabricación es menor.*

**Discontinuos:** Los revestidos discontinuos son piezas de formatos y dimensiones diversas, que se fijan al soporte mediante productos adhesivos en pasta o

mediante fijaciones mecánicas, y se clasifican en función de su aplicación como pavimento o revestido mural. Son los aplacados y pavimentos de piedra o cerámicos, vidrios, piezas metálicas, de madera o similar, y sintéticas.

Las características y el coste medioambiental son variados en función de la naturaleza de las piezas:

- Las baldosas cerámicas, hidráulicas y de piedra, de altas prestaciones y durabilidad, requieren un gran consumo de energía para su producción.
- La madera, el linóleo y el corcho son las mejores opciones, si se controlan los adhesivos de fijación, y los tratamientos de acabado.
- Si son textiles deben tener la etiqueta OKO-Tex Standard 100, que garantiza la limitación de sustancias tóxicas como el formaldehído, pesticidas, entre otros.

Los revestidos de conglomerados de material reciclado y resinas naturales son una opción alternativa a los

cerámicos, hidráulicos y pétreos. Ejemplos a considerar son el Silestone de Cosentino, Paperstone, etc.

### ***Pinturas y Barnices.***

Las propiedades de las pinturas que se deben controlar para asegurar el cumplimiento de sus prestaciones en su vida útil son en general:

- Adherencia al soporte.
- Poder cubriente.
- Permeabilidad al agua.
- Permeabilidad al vapor de agua.
- Permeabilidad al dióxido de carbono.
- Espesor de la capa.
- Densidad.
- Compatibilidad química con el soporte y el ambiente.

*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.*

Las pinturas ecológicas se rigen en los siguientes aspectos:

- fomentar un uso eficaz del producto y disminuir la cantidad de residuos
- reducir los riesgos medioambientales disminuyendo las emisiones de disolventes, compuestos orgánicos volátiles (COV), Hidrocarburos aromáticos volátiles (HAV), Metales pesados, formaldehidos, etc.
- disminuir los vertidos de sustancias tóxicas o contaminantes en las aguas

Además deberá promoverse el uso de:

- Productos con menor contenido en pigmentos blancos (aplicable a pinturas blancas y claras).
- Productos que empleen pigmentos de dióxido de titanio en cuya fabricación se hayan tenido en cuenta ciertos límites de emisiones y vertidos.

### ***Sistemas Estructurales.***

Los materiales empleados en las estructuras de los edificios son mayoritariamente el Hormigón y el Acero, encontrando en el caso de obras de rehabilitación y algunas obras singulares ejemplos en los que se prescribe el uso de las fábricas de tierra, piedra o ladrillo en la configuración de muros de carga, madera en los forjados, y en algunas obras de reparación materiales poliméricos como resinas y fibras de carbono u otras.

Las fases de mayor impacto en el ciclo de vida de estos materiales son las de extracción de la materia prima, las

transformaciones iniciales en fábrica, y la fase de transporte, ya que son en general materiales muy pesados, ó de mucho volumen.

**PIEDRA:** Las piedras utilizadas en la construcción durante el resto de las fases es un material con muchas virtudes, ya que precisa de poco mantenimiento, es bastante durable, y es fácilmente valorizable como árido para hormigones. En el caso de mampuestos o sillares de piedra en fábricas portantes, la reutilización de las piezas es directa, siendo necesario un leve limpiado de la superficie para eliminar restos de mortero o tierra.

**LADRILLO:** Los ladrillos empleados en construcción proceden de arcilla extraída de la corteza terrestre.

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

construidos con ladrillo de hace cientos de años y que precisan leves labores de rehabilitación a lo largo de su historia.

La calidad y durabilidad de la pieza cerámica mejoran con la cocción o con el uso de sustancias y tratamientos como los aditivos hidrofugantes tipo xilanos, que mejora la impermeabilidad de la fábrica y nos permitirá reducir el espesor del cerramiento, eliminar capas de impermeabilización, y por tanto reducir pesos, con lo que estaría justificado su uso.

Los impactos negativos en el medioambiente se producen en mayor grado en las fases de extracción de la materia prima, fabricación y transporte, ya que se precisa de operaciones en las que se consume mucha energía procedente de procesos de combustión.

Es un material fácilmente valorizable si no está enlucido con yeso, y en obras de rehabilitación es frecuente reutilizar un alto porcentaje de piezas en la construcción de refuerzos y muros nuevos.

**CEMENTO:** Los fabricantes de cemento están utilizando todo tipo de energías renovables y combustibles que provienen de desechos de otras industrias aunque si bien en los países europeos más concienciados en protección medioambiental, como Alemania, Noruega, Suecia, Austria, Bélgica o Suiza, los porcentajes de sustitución de combustibles fósiles por residuos oscilan entre el 50 y el 80%, con lo que todavía queda mucho camino por recorrer.

**HORMIGÓN:** El empleo del hormigón armado para estructuras de los edificios es mayoritario frente a otros materiales como el Acero o la Madera, con lo que el consumo de áridos representa más del 50% del peso total de los materiales empleados, siendo una de las primeras medidas básicas, para garantizar una edificación más sostenible, promocionar el uso de áridos reciclados de los residuos de construcción y demolición.

El caso de los aditivos al ser materiales químicos de variada naturaleza y muchos de ellos provenir de polímeros, son muy contaminantes, aunque su uso es en muy bajas proporciones, y la incidencia en principio

es media, sobretodo porque con su uso, se mejora cuestiones como la puesta en obra, la necesidad de agua de amasado, la impermeabilidad o la durabilidad.

**ACERO:** Es un material reciclable al 100% y se puede reciclar indefinidamente sin perder calidad y los productos elaborados con acero reciclado de chatarra representan el 40% de los recursos férricos de la industria del acero en todo el mundo.

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.

**MADERA:** La problemática ambiental de la madera va asociada al riesgo de deforestación ya que la tasa de tala supera a la tasa de regeneración. Además mucha parte de la extracción de madera se realiza en países tropicales en vías de desarrollo, originándose problemas

sociales, de destrucción de ecosistemas y zonas rurales, y problemas ambientales graves como la erosión, la contaminación de las aguas y la destrucción del bosque como sistema productivo.

