

TREBALL DE RECERCA

# La arquitectura sostenible

Nuevas iniciativas en el uso de los materiales



---

*Autora: Marta Briones Fontcuberta*

*Fecha de entrega: 10/12/2014*

*Tutora: Sara Solà*

*Centro: Fert Batxillerat*

---

# Índice

1. Introducción.....	3
2. Introducción a la arquitectura sostenible. ....	6
2.1. Definición de la arquitectura sostenible.....	6
2.2. Uso de los materiales en una construcción para su sostenibilidad. ....	7
3. Comparativa de los dos arquitectos .....	10
3.1. Arquitecto sostenible: Shigeru Ban. ....	10
3.1.1. Vida y obra.....	10
3.1.2. Proyectos.....	11
3.1.2.1. La iglesia de Takatori en Nueva Zelanda .....	11
3.1.2.2. Pabellón de Japón para la EXPO 2000 Hannover.....	12
3.2. Arquitecto no sostenible: Santiago Calatrava. ....	14
3.2.1. Vida y obra.....	14
3.2.2. Proyectos.....	15
3.2.2.1. Palau de les Arts de Valencia.....	15
3.2.2.2. Ágora.....	16
4.1. Análisis de los arquitectos.....	18
4.1.1. Materiales innovadores frente a materiales convencionales.....	18
5. Trabajo de campo .....	21
6. Conclusiones.....	24
7. Fuentes de Información.....	27
8. Anexos .....	29

## 1. Introducción

Este trabajo trata el tema de la arquitectura sostenible, con una comparación entre dos reconocidos arquitectos a nivel mundial: Santiago Calatrava, un arquitecto español con varios proyectos que carecen de sostenibilidad y que actualmente está recibiendo críticas y denuncias; y Shigeru Ban, un arquitecto japonés integrado en el proyecto de la arquitectura sostenible, y con un estilo innovador.

Los objetivos que se quieren lograr con la elaboración de este trabajo son el aprendizaje en la investigación, la extracción de la información de diversas fuentes y sintetizarla extrayendo los datos fundamentales para el trabajo y comparándolos con otros datos y entrevistas, la elaboración de una completa comparación, la realización del trabajo de campo contando con entrevistas, etc. Asimismo, los objetivos son conocer las características de la sostenibilidad arquitectónica, los materiales adecuados e inadecuados para la edificación, conocer dos conocidos proyectos de cada arquitecto a estudiar, y analizarlos en cuanto a los materiales utilizados en ellos, las repercusiones medioambientales, sociales y económicas de estos, y conocer los reconocimientos a estos arquitectos.

La hipótesis que introduce este trabajo es la siguiente: *¿Los arquitectos más reconocidos a nivel internacional están integrados en el proyecto de arquitectura sostenible? Se trata de una comparación de dos arquitectos para estudiar su éxito profesional y analizar si este depende de la sostenibilidad de sus proyectos, o bien si los valores ecologistas influyen en el modo de trabajo de estos arquitectos o en su visión arquitectónica.*

Actualmente, la situación de la arquitectura sostenible está evolucionando favorablemente. Fue a partir de los años 60 cuando la sostenibilidad arquitectónica se convirtió en una nueva forma de ver la arquitectura, encabezado por el arquitecto estadounidense Richard Buckminster Fuller.

Para lograr la realización de este trabajo, es imprescindible la estructuración de este en varios apartados. Inicialmente, definir qué es la arquitectura sostenible y cuáles son los materiales que esta utiliza; para poder desarrollar adecuadamente el contenido de este trabajo. Seguidamente, se expone brevemente la vida y obra de cada arquitecto a comparar y se presentan dos proyectos de cada uno. Tras estudiar los materiales de cada proyecto, se analiza y se compara el uso que estos arquitectos hacen de los materiales en sus construcciones, las ventajas e inconvenientes de estos y las repercusiones. En la elaboración del trabajo es necesaria una entrevista a un profesional, para extraer las conclusiones sobre la evolución de este tema en la actualidad, y argumentarlo con el uso de los recursos sostenibles en los proyectos de los arquitectos estudiados previamente. Y también, la realización de una entrevista a una estudiante de arquitectura y a un profesor de universidad, para conocer la formación de los estudiantes sobre la sostenibilidad arquitectónica, y conocer los objetivos de los futuros arquitectos en cuanto a la sostenibilidad. Acorde a la hipótesis inicial, se obtienen unas conclusiones generales del trabajo respondiendo a las preguntas formuladas al inicio.

La metodología empleada en este trabajo ha sido la selección de la información de diversas fuentes: libros, páginas webs, documentos y audiovisuales. Seguido de la estructuración de las ideas más importantes, y la redacción de estas. El trabajo se sustenta sobre la comparación de dichas informaciones en cuanto a materiales, edificios, arquitectos, modo de trabajo, etc., y esta comparación es elaborada mediante la redacción de varios puntos gracias a la información seleccionada anteriormente, y gracias a la información obtenida con diversas entrevistas a arquitectos, que lo han complementado con sus puntos de vista y opiniones.

Durante la elaboración del trabajo han surgido algunas dificultades, como el hecho de comparar dos arquitectos tan diferentes, con pocas “cosas” en común; y algunas dificultades al contactar y conseguir entrevistar a personas especializadas en el tema.

La elección de este trabajo se debe al interés que adquirí al leer un artículo en un periódico que hablaba de actuales edificios no sostenibles que ponían en peligro la vida humana.<sup>1</sup> Decidí trabajar el tema de la sostenibilidad arquitectónica, acorde a una posibilidad de estudiar una carrera universitaria de Arquitectura relacionada con este trabajo de investigación.

Este trabajo cuenta con las entrevistas a especialistas tales como Sr. Cuchi, Sr. Pich-Aguilera y sus colaboradores del estudio de arquitectos, a quienes les agradezco su colaboración. También agradezco a mi tutora Sara Solà el seguimiento del trabajo; y a Sonsoles Gámiz la recomendación de los arquitectos entrevistados.

---

<sup>1</sup> Véase en Anexos el artículo de “El Mundo”. Pág. 29.

## 2. Introducción a la arquitectura sostenible.

### 2.1. Definición de la arquitectura sostenible.<sup>2</sup>

La arquitectura sostenible es un modo de concebir el diseño arquitectónico, de manera que busca optimizar recursos naturales y sistemas de la edificación para minimizar el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes. Pretende fomentar la eficiencia energética para que las edificaciones no generen un gasto innecesario de energía, aprovechen los recursos de su entorno para el funcionamiento de sus sistemas, y tengan el mínimo impacto en el medio ambiente.<sup>3</sup>

“Una casa sostenible es aquella cuyo impacto medioambiental es significativamente menor que el de una construcción convencional. Las dos estrategias clave que deben prevalecer son: reducir la cantidad de energía necesaria para construir el edificio, y minimizar su dependencia energética una vez terminado y ocupado”.<sup>4</sup>

La arquitectura sustentable sigue los siguientes principios:

- La consideración de las condiciones climáticas del entorno en que se construyen los edificios.
- La eficacia del uso de los materiales de construcción.
- La reducción del consumo energético.
- El cumplimiento de los requisitos de confort.

---

<sup>2</sup> Véase en Anexos principales edificios sostenibles y no sostenibles. Pág. 4.

<sup>3</sup> Adaptación de la definición de Wikipedia y Twenergy: [http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura\\_sustentable](http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_sustentable); <http://twenergy.com/arquitectura-sostenible>

<sup>4</sup> C. Strongman, *La casa sostenible*, Barcelona: Editorial Océano, 2009, pág. 9.

Existen tres reglas fundamentales para que se dé el desarrollo sostenible:

1. Ningún recurso renovable deberá utilizarse a un ritmo superior al de su generación.
2. Ningún contaminante deberá producirse a un ritmo superior al que pueda ser reciclado, neutralizado o absorbido por el medio ambiente.
3. Ningún recurso no renovable deberá de aprovecharse a mayor velocidad de la necesaria para sustituirlo por un recurso renovable utilizado de manera sostenible.

## **2.2. Uso de los materiales en una construcción para su sostenibilidad.**

Este trabajo está centrado en el uso de los materiales de construcción, y por tanto, como indica en el libro *La casa sostenible*, para reducir la energía necesaria para construir un edificio se debe optar por materiales cuyo proceso de extracción y producción requiera poca energía. Estos materiales son considerados como materiales de “bajo consumo energético”, y suelen ser elementos naturales como la madera o la arcilla, o bien materiales renovables o reciclados. Para lograr la reducción de consumo energético una vez terminado el edificio, se deben emplear materiales con una masa térmica elevada, ya que estos permiten retener y desprender calor de forma gradual. Es importante también utilizar grandes cristalerías para aprovechar la luz solar; implantar una ventilación natural, y una canalización del agua; o utilizar placas solares o aerogeneradores.

Existen una serie de materiales cuyo empleo para las construcciones es acorde a una sostenibilidad. Los principales materiales sostenibles son:

- La **madera** es un material principalmente sostenible porque los troncos de madera, aun después de haber sido talados, siguen desempeñando la función de absorber el dióxido de carbono y liberar oxígeno. Es un material

renovable, reciclable y fácil de reutilizar; y estas construcciones tienen una duración muy larga, más de lo que tarda un árbol en crecer. Pero por otra parte, la madera no retiene ni libera el calor de forma gradual, y por lo tanto, puede provocar rápidas fluctuaciones de temperatura.

