



CA

2017

SOS

CURSO DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE  
RECONVERSIÓN Y CALIDAD TURÍSTICA

Curso de Arquitectura Sostenible  
Reconversión y Calidad Turística  
[caSOS2017]

Organiza:



Colabora:



#### AGRADECIMIENTOS:

- A la Sociedad de Promoción Económica de Gran Canaria (SPEGC) del Cabildo de Gran Canaria, por su patrocinio, sin el cual no hubiera sido posible este curso.
- A la Universidad e Las Palmas de Gran Canaria
- Al Colegio Oficial de Arquitectos de Gran Canaria
- Al Colegio Oficial de Ingenieros de Canarias Oriental.
- A los autores de los textos por su generosidad.
- A Carla Santana Perdomo por su inestimable ayuda como adjunta a dirección del curso.

Edición al cuidado de:  
Pedro Romero García.

Textos:  
de sus autores.

Diseño y realización:  
Carla Santana Perdomo.

Imprime:  
Primera Impresión

ISBN: 978-84-617-9062-3

DL: GC-123-2017

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta publicación pueden reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito de su editor.

## ÍNDICE

- **[caSOS2017]**  
Pedro Romera García .....5
- **La ciudad sostenible y resiliente**  
F. Javier Neila ..... 13
- **Edificios de Consumo Casi Nulo: Del coste óptimo al edificio de energía nula.**  
Álvaro Campos Celador .....21
- **Climatización de edificios mediante termoactivación de estructuras**  
Iván Rogelio Castaño .....27
- **Proyecto y construcción de vivienda unifamiliar con criterios de sostenibilidad en Zaragoza.**  
Alberto Monreal .....33
- **Competitividad y sostenibilidad ¿Retos o necesidades? Casos de éxito**  
Ana Isabel Menéndez Suárez.....41
- **Gestión sostenible del agua residual en el ámbito turístico**  
José Alberto Herrera .....49
- **Arquitectura y sostenibilidad. Reconversión y calidad turística.**  
Joan Lluís Fumadó Alsina .....57

- **Diseño y construcción de envolventes sustentables**  
Pedro Romera García .....65
- **Hormigones y Sostenibilidad**  
Hugo Ventura Rodríguez.....75
- **Paisaje en sombra**  
Evelyn Alonso + José Antonio Sosa .....83
- **Bibliografía** .....95

[caSOS2017]

Hace ya seis años de la celebración del primer Curso de Arquitectura Sostenible [caSOS2011]. Este surgió fruto de la publicación de la Directiva 2010/31/UE relativa a la Eficiencia Energética de los edificios donde se dimensionó la aportación de la eficiencia energética en la edificación a la lucha contra el cambio climático, generando el reto que todos veíamos lejano del 2020. A través de los planes de acciones europeos, dotados financieramente, se prevé reducir el consumo de energía primaria en un 20% antes del 2020 a través de una mejora en el rendimiento energético de los productos, los edificios y los servicios, en la eficiencia de la producción y la distribución de energía entre otros aspectos.

En el contexto de las Islas Canarias, en el año 2011 organizamos el primer curso como respuesta a la necesaria demanda de información y conocimiento, logrando el objetivo de implementar en el sector de la edificación la adopción de las directivas europeas.

En el año 2012, se creó el Aula de Energía y Sostenibilidad de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (en adelante ULPGC) con el objetivo de ser un punto de encuentro y de debate entre la Universidad y la Sociedad de Canarias de difundir las nuevas tecnologías relacionadas con la eficiencia, el ahorro energético, las energías renovables y la actividad de I+D que se realiza

en esta área por parte de los grupos de investigación de la ULPGC, a la vez que para apoyar y promocionar las actividades desarrolladas en la Universidad y otros organismos y empresas, con respecto a la energía y la sostenibilidad medioambiental.

En el año 2014, surge el Máster de Eficiencia Energética de la ULPGC organizado por el Instituto Universitario de Sistemas Inteligentes y Aplicaciones Numéricas en Ingeniería (SIANI), de carácter interdisciplinar entre la ingeniería y la arquitectura, con la participación de docentes del área de Proyectos Arquitectónicos de la Escuela de Arquitectura. Tiene una orientación investigadora con una componente importante en I+D en un sector estratégico para Canarias y Europa proporciona la base teórica y práctica para la formación en gestión, planificación energética, edificación sostenible y desarrollo de proyectos de instalaciones eficientes energéticamente.