Los productos de tratamiento de la madera contra insectos y hongos, y los barnices, tradicionalmente han incluido en su composición productos tóxicos y contaminantes. Es importante, que las maderas que se usen estén libre de Formaldehído (catalogadas como E1 < 8 mg/100 gr) y tengan tratamientos para evitar hongos e insectos con resinas naturales y aceites, evitando la creosota.

La madera que proviene de explotaciones forestales sostenibles, certificada con sello FSC (Forest Stewardship Council) o PEFC (Pan European Forest Certification), y con tratamientos de origen natural mediante aceites y resinas vegetales para evitar hongos e insectos, es una de las mejores alternativas en construcción sostenible, como recurso natural y renovable.

***Instalaciones.***

Las instalaciones generalmente han sido construidas con materiales cerámicos, a veces esmaltados, a veces simplemente tratados y limpiados con pintura a la cal, con metales dúctiles como el plomo o el cobre, o incluso con acero de fundición.

En la actualidad las metálicas y las de fibrocemento se están sustituyendo por tuberías plásticas, que mejoran el trazado de las redes y la eliminación de bacterias como la legionela sin deteriorarse, empleando polietileno (PE), ó polipropileno (PP) en redes de abastecimiento y de saneamiento (sustituyendo a las de PVC).

En las instalaciones de electricidad se emplea cobre recubierto con polietileno, polipropileno, en sustitución de la baquelita (primer polímero sintetizado en 1907, a partir del formaldehído y del fenol), o de piezas cerámica empleadas en la antigüedad.

### ***Carpinterías.***

A través de las carpinterías se estima que se pierde la tercera parte del calor del edificio, por lo que en la elección del tipo es fundamental tener en cuenta su calidad y estanqueidad.

Las carpintería de madera, generalmente poseen una alta durabilidad y si provienen de maderas certificadas FSC o PEFC, y están tratadas con productos de protección y pinturas sin COV's, la repercusión medioambiental es muy leve, porque además son completamente reutilizables y reciclables.

Existen nuevos materiales procedentes de reciclados que es preciso tener en cuenta como conglomerados de residuos de la madera, fibras plásticas, fibras de papel y resinas naturales.

En 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 sustituyen por otros metálicos o de plástico, ya que precisan de menores labores de mantenimiento.

**Aluminio:**

A continuación se encuentra una tabla con el consumo energético para la extracción de los recursos naturales y de la producción de materiales y material reciclado.

Material	Consumo de energía kWh/kg	
	Recursos naturales y de la producción de materiales	Material reciclado
PVC	7,19	0,25
Acero	6,70	5,03
Vidrio	2,70	2,03
Aluminio	45,56	4,17
Madera	0,58	-

### **3.4 ELECCIÓN DE MATERIALES.**

La elección del material, en una primera instancia, se realiza según su idoneidad en el elemento constructivo donde se utilice, en base a su aptitud, a las características técnicas y prestaciones prescritas por la normativa estatal y las normas de buen uso, y por su

repercusión en el funcionamiento global de edificio<sup>13</sup>  
(impermeabilidad, aislamiento, etc.).

---

<sup>13</sup> Según la Directiva europea de Productos de la Construcción 89/106/CEE (DPC), un "producto de construcción" es cualquier producto fabricado para ser incorporado con carácter permanente en las obras de construcción, y establece que cualquier fabricante ha de certificar, por sus propios medios o a través de un organismo notificado, que sus productos cumplen los requisitos de las especificación es técnicas armonizadas:

➤ Los DITE (Documento de Idoneidad Técnica Europeo), elaborados por organismos autorizados, consistentes en la evaluación técnica favorable de la idoneidad de un producto de construcción para usos asignados, basada en el cumplimiento de los requisitos esenciales previstos por las obras en las que se utiliza este producto, afectando a :

- Productos de construcción para los que no existe norma armonizada, ni norma nacional reconocida, ni mandato de norma armonizada, y para los cuales la Comisión, previa consulta al Comité Permanente de la Construcción, considera que no es posible elaborar una norma, o que todavía no se está elaborando.
- Productos de construcción innovadores que se apartan significativamente de las normas armonizadas o de las normas nacionales reconocidas. Todos los productos que ostenten el marcado CE pueden circular libremente en el mercado único.

➤ Por último el DAU, o Documento de Adecuación al Uso, es la declaración de la opinión favorable de las prestaciones de un producto o sistema constructivo innovador en relación a los usos previstos y a las soluciones constructivas definidas, en el ámbito de la edificación y de la ingeniería civil. Un DAU evalúa la aptitud para el uso previsto de una solución constructiva, tomando como base los niveles objetivos o valores límites exigibles a las obras de construcción y las exigencias funcionales que se establecen en cada caso.

Las características técnicas que presentan y que los hacen aptos para soportar las acciones a las que van a estar sometidos durante su vida útil sin degradarse: Mecánicas, Físicas y Químicas.

### **3.4.1 Criterios Medioambientales.**

En la fabricación de materiales de construcción se consumen materias primas de fuentes no renovables y combustibles fósiles, y se emiten gases y sustancias a la atmosfera durante las fases de extracción, manufactura, transporte, puesta en obra, mantenimiento, y demolición-valorización. Para garantizar el desarrollo sostenible, preservando los valores y recursos del medioambiente, es preciso consumir de forma responsable, produciendo y comercializando productos ajustados a las necesidades básicas de las personas, prescribiendo en los proyectos de los edificios e infraestructuras productos para construir que durante todo su ciclo de vida pueda verificarse que:

**1. Se consuman de forma eficiente los recursos no renovables.**

- Reduciendo el uso de materia prima (que provengan de fuentes renovables, y abundantes), reutilizando, y reciclando.
- Productos en los que se minimice la energía requerida para su producción, puesta en obra, mantenimiento y reciclado, fabricados con energías limpias y renovables. Recomendando el uso de materiales locales, evitando largos desplazamientos de la fábrica a la obra.

**2. Se produce menos contaminación.**

Mediante procesos de fabricación respetuosos con el medioambiente, limitando el transporte a largas distancias, y que:

- Se han fabricado incorporando en los procesos las Mejores Técnicas Disponibles (MTD)

- Sean no contaminantes: evitar el uso de materiales que puedan emitir sustancias tóxicas, o contaminantes al aire, agua o al terreno.
- No perjudiciales para la salud de las personas: evitando el uso de materiales que puedan dañar a las personas o afectar a su salud en cualquier fase del ciclo de vida del producto.