- El **cob** es un material muy parecido al adobe, y es un recurso ilimitado, inocuo y 100% reciclable. Es muy duradero, maleable, y de excelentes cualidades térmicas; pero requiere una técnica lenta de aplicar, y se debe construir sobre cimientos de obras para evitar la humedad.
- Los **ladrillos de arcilla sin cocer** son materiales cuya fabricación es de bajo consumo energética, no son caros, tienen una alta masa térmica, son higroscópicos<sup>5</sup>; y como desventaja, solo se pueden utilizar en paredes que no sean maestras.
- Los **ladrillos cocidos**, a diferencia de los ladrillos sin cocer, son materiales de alto consumo energético, pero están fabricados con productos naturales y son reciclables, son muy duraderos, requieren poco mantenimiento, y tienen una masa térmica elevada.
- La construcción con **balas de paja** utiliza productos naturales y renovables, que requieren poco consumo de energía en su procesado. Es económico y fácil de usar, muy aislante, y resistente al fuego.
- El **cañamo** es natural y renovable, buen aislante térmico y acústico, resistente al deterioro, duradero, e higroscópico; pero este material puede resultar caro porque no se cultiva en grandes cantidades.
- El **hormigón** es moldeable, tiene una alta masa térmica, es sólido y duradero y tiene buenas propiedades acústicas; pero en cambio, es de alto consumo energético y está fabricado con materiales no renovables
- El **crystal** es un ventajoso material porque permite la entrada de luz natural y deja pasar el calor; pero el cristal no tiene masa térmica y resulta poco aislante.
- El **metal** es ligero, flexible, reciclable, resistente y duradero, y requiere pocos cuidados; sin embargo son productos que consumen mucha energía.

---

<sup>5</sup> Absorben y desprenden humedad.



Asimismo, también existen varios materiales que son insostenibles, y por tanto las construcciones que emplean estos materiales son poco duraderas, caras, y/o pueden acabar perjudicando la vida humana. Algunos de estos metales son:

- El **titanio** es un metal abundante en la naturaleza, es ligero, reciclable y resistente; pero su coste es muy elevado.
- El **cobre** es un material muy utilizado en partes de una construcción, pero da lugar a escurrimientos tóxicos. Aún y así, es duradero, resistente a la corrosión y se puede reciclar con facilidad.
- El **aluminio** es un material que se extrae mediante electrólisis, y este proceso requiere mucha energía y produce un gran impacto medioambiental. Sin embargo, el aluminio es reciclable, duradero, y resistente a la corrosión.
- El **plomo** es un material muy tóxico y venenoso por acumulación, y presenta riesgos para la salud; también es un material muy escaso, aunque con altas posibilidades de reutilización.
- El **petróleo** procede de reservas limitadas de recursos no renovables, y por lo tanto hace de él un material insostenible.
- La **caliza o arena** son materiales abundantes en la naturaleza, pero su extracción puede causar una degradación medioambiental.
- El **amianto** es un material peligroso para la salud humana, a pesar de que presenta excelentes propiedades y su coste es relativamente bajo.
- Algunos **materiales sintéticos**, como el PVC, pueden producir emisiones peligrosas durante su uso.

### 3. Comparativa de los dos arquitectos

#### 3.1. Arquitecto sostenible: Shigeru Ban.

##### 3.1.1. Vida y obra

"Un profesor comprometido, que no sólo representa un modelo a seguir para la generación más joven, sino también una fuente de inspiración".<sup>6</sup>

Shigeru Ban es un arquitecto japonés nacido en Tokio el 5 de Agosto de 1957. Estudió en el *Southern California Institute of Architecture*, y posteriormente se formó en el *Cooper Union School of Architecture*. Comenzó a trabajar en 1982 en el estudio de "Arata Isozaki", y en 1985 fundó su propio estudio de arquitectura en Tokio.



<http://news.university.ie.edu/files/2013/03/SHIGERU-BAN.jpg>

Su obra se caracteriza por el uso de materiales no convencionales como el papel, tubos de cartón, bambú laminado, madera, pantallas de metal, tela, plástico, acrílico, materiales de embalaje, fibra de carbono y materiales compuestos de fibra reciclada de papel y plásticos.

En 1995, tras un terremoto, Shigeru Ban trató de construir una casa económica y rápida, y diseñó la casa de papel. Tras esta innovadora idea, diseñó una iglesia de papel, construyó tiendas utilizando tubos de cartón en vez de elementos metálicos. Ban fue uno de los miembros del equipo *Think*, que presentó un proyecto para la construcción de las nuevas torres del *World Trade Center* en Nueva York.<sup>7</sup>

Shigeru Ban habla de "la responsabilidad social", y destaca su dimensión humanitaria en su trayectoria. Muchos de sus proyectos han sido con fines

---

<sup>6</sup> Jurado del Premio Pritzker en [http://es.wikipedia.org/wiki/Shigeru\\_Ban](http://es.wikipedia.org/wiki/Shigeru_Ban).

<sup>7</sup> Información de [http://es.wikipedia.org/wiki/Shigeru\\_Ban](http://es.wikipedia.org/wiki/Shigeru_Ban) y <http://www.shigerubanarchitects.com/>

solidarios, y él defiende el derecho de la vivienda para todas las personas, y asimismo interviene en un plan de ayuda. Pero, sobre todo, el arquitecto ha aplicado su amplio conocimiento de los materiales reciclables —especialmente papel y cartón—, para construir refugios de alta calidad y bajo costo para las víctimas de desastres naturales alrededor del mundo.

“...La mayoría del tiempo estamos trabajando para las personas privilegiadas que tiene dinero y poder, estamos contratados para visualizar su poder y el dinero con la arquitectura monumental, pero yo sabía que muchas personas sufrían después de los desastres naturales, y el gobierno les daba instalaciones de evacuación muy pobres...” Shigeru Ban, *Pritzker 2014*.<sup>8</sup>

### 3.1.2. Proyectos.

Entre los múltiples proyectos en los que trabajó Shigeru Ban, he destacado dos para estudiar su sostenibilidad desde el punto de vista de los materiales empleados. Estos proyectos son: la iglesia de Takatori de Nueva Zelanda, y el Pabellón de Japón para la EXPO 2000 Hannover.

#### 3.1.2.1. La iglesia de Takatori en Nueva Zelanda

El terremoto de Kobe en Nueva Zelanda en Febrero del 2011 causó grandes daños en la *Catedral de Christchurch*. Tras esta situación, Shigeru Ban decidió diseñar una nueva catedral de manera temporal: la iglesia de Takatori, también conocida como la iglesia de papel.



<http://timberplan.es/timberplan/2014/03/Iglesia-de-papel-Christchurch-Shigeru-Ban.jpg>

---

<sup>8</sup> [http://www.plataformaarquitectura.cl/2014/04/02/impresiones-del-mundo-de-la-arquitectura-sobre-el-premio-pritzker-2014/5332375ec07a808489000064\\_impresiones-del-mundo-de-la-arquitectura-sobre-el-premio-pritzker-2014\\_adcl\\_pritzker\\_with\\_quote.jpg/](http://www.plataformaarquitectura.cl/2014/04/02/impresiones-del-mundo-de-la-arquitectura-sobre-el-premio-pritzker-2014/5332375ec07a808489000064_impresiones-del-mundo-de-la-arquitectura-sobre-el-premio-pritzker-2014_adcl_pritzker_with_quote.jpg/)

La iglesia fue construida en cinco semanas por voluntarios, sin maquinaria pesada y a bajo coste. La capacidad de la catedral es de 700 personas, y el espacio se utiliza también para eventos y conciertos.

Principalmente, el Templo de Takatori fue construido de manera temporal, sin embargo, la comunidad ha decidido conservar la iglesia como un símbolo.

#### Materiales utilizados:

Shigeru Ban se caracteriza por el diseño de estructuras de bajo coste que pueden levantarse rápidamente en zonas de desastre. Para ello utiliza materiales no convencionales, como papel o plásticos, y trata de evitar los detalles sofisticados.

La estructura de la iglesia es de forma triangular constituida por tubos de papel. El edificio del templo se apoya en una estructura de hormigón, con ocho contenedores de transporte para estabilizar los taludes de la catedral. La construcción está compuesta por 96 tubos de cartón, reforzados internamente por vigas de madera, y separados entre ellos, a diferencia de en la casa de papel. La iglesia de papel tiene como beneficio la posibilidad del reciclaje total de los materiales empleados; siendo este el objetivo desde su diseño ya que la iglesia iba a ser provisional.

#### **3.1.2.2. Pabellón de Japón para la EXPO 2000 Hannover**

El pabellón japonés para la Expo 2000 es una obra de Shigeru Ban para la Exposición Universal celebrada en la ciudad alemana Hannover en el 2000.

El tema principal de la Expo de Hannover fue el medio ambiente, y esta construcción supuso un gran avance en la arquitectura de papel. El pabellón



[http://www.edgargonzalez.com/wp/wp-content/uploads/2014/03/tumblr\\_llcos48KBt1qea09ao1\\_1280.jpg](http://www.edgargonzalez.com/wp/wp-content/uploads/2014/03/tumblr_llcos48KBt1qea09ao1_1280.jpg)

tenía una superficie de 3.015 m<sup>2</sup> y una altura de 16 metros, formada con arcos de madera laminada con una malla espacial de tubos de cartón.

Este edificio constituye la estructura de cartón más grande del mundo; y al terminar la Expo la construcción fue desmontada y reciclada, por tanto supuso el mínimo impacto medioambiental.

### Materiales utilizados:

El concepto principal del Pabellón de Japón fue la creación de una estructura que produjera el mínimo residuo industrial al desmontarse. El objetivo era reciclar o reutilizar casi todos los materiales que se utilizaron en la construcción, y utilizar métodos de baja tecnología.

