

INICIATIVAS PARA UNA ECONOMÍA BAJA EN CARBONO



ecoeficiencia
ecoinnovación
ecorresponsabilidad
economía baja en carbono



CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y AGUA

www.ecorresponsabilidad.es

ECOEficiENCIA EN LA ARQUITECTURA

ANÁLISIS DE CASOS PRÁCTICOS DE
ECOEficiENCIA EN EL DISEÑO DE
LA EDIFICACIÓN Y REHABILITACIÓN
DE INMUEBLES

Realizado en Murcia, octubre de 2010

Coordinación de la edición:

Francisco Victoria Jumilla
Consejería de Agricultura y Agua

Autores:

Patricia Reus
Jaume Blancafort
Blancafort-Reus arquitectura
www.blancafort-reus.com

ISBN:

978-84-693-6837-4

Depósito Legal:

MU-1.793-2010

Trabajo ganador de la Tercera edición del PREMIO URBINCASA-Universidad Politécnica de Cartagena A LA ECO-INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS SOSTENIBLES, que tiene como objetivo reconocer las actividades de investigación y desarrollo relacionadas con la innovación ecológica y el desarrollo de actividades económicas sostenibles, realizadas por profesores o alumnos de la Universidad.

Por otra parte, esta publicación es la base de la ponencia “10 ECOEFICIENT STRATEGIES Economic and environmental analysis and evaluation of ten energetically efficient and saving of water for buildings construction and rehabilitation in Mediterranean climates” que tiene el honor de formar parte del “2010 Lisbon Technical Workshop” dentro del marco de la feria internacional ExpoEnergia 2010.

PRESENTACIÓN

Las ciudades son responsables de un gran consumo de recursos, como energía, suelo, agua y productoras de vertidos, residuos y emisiones. En el caso concreto de la Región, las ciudades aportan más de un 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La adaptación de la ciudad y sus espacios públicos son fundamentales tanto para reducir estas emisiones, como para una adecuada defensa frente a los previsibles impactos del calentamiento global. Por todas estas razones, es necesario repensar la arquitectura y el urbanismo para una economía baja en carbono.

En esta tarea, uno de los objetivos debe ser identificar aquellos ejemplos compatibles con las características ambientales de la Región, que además de tener nulo o bajo impacto ambiental, deben ser favorables desde el punto de vista económico, creando las bases para generar un legado edificado con menos emisiones de CO₂ y más adaptado a las nuevas condiciones que pueden imponer los efectos del calentamiento.

En este sentido, recabar la opinión y la experiencia directa de maestros en edificación sostenible, permitirá a los profesionales del sector verificar más aún la viabilidad de una arquitectura y urbanismo bajo en carbono.

La Administración regional, cumpliendo este objetivo y en el marco de la serie 'Iniciativas para una economía baja en carbono', ha impulsado la recopilación del conocimiento en la materia cuya síntesis se publica en este libro 'Ecoeficiencia en la arquitectura. Análisis de casos prácticos de ecoeficiencia en el diseño de la edificación y rehabilitación de inmuebles'.

Tenemos la suerte de contar con unos autores de calidad, como es el equipo de Blancafort-Reus arquitectura, lo que ha permitido desarrollar un trabajo novedoso y que sin

duda es una positiva aportación y un estímulo a nuevos planteamientos.

Especialmente destacable ha sido el esfuerzo realizado en las entrevistas que recogen la opinión y experiencia a diez expertos en edificación sostenible y que pueden consultarse en:

www.ecorresponsabilidad.es/sala3_1.htm.

Esperamos que esta publicación permita avanzar en la ecoeficiencia de la arquitectura y del urbanismo, y en definitiva, integrarlos en una economía baja en carbono.



Antonio Cerdá Cerdá
*Consejero de Agricultura y Agua
de la Región de Murcia*

ECOEFICIENCIA EN LA ARQUITECTURA

ANÁLISIS DE CASOS PRÁCTICOS DE ECOEFICIENCIA EN EL DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN Y REHABILITACIÓN DE INMUEBLES

1	INTRODUCCIÓN.....	9
2	ECOEFICIENCIA EN LA ARQUITECTURA	13
	2.1 Propósito del trabajo.....	13
	2.2 Sobre la documentación existente en edificación y sostenibilidad en el Mediterráneo Sur.....	14
	2.3 Descripción de las condiciones climáticas de la Región de Murcia.....	14
	3.3.1 Datos climatológicos.....	14
	3.3.2 Radiación solar	15
	2.4 Definición de los consumos energéticos e hídricos en los edificios.....	16
	3.4.1 En fase de ejecución-rehabilitación	16
	3.4.2 Durante su vida útil.....	16
3	CATÁLOGO DE ESTRATEGIAS DE DISEÑO PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS Y LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN LA REGIÓN DE MURCIA, SIN UN SOBRECOSTE APRECIABLE EN LA PRODUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LAS ARQUITECTURAS RESULTANTES.....	17
	SISTEMAS DE AHORRO ENERGÉTICO	
	3.1 Orientación del edificio. Estancias principales a sur ($\pm 15^\circ$)	17
	3.2 Vidrio de control solar en orientaciones oeste y noroeste.....	17
	3.3 Vidrio de baja emisividad térmica.....	18
	3.4 Protección solar.....	18
	3.5 Inercia térmica + protección solar en fachada. Orientación sur.....	18
	3.6 Galería acristalada + lazos convectores. Orientación sur	18