### **3. Se generan residuos.**

Eligiendo productos y materiales:

- que minimicen la producción de residuos y que en su puesta en obra no precise de materiales auxiliares
- con formatos que reduzcan la producción de residuos en obra
- de fácil separación en origen
- que esté fabricado a partir de residuo, reciclados o reutilizados

- que se convierta en residuo valorizable en la fase de deconstrucción
- uso de materiales durables

El análisis de impactos medioambientales de los materiales de construcción debe hacerse desde la visión global de todo su ciclo de vida, considerando las fases de:

- **Extracción:** Consideración por la transformación del medio
- **Producción:** Plástico y Metal: en emisiones generales y consumo energético
- **Transporte:** Consumo de energía (más alto cuanto de más lejos provenga el material)
- **Puesta en obra:** Riesgos sobre la salud de la población y generación de residuos
- **Deconstrucción:** Emisiones contaminantes y transformación del medio. Valorización del reciclado.

Tomando como referencia para el análisis los indicadores ambientales comúnmente aceptados por la comunidad científica.

### **3.4.2 Producción de Residuos.**

Para que la valorización de los materiales, cuando llegan a ser residuos, sea eficaz y rentable es importante:

- Diseñar productos pensando en su desmontado al final de su vida útil garantizando que se pueda reutilizar o reciclar en su totalidad, limitando sustancias y subproductos que contaminen el residuo.
- Separar en origen, sensibilizando y conduciendo a promotoras y constructoras hacia conductas respetuosas con el medioambiente, mediante campañas formativas o medidas obligatorias.

- Demandar material proveniente del reciclado de residuos, porque sólo la demanda genera oferta y mejora el producto.
- Diseñar productos elaborados a partir de reciclado, elaborar guías de uso de residuos, informar de las posibilidades y del beneficio que supone esta nueva actitud.

### **3.4.3 Consumo de Energía.**

La Energía incorporada o Embodied energy, es definida teniendo en cuenta la energía consumida en todas las fases de la vida útil del material, incluido el transporte, producida por combustibles fósiles como el petróleo, el gas o el carbón, proponiendo como medidas reductoras el empleo de materiales que precisan de menor consumo en su fase de elaboración como la madera o la piedra, el uso de materiales locales que no precisan ser transportados a largas distancias, y aquellos fabricados con energías renovables o limpias como la solar, eólica, geotérmica, o con la combustión de la biomasa, neumáticos u otros combustibles alternativos.

- En estructuras conviene usar madera y fábrica, y evitar acero y aluminio y estructuras muy high-tech, aunque es cierto que con respecto al mantenimiento y al comportamiento ante el fuego la madera puede no ser una buena alternativa.
- En cubiertas preferir las inclinadas de teja y evitar el uso de asfalto.
- En el caso de ventanas las de madera son las de menos energía incorporada.
- En particiones interiores utilizar ladrillos y obra seca, y evitar particiones con aluminio o plásticos.
- En aislantes, es mejor el reciclado de newsprint, luego fibra de vidrio o de mineral, y al final las espumas.
- En acabados, mejor los más naturales como la madera, pinturas con pigmentos naturales, lana o linóleoum y evitar todo lo sintético, será entonces más saludable el espacio interior y de menos energía incorporada.

Los materiales con menos energía incorporada son los áridos, seguidos por el cemento los cerámicos y la madera, y por el acero, el aluminio y el vidrio, debido a la extracción y producción, no obstante si se tiene en cuenta el transporte, se incrementa sobre todo con los materiales más pesados y cuyas fabricas estén más alejadas de la obra.

Tanto en la fase de construcción como en el uso del edificio, se deben controlar las siguientes sustancias que se emplean en la fabricación de algunos materiales de construcción:

PLOMO: Usado como impermeabilización en cubiertas, instalaciones de agua y eléctricas, tuberías, pinturas, soldaduras. Es toxico por inhalación, ingestión, contacto a través de la piel. Es un veneno que se acumula en el organismo.

SUSTANCIAS DE PROTECCION DE LA MADERA: los tratamientos de protección frente a hongos o insectos pueden provocar cáncer en las personas por inhalación de humos irritantes y tóxicos.

PLÁSTICOS: Los más tóxicos son los plásticos volátiles: PVC, formaldehído (tableros de madera), los ftalatos. Son tóxicos por ingestión e inhalación.

FIBRAS MINERALES: usadas en aislamientos de fachadas y cubiertas, en tubos, etc, pueden provocar enfermedades en los ojos, irritaciones en la piel, problemas respiratorios, cáncer de pulmón, etc.

ASBESTO: Uso en tableros y placas de fibrocemento, tratamientos superficiales, aislamientos, tuberías. Provoca asbestosis, cáncer de pulmón, de pleura o peritoneo. Es tóxico por contacto directo al desprenderse fibras o en caso de incendio.

Características para clasificar cualquier residuo como “residuo peligroso”:

- Explosivo.
- Oxidante.
- Fácilmente inflamable.

- Inflamable.
- Irritante.
- Nocivo.
- Tóxico.
- Cancerígeno.
- Corrosivo.
- Infeccioso.
- Tóxico para la reproducción.
- Mutagénico.
- Residuos que emiten gases tóxicos al entrar en contacto con el aire, con el agua o con un ácido.
- Sensibilizante.
- Ecotóxico.
- Residuos susceptibles, después de su eliminación, de dar lugar a otra sustancia.

#### **3.4.4 Materiales más utilizados en la construcción sostenible.**

- El material universal para las cimentaciones, por su empleo masivo, conlleva un gran impacto ambiental.
- En distintos países europeos, se vienen usando desde hace algunos años, áridos reciclados en la

fabricación de hormigones, armados o en masa, y en distintas proporciones.