El presente libro es el resultado material de las comunicaciones del Curso de Arquitectura Sostenible [caSOS2017], que se desarrollará a lo largo del día 3 de marzo de 2017, en el Centro Demostrador de las TIC para la innovación turística en el Recinto Ferial de Infecar en Las Palmas de Gran Canaria. En el curso se tratarán 3 áreas o bloques temáticos para la reconversión y calidad turística edificatoria, con profesionales y

docentes relevantes por su experiencia y conocimiento. El primer bloque abordará las estrategias para fomentar los edificios de energía casi nula, la integración de energías renovables y viabilidad económica; el segundo bloque afrontará las soluciones constructivas, sistemas y necesidades de la rehabilitación. Por último el tercer bloque tratará sobre los materiales, diseño y soluciones arquitectónicas sostenibles.

Los técnicos somos los responsables de proyectar, construir, y rehabilitar los edificios, por lo que tenemos que ser capaces de asumir el reto de convertir la eficiencia energética en uno de los valores principales de la arquitectura.



Programa

## PROGRAMA

8:15 - 9:00 **RECEPCIÓN Y ENTREGA DE DOCUMENTACIÓN**

### 9:00 INAUGURACIÓN

- D. ANTONIO MORALES MÉNDEZ, Presidente del Cabildo de Gran Canaria.
- D. RAÚL GARCÍA BRINK, Consejero de Área de Desarrollo Económico, Energía e I+D+I. Cabildo de Gran Canaria
- D. JOSÉ PABLO SUÁREZ RIVERO, Vicerrector de Investigación, Innovación y Transferencia de la ULPGC
- D. PEDRO ROMERA GARCÍA, Director del Curso de Arquitectura Sostenible 2017.

9:45

### 9:45 CONFERENCIA MAGISTRAL

- *La sostenibilidad y la ciudad resiliente.*  
D. FRANCISCO JAVIER NEILA, Catedrático de la UPM.

10:15

### 10:15 BLOQUE 1: PONENCIAS

- *Edificios de Consumo Casi Nulo: Del coste óptimo al edificio de energía nula.*  
D. ÁLVARO CAMPOS CELADOR, Profesor de la UPV/EHU.
- *Climatización de edificios mediante termoactivación de estructuras.*  
D. IVÁN ROGELIO CASTAÑO, Product Manager Indoor Climate Uponor Iberia.
- *Eficiencia energética en la edificación.*  
D. FRANCISCO ESPINO, Ingeniero, Profesor en Mecánica de fluidos de la ULPGC.

11:30

11:30

### CAFÉ / NETWORKING

12:00

### 12:00 MESA REDONDA 1

- D. JOSÉ ANTONIO LUCENDO SÁNCHEZ, Decano del Colegio Oficial de Ingenieros de Canarias Oriental.

13:15

13:15	<p><b>BLOQUE 2: PONENCIAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Proyecto y Construcción de vivienda unifamiliar con criterios de sostenibilidad en Zaragoza.</i> D. ALBERTO MONREAL, Arquitecto de Arquitecturas Naturales.</li> <li>• <i>Competitividad y Sostenibilidad; ¿Retos o necesidades? Casos de éxito.</i> D. ANA ISABEL MENÉNDEZ SUÁREZ, Gerente de EFINCO.</li> <li>• <i>Gestión sostenible del agua residual en el ámbito turístico.</i> JOSÉ ALBERTO HERRERA, Doc. Ciencias del Mar, PTU de la ULPGC</li> </ul>
14:30	
14:30	

COMIDA / NETWORKING

16:00

16:00	<p><b>CONFERENCIA MAGISTRAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Arquitectura y sostenibilidad. Reconversión y Calidad Turística.</i> D. JOAN LLUÍS FUMADÓ ALSINA, Catedrático de la UPC.</li> </ul>
16:30	
16:30	<p><b>BLOQUE 3: PONENCIAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Diseño y construcción de envolventes sustentables.</i> PEDRO ROMERA GARCÍA, Profesor Arquitecto de la ULPGC.</li> <li>• <i>Hormigones y Sostenibilidad.</i> D. HUGO VENTURA, Profesor Arquitecto de la ULPGC.</li> <li>• <i>Paisaje en sombra</i> EVELYN ALONSO + JOSÉ ANTONIO SOSA, Alonso + Sosa Arquitectos.</li> </ul>
17:45	
17:45	<p><b>MESA REDONDA 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D. VICENTE BOISSIER DOMÍNGUEZ, Decano del Colegio Oficial de Arquitectos de Gran Canaria.</li> </ul>
19:00	
19:00	
19:30	<p><b>CONCLUSIONES Y CLAUSURA</b></p>
19:30	

# Diseño y construcción de envolventes sustentables

Pedro Romera García

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible se define como aquel “que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” (Comisión Brundtland, 1.987). Esta definición contiene tres dimensiones importantes: la sostenibilidad medioambiental, la económica y la social.