3.7 Fachada ventilada de alta reflectividad. Orientaciones Oeste - NO	19
3.8 Incremento del aislamiento térmico.	19
3.9 Cubierta vegetal de sedum (plantas que no necesitan mantenimiento)	19
3.10 Cubiertas aljibe	20
3.11 Espacios bajo cubierta no habitables.....	20
3.12 Ventilación natural. Cruzada y/o estratificada.....	20
3.13 Eliminación de puentes térmicos. Aislamiento por el exterior.....	21
SISTEMAS DE AHORRO DE AGUA	
3.14 Sanitarios más eficientes	21
4 METODOLOGÍA.....	23
MARCO DE TRABAJO	
4.1 Edificación tipo	23
4.2 Consumo energético	23
4.3 Consumo hídrico estándar	23
4.4 Radiación solar	23
4.5 Coste de la energía y el agua	24
4.6 Amortización	24
4.7 Valor de conversión de CO ₂	24
5 ANÁLISIS Y ESTUDIO DE 10 CASOS PRÁCTICOS DE APLICACIÓN EN LA REGIÓN DE MURCIA. FICHAS DE TRABAJO.....	25
Ficha 1. Orientación del edificio.....	25
Ficha 2. Vidrios con control de infrarrojos en orientaciones O y NO.....	27
Ficha 3. Vidrios de baja emisividad térmica en todas las orientaciones.....	30
Ficha 4. Inercia térmica	32
Ficha 5. Galería acristalada. Sur	35
Ficha 6. Fachada trasventilada. Oeste	38
Ficha 7. Aumento del aislamiento respecto CTE	40
Ficha 8. Cubierta vegetal extensiva.....	43
Ficha 9. Cubierta vegetal extensiva con aljibe	46
Ficha 10. Empleo de reductores de caudal en la grifería.....	49
6 RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	51
7 BIBLIOGRAFÍA Y ENTIDADES CONSULTADAS	59

8 ENTREVISTAS A EXPERTOS	61
PROYECTO	
Pablo Carbonell. Ecoprojecta (Murcia)	63
Fernando de Retes (Murcia)	63
Teresa Batlle. Pich-Aguilera (Barcelona)	64
Joan Sabaté. SaAS arquitectes (Barcelona)	65
Salvador Rueda. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (Barcelona)	66
Isabela Velázquez. Gea 21 (Madrid)	67
COMERCIALIZACIÓN	
PMP Promocions. Montse Pujol (Lleida)	68
Cubica. Arquitectura Modular Bioclimática. Jordi Claramonte (Madrid)	69
SENSIBILIZACIÓN	
José María Torres Nadal (Alacant)	70
Ecosistema Urbano. Michael Moradiellos (Madrid)	71

1 INTRODUCCIÓN

En edificación, la mayoría de los sistemas y estrategias constructivas utilizadas tienen un alto coste ambiental, consumiendo recursos y generando altos costes de mantenimiento de los edificios, fundamentalmente al estar concebidos sin tener en cuenta la identidad física del medio en el que se insertan. Sin embargo, existe todo un conjunto de soluciones y estrategias, hasta ahora poco utilizadas, que podemos considerar ecoeficientes, ya que además de ser más ventajosas ambientalmente son más competitivas desde el punto de vista económico, tanto en su proceso de construcción como en el de puesta en funcionamiento de los edificios.

Muchas prácticas, que hoy son ecoeficientes, durante tiempo no lo han sido por razones económicas. Por ejemplo, el derribo de un edificio mezclando todos los residuos sin aprovechar los recursos (madera, metales, áridos, etc.) y su eliminación en vertedero era más ventajoso económicamente que el proceso de deconstrucción en el que ordenadamente se iba recuperando la madera, los metales y en definitiva todos los materiales, ya que se requiere más mano de obra y la venta de estos recursos no suponía ingresos sobresalientes. Con la penalización de la llegada de residuos mezclados y potencialmente reutilizables a los vertederos, junto con el encarecimiento de los costes de los materiales, hoy en día esta práctica puede pasar a ser ecoeficiente.

Si podemos identificar aquellos ejemplos que además de tener nulo o bajo impacto ambiental son favorables desde el punto de vista económico, estaremos creando las bases para generar un legado edificado más sostenible.

Para difundir las ventajas competitivas de esta nueva concepción de la arquitectura (tanto para los nuevos edificios como para la regeneración de los existentes), es im-

prescindible que se cuantifiquen las ventajas ambientales y el ahorro económico mediante una hoja de datos técnicos que permita identificar claramente la ecoeficiencia del ejemplo analizado y, por tanto, el interés que presenta para todos los agentes implicados en la edificación: promotores, técnicos, constructores, usuarios etc.

En este sentido, recabar la opinión y la experiencia de maestros en temas de edificación sostenible, permitirá a los profesionales del sector verificar más aún la viabilidad del concepto de ecoeficiencia, con la constatación de que ya existe un buen número de éxitos que demuestran su eficacia.

Este fue el objetivo con el que se encargó al equipo de arquitectura Blancafort-Reus la realización del estudio cuya síntesis se recoge en esta publicación.

El consumo de energía de origen fósil en un País y el impacto ambiental asociado al mismo, principalmente en forma de emisiones de CO₂, constituye un problema estratégico ambiental y económico de primer orden. Es difícil determinar cual es la contribución a las emisiones totales de CO₂ del sector de la edificación de nuestro País y de nuestra región, ya que los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero no desagregan al nivel del uso residencial en las ciudades. Por otra parte, la vivienda es responsable de emisiones directas por consumo de combustibles fósiles (principalmente por calefacción) y, sobre todo, indirectas como consecuencia del consumo de electricidad cuyas emisiones se generan y por tanto estarán contabilizadas en las centrales de producción de energía eléctrica. En cualquier caso, se manejan, como datos razonables que podemos avalar en función de nuestra experiencia, unas emisiones próximas a los 500 kg CO₂ por metro cuadrado construido asociadas a la fabricación de los materiales necesarios para su construcción, y unos 30 kg CO₂/año por metro cuadrado asociadas al

mantenimiento del edificio, es decir, iluminación, climatización, aparatos eléctricos, etc. En este último caso, las emisiones dependen del tipo de edificio y de su adecuación bioclimática, entre otros.

La edificación constituye pues un sector importante en la lucha contra el cambio climático y especialmente en cuanto a las emisiones asociadas a la vida útil de los edificios que se habrán de producir al menos durante 50 años (en total tres veces más que las emisiones necesarias en la fase de construcción).

La edificación deber ser vista además como un sector que va a resultar fuertemente presionado por las políticas de lucha contra el cambio climático y, en consecuencia, debe de ir internalizando las estrategias que le permitan ser lo más ecoeficiente posible.