- La estabilización de suelos con cal, es otra técnica, aún poco empleada.
- El mercado presenta aditivos, elaborados con fibras de polipropileno, que mejoran la resistencia del hormigón, lo que haría posible la reducción del uso de las barras de acero del armado. Otras mejoras logradas, son los aditivos aceleradores del fraguado o desencofrantes sin residuos tóxicos.
- Los materiales pétreos son los mejores para las estructuras. Hay ciertas limitaciones en los que constituyen la construcción tradicional, como el adobe, la mampostería, el tapial.
- El adobe (ladrillo de barro sin cocer secado al sol), conlleva un sin número de beneficios para el ambiente, su bajo consumo de energía y contaminación, sus propiedades aislantes, su carácter local.

➤ **Maderas.**

La madera es uno de los materiales más sostenibles, mientras se satisfagan algunas pautas. En primer lugar, los tratamientos de conservación ante los insectos, los hongos y la humedad pueden ser tóxicos. Actualmente, se comercializan tratamientos compuestos de resinas vegetales. Por otro lado, hay que tener las garantías de la sostenibilidad en la gestión del espacio forestal de donde proviene.

➤ **Pétreos.**

Muestran un impacto pequeño. El impacto más notorio gravita en la etapa de extracción, por la variación que provoca en el terreno, el cambio de paisaje y de ecosistemas. Por su uso generalizado, este tipo de material es el que ocasiona mayores problemas en el colapso de vertederos.

El hormigón (áridos gruesos y finos y cemento), tiene un impacto bastante grande, pero su alto calor específico lo vuelve muy necesario para utilizar estrategias pasivas de aprovechamiento de la radiación solar (inercia térmica).

➤ **Metales.**

Los principales, son el acero y el aluminio.

Implican un alto consumo de energía y emiten sustancias que perjudican a la atmósfera. Sin embargo, sus prestaciones mecánicas, con menos material, pueden resistir las mismas cargas, y, además, son materiales muy valorizables en obra.

➤ **Plásticos.**

Como material de construcción tiene amplias propiedades, como su estabilidad, ligereza y alta resistencia, así también posibilidades de uso como aislamiento.

Algunos materiales tradicionales utilizados para instalaciones como plomo y cobre, se están reemplazando por plásticos como polietilenos y polibutilenos por sus excelentes prestaciones y mejor comportamiento ambiental.

➤ **Aislantes.**

Los más utilizados en construcción son las espumas en forma de panel o proyectado. Al ser causantes de la reducción de la capa de ozono, los CFC<sup>14</sup> se remplazaron por otros productos como el HFC (fluorocarbonos halogenados) y el HCFC (clorofluorocarburos halogenado), que a pesar de no afectar la capa de ozono, provocan el calentamiento global.

Hay otras opciones, como la fibra de vidrio o de roca, el vidrio celular, y otras más saludables para el ambiente, ya que provienen de fuentes renovables como la celulosa, el corcho o el cáñamo.

### **3.4.5 Pautas para una Selección de Materiales Sostenibles.**

Valorar la importancia de distinguir los materiales en función de su proceso de fabricación: artesanal o industrializado, y de las temperaturas a las que tiene

---

<sup>14</sup> Materiales Compuestos de Fibra de Carbono.

lugar. Así como la disponibilidad de materiales, inmediata, o el sistema de construcción, permitirán que en climas con importantes oscilaciones térmicas, se empleen estrategias bioclimáticas en la construcción, es específico en la elección y uso de los materiales a fin de optimizar la relación del edificio con su entorno en términos energéticos.

Por último las características a tomar en cuenta son:

- Que tengan **larga duración**.
- Que puedan ajustarse a un determinado **modelo**.
- Que sean **no contaminantes**.
- Que **consuman poca energía** en su ciclo de vida.
- Que en su entorno cuiden el **valor cultural**.
- Que provengan de **fuentes abundantes y renovables**.
- Que posean un porcentaje de **material reciclado**.

**IV. MEJORES PRÁCTICAS  
EN URBANISMO  
SOSTENIBLE**

## **4.1 INTRODUCCIÓN.**

La planificación urbanística cada vez es más complejo debido a las diversas influencias y a las decisiones desde muchos puntos de vista, sociales, económicos, políticos, administrativos, jurídicos, etc. Aunado a ello se suman los criterios medioambientales.

*Conocer en detalle la importancia de la situación el edificio en relación al entorno, orientación, situación para una mayor sostenibilidad y calidad de vida.*

En el presente se percibe la preocupación por las complejas relaciones que se establecen entre los asentamientos poblacionales y las condiciones del entorno inmediato. Son los hechos negativos los que muestran que existe disfuncionalidad de los recursos y que en numerosas ocasiones se alcanzan situaciones irreversibles de alarma social.

En el tratado de Vitruvio “*De Architectura*” (S. XV) ya hay referencia a la localización y orientación. En los Diez Libros *de Architectura*, Vitruvio dedica dos libros a aspectos urbanísticos sostenibles. En el Libro I, capítulo 4 “De la elección de los lugares sanos” y en el Libro VI, capítulo 1 “De las disposición de los edificios según las diversas propiedades de los lugares”, y en el capítulo 4 “De los aspectos apropiados en cada una de las partes

de los edificios para que las habitaciones sean cómodas y sanas".

Sin embargo, ahora existen más grados de complejidad debida a la industrialización de los países, que supone el planteamiento de soluciones innovadoras. En el cual el objetivo es el estudiar las relaciones que han determinado las variables del urbanismo bioclimático. Con criterios de economía energética, y de aprovechamiento de los recursos medioambientales, equilibrando el diseño urbano con las variables climáticas, topográficas y específicas de cada sitio y consiguiendo espacios urbanos sostenibles.

Otro aspecto a destacar son las propuestas de actuación, entre lo que están mejorar la legislación urbanística y ambiental, así como las relaciones entre la planificación territorial y el planeamiento urbanístico.

NEILA (2000)<sup>15</sup> indica que las mejores prácticas urbanísticas de la arquitectura bioclimática, deben tener como objetivo la calidad del ambiente interior y la reducción de los efectos negativos sobre el entorno:

- Calidad del ambiente interior: condiciones adecuadas de temperatura, humedad, movimiento y calidad del aire, etc.
- Los efectos de los edificios sobre el entorno será en función de las sustancias que desprendan, del

---

<sup>15</sup> NEILA J (2000).

impacto que produzca el asentamiento y de los consumos que afecten al desarrollo sostenible del lugar.