La primera idea estructural era la de un arco de tubos de papel que formase un túnel. Sin embargo, la Cúpula de papel suponía un coste elevado de las articulaciones de madera. Así que Ban propuso una rejilla utilizando 440 tubos de cartón de 40 m de longitud y 12 cm de diámetro, atados entre ellos con cintas de poliéster; el arco del túnel medía unos 73,8 m de largo, 25 m de ancho y 15,9 m de altura. Los cimientos estaban compuestos por una estructura de acero y tablas de madera rellenas con arena.



**Plano axonométrico de la forma ondulada del Pabellón.**

*P. Jodidío, Shigeru Ban, Madrid: Editorial Taschen, 2010.*

Durante la construcción del edificio, surgieron varios problemas: la sustitución del ingeniero, algunos retrasos en la construcción, la introducción de una membrana de PVC sobre la membrana de papel para las cuestiones de seguridad contra incendios... Y además, el PVC utilizado en las membranas convencionales no es reciclable y emite dioxinas en la combustión; pero encontraron una solución utilizando unas bolsas a prueba de agua. La estructura se cubrió con una membrana de papel desarrollada en Japón, compuesta por cinco capas impermeables para resistir al fuego y al agua.

Las dos paredes semicirculares se sujetaron con arcos de madera, ya que estos necesitan fuerzas planas como diafragmas. Sobre esta superficie se

adjuntó una cuadrícula de papel en forma de triángulos equiláteros, al que se adjuntaron rejillas para la ventilación.

### 3.2. Arquitecto no sostenible: Santiago Calatrava.

#### 3.2.1. Vida y obra

“Al margen de la importancia de las matemáticas y la ciencia de la ingeniería en la obra de Calatrava, son el arte y la emoción los que le impulsan a crear obras capaces de sobrepasar con creces los cálculos mundanos de las fuerzas.”<sup>9</sup>

Santiago Calatrava Valls, nacido el 28 de Julio de 1951 en Benimamet (Valencia); es un arquitecto, ingeniero y escultor.<sup>10</sup>

A partir de los ocho años, Calatrava estudió en la Escuela de Artes y Oficios donde comenzó su preparación en dibujo y pintura. A los trece años, su familia lo envió en un intercambio de estudios a Francia, y en 1968 se inscribió en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Se licenció en arquitectura e inició sus estudios de posgrado en ingeniería civil en el Instituto Federal de Tecnología de Zúrich en 1975.<sup>11</sup>



[http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Categor%C3%ADa:Calatrava,\\_Santiago](http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Categor%C3%ADa:Calatrava,_Santiago)

En 1983 se le adjudicó su primera obra importante, la Estación de Ferrocarril de Staedllhofen. El mismo año trabajó también en el Almacén de la factoría Ernsting's en Coedsfeld-Lette, y al año siguiente diseñó el puente Bach de Roda en Barcelona; y a este proyecto le siguieron otros como: el puente Lusitania de Mérida (1991), el puente del Alamillo y el viaducto de La Cartuja de Sevilla (1992). Tras trabajar en varios despachos, trabajó por toda Europa y parte de Estados Unidos en: la Torre de Telecomunicaciones de Montjuïc en

<sup>9</sup> P. Jodidio, *Calatrava*, Madrid: Editorial Taschen, 2007, portada.

<sup>10</sup> Adaptación de [http://es.wikipedia.org/wiki/Santiago\\_Calatrava](http://es.wikipedia.org/wiki/Santiago_Calatrava).

<sup>11</sup> P. Jodidio, *Calatrava*, Madrid: Editorial Taschen, 2007, pag. 7.

Barcelona, la Estación de Lyon-Saint-Exupéry, la Torre de control y el aeropuerto de Sondica en Bilbao, en el Auditorio de Tenerife, la Ciudad de las Artes y de las Ciencias en Valencia, la estación de Oriente en Lisboa, el Puente peatonal Campo Volantín en Bilbao, el Milwaukee Art Museum en Milwaukee, el Puente de la Mujer en Buenos Aires, el Complejo Deportivo Olímpico de Atenas, la Torre 80 South Street en Nueva York, etc. y otros proyectos también importantes.<sup>12</sup>

### 3.2.2. Proyectos.

Entre los múltiples proyectos en los que trabajó Santiago Calatrava, he destacado dos para estudiar su sostenibilidad desde el punto de vista de los materiales empleados. Estos proyectos son: el Palau de les Arts de Valencia, y el Ágora.

#### 3.2.2.1. Palau de les Arts de Valencia.

El *Palau de les Arts Reina Sofia* es el teatro de la ópera de Valencia, diseñado por Santiago Calatrava e inaugurado el 8 de Octubre de 2005.



[http://www.lesarts.com/docs/2009/09/02/18160001\\_69\\_2\\_0\\_gra.jpg](http://www.lesarts.com/docs/2009/09/02/18160001_69_2_0_gra.jpg)

Esta construcción forma parte del complejo arquitectónico de la Ciudad de las Artes y las Ciencias, y la estructura del edificio es de una altura de 75 m y un espacio de 40.000 m<sup>2</sup>. El Palacio está rodeado por más de 60.000 m<sup>2</sup> de jardín y 11.000 m<sup>2</sup> de láminas de agua.<sup>13</sup>

Desde la inauguración del edificio, este ha sufrido varios problemas, como el desprendimiento de parte del quebradizo que recubre la estructura, el 26 de

<sup>12</sup> Proyectos del libro P. Jodidio, *Calatrava*, Madrid: Editorial Taschen, 2007.

<sup>13</sup> Información de

[http://www.lesarts.com/Palau/PalaudelesArts/edificio/seccion=1202&idioma=es\\_ES.d](http://www.lesarts.com/Palau/PalaudelesArts/edificio/seccion=1202&idioma=es_ES.d)  
[o](#)

Diciembre de 2013, y esto obligó a retirar la totalidad del recubrimiento por el fallo de la adherencia.<sup>14</sup>

#### Materiales utilizados:

El edificio del Palau de les Arts de Valencia dispone de plataformas en voladizo a diferentes alturas; y a partir de un pilón de hormigón situado en una pasarela de acceso, se eleva una estructura metálica en forma de pluma.

La forma del edificio es lenticular<sup>15</sup> y está desarrollada bajo una cascada metálica soportada mediante dos apoyos. El material que ha sido utilizado en esta construcción es el hormigón blanco, que cubre los soportes de la estructura; y el mosaico que reviste las cubiertas.

La cubierta de la estructura está constituida por acero, y sobre este un quebradizo de cerámica. A principios del 2013, siete años después de su inauguración, aparecieron abombamientos y arrugas en la cubierta, y según los técnicos, esta anomalía se debe a la equivocación de Calatrava al combinar acero y cerámica.<sup>16</sup>

En diciembre de ese mismo año, se desprendió una pieza de 15 kg del revestimiento cerámico desde una altura de 20 metros. Y tras una inspección, se advirtió que el 60% del “trencadís” estaba parcialmente desprendido y debía retirarse por completo, las 120 toneladas que recubren una superficie de 8.000 m<sup>2</sup>; provocando un coste de unos 3 millones de euros.<sup>17</sup>

#### **3.2.2.2. Ágora.**

El Ágora es una plaza cubierta situada en el complejo de la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia, diseñada por Santiago Calatrava. Actualmente la



<http://www.urbanity.es/2009/agora-cac-valencia-santiago-calatrava/>

<sup>14</sup> Véase en Anexos Artículo de `El Mundo`. Pág. 32.

<sup>15</sup> Parecido en la forma a la semilla de la lenteja. (Drae)

<sup>16</sup> Véase en Anexos las imágenes de la cubierta del edificio. Pág. 34.

<sup>17</sup> Véase en Anexos el artículo de “La Vanguardia”. Pág. 35.



construcción no se encuentra finalizada, ya que la instalación de las “alas” móviles para cubrir la parte superior se encuentra paralizada por falta de presupuesto.

El edificio, presupuestado inicialmente en alrededor de 40 millones de euros, ya ha duplicado esa cifra.

En 2011 una de las puertas del edificio estalló como consecuencia de la diferencia térmica existente con el exterior. Los especialistas afirman que el incidente se debió a un error de diseño del arquitecto Calatrava.

Otro problema que tiene la construcción es que cuando llueve el edificio se inunda generando goteras.<sup>18 19</sup>

Su forma recuerda, según el propio Calatrava, a dos manos entrelazadas ya que el Ágora constará en su parte superior de unas alas que permitirán filtrar la cantidad de luz que entrará en su interior.

#### Materiales utilizados:

El edificio del Ágora tiene una altura de 80 metros, una longitud de unos 104 metros, una anchura de 60 metros, y ocupa una superficie elíptica de 5000 metros cuadrados.

Su estructura metálica forma una cubierta metálica abovedada formada por 49 pórticos longitudinalmente mediante parejas de arcos laterales y centrales; y está revestida de trencadís azul, como el que se utilizó en la cubierta del Palau de les Arts de Valencia, y de cristal.

El revestimiento de la cubierta está constituido por paneles de vidrio laminado con tratamiento de protección solar en la parte superior, y en la zona inferior por un cerramiento opaco formado por trencadís sobre una chapa de acero, un aislamiento térmico y un revestimiento interior de paneles sándwich de acero perforado para mejorar las propiedades acústicas del recinto.

---

<sup>18</sup> Véase en Anexos el artículo de “Levante”. Pág. 37.

<sup>19</sup> Véase en Anexos el audiovisual de la inundación del edificio. Pág. 38.

En la parte superior del edificio, se sitúa una gran estructura móvil de lamas que se abren y se cierran a modo de alas, que permiten el control de la luz natural en el recinto, gracias a su cubierta de vidrio; aunque actualmente la construcción de esta estructura está paralizada.