La Unión Europea mediante su Decisión nº 406/2009/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, sobre el esfuerzo de los Estados miembros para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad hasta 2020 (DOUE nº L 140 de 5-6-09) ha impuesto como objetivo para el año 2020 reducir el 10% de las emisiones de los sectores difusos con respecto al año 2005, entre los que se encuentra el sector de la edificación. Entendiendo como sectores difusos aquellos que no tienen hasta ahora obligación de participar en el comercio de derechos de emisión, regulado en nuestro País por la Ley 1/2005. Esta decisión aplicada a nuestro País supone la reducción de 26 MtCO₂ que en el caso de la Región de Murcia sería entorno 0,6 MtCO₂.

Tarde o temprano estos compromisos se traducirán en obligaciones legales, como ya se han empezado a reflejar en el nuevo Código Técnico de la Edificación. En cualquier caso, la edificación ha de adaptarse cuanto antes a las nuevas pautas de comportamiento de lo que se ha venido a llamar economía baja en carbono.

Disponiendo de la referencia de buenas prácticas y experiencias de éxito se facilitarían la introducción de criterios

ambientales en los proyectos que de esta forma tendrían en cuenta la ecoeficiencia, especialmente medida como CO₂ y consumo de agua, como un parámetro más en la concepción de los edificios.

En este trabajo se pueden encontrar interesantes ejemplos que muestran niveles destacados de ecoeficiencia sin necesidad de inversiones adicionales, como son los relacionados con la orientación del edificio. En este caso, se comparan edificios con ventanas de la sala y habitación principal orientadas al sur con edificios con una orientación norte comprobándose un ahorro de 1.178 KgCO₂/año (equivalente a las emisiones de CO₂ de un vehículo medio utilizado para desplazarse al trabajo a 10 km de distancia durante un año), suponiendo un ahorro económico de 348,3 €/año.

Otro ejemplo que se puede encontrar en esta publicación es el de utilización de galerías acristaladas orientadas al sur. En este caso el ahorro anual en las emisiones de CO₂ 1.566 kg y de 463 €/año.

Esto son solo dos ejemplos que muestran que una buena orientación del edificio permite ventajas económicas y ambientales que obtendrán los usuarios durante toda su vida útil. Todo esto no es nuevo, es conocido por los profesionales y ha sido objeto de la arquitectura bioclimática durante décadas.

Recuperar estas y otras tantas ideas de la arquitectura bioclimática adaptadas a las necesidades actuales es relativamente sencillo, siempre que se tengan en cuenta desde el principio en el proyecto arquitectónico.

Esperamos que con este trabajo se contribuya a afianzar una nueva perspectiva que permita la concepción ecoeficiente de los edificios y en su caso rehabilitación. Una buena noticia en este sentido es que los autores, Patricia Reus y Jaume Blancafort, han sido ganadores con este trabajo del PREMIO URBINCASA-Universidad Politécnica de Cartagena A LA ECO-INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS SOSTENIBLES en su tercera edición. Este premio tiene como objetivo reconocer las actividades de investiga-

ción y desarrollo relacionadas con la innovación ecológica y el desarrollo de actividades económicas sostenibles, realizadas por profesores o alumnos de la Universidad.

Francisco Victoria Jumilla
Consejería de Agricultura y Agua

2 ECOEFICIENCIA EN LA ARQUITECTURA

2.1 PROPÓSITO DEL TRABAJO

Según los estudios realizados para la Comisión Europea contra el cambio climático, **EL CONSUMO DE ENERGÍA POR LOS SERVICIOS ASOCIADOS A LOS EDIFICIOS SUPONE APROXIMADAMENTE UN TERCIO DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA UNIÓN EUROPEA Y UN 20% DEL CONSUMO TOTAL DE AGUA DE LAS CIUDADES.** Por tanto establecer medidas que optimicen el funcionamiento de los mismos supondría un importante ahorro y contribuiría a luchar contra el cambio climático.

La ecoeficiencia, es decir, la eficiencia energética de una arquitectura, que no supone un sobre coste inasumible para las leyes del mercado, será mayor cuanto más ligada esté al aprovechamiento y/o protección de los rasgos ambientales exteriores. Por ello, disponer de datos suficientes sobre estas características y asumir el uso de estrategias adecuadas desde los primeros estadios del diseño, nos permitirá influir en la consecución de niveles objetivos de confort disminuyendo el uso de energía.

El propósito de este trabajo será:

- **Identificar, valorar y cuantificar** numéricamente algunas estrategias a utilizar en la Región, tanto en la nueva edificación como en la rehabilitación de inmuebles.
- **Recopilar la valoración de expertos** en la producción de arquitecturas sensibles con el medio ambiente, en la comercialización de estos productos y en la difusión y sensibilización de la sociedad hacia esta concepción de la arquitectura y el urbanismo.



Camping de la Rafa, Bullas.
Arq. Fernando de Retes. Fotografía MuB.

2.2 SOBRE LA DOCUMENTACIÓN EXISTENTE EN EDIFICACIÓN Y SOSTENIBILIDAD EN EL MEDITERRÁNEO SUR

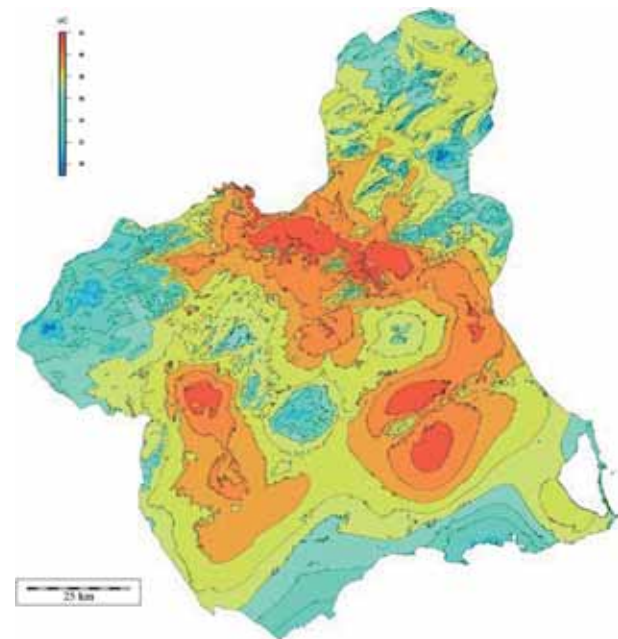
Si bien hay una extensa bibliografía en torno a la edificación sostenible podemos detectar fácilmente algunas carencias. Una de las principales, es que en muchos de estos casos, la disertación se mantiene en el ámbito de lo teórico sin entrar en el análisis en profundidad de casos prácticos que puedan ser empleados por los proyectistas como un catálogo de herramientas con las que elaborar un proyecto desde sus primeras aproximaciones. Además, muchas de estas estrategias podrían definirse como tecnológicas, cuando el grueso de la edificación que se produce en esta Región está formado por una arquitectura más sencilla y ajena a sistemas sofisticados para obtener un buen resultado energético.