- Sustancias desprendidas: sólidas (residuos sólidos urbanos), líquidas (aguas sucias) y gaseosas (gases de combustión vinculados fundamentalmente al acondicionamiento).
- Impacto del asentamiento: Exceso de población, vías de acceso, aparcamientos, destrucción de tejido vegetal, etc.
- Desarrollo sostenible del lugar: consumo de agua o de otras materias primas por encima de su capacidad de renovación.

Aspectos que se puede agrupar, por su importancia en tres grandes grupos:

1. Aspectos energéticos (vinculados a los consumos de materias primas y a la contaminación gaseosa).
2. Calidad del ambiente interior.
3. Contaminación y medio ambiente (vinculados a las sustancias desprendidas, el impacto del asentamiento y el desarrollo sostenible).

En el Urbanismo Sostenible o *Desarrollo Urbano Sostenible* se tiene como objetivo generar un entorno urbano que no atente contra el medio ambiente, y que proporcione recursos urbanísticos suficientes, no sólo en cuanto a las formas y la eficiencia energética y del agua, sino también por su funcionalidad, como un lugar que sea mejor para vivir.

A fin de aplicar los criterios sostenibles en la mancha urbana, es necesario desarrollar una estructura urbana adecuada, siendo complejo poner en práctica propuestas sostenibles si la estructura urbana no está en la misma dirección. Además teniendo en cuenta que todo desarrollo supone consumo de materiales y energía, propiciando a la vez posibles riesgos en el desarrollo de generaciones venideras.

## **4.2 EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL URBANISMO.**

En el desarrollo sostenible aplicado al urbanismo, se detectan tres aspectos que han de implementarse para que el desarrollo no comprometa la supervivencia de las generaciones futuras:

1. **Sostenibilidad medioambiental:** el urbanismo ha de provocar la menor alteración del ecosistema en el que se inserta: causar el menor impacto posible sobre el medio ambiente y el territorio, consumir la cantidad menor de recursos y energía y emitir la menor cantidad posible de residuos y emisiones.
2. **Sostenibilidad económica:** el proyecto ha de ser económicamente viable para no comprometer más recursos que los estrictamente necesarios, siendo que las necesidades de la sociedad, son superiores a los recursos disponibles.
3. **Sostenibilidad social:** de nada serviría el equilibrio económico y medioambiental de un proyecto si no sirviera al bienestar de la sociedad. De ahí que todo proyecto urbano sostenible responda a las demandas sociales de su entorno, mejorando la calidad de vida de la población, y asegurando la participación ciudadana en el diseño del proyecto.

Aspectos que son aplicables desde las siguientes tres vertientes:

**1. Gestión del Territorio.**

- a) El equilibrio entre desarrollo urbano y conservación del suelo: los destinado a otros usos (agrícola y forestal) y así como a la creación de zonas destinadas al ocio. La planificación urbana debe valorar los parámetros que condicionan el terreno a intervenir.
- b) La conservación del suelo, de los ecosistemas y de los entornos naturales

**2. Gestión Urbana.**

- a) El Urbanismo Sostenible debe prestar especial atención al ahorro energético, del agua y de los recursos, a la gestión de los residuos, al impacto acústico.
- b) El diseño de las ciudades debe minimizar las distancias de traslado entre vivienda, trabajo y equipamientos y, a su vez, promover el desplazamiento en transporte colectivo, a pie o en bicicleta.

### 3. Calles Verdes.

- a) Un gran desafío, en el urbanismo sostenible, es cuidar que las calles sean espacios accesibles y propicios para la integración de los peatones.
- b) Evita impedir el acceso a los coches en las zonas circundantes a las residenciales, buscando desarrollar entornos que fomenten la igualdad y la integración social del peatón y del automóvil.

En ese marco de actuación, los criterios sostenibilidad relacionados con la Arquitectura, la Construcción y el Urbanismo Sostenibles a tomar en cuenta son:

#### 1. Criterios de actuación sobre el entorno de la ciudad.

##### 1.1. *Preservar, mantener y proteger el entorno natural.*

1.1.1. Preservar los ecosistemas existentes (naturales y artificiales).

1.1.2. Respetar e integrar las diversas zonas del territorio.

1.1.3. Conservar el suelo (reducir el consumo y preservar su productividad).

2. Criterios de actuación en el ámbito urbano.

2.1. *Definir una estructura y un modelo urbano más sostenible.*

2.1.1. Simplificar los usos del suelo.

2.1.2. Fomentar la densidad urbana (edificabilidad, etc.).

2.1.3. Fomentar el policentrismo.

2.2. *Fomentar un uso más sostenible del patrimonio edificado.*

2.2.1. Fomentar un uso intensivo y eficiente del patrimonio construido.

2.2.2. Fomentar la rehabilitación (frente a la obra nueva).

2.2.3. Adoptar criterios sostenibles para la urbanización y la edificación.

2.2.4. Fomentar la diversidad de tipos residenciales.

2.3. *Fomentar la diversidad, calidad y versatilidad de los espacios públicos urbanos.*