En esta construcción se ha utilizado una cantidad de acero de 5.842 toneladas en la estructura fija, y una cantidad de 1.388 toneladas de acero en la estructura móvil. Se ha cimentado una superficie de 3.400 m<sup>3</sup> con hormigón, y se han utilizado 5.200 metros de pilotes prefabricados.

#### **4.1. Análisis de los arquitectos**

##### **4.1.1. Materiales innovadores frente a materiales convencionales.**

Los dos proyectos estudiados anteriormente del arquitecto Shigeru Ban, son considerados construcciones sostenibles por el uso de materiales convencionales, que respetan el medio ambiente y son fácilmente reciclables. El proceso de producción de estos materiales y estos mismos, no generan demasiados residuos en el ambiente, y por lo tanto son ecológicos.

Tanto el proyecto de la Iglesia de papel como la construcción del Pabellón para la EXPO 2000, utilizan materiales como el cartón, el papel, el plástico, el hormigón, la madera, etc. Y todos estos materiales son considerados sustentables.

El uso de estos materiales en las construcciones genera varias ventajas, sobre todo a nivel ambiental, ya que al ser materiales reciclables, al destruir estos edificios no supone ningún impacto medioambiental; como se dio en el caso del Pabellón para la EXPO, que una vez finalizado el evento se desmontó. El reciclaje de estos materiales supone una reducción de residuos.

Los proyectos diseñados por Shigeru Ban constituyen una rápida construcción, lo que beneficia a la sociedad. Esta ventaja Shigeru Ban la utiliza

para llevar a cabo construcciones de edificios rápidamente en situaciones de catástrofe en países subdesarrollados.

Los materiales sostenibles benefician también la salud humana, ya que estos no liberan gases. También, se reduce la cantidad de enfermedades e irritaciones respiratorias, disminuye la cantidad de asma en adultos, y se reducen las alergias causadas por contaminantes provenientes de los materiales. Así, de manera indirecta, los beneficios de la arquitectura sostenible sobre el ambiente general resultan ventajas para la salud de las personas.

Y finalmente también podemos considerar una ventaja la resistencia de las construcciones de Ban. Puede parecer que una estructura de papel no es suficientemente resistente, pero sus edificios sí lo son. “Se puede diseñar un edificio para resistir terremotos con papel como yo hago. En realidad, una estructura será resistente si posee un buen diseño estructural...”<sup>20</sup>

En cambio, los dos proyectos estudiados del arquitecto Calatrava, son considerados proyectos insostenibles por su elevado coste, su inadecuado empleo de los materiales, por la inseguridad que estos provocan y por las repercusiones medioambientales, económicas y sociales que estos provocan. Además de la insostenibilidad de estas dos construcciones, también se dan problemas en muchas otras construcciones de Calatrava, como: el puente Zubizuri, el Aeropuerto de Bilbao, el Palacio de congresos y exposiciones de Oviedo, el puente de la Constitución de Venecia, el puente de l’Assut de l’Or de Valencia, el puente de Vistabella de Murcia, el Bou de Palma de Mallorca, el Auditorio de Tenerife de Santa Cruz de Tenerife, etc.<sup>21</sup>

Calatrava realmente consigue realzar la belleza en sus construcciones; y ha sido considerado un gran arquitecto a nivel mundial hasta la actualidad. Pero más allá del prestigio y la belleza de sus proyectos, se encuentra la salud humana y el ambiente que estos pueden perjudicar. Los materiales que Calatrava utiliza no son insostenibles, pero al utilizarlos junto con otros

---

<sup>20</sup> Cita de <http://www.codigodiez.mx/textosarquitectura/shigeruban.html>

<sup>21</sup> Informació de <http://www.calatratelaclava.com/>

materiales, o al emplearlos de una determinada manera, o al no tener en cuenta principalmente la seguridad estructural del edificio, puede llegar a suponer grandes impactos ambientales o suponer problemas para la sociedad.

Calatrava utiliza en numerosas construcciones el trencadís para decorar la fachada de los edificios. En los dos proyectos de Calatrava estudiados anteriormente se utiliza esta técnica, pero no siempre se obtiene buen resultado de este método, ya que en la construcción del Palau de les Arts de Valencia cubrió la estructura con acero, y sobre este un quebradizo de cerámica. Esta combinación generó varios problemas: tras unos años de su construcción, aparecieron abombamientos y arrugas en la cubierta, y posteriormente se desprendió una pieza de 14 kg del revestimiento cerámico. Así es, que al haber combinado estos materiales provocó una insostenibilidad del edificio poniendo en peligro la salud humana y el impacto medioambiental. A pesar de este incidente, Calatrava también utilizó el método del trencadís en la construcción del Ágora cubriendo de manera semejante la estructura con una chapa de acero y sobre este un trencadís; y en este caso no ha mostrado aún ningún desprendimiento del quebradizo.

Otros inconvenientes de los edificios de Calatrava que afectan a su sostenibilidad son: las goteras que existen en el Ágora por la interrupción de la construcción del edificio; el aumento de presupuesto necesario para terminar sus proyectos, y actualmente varios de ellos se encuentran sin finalizar por falta de fondos, y otros proyectos han estado paralizados durante años.

## 5. Trabajo de campo

El trabajo de campo se basa en dos entrevistas a arquitectos centrados en la sostenibilidad arquitectónica, al despacho de arquitectos *Pich-Aguilera* y a *Albert Cuchi*; para conocer sus intereses por la sostenibilidad, las dificultades encontradas al trabajar de manera sustentable, las repercusiones de la sostenibilidad, la formación adecuada a los futuros arquitectos, sus opiniones en cuanto a la sostenibilidad de los proyectos de los arquitectos estudiados en el trabajo, y resolver la hipótesis inicial “¿Los arquitectos más reconocidos a nivel nacional e internacional están integrados en el proyecto de arquitectura sostenible?”.

### Entrevista a *Albert Cuchi*:

Doctor Arquitecto por *l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona* (ETSAB), *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC). Actualmente es Profesor Titular de Universidad de la ETSAB de la UPC. Profesor responsable de las asignaturas de *l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallés* (ETSAB) de la UPC: Construcción en Tierra, Arquitectura y Medio ambiente, Construir con fábrica. Experto en sostenibilidad en la edificación.

### Entrevista a *Felipe Pich-Aguilera* (estudio *PichArchitects*):

“El respeto al medio ambiente como un valor que debemos administrar se ha convertido en un consenso social, la arquitectura debe buscar alternativas que proporcionen una relación más estimulante con la naturaleza y una aplicación más honesta de los recursos naturales, que puedan darnos pautas objetivas para abordar el planeamiento y la tecnología de la construcción desde una apreciación contemporánea” *Felipe Pich-Aguilera*.

### Comparación de las entrevistas:<sup>22</sup>

En realizar estas entrevistas a los especialistas, al Sr. Cuchi y al Sr. Pich-Aguilera, podemos observar varios puntos en común sobre sus intereses sobre la sostenibilidad arquitectónica, sobre sus maneras de contemplar este modo de edificación, sobre opiniones en cuanto a la docencia, etc. Y también diferenciamos distintas opiniones o puntos de vista en cuanto a otros temas.

Observamos en ambas entrevistas la visión del la sostenibilidad, y entendemos que esta es un modo de ser frente a la construcción, que evoluciona y progresa de manera lenta. Como afirma el Sr. Cuchi: “De hecho no hay que aplicarla a la arquitectura, sino a nuestra forma de satisfacer las necesidades. No son las cosas que deben ser sostenibles sino nuestro modo de vida, nosotros.”

Para llegar a poder edificar de esta manera, varios arquitectos han encontrado y siguen encontrando barreras ante la sociedad; tal como expresa el Sr. Pich-Aguilera en la entrevista: “La dificultad mayor que existe en la sostenibilidad es que es un problema de todos, de los usuarios de los edificios, de la administración pública y de los profesionales, hasta que no exista esta complicidad global los pasos son demasiado pequeños.” De este modo, conocemos la necesidad de evolucionar hacia una sociedad en que el miedo a lo desconocido no frene las nuevas iniciativas para la mejora de nuestra sociedad.

Y una gran parte de este cambio debe ejercerse en la docencia, que necesita varios cambios para implantar en los jóvenes esta nueva iniciativa, y ser respetuosos con el medio ambiente. El Sr. Pich-Aguilera defiende este cambio, diciendo “Creo que queda mucho por aprender, la docencia está cambiando más lentamente que la profesión, incluso que los propios estudiantes.” Asimismo, el Sr Cuchi, profesor de universidad, defiende la necesidad de enfocar las asignaturas del grado de arquitectura para una formación sostenibilista, y hasta que no se consiga esta visión, será difícil de formar adecuadamente a los futuros arquitectos en este sentido.

---

<sup>22</sup> Entrevistas a los arquitectos en Anexos pág. 39.

En conclusión de las entrevistas, resolvemos la hipótesis inicial afirmando que numerosos arquitectos ya trabajan de manera sostenible, pese a las barreras que estos puedan encontrar en el camino; y aunque desgraciadamente predomina en muchos de ellos un enfoque de la sostenibilidad muy débil, también hay arquitectos jóvenes que trabajan aspectos interesantes que supondrán un cambio. Y destacamos la necesidad de trabajar con materiales propios de la sostenibilidad, estudiados anteriormente. Así como vemos en la comparación de Santiago Calatrava y Shigeru Ban, el uso de materiales sencillos puede dar excelentes resultados en la edificación y cumpliendo el objetivo de la sostenibilidad; y en otras ocasiones, el uso de materiales innovadores y sofisticados puede dar lugar a una deficiencia arquitectónica.

## 6. Conclusiones

En este trabajo de investigación sobre la arquitectura sostenible se pretende hacer una comparación de dos reconocidos arquitectos, Shigeru Ban y Santiago Calatrava, a nivel de los materiales empleados en sus proyectos.