Por otro lado, también resulta difícil encontrar bibliografía especializada en aquellas estrategias que se adaptan a la climatología predominante en la Región, con un macroclima que puede definirse como de veranos cálidos e inviernos suaves y, con una característica propia que es la abundancia de horas de sol al año.

2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA REGIÓN DE MURCIA

2.3.1 Datos climatológicos

El clima de la Región de Murcia muestra características de clima mediterráneo, aunque se encuentra en una zona de transición con los climas semiáridos que avanzan las características del desierto norteafricano, lo que se traduce en temperaturas altas y precipitaciones escasas. La influencia del desierto del Sahara se manifiesta en ocasiones de forma extrema por la entrada de masas de aire sahariano que, sin apenas superficie marina que recorrer, mantienen su temperatura y sequedad, originando olas de calor.



Gradiente de temperaturas en verano. Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Delegación Territorial en la Región de Murcia.

Por otro lado, el relieve regional, junto con el de la provincia de Alicante, limita la influencia marina a las regiones costeras. El resultado es una cierta continentalización hacia el interior de la Región. Las elevaciones suponen además un descenso de las temperaturas con la altitud.

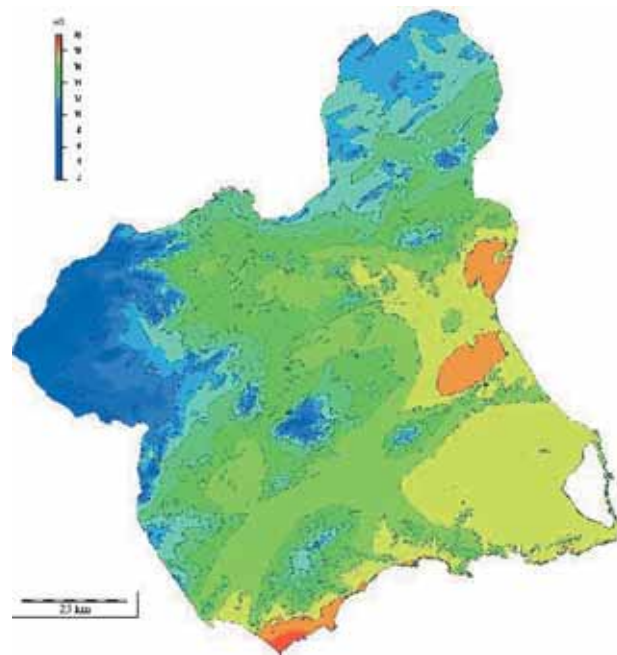
La Región de Murcia se caracteriza por temperaturas cálidas durante casi todo el año. La influencia marítima suaviza los valores extremos en la costa y las cadenas montañosas hacen más continental el clima del Noroeste.

2.3.2 Radiación solar

Debido a su latitud meridional, la Región de Murcia recibe una fuerte insolación anual. El número de horas de sol en el observatorio de San Javier es de **2.500 h/año**, con un máximo en julio (284 h/año) y un mínimo en diciembre (146 h/año); los datos correspondientes en el observatorio de Alcantarilla son **2.797 h/año**.

La disposición mayoritariamente Este-Oeste de las principales alineaciones de relieve supone la aparición de importantes contrastes solana-umbría en todo el territorio, especialmente notables en los meses invernales debido a la escasa altura del sol.

Estimaciones basadas en modelos teóricos de terreno (Alonso Sarría y Conesa García, 2006) han dado valores medios de **5.023 Wh/m² y día**, valores que superan los **5.500 Wh/m² y día** e incluso los **6.000 Wh/m² y día** en solana y descienden en la umbría, especialmente en el Noroeste.



Gradiente de temperaturas en invierno. AEMET. Delegación Territorial en la Región de Murcia.