2.3.1. Aplicar criterios sostenibles en los espacios abiertos.

*2.4. Favorecer el acceso a la naturaleza con la incorporación de zonas verdes.*

2.4.1. Definir una superficie mínima de las zonas verdes.

2.4.2. Definir criterios de forma y tamaños mínimos para las zonas verdes.

2.4.3. Introducir redes verdes a escala de barrio y de ciudad.

2.4.4. Favorecer el acceso de los ciudadanos a las zonas verdes.

2.4.5. Incorporar elementos vegetales en los espacios públicos.

2.4.6. Conectar las distintas zonas verdes.

3. Criterios de actuación en cuanto a recursos.

*3.1. Optimizar y reducir el consumo energético.*

3.1.1. Fomentar el ahorro y promover la eficiencia energética.

3.1.2. Adaptar la morfología urbana a las condiciones bioclimáticas.

3.1.3. Aprovechar el sol y el viento en las viviendas y en los espacios exteriores.

3.1.4. Estructuras urbanas compatibles con sistemas centralizados de acondicionamiento térmico.

3.1.5. Fomentar el uso de energías renovables.

3.1.6. Fomentar la producción local de energía.

*3.2. Optimizar y reducir el consumo de agua.*

3.2.1. Reducir las pérdidas en las redes de distribución.

3.2.2. Fomentar tipos de edificios con menores demandas de agua.

3.2.3. Incentivar la recogida de aguas pluviales en los edificios.

3.2.4. Utilizar sistemas de retención y filtración de aguas pluviales.

3.2.5. Fomentar el empleo de pavimentos permeables.

*3.3. Minimizar el impacto de los materiales de construcción.*

3.3.1. Reducir los movimientos de tierras.

3.3.2. Fomentar el empleo de materiales locales.

3.3.3. Emplear técnicas constructivas que faciliten la reutilización de materiales.

3.3.4. Fomentar el empleo de materiales fácilmente reciclables.

4. Criterios de actuación en cuanto a residuos.

4.1. *Reducir los residuos.*

4.1.5. Fomentar el reciclaje y la reutilización.

4.2. *Gestionar los residuos para reducir su impacto.*

4.2.1. Gestión de residuos generados por la construcción y demolición.

4.2.3. Construir sistemas de depuración no agresivos con el entorno.

4.2.4. Reducir las emisiones y los vertidos contaminantes.

Por último desde esta perspectiva, se presentan algunas medidas para un urbanismo sostenible, son siete medidas para conseguir un urbanismo que potencia el buen vivir de la población y el respeto al medioambiente donde se realiza la urbanización.

1. Modificar los criterios de planificación urbanística, partiendo de la protección de todo el suelo no urbanizable y de la obligación de demostrar la necesidad y racionalidad de modificación de esa

protección por necesidades de crecimiento de los núcleos de población.

2. Tener un marco de referencia en los modelos territoriales del planeamiento que dé una coherencia territorial y de funcionamiento de los servicios, del abastecimiento y de los equipamientos.
3. Reducir las posibilidades de cambios de clasificación de suelos no urbanizables a urbanos o urbanizables, así como de los cambios de uso e incremento de edificabilidad y densidad, circunscribiendo dichos cambios exclusivamente a las revisiones o adaptaciones de los y evitando los cambios a través de modificaciones puntuales de los planes urbanísticos.
4. Priorizar el mantenimiento del paisaje en la planificación urbanística, así como de la estructura y tipología de los núcleos urbanos. Potenciar la concentración urbana mediante la rehabilitación de los núcleos urbanos existentes y la remodelación de los degradados, evitando ocupar nuevas superficies de suelo en el exterior de los cascos urbanos.
5. Identificar, en la planificación urbanística, las necesidades de los recursos básicos: energía, agua, etc. y establecer para ellos fórmulas de gestión

sostenible, incluyendo la depuración de aguas residuales, recogida y reciclaje de residuos.

6. Evitar proyectos edificatorios de tipo residencial ligados a instalaciones insostenibles tales como los campos de golf, canales fluviales o marinos y nuevos puertos deportivos.
7. Adecuar la construcciones a las distintas condiciones climáticas y estacionales, teniendo en cuenta tanto las situaciones de frío como de calor y entendiendo la media dinámica. Siendo que las más amplias van condicionando a: la ordenación del territorio, la planificación urbanística, la normativa y el diseño urbano, la composición de la edificación, el diseño de elementos, los sistemas constructivos, los materiales y acabados, el uso y mantenimiento.

## CONCLUSIONES.

El llevar un registro estricto de las construcciones con criterios de arquitectura sostenibles es inviable, de manera que aún sin estadísticas oficiales, se conseguirán que las tendencias generales de buenas prácticas, ya sea impulsada por entidades públicas, por organismos locales, por colegios profesionales y por universidades<sup>16</sup>. En ese ámbito es necesario tener claro que en las buenas prácticas se incluyen:

- a) Aumentar gradualmente el número de edificaciones con criterios ecológicos, medioambientales, bioclimáticos y sostenibles.
- b) Las construcciones con criterios sostenibles realizadas, con diversos usos y funciones, invalida el prejuicio más recurrente: “los criterios de edificaciones sostenibles, sólo son aplicables a viviendas aisladas”.
- c) Dotar a profesionales relacionados con la construcción, de conocimientos específica sobre el

---

<sup>16</sup> Luxan (2000)<sup>16</sup> indica que la aceptación de las prácticas, permite pensar que se trata de una “tendencia” con un mercado futuro e inmediato y no un “movimiento” recluso o marginal como se leía hace muchos años.

medioambiente, ya sea datos climáticos, datos del comportamiento térmico de los materiales de construcción, datos de los consumos y los impactos de la fabricación y puesta en obra de los materiales y sistemas de construcción.

Estas iniciativas son delicada de subsanar, teniendo en cuenta que cada caso es único, desde su concepción hasta la construcción misma. De ahí la imposibilidad de establecer estrategias técnicas generales que abarquen en igualdad cualquier región.

Las buenas prácticas sólo serán posible con la decisión y el apoyo de todos los actores participantes en la arquitectura y la construcción, a saber:

- Los profesionales, del proyecto, su construcción y mantenimiento.
- Los usuarios, en el modo de habitar y dar prioridades a un buen vivir.
- Las entidades públicas en la orientación de las promociones y en la jerarquía de las decisiones.

En conclusión los criterios de la sostenibilidad en la edificación poseen una metodología intrínseca, en la que cada etapa sea de diseño o de construcción, implica

mejores resultados para las actuaciones en la etapa siguiente.

- 1.** Adecuar el proceso constructivo, en minimización de impactos por utilización de materias primas, gastos energéticos y contaminación:
  - extracción de materiales,
  - fabricación de elementos constructivos, sistemas y equipos de instalaciones,
  - transportes a obra,
  - construcción, puesta en obra,
  - gastos energéticos en climatización, iluminación, etc,
  - mantenimiento, consumo de agua,
  - reutilización o cambio de uso,
  - derribo, abandono.
  
- 2.** Implantar soluciones climáticas pasivas, antes utilizar sistemas activos, tanto para calefacción como para refrigeración.
  - Para el ahorro energético es tan importante la masa e inercia térmica en los edificios como el aislamiento, dadas las posibilidades de la arquitectura solar.