Tras una recopilación de información de diversas fuentes, varias entrevistas, y la comparación de esta información, se llega a la conclusión que existe una oposición de los materiales convencionales frente a los más innovadores: estos materiales sustentables y simples pueden dar un resultado más satisfactorio y productivo que los materiales que pretenden ser más sofisticados y que su finalidad es la estética del proyecto por encima de la seguridad del mismo. Por este motivo, se recalca la necesidad de una construcción segura y respetuosa con el medio ambiente, ya que el mundo en que vivimos depende del trato que las personas hacemos de él.

Nuestra sociedad representa un cambio constante, y a través del artículo “Una casa hecha a base de desperdicios”<sup>23</sup> que afirma que “un estudio de arquitectura crea una vivienda completamente funcional fabricada casi exclusivamente con basura reciclada”, se puede pensar que en un futuro la arquitectura habrá evolucionado mucho, y los proyectos más simples serán los más respetuosos con el medioambiente y a su vez los más portentosos. En este artículo también, un estudio de arquitectura inglés asegura que “No existe nada que sea basura: solo se trata de materiales colocados en el lugar equivocado”.

El trabajo se inicia con la siguiente hipótesis: *¿Los arquitectos más reconocidos a nivel internacional están integrados en el proyecto de arquitectura sostenible?* A través de la investigación se establece una comparación entre dos reconocidos arquitectos, a partir de la cual se concluye que el reconocimiento de los arquitectos no depende de la sostenibilidad de sus materiales en sus proyectos.

---

<sup>23</sup> Artículo del 20 minutos, “Una casa hecha a base de desperdicios”. Véase en Anexos pág. 44.



El trabajo de Shigeru Ban tiene una progresión muy destacada e importante, ya que en su comienzo, el interés que muestra en las materias primas se debe al bajo coste económico de estas. Más tarde, el uso de estos materiales le lleva a trabajar valores ecologistas, a pesar de que este no fuera el motivo principal de utilizar las materias primas. De esta manera, Shigeru Ban afirma y defiende su trabajo con esta cita: “Aunque ahora la gente piensa que soy un arquitecto respetuoso con el medio ambiente, cuando empecé nadie hablaba sobre este tema. Me interesaban las materias primas baratas.”<sup>24</sup> Lo que Ban realiza en sus proyectos es utilizar los materiales de forma diferente, explica él. No está innovando nada nuevo, incluso los tubos de papel ya existen; no se trata de innovar, sino de crear nuevos usos para los materiales existentes. Shigeru pretende establecer una arquitectura accesible para todos, ya que para él la buena arquitectura debe responder a la utilidad y la sostenibilidad, e incluso le cautiva la estética.

Este arquitecto ha recibido varios reconocimientos como el premio Pritzker de Arquitectura 2014, y se defiende su gran labor arquitectónica como bien afirma Albert Cuchi en su entrevista: “Shigeru Ban realiza una interesantísima labor tecnológica y arquitectónica para promover y consolidar el uso de un material renovable como el cartón en arquitectura. Es un ejemplo de integración de esos materiales a un altísimo nivel arquitectónico.”

A su vez, Santiago Calatrava recibió también diversos premios, entre los que destaca el Premio Príncipe de Asturias de las Artes de 1992. Como afirma el arquitecto Felipe Pich-Aguilera en su entrevista, “Calatrava empezó con una apuesta realmente innovadora al fusionar la arquitectura con la ingeniería y hacer de la técnica un buen instrumento para optimizar el material y utilizarlo conforme a sus propiedades”, por este motivo Calatrava ha sido durante toda su trayectoria profesional un arquitecto reconocido internacionalmente. Pero tras realizar este trabajo e investigar sobre este tema, hemos conocido su obra, y llego a la conclusión de que en sus proyectos se utilizan materiales que al combinarlos con otros, para favorecer la estética del edificio, se pone en riesgo la estructura y su seguridad. Tras unos años, Calatrava comenzó a recibir

---

<sup>24</sup> Libro *Shigeru Ban*, Philip Jodidio.

varias críticas por derrumbamientos de partes de edificios, por no acabar algunos proyectos, por la financiación de nuevos proyectos que nunca llegaron a construirse... que le han llevado actualmente a numerosos juicios.

La hipótesis inicial se resuelve afirmando que existen muchos reconocidos arquitectos que sí trabajan de manera sostenible, y en cambio otros no lo hacen. Albert Cuchi afirma: “Algunos están más integrados en la sostenibilidad que otros. A destacar, por ejemplo, la obra y la visión de los franceses Lacaton y Vassal<sup>25</sup>. Desgraciadamente predomina en la mayoría de ellos un enfoque de la sostenibilidad muy débil, con más carga de imagen que de interés real por avanzar en la redefinición de la arquitectura. Pero hay arquitectos jóvenes -y los hay aquí, en España, en Catalunya- que están trabajando en líneas interesantísimas y que auguran un cambio”. Al final de la trayectoria de los arquitectos, el cuidado y respeto que estos han tenido con el medioambiente acaba repercutiendo en la fama y el reconocimiento de dichos arquitectos; y este hecho se refleja en la actualidad en Santiago Calatrava, de quien conocemos su conducta durante los últimos años, y tras lograr una gran fama le ha perjudicado la consideración con la que trabajó en sus proyectos.

Se espera que en un futuro el número de arquitectos involucrados en la sostenibilidad aumente, como también dice Albert Cuchi. Pero para conseguir esto debe producirse un cambio en la docencia, para conseguir enfocar el interés de los jóvenes en la arquitectura sostenible, que son ellos de quienes depende la sociedad en el futuro; y se deben incorporar nuevos métodos en la educación ya que como dice Albert Cuchi, debemos rehacer toda la formación del arquitecto reflejando una visión sostenibilista. Queda mucho por aprender, ya que la docencia está cambiando más lentamente que la profesión, incluso más que los propios estudiantes.

Finalmente, la conclusión acaba con una lección de Albert Cuchi: “No hay que aplicar la sostenibilidad a la arquitectura, sino a nuestra forma de satisfacer las necesidades. No son las cosas que deben ser sostenibles sino nuestro modo de vida, nosotros.”

---

<sup>25</sup> Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal son dos arquitectos franceses que fundaron su propio estudio “Lacaton & Vassal” en 1987 en París. Desarrollan una obra centrada principalmente en la relación entre la forma, la función y la economía.

## 7. Fuentes de Información

### Webs:

- Arquitectura sostenible:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura\\_sustentable](http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_sustentable)

<http://twenergy.com/arquitectura-sostenible>

[http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/13673/1/Broutin\\_Michelle\\_Tesi\\_na.pdf](http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/13673/1/Broutin_Michelle_Tesi_na.pdf)

- Shigeru Ban

[http://es.wikipedia.org/wiki/Shigeru\\_Ban](http://es.wikipedia.org/wiki/Shigeru_Ban)

<http://news.university.ie.edu/files/2013/03/SHIGERU-BAN.jpg>

<http://www.shigerubanarchitects.com/>

<http://timberplan.es/timberplan/2014/03/Iglesia-de-papel-Christchurch-Shigeru-Ban.jpg>

[http://noticias.arq.com.mx/Detalles/16418.html#.U2ecmYF\\_ssd](http://noticias.arq.com.mx/Detalles/16418.html#.U2ecmYF_ssd)

<http://www.excelsior.com.mx/expresiones/2014/05/01/956812>

[http://www.edgargonzalez.com/wp/wp-content/uploads/2014/03/tumblr\\_llcos48KBt1qea09ao1\\_1280.jpg](http://www.edgargonzalez.com/wp/wp-content/uploads/2014/03/tumblr_llcos48KBt1qea09ao1_1280.jpg)

[http://fundacion.arquia.es/FileHandler/documentales/itemdocumentales/id21/dvd19\\_Extracto%20libreto.pdf](http://fundacion.arquia.es/FileHandler/documentales/itemdocumentales/id21/dvd19_Extracto%20libreto.pdf)

[http://www.plataformaarquitectura.cl/2014/04/02/impresiones-del-mundo-de-la-arquitectura-sobre-el-premio-pritzker-2014/5332375ec07a808489000064\\_impresiones-del-mundo-de-la-arquitectura-sobre-el-premio-pritzker-2014\\_adcl\\_pritzker\\_with\\_quote-jpg/](http://www.plataformaarquitectura.cl/2014/04/02/impresiones-del-mundo-de-la-arquitectura-sobre-el-premio-pritzker-2014/5332375ec07a808489000064_impresiones-del-mundo-de-la-arquitectura-sobre-el-premio-pritzker-2014_adcl_pritzker_with_quote-jpg/)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Pabell%C3%B3n\\_japon%C3%A9s\\_para\\_la\\_Expo\\_2000](http://es.wikipedia.org/wiki/Pabell%C3%B3n_japon%C3%A9s_para_la_Expo_2000)

<http://www.cuentamealgobueno.com/2010/12/shigeru-ban-el-arquitecto-del-papel/>

<http://mrmannoticias.blogspot.com.es/2013/09/catedral-construida-de-carton-por.html>

- Santiago Calatrava:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Santiago\\_Calatrava](http://es.wikipedia.org/wiki/Santiago_Calatrava)

[http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Categor%C3%ADa:Calatrava,\\_Santiago](http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Categor%C3%ADa:Calatrava,_Santiago)  
[o](#)

<http://www.calatravatelacava.com/>

<http://www.elmundo.es/elmundo/2013/01/28/valencia/1359387089.html>

[http://www.lesarts.com/Palau/PalaudelesArts/eledificio/seccion=1202&idioma=es\\_ES.d](http://www.lesarts.com/Palau/PalaudelesArts/eledificio/seccion=1202&idioma=es_ES.d)  
[o](#)

[http://www.pueblos-espana.org/fotos\\_originales/5/0/4/00163504.jpg](http://www.pueblos-espana.org/fotos_originales/5/0/4/00163504.jpg)

[http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81gora\\_\(Valencia\)](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81gora_(Valencia))

<http://www.urbanity.es/2009/agora-cac-valencia-santiago-calatrava/>

<http://e-ache.com/modules/ache/ficheros/Realizaciones/Obra143.pdf>

<http://www.arquigrafico.com/arquitectura-ecologica-ventajas-y-desventajas/>

Bibliografía:

- Libros:

C. Strongman, *La casa sostenible*, Barcelona: Editorial Océano, 2009.

Autor anónimo, *Un vitruvio ecológico, principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2007.