2.4 DEFINICIÓN DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS E HÍDRICOS EN LOS EDIFICIOS

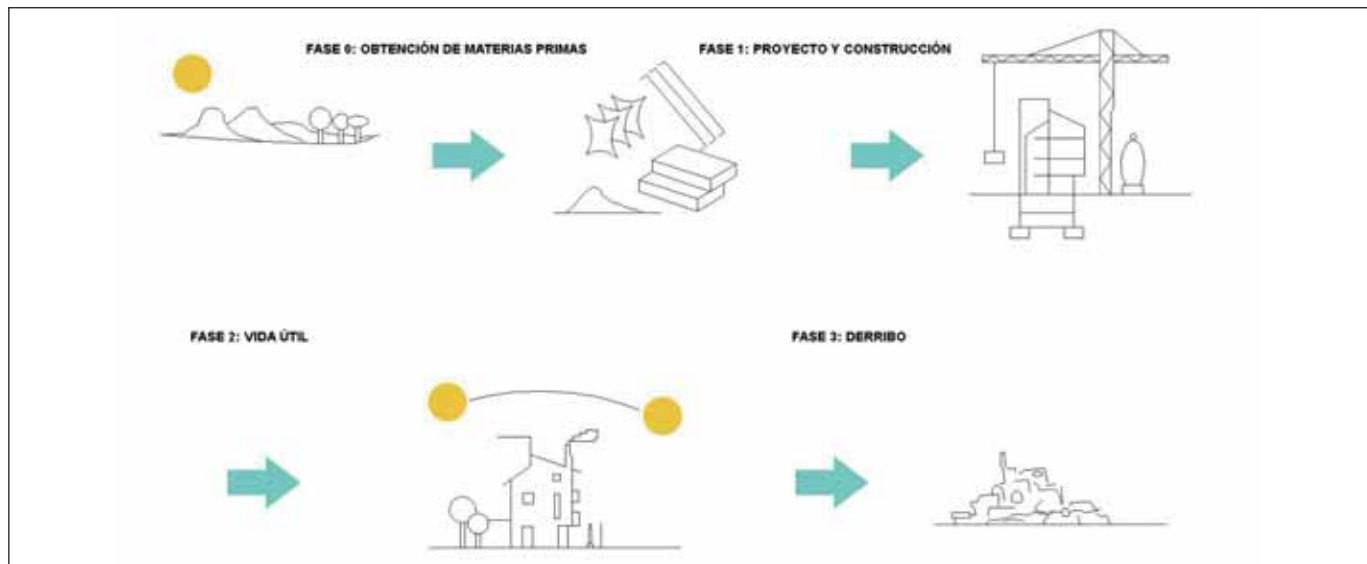
El ciclo de vida de un edificio tiene asociada una importante cantidad de energía consumida en cada una de sus fases (proyecto, construcción, uso, deconstrucción). Según estudios realizados en la Escuela Superior de Arquitectura del Vallès de la Universitat Politècnica del Catalunya, entre el 20 y el 33% del total de la energía que se consume está asociada a la construcción-rehabilitación de los edificios y entre el 66 y 80% restante está asociado a la fase de uso y explotación.

2.4.1 En fase de ejecución-rehabilitación:

- La fabricación de materiales.
- Los transportes.
- El consumo de agua y energía para la ejecución-rehabilitación de los sistemas constructivos.
- El consumo de agua y energía necesario para la deconstrucción-derribo al final de la vida útil del edificio.

2.4.2 Durante su vida útil:

- Confort térmico.
- Confort lumínico.
- Producción de agua caliente sanitaria.
- Garantizar la calidad del aire interior.
- Abastecer el consumo eléctrico de las instalaciones.



Esquema del ciclo de vida de una edificación. Fabián López Plazas. Edificación-Energía-Sostenibilidad.

3 CATÁLOGO DE ESTRATEGIAS DE DISEÑO PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS Y LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN LA REGIÓN DE MURCIA, SIN UN SOBRECOSTE APRECIABLE EN LA PRODUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LAS ARQUITECTURAS RESULTANTES

«Los principios bioclimáticos deben aparecer como un hábito en la construcción y no como una rareza o una excepción. Por eso se debe hablar de buenas prácticas y de buena arquitectura y no de arquitectura singular. Estas buenas prácticas deben tener como objetivo la calidad del ambiente interior y la reducción de los efectos negativos sobre el entorno.»

F. J. Neila. Profesor de construcción en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM)



27 Viviendas de Protección Oficial de alquiler para jóvenes.
Arq.: Emiliano López y Mónica Ribera. Fotografía: José Hevia.

SISTEMAS DE AHORRO ENERGÉTICO

Todas las estrategias de captación solar, para calefactar los espacios interiores, suponen aprovechar una de las características propias del clima de la Región, la abundancia de horas de sol durante todo el año. Estas estrategias deben tener aparejada una protección estival para evitar el sobrecalentamiento.

3.1 ORIENTACIÓN DEL EDIFICIO. ESTANCIAS PRINCIPALES A SUR ($\pm 15^\circ$)

La orientación Sur permite que el edificio capte la energía solar en invierno y minimice su impacto en verano, así como una adecuada iluminación natural durante todo el año. De esta manera se reducen las necesidades de calefacción, refrigeración y alumbrado, disminuyendo la demanda energética sin sacrificar el confort interior.

3.2 VIDRIO DE CONTROL SOLAR EN ORIENTACIONES OESTE Y NOROESTE

Los vidrios con baja capacidad de transmisión de la radiación solar en los huecos orientados a Oeste y Noroeste suponen un importante ahorro energético en refrigeración, pues evitan la entrada de calor en las horas más cálidas

del verano sin suponer un perjuicio del aprovechamiento solar en invierno pues en esas fachadas la incidencia del sol es prácticamente nula.

Además, en estas orientaciones la protección solar mediante lamas sería muy agresiva por la importante inclinación de los rayos solares a esas horas de la tarde, así que esta estrategia puede retrasar el momento de recurrir a la iluminación artificial en verano.

3.3 VIDRIO DE BAJA EMISIVIDAD TÉRMICA

Los vidrios con baja emisividad impiden el flujo de energía de la zona más cálida a la más fría (de exterior a interior en verano y de interior a exterior en invierno) proporcionando un importante ahorro energético en climatización e iluminación. Por añadidura, se evitan condensaciones interiores en invierno por diferencia de temperatura.

3.4 PROTECCIÓN SOLAR

Las estrategias de control solar deben ajustarse en función del ángulo de incidencia solar, por lo que su configuración debe ser diferente y adecuada para cada una de las orientaciones. A Este y Oeste los elementos deberán ser predominantemente verticales pues la altura solar es menor. Mientras que a Sur, los elementos horizontales son más adecuados.

Para optimizar la efectividad de estas estrategias, es conveniente usar elementos de color claro, baja inercia y conductividad térmica y que eviten la acumulación de bolsas de aire caliente entre el edificio y la protección.

La vegetación además de ser un buen elemento de protección, proporciona un eficaz sistema de control de la temperatura por efecto de la evapotranspiración.

3.5 INERCIA TÉRMICA + PROTECCIÓN SOLAR EN FACHADA. ORIENTACIÓN SUR

La fachada Sur, es la que recibe más horas de sol en invierno mientras que en verano, con un alero suficiente o vegetación estacional puede garantizarse que permanezca en sombra. Por tanto, la utilización de soluciones de gran inercia térmica para esta fachada, es decir, que absorben calor y luego lo ceden lentamente, es óptima en esta orientación. En invierno y durante el día, los muros se calientan con el sol y durante la noche ceden parte de este calor al interior del edificio. Una solución óptima pasa por elegir el material y el grosor necesarios para obtener un desfase y amortiguamiento de la onda térmica adecuado.