- 3.** Priorizar el uso de sistemas activos de instalaciones que consuman energías renovables, la solar, o las derivadas de recursos no contaminantes.
- 4.** Minimizar el consumo y la contaminación, en el caso de utilizar energías no renovables, en función de criterios de eficiencia en el diseño de las instalaciones y la tipología arquitectónica, cuidando la demanda real energética.
- 5.** Utilizar materiales reciclables o que no generen residuos tóxicos, teniendo en cuentas el reciclaje.
- 6.** Reutilizar tanto materiales de construcción como materiales aprovechables para la edificación y que provengan de elementos residuales de otros procesos industriales o de fabricación.
- 7.** Aplicar la forma más energética de reciclado, la rehabilitación y reutilización de las construcciones existentes.
  - Incrementando la información y extendiendo su utilización entre los profesionales que participan en la construcción y los usuarios.

## BIBLIOGRAFIA

ARENAS CABELLO, Fco. Julio. (2007) “El Impacto ambiental en la edificación. Criterios para una construcción Sostenible”. Edisofer S.L. Madrid, España.

ASRAR, G., Hipps, L., & Kanemasu, E. (1984). Assessing solar energy and water efficiencies in winter wheat. A case study. *Agricultural and Forest Meteorology*, 31(1), 47–58.

BRITO, E.; MOLINA, D. (2015). Tesis: Mejoramiento de las condiciones de confort térmico, lumínico y visual de los multifamiliares del IESS de la ciudad de Cuenca. Universidad de Cuenca.

CASTILLO C. A. y DEL CASTILLO O. M. (2009). La enseñanza de la sostenibilidad en las Escuelas de Arquitectura españolas. La Serena (Chile), octubre de 2009.

CHACON, R. y PAMPINELLA B. (2011). Educación para la Sostenibilidad: Formación académica de Arquitectos y Urbanistas. Universidad Autónoma del Estado de México. EDUCRE. Artículos arbitrados. ISSN 1316-4910, Año 16, Nº 53.

CONELEC, Consejo Nacional de Electricidad (2008). “Atlas Solar del Ecuador, con fines de generación eléctrica”.

CONELEC, Consejo Nacional de Electricidad (2013). “Regulación no. 001/13”.

CONELEC, Consejo Nacional de Electricidad (2014). “Regulación no. 014/14, Codificación de la Regulación no. 001/13”. 13 de marzo 2014.

CONELEC, Consejo Nacional de Electricidad (2011). “Regulación no. 004/11. 4 abril 2011”.

CONELEC, Consejo Nacional de Electricidad. “Plan Maestro de Electrificación 2013-2022”.

CONSEJO DE COMUNIDADES EUROPEAS (1993) “Directiva 93/76/CEE relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficiencia energética”.

DE BERARDINIS, P., Rotilio, M., Marchionni, C., & Friedman, A. (2014). Improving the energy-efficiency of historic masonry buildings. A case study: A minor centre in the Abruzzo region, Italy. *Energy and Buildings*.

Domenech Quesada, Juan Luis. (2007) “Huella Ecológica y desarrollo sostenible”. Ediciones AENOR. Madrid, España.

Douglas Muschett, F. et al. (1998). “Principios del desarrollo sostenible”. 65-87. Ediciones AENOR. Madrid, España.

Druot; Lacaton; Vassal. (2007). PLUS. “La vivienda colectiva. Territorio de excepción”. Barcelona.

EMAC, Empresa Municipal de Aseo de Cuenca (2003). “Ordenanza que regula la gestión integral de los desechos y residuos sólidos en el cantón Cuenca”.

EMAC, Empresa Municipal de Aseo de Cuenca (2013). “Reglamento para el manejo de residuos y desechos de construcción y escombros del cantón Cuenca”.

EVANS, J. M. y SCHILLER S. (2013). “Promoción de Eficiencia Energética y Uso de Energía Solar en Vivienda del Ecuador”.

FARIÑA, Tojo, J. (2001): “La ciudad y el medio natural”. Ediciones, Akal. Madrid, España.

Fernández Alba, A. (1990). “Los documentos arquitectónicos populares como monumentos históricos, o el intento de recuperación de la memoria de los márgenes”. Actas de las Jornadas Arquitectura popular en España, pp. 21-31, C.S.I.C, Madrid, España.

Fenwick, M. (2010). Green & Blue Architecture. Madrid.

FOLEY, Jonathan (2010) “Límites de un Planeta Sano” En Investigación y Ciencia junio 2010, Págs. 46-49

GARCÍA NAVARRO, J.; GARCÍA NART, M.; NICOLÁS RODRIGO, J. L. (2001) Buenas prácticas para la mejora de las condiciones de vida en las ciudades. Revista Informes de la Construcción. Vol. 53, núm. 475, septiembre-octubre 2001.

Gil J. (2011). “Arquitectura vernácula de la Sierra de Gredos y el Valle del Alto Tormes (Ávila): análisis tipológico, fundamentos constructivos y funcionamiento

bioclimático”. Universidad Politécnica de Madrid, España.

HIGUERAS, Esther (1997) “Propuesta de un manual de urbanismo bioclimático”.

ICOMOS. (1999). “Carta del patrimonio Vernáculo construido”. México.

INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización (2008). “Reglamento Técnico Ecuatoriano 036:2008”. Quito, Ecuador.

INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización (2009). “Norma Técnica Ecuatoriana, Rendimiento térmico de colectores solares en sistemas de calentamiento de agua para uso sanitario. NTE INEN 2 507:2009”. Quito, Ecuador, 15 mayo 2009.

INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización (2009). “Norma Técnica Ecuatoriana, Eficiencia Energética en Edificaciones: requisitos. NTE INEN 2 506:2009”. Quito, Ecuador.

INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE. (2012) Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos.

Jorquera, N. (2013). “El patrimonio vernácular, fuente de saberes tecnológicos y de sostenibilidad”. Universidad de Chile.

LECUONA Neumann, A., IZQUIERDO Millán, M., & RODRÍGUEZ Aumente, P. A. (2005). Investigación e impacto ambiental de los edificios. La Energía. Informes de La Construcción, 57(498), 47–61.

LOMBORG, BJORN (2003). “El Ecologista Escéptico”. Espasa, Madrid, España.

LÓPEZ Plazas, F. (2007). Sobre el uso y la gestión como los factores principales que determinan el consumo de energía en la edificación. Una aportación para reducir el impacto ambiental de los edificios. Universitat Politècnica de Catalunya.