P. Jodidio, *Calatrava*, Madrid: Editorial Taschen, 2007.

P. Jodidio, *Shigeru Ban*, Madrid: Editorial Taschen, 2010.

- Audiovisual:

Video “Què, Qui, Com: Arquitectura sostenible”

<http://blogs.tv3.cat/quequicom.php?itemid=53573>

Video de presentación de un nuevo proyecto de Shigeru Ban:

<http://www.youtube.com/watch?v=tZD5AC5Qy6c#t=19>

## 8. Anexos

### 1. Artículo que me inclinó a la elección del tema:

<http://www.elmundo.es/elmundo/2013/09/13/suvienda/1379072026.html>

### **“Edificios insostenibles: derriten coches y personas**

La necesidad de caminar hacia una arquitectura sostenible se ha vuelto a poner de manifiesto estos días con la noticia del rascacielos londinense que "derrite" coches porque los rayos de sol convierten su fachada en un horno solar que daña los objetos próximos a este edificio, conocido como el Walkie Talkie.

En declaraciones a Efeverde y con ocasión de este último suceso, el presidente de la Asociación Nacional para la Arquitectura Sostenible, Luis de Garrido, considera que se han hecho "auténticas barbaridades" en nombre de los postulados racionalistas.

Estos postulados "son tan impactantes visualmente como impactantes resultan para el medioambiente", y dañan además la salud de las personas, porque también hay edificios que "derriten" a la gente por el calor que acumulan en su interior debido a una fachada o unos materiales inadecuados.

Garrido cita al Palau de la Música de Valencia, conocido, afirma, como el microondas, porque el sol que entra por su cúpula de vidrio se convierte en "miles de watios" de energía calorífica en su interior. Para paliarlo "tuvieron que cubrir la cúpula con lonas por dentro".

El arquitecto se muestra muy pesimista en cuanto a la evolución de esta arquitectura en el mundo en general, y en España en particular, y libra de la quema al Reino Unido, que dice es el más avanzado, seguido de Alemania.

Entre otros edificios emblemáticos, apunta también al Museo Guggenheim de Bilbao, por su cubierta de titanio, porque son materiales que representan una "atentado a la naturaleza" y su extracción es "terriblemente costosa" por la cantidad energía que se necesita para obtenerlo.

Critica también este arquitecto, que construye actualmente una ciudad ecológica de 5.000 viviendas sociales en Cali (Colombia), los falsos postulados de ecología y sostenibilidad bajo los que se publicitan muchos edificios. Refiere por ejemplo los construidos con jardines verticales, donde no se tiene en cuenta el "derroche" de agua que precisan para mantenerla verde.

A su juicio un correcto diseño es el único factor que puede resolver los problemas medioambientales del sector de la construcción (optimizando recursos, evitando emisiones y disminuyendo al máximo el consumo energético) También la arquitecta Paloma Sobrini, exdecana del Colegio de Arquitectos de Madrid, apunta al buen diseño para lograr un edificio sostenible y eficiente energéticamente.

Hay que volver, afirma, a la arquitectura vernácula, acordarse de cómo se construía en Castilla, teniendo en cuenta el entorno y la orientación solar, y propiciar, si se puede, la ventilación cruzada. Práctica esta última que viene de los griegos, "cosas sensatas porque la ecología es sentido común". El problema es que se nos ha olvidado, "en medio de una locura creativa separada de la realidad y ahora toca poner los pies en el suelo".

Considera Sobrini que España sí camina hacia la arquitectura sostenible, "aunque aún queda camino", y defiende la necesidad de educar a la sociedad para que entienda la importancia de este concepto y exija a la hora de comprar su casa un sello de garantía energética."

## **2. Edificios sostenibles y no sostenibles más importantes del mundo.**

El trabajo realizado compara la sostenibilidad de las construcciones de dos arquitectos. El proyecto de la sostenibilidad está muy presente en la arquitectura actual, y cabe destacar las construcciones más y menos sostenibles a nivel mundial.

### Edificios sostenibles

- *City Hall de Londres diseñado por Norman Foster.*
- El Campus de *Repsol* en Madrid.
- Edificio sede de la empresa *EDP-Naturgas Energía* en Bilbao.

### Edificios insostenibles

- El edificio "Walkie Talkie" diseñado por Rafael Viñoly, es un rascacielos Londinense en el que los rayos del sol convierten su fachada en un horno que daña los objetos próximos a él.
- El Palau de la Música de Valencia, diseñado por José María de Paredes, es conocido como el microondas, porque el sol que entra por su cúpula de vidrio se convierte en "miles de vatios" de energía calorífica en su interior; y tuvieron que cubrirla con lonas.
- El Museo Guggenheim de Bilbao diseñado por Frank O. Gehry, utiliza materiales para su cubierta de titanio, que representan una "atentado a la naturaleza" y su extracción es "terriblemente costosa" por la cantidad energía que se necesita para obtenerlo.

### 3. Artículo sobre el Palau de les Arts de Valencia.

<http://www.elmundo.es/elmundo/2013/01/28/valencia/1359387089.html>

“El Palau de les Arts, de Santiago Calatrava, se desconcha



El Palau de les Arts, en una imagen reciente.

- La ópera de Valencia se inauguró en 2005 y costó más de 400 millones de euros
- La diputada exige a los constructores que reparen los daños del inmueble

**ELMUNDO.es** | Efe | Valencia

*Actualizado lunes 28/01/2013 16:31 horas*

Inaugurado en octubre de 2005, el Palau de les Arts es uno de los emblemas de la Ciudad de las Artes y de las Ciencias. Y, sin embargo, cuando sólo han transcurrido siete años, la fachada de la flamante ópera de Valencia ya no luce como el primer día. Su deterioro salta a la vista.

Según denuncia la portavoz adjunta de Compromís Mònica Oltra, la capa exterior del edificio diseñado por el arquitecto Santiago Calatrava está desconchada. Y no entiende que se encuentre en esta situación con lo que ha costado más de 400 millones de euros.

Su grupo va a registrar una batería de preguntas dirigidas al Consell, para que explique si ha comprobado si hay riesgo de desprendimiento de la capa exterior



de la fachada y si tiene prevista la seguridad de las personas que pasan por debajo del edificio.

Asimismo, se quiere saber si el Consell piensa hacer algún tipo de reclamación a la dirección de obra de este edificio por entender que este estado "tan lamentable de la fachada se trata de un vicio constructivo que no tenía que haber aparecido con los años que tiene el Palau de Les Arts".

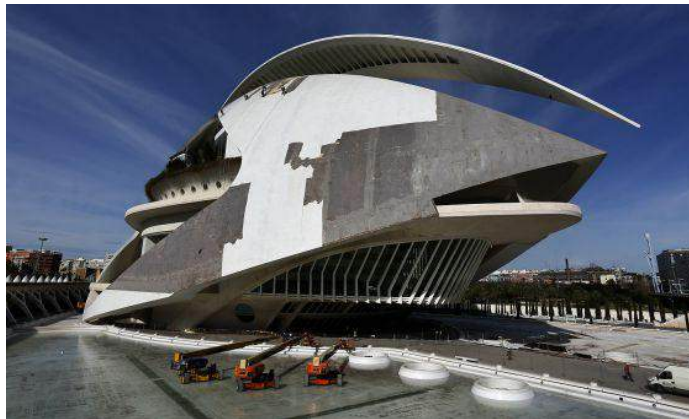
"La Ciudad de Las Artes y Las Ciencias, con el vencimiento de obligaciones financieras que se tendrán que asumir este año, supondrá para la Generalitat un desembolso de 250 millones de euros en 2013, así que no es razonable que con la barbaridad de dinero que nos está costando a los valencianos pagar y mantener esta infraestructura sus edificios presenten estos defectos", ha afirmado.

Para Oltra "nuevamente queda demostrada la incompetencia de un gobierno que gastándose tanto dinero, tiene la Ciudad de Las Artes y Las Ciencias en mal estado y no reclama a los responsables de estos defectos su reparación".

#### 4. Imágenes de la cubierta del Palau de les Arts de Valencia



Aparición de abombamientos y arrugas en la cubierta del edificio, debido a la combinación de acero y cerámica.



Retirada del revestimiento cerámico. 120 toneladas de quebradizo cubriendo 8.000 m<sup>2</sup> de superficie.