3.6 GALERÍA ACRISTALADA + LAZOS CONVECTORES. ORIENTACIÓN SUR. TRANSMISIÓN SEMIDIRECTA

Se trata de potenciar el aprovechamiento energético de la radiación solar en un espacio intermedio, sumando los principios de transmisión directa y diferida. Este espacio se caracteriza por tener una gran entrada de radiación directa a través de superficies acristaladas, unos recubrimientos superficiales interiores de gran capacidad de absorción, colores oscuros, y un cerramiento en contacto con el espacio interior de alta inercia térmica. Para potenciar la transmisión del calor generado por el efecto invernadero y la radiación directa, se utilizan lazos convectivos, aberturas en la parte inferior y superior del muro de separación generando así un intercambio de aire por diferencia de temperatura. En verano esta galería a sur funciona como protección solar de la fachada y, además se convierte en un sistema pasivo de ventilación forzada. Para ello, el espacio de la galería debe posibilitar la evacuación al exterior del aire sobrecalentado mediante aperturas superiores. El lazo convectivo se modi-

fica mediante la apertura de las conexiones superiores y el cierre de las inferiores produciéndose un efecto de succión y la evacuación del aire caliente por diferencia de presiones entre ambos espacios. Galerías acristaladas + sistemas de ventilación.

3.7 FACHADA VENTILADA DE ALTA REFLECTIVIDAD. ORIENTACIONES OESTE - NOROESTE

Es un sistema de disipación del calor apropiado para fachadas solares de verano (Oeste-Noroeste) de alta incidencia solar en los meses y horas más calurosos del año, unido a un bajo o nulo soleamiento durante el invierno. En estas fachadas, combinar el sistema de fachada de doble hoja, con aperturas de ventilación inferior y superior y aisla-



Viviendas bioclimáticas en Bullas.
Arq.: Fernando de Retes. Fotografía: MuB.

miento de la hoja interior de la fachada, limita la transferencia térmica al interior de los espacios en las horas más calurosas del año sin penalizar la optimización de la envolvente como captador y transmisor de energía calorífica en invierno. Esta estrategia se potencia al utilizar un tratamiento de la superficie exterior de manera que aumente su reflectividad (colores claros, alta rugosidad). En invierno la cámara de aire también presenta temperaturas menos rigurosas que el exterior y por tanto mejora el comportamiento térmico de la fachada. Si existe la capacidad de controlar las ventilaciones esta solución se optimizaría para el invierno y podría funcionar mejor en orientaciones sur.

3.8 INCREMENTO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO

Una estrategia pasiva de confort térmico es aumentar la capacidad de amortiguación térmica interior-exterior mediante el incremento del aislamiento en fachadas y cubiertas frente al estándar establecido por el Código Técnico de la Edificación (CTE).

3.9 CUBIERTA VEGETAL DE SEDUM (PLANTAS QUE NO NECESITAN MANTENIMIENTO)

Es un sistema de cubierta plana en la que el sustrato de tierra para la plantación actúa como masa térmica y en la que es imprescindible una buena impermeabilización y protección anti raíces, para garantizar la estanqueidad del sistema. Entre sus ventajas están:

- Mejora ostensible del aislamiento térmico de la cubierta.
- Aumentan la vida útil de la impermeabilización.
- Aportan humedad a la atmósfera.
- Contribuyen a la retención de contaminantes del aire.
- Contribuyen al aislamiento acústico de la edificación.



Viviendas bioclimáticas en Bullas.
Arq.: Fernando de Retes. Fotografía: MuB.



Escuela Infantil Oliver, Zaragoza.
Santiago Carroquino | Arquitectos. Fotografía: Jesús Granada.

3.10 CUBIERTAS ALJIBE

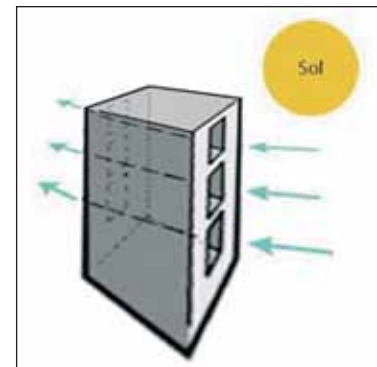
Son cubiertas vegetales que además del sustrato de tierra y la plantación tienen capacidad para almacenar agua de lluvia en espesores que son óptimos cuando se mueven entre 8 y 16 cm según los estudios realizados por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

3.11 ESPACIOS BAJO CUBIERTA NO HABITABLES

El espacio bajo cubierta actúa como espacio amortiguador de las temperaturas entre el interior y el exterior. En invierno, se sitúa en valores superiores a la temperatura exterior actuando como elemento de conservación del calor. Durante el verano mediante una ventilación adecuada también disminuyen el sobrecalentamiento de las plantas superiores habitables. Hoy en día estos espacios pueden dedicarse a trasteros o espacios reservados a las instalaciones.

3.12 VENTILACIÓN NATURAL. CRUZADA-ESTRATIFICADA

La estrategia pasiva fundamental en condiciones de verano es la ventilación. Por ello, la estructura del edificio debe facilitar la ventilación natural. Los elementos básicos serían las ventanas opuestas para permitir la ventilación cruzada y, cuando sea posible, en espacios a diferente altura de manera que se fuerce una ventilación estratificada.



3.13 ELIMINACIÓN DE Puentes Térmicos. AISLAMIENTO POR EL EXTERIOR

Según estudios de la Universidad Politécnica de Madrid, casi un 20% de la energía que pierde un edificio se va a través de los puentes térmicos; por lo tanto, resulta imprescindible poner en práctica medidas constructivas encaminadas a su eliminación o a reducir sus efectos. Por ejemplo colocar el aislamiento de los edificios por el exterior.

SISTEMAS DE AHORRO DE AGUA

La mayor parte de los esfuerzos para abastecer de agua las viviendas se han basado en grandes obras de ingeniería hidráulica, en lugar de potenciar su aprovechamiento y reutilización a escala doméstica.