En el proyecto de arquitectura, además del confort y la salud de los ocupantes, se debe considerar el efecto del edificio en el medio ambiente global y local.

En este contexto, los edificios son grandes consumidores de energía y de materia prima.

La energía es un elemento esencial en la búsqueda de la sustentabilidad. Los materiales utilizados en la construcción de edificios tienen un gran impacto medioambiental, causado por su extracción, procesamiento, transporte, uso y eliminación. Este impacto se produce en el ámbito mundial, regional y personal; afectando tanto al clima y a la biodiversidad como a la salud de las personas.

Se suele utilizar el concepto de “energía incorporada”,

aunque a lo largo de la vida útil de un edificio, la energía incorporada de los materiales utilizados representa sólo en torno a un 10% de la energía total consumida por el edificio en uso. Tres principios importantes pueden derivarse del concepto de "energía incorporada":

1. Aprovechamiento local de los materiales pesados. La piedra, los áridos, los ladrillos, etc., deben obtenerse de canteras o fabricantes situados cerca de la obra. Aparte de reducir el impacto ambiental, este principio ayudaría a mantener vivas las técnicas de construcción locales y daría empleo a las gentes del lugar.

2. Aprovechamiento global de los materiales ligeros. La mayor parte de la energía incorporada está relacionada con el transporte, pero esto no es así en el caso de los materiales más ligeros.

3. Potencial de reciclaje. El análisis del ciclo de vida (ACV) ha puesto en evidencia la compleja realidad del impacto ambiental considerado desde un enfoque integral. Atendiendo únicamente al aspecto energético, el impacto de un material depende de los costes energéticos iniciales (costes de entrada) y finales (costes de salida). No debe sólo considerarse la energía incorporada al principio del proceso, sino también la

que será necesaria emplear en la etapa final de la vida útil del edificio, la demolición.

La energía es un criterio útil para determinar el grado de sostenibilidad de los materiales de construcción elegidos, pero no el único. Hay otros impactos que deben considerarse, como la contaminación del aire y del agua (dos resultados frecuentes de la fabricación de materiales de construcción), los daños al patrimonio paisajístico, ecológico y cultural (causados por las canteras o la tala de árboles, por ejemplo) y el agotamiento de las reservas de recursos.

El doble problema del cambio climático y el agotamiento de los combustibles fósiles imponen a los arquitectos e ingenieros la obligación de adecuar y adaptar sus diseños. Algunas reglas que debemos seguir para optimizar y flexibilizar la nueva generación de edificios son las siguientes:

- Evitar la exclusividad funcional.
- Maximizar el acceso.
- Abogar por la simplicidad funcional del proyecto.
- Perseguir la máxima durabilidad.
- Maximizar el acceso a la energía renovable.
- Prever la posibilidad de sustituir partes.



Fig 1. Vista exterior e interior del edificio Incube.



## SOLUCIONES DE LAS ENVOLVENTES BASADAS EN LA SUSTENTABILIDAD.

Cualquier edificio responde a una serie de necesidades sustentables, entre las que destacan las siguientes:

### 1. EFICACIA.

1.1 Buena respuesta al entorno, al contexto social y económico. Una reacción lógica a la situación geográfica y climatológica y por otro lado a los condicionantes del promotor.

1.2 Su modulación óptima para la ejecución acelerada de la obra y además conformadora de los espacios de trabajo funcionales.

1.3 Interrelación exterior-interior: búsqueda de la luz natural difusa confortable para los espacios de trabajo, en una latitud sobre expuesta a radiaciones UV todo el año, ventilación natural cruzada, protección solar pasiva, terrazas como espacio plus a cada espacio de trabajo que configura la fachada habitada, que se auto-proyecta sombra. Todo esto aporta el valor añadido a cada espacio mínimo, espacio de expansión y de relación con otros módulos de trabajo.