Imágenes de <http://www.calatravatelaclava.com/#!/caida-del-trencadis/>

## 5. Artículo sobre el Palau de les Arts de Valencia.

<http://www.lavanguardia.com/local/valencia/20140130/54400667796/calatrava-propone-mas-trencadis-aluminio-o-pintar-cubierta-palau-de-les-arts.html>

### “Calatrava propone soluciones para el desaguizado del Palau de les Arts

El arquitecto celebra una reunión informal con la Generalitat y ve tres posibles soluciones: más trencadís, aluminio o pintar cubierta

Cultura | 30/01/2014 - 15:20h | Última actualización: 30/01/2014 - 17:39h



Retirada del revestimiento cerámico del Palau de les Arts Manuel Bruque

Valencia (EFE).- El arquitecto Santiago Calatrava ha propuesto hoy a la Generalitat tres soluciones para la cubierta del Palau de les Arts de Valencia, tras la [retirada del recubrimiento cerámico](#), una de las cuales es volver a colocar "trencadís" con unas condiciones técnicas que garanticen su adherencia.

Las otras alternativas son instalar unas planchas de aluminio con juntas de dilatación o bien masillar la cubierta para alisarla y pintarla.

Así lo ha expuesto el arquitecto en una "reunión informal" con el conseller de Economía y presidente del consejo de administración de la Ciudad de las Artes

y las Ciencias, Máximo Buch, que se ha celebrado en el aeropuerto de Valencia, según han informado a EFE fuentes de la Conselleria.

Ahora se evaluarán técnicamente estas soluciones para ver "que es lo mejor, lo que va a durar" porque, según Buch, a la Generalitat le preocuparía aplicar una solución "que no tenga una duración y garantías de estabilidad y color" lo suficientemente satisfactoria a largo plazo.

Buch ha recordado que tanto el despacho de Calatrava como las empresas constructoras manifestaron por escrito su voluntad de dar una solución a la caída del "trencadís" y ahora lo hacen "con los hechos" dado que hoy Calatrava se ha desplazado personalmente a Valencia para exponer sus soluciones.

"Mientras la actitud sea positiva y se trabaje, y se ve voluntad de hacer las cosas y no reclamar ninguna compensación, estamos satisfechos, dentro de la mala situación de que pasemos unos meses con la superficie del Palau sin cobertura", ha comentado.

El conseller ha manifestado que no ha entrado en debates sobre responsabilidades porque lo importante es que se solucione el problema y no le cueste dinero al contribuyente valenciano.

Según ha indicado, "mientras solucionen las cosas satisfactoriamente y sin coste, no voy a investigar, me da igual quién es el culpable, si son todos o ninguno, lo importante es que lo solucionen".

Ha reiterado que está previsto reabrir la temporada de ópera el 23 de febrero, fechas en las que se habrá retirado todo el recubrimiento cerámico ("trencadís") de la cubierta del Palau de les Arts.

Santiago Calatrava se ha desplazado a Valencia en el AVE, según ha desvelado en una rueda de prensa el coordinador general de Izquierda Unida, Cayo Lara, quien ha coincidido con él en el tren.

Calatrava se ha reunido con el conseller de Economía, quien antes del encuentro ha señalado, al ser preguntado si estaba prevista una reunión con el arquitecto, que todos los jueves se celebra una reunión de seguimiento de las obras a la que él no asiste, ni tampoco lo hace el propio Calatrava.

En esas declaraciones, ha asegurado que la sustitución del "trencadís" por aluminio estaba prácticamente descartada porque "se oxida y pierde brillo".

## 6. Artículo sobre las goteras del Ágora.

<http://www.levante-emv.com/comunitat-valenciana/2011/07/14/goteras-agora-obligan-cubrir-equipos-informaticos-campus-party-plasticos/824264.html>

“Las goteras del Ágora obligan a cubrir equipos informáticos de la Campus Party con plásticos

La tormenta del martes sorprende a los participantes al colarse el agua por los agujeros de la cubierta inacabada por Calatrava

Varios campuseros buscan el origen de las goteras después de cubrir los ordenadores con plásticos.



**N. A/L. D. C. VALENCIA** Los participantes de la Campus Party que están instalados en el Ágora aún estaban ayer sorprendidos por las goteras que cayeron en la tarde anterior del techo del edificio como consecuencia de la tormenta de agua y granizo que afectó a Valencia. El espacio diseñado por el arquitecto Santiago Calatrava — cuya construcción ha costado más de 90 millones de euros—, no aguantó el envite de la lluvia y provocó que se mojaran ligeramente algunos de los equipos informáticos desplegados por los campuseros para disfrutar del que es considerado uno de los eventos relacionados con internet más importantes del mundo.

En la parte superior del Ágora, donde se unen las paredes laterales del edificio, hay unos 40 orificios realizados para encajar las grandes lamas metálicas que a modo de cresta móvil rematarán el inmueble. Como llovió durante unos 20

minutos las goteras sólo se notaron en los dos vértices del óvalo, donde la pendiente ayuda a que cale más el agua. Los campuseros que vieron peligrar sus teclados y ordenadores optaron por poner bolsas de de plástico que les facilitó la organización, que reaccionó con inmediatez y solvencia. En el resto de zonas donde se detectaron goteras se utilizaron cubos de basura.

La escena más peculiar se produjo en el OVNI, el servidor que abastece de internet a los 3.000 campuseros que están instalados en el Ágora, que estaba situado justo debajo de una de las principales goteras, en la esquina suroeste. Los voluntarios del servicio técnico de esta cita con la vanguardia de las nuevas tecnologías no tuvieron más remedio que valerse de un objeto cotidiano, una sombrilla de playa, para evitar que se produjera cualquier daño en el servidor.

En la otra esquina del edificio, un grupo de campuseros ensayaba con guitarras y baterías para la competición de un conocido videojuego. Situados en la otra bajante del techo, fueron los que más notaron el agua. Los jóvenes dudaron en cambiarse de sitio, pero finalmente prefirieron esperar cubriendo con bolsas de plástico sus preciados ordenadores. Fuentes de la organización restaron importancia al incidente y declararon que no tienen previsto desplegar ningún dispositivo de seguridad en caso de que la situación se vuelva a repetir.

No es la primera vez que el Ágora tiene problemas con la lluvia. Durante el primer acto que acogió el espacio, el Open Valencia de Tenis de 2009, se tuvo que cubrir el techo con grandes plásticos para evitar que el agua se colara por los mismos agujeros.”

## **7. Audiovisual**

<http://www.youtube.com/watch?v=euMKifJIU-A>

Una nueva tormenta llena la Campus Party de goteras, cubos y plásticos.

## 8. Trabajo de campo: Entrevistas a arquitectos.

### Entrevista a Albert Cuchi:

Doctor Arquitecto por *l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona* (ETSAB), *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC). Actualmente es Profesor Titular de Universidad de la ETSAV de la UPC. Profesor responsable de las asignaturas de *l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallés* (ETSAV) de la UPC: Construcción en Tierra, Arquitectura y Medio ambiente, Construir con fábrica. Experto en sostenibilidad en la edificación.

- *¿Cuándo se inició su interés por la sostenibilidad arquitectónica?*

Mi línea de trabajo se inicia -y, de hecho, continúa- con los sistemas tradicionales. Desde ahí se adquiere una sensibilidad por la eficiencia en el uso de los recursos que es propio de las sociedades tradicionales. De hecho, mi trabajo sobre sostenibilidad y arquitectura empieza al acabar mi tesis doctoral, a lo largo de la segunda mitad de los años 90.

- *Al ser de los primeros arquitectos españoles que trabajan con la sostenibilidad, ¿se encontró con muchas barreras?*

Bien, en realidad más que como arquitecto he trabajado como universitario (docente e investigador), entendiendo que el reto social de la sostenibilidad debía alterar la forma de producir la arquitectura, la habitabilidad socialmente demandada. Lo cierto es que no había una sensibilidad por una cuestión que era considerada más bien marginal, propia de movimientos sociales ecologistas pero poco 'seria'. Las barreras principales que se encontraban los arquitectos interesados en la sostenibilidad era la falta de un enfoque claro, global y coherente sobre las relaciones entre sostenibilidad y arquitectura -que en cierto modo aún perdura- y una normativa y unas formas de trabajar en el sector que aún no estaban alineadas en esa dirección (y que poco a poco se van alineando).

- *¿Cuáles son las ventajas y los inconvenientes de aplicar la sostenibilidad en la arquitectura, en cuanto a la utilización de materiales, costes y ahorros, mantenimiento...?*

De hecho no hay que aplicarla a la arquitectura, sino a nuestra forma de satisfacer las necesidades. No son las cosas que deben ser sostenibles sino nuestro modo de vida, nosotros. Si la habitabilidad -las condiciones para albergar las actividades humanas- es la necesidad que satisface la arquitectura, lo primero que debemos preguntarnos es cuál es exactamente lo que esa necesidad demanda en cada caso. Después, cómo podemos obtenerla con el menor impacto, eso es ajustando los recursos y permitiendo mantener la capacidad productiva del medio para hacerlo. Se trata de considerar los costes totales, no sólo los costes económicos que entran en nuestras cuentas actuales: hoy día dejamos de pagar los costes que suponen los impactos que nuestra actividad genera, por ejemplo los costes del cambio climático por usar una energía que proviene en un 82% de combustibles fósiles.

- *¿Cree que se están formando adecuadamente a los futuros arquitectos en aspectos de sostenibilidad?*

Desgraciadamente, aún vamos por detrás de la preocupación que ya traen los estudiantes en esas cuestiones. No. Debemos rehacer toda la formación del arquitecto. Publiqué un libro 'Sostenibilidad y arquitectura' (Edicions UPC) que trataba de hacer entender cómo el área de conocimiento en la que trabajo en la UPC -la tecnología arquitectónica- debería enfocarse para una formación sostenibilista. Hemos cambiado dos veces de plan de estudios y aún no se ha aplicado esa visión. Las Escuelas de Arquitectura son, en realidad, escuelas de arquitectos, eso es, son escuelas profesionales donde se reproduce la actividad de los profesionales en el sector. Hasta que esa actividad no refleje una visión sostenibilista, será difícil -en la actual conformación de las escuelas de arquitectura- se forme adecuadamente en ese sentido.