El consumo de agua para uso doméstico es del 20% del consumo total. Las viviendas podrían consumir la mitad sin que el usuario percibiese cambios en el uso. Si además, los usuarios estuvieran concienciados y redujesen el consumo, el potencial de ahorro de agua sería muy importante.

3.14 SANITARIOS MÁS EFICIENTES

El gasto de agua se puede optimizar si los sanitarios se fabrican y usan correctamente. El empleo de atomizadores reduce el consumo de agua en los grifos sin que el usuario perciba la reducción del caudal empleado, las cisternas de doble descarga reducen el agua necesaria para el arrastre de desperdicios y los electrodomésticos inteligentes reducen igualmente su consumo, tanto eléctrico como hídrico.



Limitador de caudal para grupo de baño. Ahorro de agua de hasta un 50%.



Limitador de caudal para lavabo y bidé. Ahorro de agua de hasta un 50%.



Limitador de caudal para cocina. Ahorro de agua de hasta un 50%.

4 METODOLOGÍA

Las fichas sobre ahorro energético se han realizado en base a la recopilación de datos publicados en diferentes estudios de contrastada fiabilidad, que se apoyan en ensayos conforme a normativa correspondiente y están realizados por entes públicos y universitarios.

Para generar una comparación que permita cuantificar el ahorro energético producido por cada una de las estrategias previstas se ha definido un escenario sobre el que se calcula la influencia de las medidas adoptadas.

MARCO DE TRABAJO

4.1 EDIFICACIÓN TIPO

Se ha establecido como modelo un edificio real situado en una zona de ensanche de la ciudad de Murcia con unas medidas concretas que se van desglosando en cada ficha. Superficie útil, de acristalamiento, de fachada, de cubierta, etc. Sus parámetros principales son:

- Edificio entre medianeras de PB+3+Psot.
- 2 viviendas por rellano (total 6 viviendas)
- 90-100 m² útiles por vivienda
- 420 m² de fachadas

Este edificio cumple con los cánones mínimos establecidos en el Código Técnico de la Edificación.

4.2 CONSUMO ENERGÉTICO

El dato que se ha manejado como referencia de consumo energético a comparar es la simulación realizada por

el Centro Nacional de Energías Renovables para la ciudad de Murcia, en cuanto a consumo en climatización de un edificio de viviendas que cumple estrictamente los cánones de aislamiento establecidos en el Código Técnico de la edificación. Esta simulación viene recogida en el estudio: *‘El potencial de ahorro de energía y reducción de emisiones de CO₂ en viviendas mediante el incremento del aislamiento en viviendas. España 2005-2012’*.

- Calefacción: 25,7 kWh/m² año
- Refrigeración: 9,6 kWh/m² año

4.3 CONSUMO HÍDRICO ESTÁNDAR

Según los datos del Instituto Tecnológico de la Construcción (ITEC), el consumo medio de agua en los sanitarios de un edificio plurifamiliar como el que estamos empleando para establecer el marco comparativo, es el siguiente:

- Ducha: 70 l/persona·día
- Lavabo: 30 l/persona·día
- Fregadero: 5 l/persona·día

4.4 RADIACIÓN SOLAR

Los valores considerados se obtienen a partir del *‘Atlas de irradiación solar y temperatura ambiente de la Comunidad Autónoma de Murcia’* de F. Vera García, J. R. García Cascales, Z. Hernández Guillén. Modelado de Sistemas Térmicos y Energéticos, UPCT. Coordinado por J. P. Delgado Marín de la Agencia de Gestión de la Energía de la Región de Murcia (ARGEM).

4.5 COSTE DE LA ENERGÍA Y EL AGUA

El valor establecido para el kWh es el definido por la Agencia Local de la Energía para la tarifa sin discriminación horaria actual y por Aguas de Murcia para el consumo de agua potable en la ciudad de Murcia para el año 2009.

- 0,1147 €/kWh
- 1.058 €/m³

4.6 AMORTIZACIÓN

Para obtener los precios de la inversión inicial y así establecer el periodo de amortización se ha recurrido al banco de precios de la construcción en la Región de Murcia definido por Cype Ingenieros, así como a catálogos comerciales en vigor.

4.7 VALOR DE CONVERSIÓN DE CO₂

La conversión de los valores de energía en emisiones de CO₂, se ha realizado conforme lo establecido para electricidad convencional peninsular considerada como energía final y para el agua potable en viviendas teniendo en cuenta un consumo del 40% agua caliente sanitaria y 60% agua a temperatura ambiente.

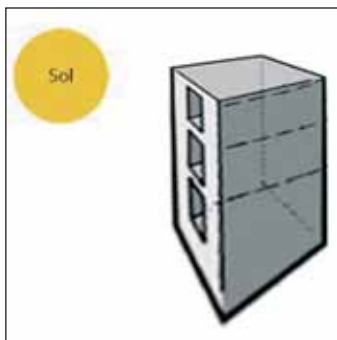
- 388 g CO₂/kWh
- 14.400 g CO₂/m³

5 ANÁLISIS Y ESTUDIO DE 10 CASOS PRÁCTICOS DE APLICACIÓN EN LA REGIÓN DE MURCIA. FICHAS DE TRABAJO

FICHA 1: ORIENTACIÓN DEL EDIFICIO

DESCRIPCIÓN:

En el hemisferio Norte la orientación de las estancias principales a Sur permite que el edificio capte la energía solar en invierno y, con estrategias de protección sencillas, minimice su impacto en verano. Además, garantiza una adecuada iluminación natural durante todo el año. De esta manera se reducen las necesidades de calefacción, refrigeración y alumbrado, disminuyendo la demanda energética sin sacrificar el confort interior.



INFLUYE SOBRE EL CONSUMO EN:

Calefacción e iluminación

AHORRO ENERGÉTICO:

Tomamos como referencia el edificio de viviendas (90 m² útiles por vivienda) definido como escenario comparativo, con las ventanas de la sala (4,5 m²) y de la habitación principal (3 m²) orientadas a sur, frente a otro similar orientado a norte.