LUXÁN García de Diego, M., Vázquez, M, Gómez Muñoz, G. Román, E. y Barbero, M. (2010) Actuaciones con criterios de sostenibilidad en la rehabilitación de viviendas en el centro de Madrid. Empresa Municipal de Vivienda y Suelo del Ayuntamiento de Madrid, España.

LUXÁN, Margarita (2012) “Prólogo del Manual de Rehabilitación Eficiente en edificación”.

LUXÁN, Margarita, Gómez, Gloria (2012) “Estrategias de proyectos sostenibles. Edificios nuevos y rehabilitados energéticamente”. Ponencia en S5E, Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento.

LUXÁN, Margarita (2000), con la colaboración de Guillermo de Ignacio, Ricardo Tendero y Juan Giaccardi “Buenas prácticas de arquitectura bioclimática” Madrid, España.

MAE, Ministerio Del Ambiente Del Ecuador (2010) Certificación Ecuatoriana Ambiental “Punto verde”

MCKEOWN, R. (2002). Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible. Tennessee: Instituto de Educación e Investigación sobre Manejo de Desechos de la

Universidad de Tennessee (WMREI – Waste Management Research and Education Institute).

MERCADER, M. P., RAMÍREZ de Arellano, A., & OLIVARES, M. (2012). Modelo de cuantificación del consumo energético en edificación. *Revista Materiales de Construcción*, 62(308), 567–582.

MINISTERIO COORDINADOR DE SECTORES ESTRATÉGICOS (2013). “Balance Energético Nacional”.

MINISTERIOS DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA – CÁMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO (2011). “Norma Ecuatoriana de la Construcción de Ecuador, NEC-11, Capitulo 13: Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador, Capitulo 14: Energías Renovables”.

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA (1992). “Reglamento para el manejo de los desechos sólidos, Acuerdo ministerial 14630”. 3 agosto 1992.

MORIN, Edgar (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro.

NACIONES UNIDAS (1992) Conference on Environment & Development, “AGENDA21” Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 de june 1992.

NACIONES UNIDAS (1998) “Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático”.

NEILA, J. (2000) “Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias”. UPM, ETSAM. Madrid, España.

NEILA, J. (2004). “Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible”. Munilla- Lería. Madrid, España.

NEILA, J. (2002). “El clima y los invariantes bioclimáticas en la arquitectura popular. Los climas de latitudes altas y clima de montaña: los climas fríos”. Madrid: Instituto Juan de Herrera, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, España.

OLGYAY, V. (2010). Arquitectura y clima, manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona.

PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA (2002) “Directiva 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios”.

PEREDA, Luis de (2011) Integración de sistemas inerciales y termoactivos en la rehabilitación. Documentación del curso Rehabilitación Energética de Edificios de Vivienda. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. España.

RAPOPORT A. (1972). “Vivienda Y Cultura” col. Arquitectura y Crítica. Edit. G.G. Barcelona.

RUDOFISKY, B., 1973). “Arquitectura sin arquitectos: breve introducción a la arquitectura sin genealogía”. Eudeba Buenos Aires, Argentina.

RODRIGUEZ, G. (2005) “El impacto de la enseñanza de la sostenibilidad en la arquitectura y el Urbanismo”. Revista AUS paginas 6-9. Chile.

RUSKIN, J. ed (1989). “Las siete lámparas de la arquitectura”. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia, España. 259 p.

SENPLADES, Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, (2013) “Plan Nacional de Buen Vivir 2013-2017” Quito, Ecuador.

TILLERÍA J. (2010). “La arquitectura sin arquitectos, algunas reflexiones sobre arquitectura vernácula”. Revista AUS no. 8, p. 12-15. Chile.

TORRES Balbás, L. (1934). “La vivienda popular en España. En Folklore y Costumbres de España, Tomo III”, pp. 137-502. Editorial Alberto Martín, Barcelona.

VÁZQUEZ Espí, M. (2010): “Reducción de la insostenibilidad mediante la rehabilitación urbana”. Biblioteca Ciudades para un Futuro más Sostenible.

YÁNEZ, G. (2008). Arquitectura solar e iluminación natural. Madrid, España.

## Los Autores

**Marina Pérez P.** Arquitecta con Doctorado por la Universidad Politécnica de Madrid, España, especialidad de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Escuela de Arquitectura. Master: Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico, Cooperación para el Desarrollo de Asentamientos Humanos en el Tercer Mundo y en Mantenimiento Integral de Edificios \_ Facility Management.

Investigadora desde el 2014 en el proyecto PROMETEO de SENESCYT Ecuador, primero con el programa “ECOINVOLUCRATE EN 5Rs” y actualmente con el proyecto de investigación “ECOESPACIOS: la Sostenibilidad en la Planificación y Gestión de la Construcción enfocada a la Ordenación Territorial y Urbanística de la zona 6 del Ecuador” los cuales incluyen la divulgación con eventos académicos y empresariales, la investigación, la formación a profesionales en activo y la vinculación universidad-empresa. Asesoría de proyectos de investigación, de tesis, jurado de certámenes académicos. Estableciendo redes de colaboración con Universidades y organismos en la línea de desarrollo sustentable y medio ambiente.

Becada por el Banco Santander Central Hispano, por la Cátedra Unesco de Habitabilidad y por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Más de veinte años de experiencia docente y en planificación, gestión y desarrollo integral de edificaciones privadas y públicas. En coordinación de equipos, de proyectos ejecutivos y de investigación, formación y divulgación. Consultoría y Cursos de Sustentabilidad (presencial, b-Learning y e-Learning) en la fundación Biodiversidad–Fondo Social Europeo (España) y en la Universidad de Cuenca (Ecuador). Coautora de libros de temas históricos y de desarrollo sustentable. Autora de diversos artículos en revistas científicas indexadas y de divulgación.

Profesora en la Universidad de Cuenca, Ecuador, con el proyecto Estrategia Eficiencia Energética a través de plataforma virtual.

Asistente de la cátedra Construcciones Industrializadas en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid, España. Profesora-Investigadora en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México, y en la Universidad de Sotavento-Villahermosa, México. Ha impartido conferencias y seminarios en universidades de España, México, Cuba, Ecuador, Colombia y Argentina.

eumed.net