### 2. CONSTRUCCIÓN RESPONSABLE.

Actitud de respeto, moderación, comedimiento y de

precisión.

2.1 Empleo de la prefabricación local que ha respetado la actual crisis, proceso ejecución más preciso.

2.2 Pocos materiales para resolver la envolvente, con disponibilidad y tecnología local.

2.3 Valores funcionales: relaciones adecuadas entre el programa de necesidades y la calidad espacial, potenciando la flexibilidad de los espacios.

### 3. CALIDAD ARQUITECTÓNICA.

3.1 Equilibrio, entre los espacios mínimos (m2) de trabajo y el máximo m3 para espacios comunes, así como la incorporación de relaciones diagonales que acentúan el dinamismo del programa de usos.

3.2 Contraste entre la gravedad del exterior y la levedad del interior, buscando el equilibrio entre las sombras proyectadas de la envolvente y la luminosidad espacial.

3.3 Compendio ponderado entre espesor y luz (materialidad y espacialidad dispuestas en armonía y funcionalidad).



PARÁMETROS ECOEFICIENTES PASIVOS.

Protección frente al viento: teniendo en cuenta el constante y a veces fuerte viento predominante de N/NE (Alisio en el caso de las Islas Canarias) se ha de crear una barrera arquitectónica configurando la disposición de los huecos de la fachada de forma que se aproveche la ventilación cruzada a la vez que los espacios queden protegidos de corrientes no deseadas.

Configuración del edificio: partiendo de la base que todo edificio posee una fachada, se propone descomponerla creando un complejo de planos seriados que formen la fachada.

Protección solar: para proteger la edificación frente a la radiación solar se han de plantear varias soluciones como son:

- 1. No generar huecos directamente a la orientación Oeste, excepto el de cajas de escaleras.
- 2. Voladizos en los dos huecos que se orientan a en la fachada Sur
- 3. Inercia térmica: se propone construir el edificio con una elevada inercia térmica que contribuirá al ahorro energético del sistema de climatización.
- 4. Ventilación híbrida: se propone realizar unas ventila-

ciones híbridas con el objeto de refrigerar de forma "gratuita"

Cubierta:

La cubierta deberá incorporar un complejo sistema de aprovechamiento energético, mediante la construcción de una cubierta, con paneles térmicos y captación de agua de lluvia, así como la instalación de obtención de energía mediante paneles fotovoltaicos.

Fachadas activas:

Los edificios se deben concebir bajo una idea de interactividad fundamental en la concepción del mismo y que estará presente en todos los niveles. Este condicionamiento se puede modificar para poder dar una imagen arquitectónica de interés que encaje perfectamente en un lugar específico. Las estancias interiores se deben disponer de forma que busquen la mejor iluminación y ventilación.



Fig 2. Diagramas envoltorio pasivo edificio Incube.

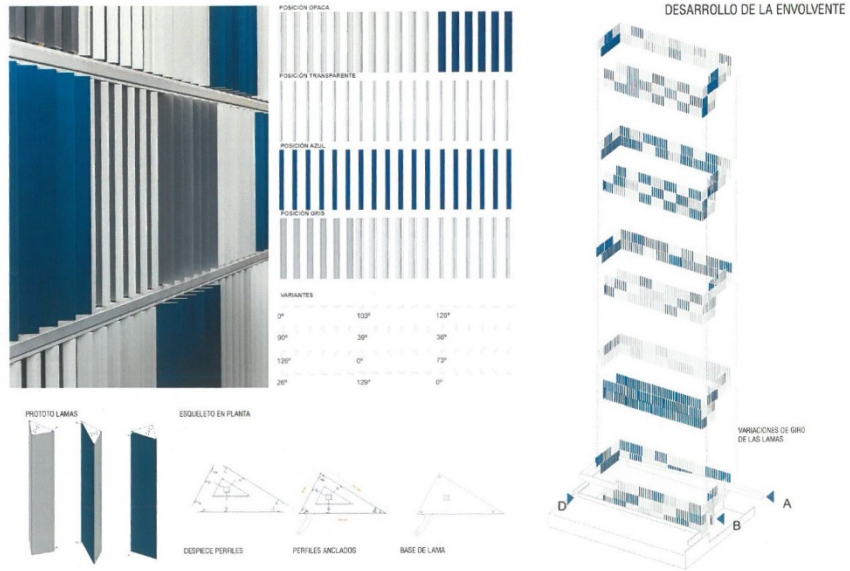


Fig 3. Diagramas envolvente activa del edificio Pasarela.