- *En mi “Treball de Recerca” he comparado el uso que Santiago Calatrava y Shigeru Ban hacen de los materiales en sus proyectos, ¿Qué opina de dichos arquitectos en cuanto a la sostenibilidad de sus proyectos?*

Shigeru Ban realiza una interesantísima labor tecnológica y arquitectónica para promover y consolidar el uso de un material renovable como el cartón en arquitectura. Es un ejemplo de integración de esos materiales a un altísimo nivel arquitectónico. Santiago Calatrava no sé que hace en temas de sostenibilidad; no le conozco ninguna actividad remarcable ahí.

- *¿Los arquitectos más reconocidos a nivel nacional e internacional están integrados en el proyecto de arquitectura sostenible?*

Algunos más que otros. A destacar, por ejemplo, la obra y la visión de los franceses Lacaton y Vasal. Desgraciadamente predomina en la mayoría de ellos un enfoque de la sostenibilidad muy débil, con más carga de imagen que de interés real por avanzar en la redefinición de la arquitectura. Pero hay arquitectos jóvenes -y los hay aquí, en España, en Catalunya- que están trabajando en líneas interesantísimas y que auguran un cambio.

#### Entrevista a Felipe Pich-Aguilera (estudio PichArchitects):

“El respeto al medio ambiente como un valor que debemos administrar se ha convertido en un consenso social, la arquitectura debe buscar alternativas que proporcionen una relación más estimulante con la naturaleza y una aplicación más honesta de los recursos naturales, que puedan darnos pautas objetivas para abordar el planeamiento y la tecnología de la construcción desde una apreciación contemporánea” *Felipe Pich-Aguilera.*

- *¿Cuándo se inició su interés por la sostenibilidad arquitectónica?*

Nuestro interés e implicación por la sostenibilidad en la arquitectura tiene dos esfuerzos y una historia muy precisa. El primero de ellos va ligado a nuestro trabajo por mejorar la calidad de la edificación e industrializar los

sistemas y materiales constructivos, el trabajo mano a mano con los industriales, sus procesos de fabricación, sus requerimientos de colocación, sus costes, nos obligó a conocer muy a fondo cómo optimizar el material, cuáles eran sus necesidades de materia prima y energía, cuántos residuos producían y cuáles de ellos reciclaban o reutilizaban, cuáles sus costes de transporte....., y por tanto a interesarnos por la sostenibilidad en sí. El otro reto en el que tuvimos la oportunidad de implicarnos fue en el de integrarnos en proyectos de la Comisión Europea en los inicios de su Dirección General de Energía y Transporte, en la que empezaban a impulsarse ayudas a proyectos de edificación, conscientes de que el 40% de las emisiones de CO2 a la atmósfera provenían de la construcción y uso de los edificios.

- *Al ser de los primeros arquitectos españoles que trabajan con la sostenibilidad, ¿se encontró con muchas barreras?*

Sí han existido y existen muchas barreras, barreras ligadas al miedo al cambio que no permiten dar pasos innovadores (más vale malo conocido que bueno por conocer), barreras ligadas a la falta de información que no nos dejan conocer a fondo los impactos ambientales de nuestras decisiones, barreras ligadas a la falta de herramientas que no nos permiten cotejar con rigor nuestras propuestas de proyecto, dicho esto comentar que hemos avanzado mucho, hemos aprendido de todas nuestras apuestas y que nos interesamos del funcionamiento de nuestros edificios una vez terminados para que puedan ayudarnos a hacer propuestas adecuadas de futuro. La dificultad mayor que existe en la sostenibilidad es que es un problema de todos, de los usuarios de los edificios, de la administración pública y de los profesionales, hasta que no exista esta complicidad global los pasos son demasiado pequeños.

- *¿Cuáles son las ventajas y los inconvenientes de aplicar la sostenibilidad en la arquitectura, en cuanto a la utilización de materiales, costes y ahorros, mantenimiento...?*

Todos son ventajas, la arquitectura debe tener en cuenta la sostenibilidad ambiental, económica y social de todas sus decisiones, tanto en sus decisiones de proyecto como en su posterior uso.

- *¿Cree que se están formando adecuadamente a los futuros arquitectos en aspectos de sostenibilidad?*

Creo que queda mucho por aprender, la docencia está cambiando más lentamente que la profesión, incluso que los propios estudiantes.

- *En mi "Treball de Recerca" he comparado el uso que Santiago Calatrava y Shigeru Ban hacen de los materiales en sus proyectos, ¿Qué opina de dichos arquitectos en cuanto a la sostenibilidad de sus proyectos?*

Shigeru Ban es un convencido en la elección de los materiales desde sus mejores características medio ambientales, su apuesta por la utilización de materiales extraídos de la propia naturaleza, sus propuestas de sistemas constructivos con estos materiales y su puesta en obra. Calatrava empezó con una apuesta realmente innovadora al fusionar la arquitectura con la ingeniería y hacer de la técnica un buen instrumento para optimizar el material y utilizarlo conforme a sus propiedades.

- *¿Los arquitectos más reconocidos a nivel nacional e internacional están integrados en el proyecto de arquitectura sostenible?*

Sólo algunos. Existen muchos que restringen la sostenibilidad a los cálculos y la técnica. La sostenibilidad pone la arquitectura otra vez como responsabilidad esencial en el planeamiento y la edificación, la visión global de la arquitectura preocupada por su entorno, su clima, su cultura, su uso, sus sistemas constructivos, son imprescindibles para que realmente se consiga una verdadera sostenibilidad.

## 9. Artículo sobre la construcción de una casa renovable:

<http://www.20minutos.es/noticia/2189727/0/casa/basura/brighton/>

### “Una casa hecha a base de desperdicios



ÁNXEL GROVE. 12.07.2014 - 08:45h

"No existe nada que sea basura: sólo se trata de materiales colocados en el lugar equivocado". Con esta idea en mente —es decir, la base del concepto y la aplicación de la teoría del reciclaje—, un estudio de arquitectura inglés ha construido una casa con basura y materiales de desecho, la primera de este tipo que se edifica en el Reino Unido.

La Waste House (Casa Basura) está INSTALADA en el campus de la Universidad de Brighton, donde da clase el arquitecto responsable de la idea, Duncan Baker-Brown (1964), codirector del estudio BBM Designs, que se dedica al desarrollo de proyectos de diseño sostenible. Aunque la edificación se dedicará a fines pedagógicos de difusión del reciclaje aplicado a la construcción —PUEDE ser visitada libremente—, la idea de los promotores es que sea una prueba palpable de que es posible reutilizar residuos y materiales sobrantes o descartados para levantar edificaciones perfectamente diseñadas, aisladas y construidas.

#### **Todos los materiales, bajos en carbono**

El proyecto es el primer edificio estable del Reino Unido edificado casi íntegramente con basura —el 85% de la casa— y con todos los materiales bajos en carbono. Los promotores van a probar ahora el comportamiento de la construcción y su rendimiento energético durante los próximos años con la ayuda de técnicos del departamento de Ciencias e Ingeniería de la universidad, que ha abierto al público las dos plantas de la Casa Basura como centro de difusión del reciclaje y las ofrece también como

local de reuniones sociales y comunitarias, para debates o como estudio artístico.

Para la construcción —con una planta de 7,6 metros ancho y otros tantos de largo y una altura de 5,3— fueron necesarias 2.507 persona-día (unidad que equivale a un día de trabajo ininterrumpido de un trabajador medio), el 97,5% de las cuales fueron ejecutadas por 253 estudiantes, aprendices y voluntarios. El material empleado fue aportado gratuitamente por empresas y particulares y recogido y trasladado al solar por los más de 700 escolares que colaboraron con el proyecto.

### **Regalados por la empresa de limpieza de Gatwick**

En la casa, cuyos cimientos fueron realizados por aprendices de una empresa de construcción, se emplearon 19.800 cepillos de dientes usados como aislamiento de pared —la mayoría regalados por la empresa que se dedica a la limpieza del aeropuerto londinense de Gatwick—. También para material aislante sirvieron las dos toneladas de pantalones vaqueros de denim regalados por empresas de confección, 4.000 cajas de DVD, otras tantas cintas de vídeos VHS y 2.000 disquetes flexibles de ordenador.

Los implicados en la Casa Basura —que fue diseñada durante tres meses en las aulas de la universidad de Brighton y ejecutada a lo largo de un curso académico— no dijeron que no a ninguna cesión o regalo de las empresas, negocios, comercios o particulares de la zona. Usaron rollos de empaquetado, folios y contrachapado usados, una cocina con su encimera que habían pertenecido a un bar-cafetería y neumáticos de automóviles (que, convertidos en membranas de goma, sirvieron de acabado y sellado para el techo).

### **Alfombras viejas convertidas en tejas**

Otros materiales reutilizados fueron un lote de madera blanda sobrante de un aserradero, 600 pancartas de vinilo para hacer membrana de control de vapor para envolver la casa, 2.000 pedazos de alfombras usadas (que son las tejas colgantes de las paredes exteriores), pintura de segunda mano, 7,2 metros cúbicos de poliestireno de embalaje viejo, 2.000 pernos también usados...

Otra forma de reutilizar los excedentes en lugar de tirarlos en un vertedero El arquitecto de la Casa Basura define su idea como "una provocación" para demostrar que es necesario un "cambio radical" en la forma de uso de los materiales y una llamada de atención a las empresas de construcción para que apuesten por reutilizar los materiales sobrantes o usados. "Tiene que haber una forma de almacenar y reutilizar los excedentes en lugar de tirarlos en un vertedero", señala Baker-Brown."