**PROTECCIÓN SOLAR:**

La no disposición de ventanas acristaladas a la orientación oeste, reduce considerablemente la incidencia del sol en los acristalamientos.

Acristalamiento de los huecos con un factor solar bajo. Voladizos en los dos huecos de la fachada con orientación sur, con un fondo tal que en los meses de verano se evite la radiación directa y, en cambio, en los meses de invierno la radiación permita calentar el edificio.

**VENTILACIÓN CRUZADA:**

Teniendo en cuenta las medias de las temperaturas máximas durante el año se deben proyectar ventilaciones cruzadas a través de patios interiores y a fachada con el objeto de refrigerar de forma natural el edificio durante las noches de los meses de verano.

**MATERIALES:**

La edificación se deberá proyectar de acuerdo a criterios sustentables, utilización de materiales limpios y optimización de los procesos durante la construcción, mantenimiento y desmontaje.

Todos los materiales utilizados deberán ser renovables y reciclables:

- Cerramientos prefabricados con aislamiento térmico en cámara de aire y tabique de cartón yeso

- Vidrio: de bajo coeficiente de transmisión y bajo factor solar, colocado siempre en paramentos verticales y de-

bidamente resguardado del sol evitando la orientación oeste, tanto en la fachada principal como en los interiores.

-Hormigón: se empleará como acabado de determinadas zonas del edificio y servirá como captador de gran inercia térmica.

Los edificios se deben proyectar de acuerdo a criterios de tecnología medioambiental sustentable que apliquen las siguientes acciones: optimización constructiva del edificio, limitación de la demanda energética, utilización de sistemas pasivos en fachada, aprovechamiento de la energía solar, recogida y reutilización del agua de lluvia, utilización de materiales limpios y optimización de los procesos durante la construcción y posterior mantenimiento. El edificio tiene por objetivo construir unos espacios que, por separado y en conjunto, minimicen el impacto ambiental, y reduzcan lo más posible la utilización de combustibles (recursos naturales) no renovables, sin afectar por ello al confort de los usuarios, ni a la viabilidad económica del proyecto.

A arquitectos autores del proyecto: Pedro N. Romero García y Ángela Ruiz Martínez

(Romero y Ruiz Arquitectos)

A arquitectos colaboradores: Jorge Hernández Fernández (Edif. Incube); Rocío Narbona

Flores, Paula Cabrera Fry y José M. López Cabrera (Edif. Incube y Pasarela)

Ingeniería: CQ ingenieros.

Arquitectos técnicos: Manuel Hernández (Edif. Incube) y Edward Lynch (Edif. Pasarela)

## SOSTENIBILIDAD. 8 PARÁMETROS

- 1. LUGAR**  
El edificio busca relaciones deseadas con el contexto, alberga espacios exteriores y visuales del entorno.
- 2. FORMA ARQUITECTÓNICA**  
La disposición de volúmenes, espacios y forma arquitectónica en la construcción de un edificio con menor gasto energético es un indicador de confort.
- 3. ENVOLVEDURA**  
Sistemas pasivos: Cada orientación dispone de una apertura de huecos diferenciada, cerramientos con fachadas ventiladas, doble acristalamiento y sistemas de protección solar.
- 4. CONFIGURACIÓN INTERNA**  
Sistema estructural que permite diferentes organizaciones espaciales. Se empantan los huecos interiores.
- 5. CONTACTO AMBIENTAL**  
Se utilizan conceptos pasivos en la medida, reduciendo el gasto energético. La ventilación natural cruzada como factor de confort.

## CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA



MOVIMIENTO SOLAR

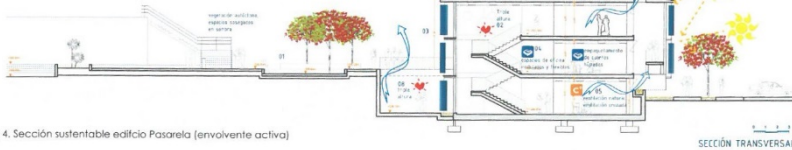


Fig 4. Sección sustentable edificio Pasarela (envolvente activa)