Consideraremos despreciable la ganancia de energía que se produce por radiación indirecta a través de las fachadas, y tomaremos como dato comparativo la energía calorífica que aporta la radiación solar a través de las citadas ventanas.

La ganancia de energía por radiación solar para una vivienda puede llegar a **3.036,96 kWh/año**.

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

El ahorro energético obtenido para una vivienda supone reducir las emisiones de CO₂ en **1.178,3 kg de CO₂/año**.

COSTE INVERSIÓN INICIAL:

La adopción de una orientación adecuada en una vivienda estándar no ha de significar un aumento de coste.

AHORRO ECONÓMICO ANUAL:

El ahorro energético obtenido supone un ahorro económico **348,34 €/año**.

VIABILIDAD NORMATIVA:

La posibilidad de orientar bien un edificio está en manos del proyectista y de la tipología del emplazamiento, que en la mayoría de los casos depende de la normativa urbanística. Convendría por tanto que los desarrollos urbanos incorporaran criterios medioambientales para favorecer el desarrollo de edificios que puedan adoptar orientaciones convenientes.

VIABILIDAD TÉCNICA Y SOCIAL:

Esta medida no supone ninguna implicación a nivel técnico ni social.

CONDICIONANTES AL SISTEMA:

La inclusión de aleros en los huecos, y/o la colocación de la carpintería en la cara interior de la fachada sur, es necesaria para que la radiación solar no incida en verano sobre el acristalamiento, sobrecalentando el interior.

CÁLCULOS FICHA 1

Los datos base utilizados para realizar estos cálculos se han obtenido del 'Atlas de irradiación solar y temperatura ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia' de F. Vera García, J. R. García Cascales y Z. Hernández Guillén de la Universidad Politécnica de Cartagena.

De este trabajo se extrae la radiación media diaria (kJ/m²·día) incidente sobre un plano vertical orientado a sur durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

AHORRO ENERGÉTICO:

Promedio de la radiación recibida en otoño-invierno (enero, febrero, noviembre, diciembre):
 (16.005,3 kJ/m²·día + 16.183,7 kJ/m²·día + 16.092,6 kJ/m²·día + 15.658,8 kJ/m²·día)/4 = **15.985,1 kJ/m²·día**

Conversión de kJ/m²·día a kWh/m²·día:

15.985,1 kJ/m²·día x 1 kWh/3.600 kJ = **4,44 kWh/m²·día**

Radiación incidente sobre los acristalamientos a sur durante estos 4 meses:

4,44 kWh/m²·día x 120 días = **532,8 kWh/m²**

Radiación directa que traspasa un acristalamiento doble estándar, factor solar 76% durante estos 4 meses:

532,8 kWh/m² x 0,76 =

404,928 kWh/m² de acristalamiento a sur

Superficie de incidencia: 4,5 m² + 3 m² = **7,5 m²**

Radiación directa que traspasa el acristalamiento doble estándar, factor solar 76%, de las ventanas a sur de la vivienda:

7,5 m² x 404,928 kWh/m² = **3.036,96 kWh**

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

404,928 kWh/m² x 0,388 Kg. CO₂/kWh =

157,11 kg de CO₂/m² de acristalamiento a sur

3.036,96 kWh x 0,388 Kg. CO₂/kWh = **1.178,34 kg de CO₂**

AHORRO ECONÓMICO:

404,928 kWh/m² x 0,1147 €/kWh =

46,45 €/año m² de acristalamiento a sur

3.036,96 kWh x 0,1147 €/kWh = **348,34 €/año**

RADIACIÓN SOBRE EL PLANO INCLINADO PARA LOS DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA "MO12" - MULA													
INCLINACIÓN SUPERFICIE	MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBRE	NOVIEMB.	DICIEMB.
	0°	8.706'8	11.844'5	16.385'6	21.306'4	25.151'9	26.902'9	26.065'7	22.817'6	18.128'1	13.222'5	9.416'2	7.748'9
	10°	11.051'1	14.064'9	18.118'8	22.205'3	25.197'1	26.494'4	25.872'2	23.387'6	19.582'2	15.311'1	11.740'7	10.080'2
	20°	13.117'6	15.936'6	19.410'2	22.593'9	24.732'6	25.596'7	25.178'8	23.442'4	20.564'2	17.022'0	13.771'2	12.157'1
	30°	14.843'7	17.402'6	20.220'4	22.455'3	23.753'2	24.206'8	23.981'8	22.970'8	21.043'6	18.303'3	15.445'9	13.916'4
	40°	16.176'7	18.418'5	20.524'7	21.791'7	22.280'0	22.353'4	22.306'4	21.982'9	21.005'6	19.116'1	16.714'0	15.304'6
	50°	17.076'3	18.953'3	20.314'0	20.622'6	20.355'9	20.089'9	20.201'3	20.507'7	20.451'1	19.435'6	17.536'9	16.279'6
	60°	17.515'1	18.990'8	19.594'7	18.984'6	18.043'6	17.491'9	17.735'8	18.592'2	19.397'3	19.252'2	17.889'7	16.811'6
	70°	17.479'7	18.530'0	18.388'6	16.930'8	15.425'8	14.657'3	15.000'7	16.300'7	17.876'5	18.571'4	17.761'5	16.884'7
	80°	16.971'3	17.584'7	16.732'5	14.530'2	12.608'0	11.713'5	12.112'4	13.715'4	15.935'9	17.413'9	17.156'4	16.496'5
90°	16.005'3	16.183'7	14.676'8	11.869'9	9.733'2	8.842'8	9.233'7	10.942'3	13.636'3	15.814'9	16.092'6	15.658'8	

Mapas de Irradiación Solar en la Región de Murcia. (F. Vera García, J. R. García Cascales y Z. Hernández Guillén).

FICHA 2: VIDRIOS CON CONTROL DE INFRARROJOS EN ORIENTACIÓN O Y NO

DESCRIPCIÓN:

Los vidrios con baja capacidad de transmisión de la radiación solar (infrarrojos) en los huecos orientados a O y NO suponen un importante ahorro energético en refrigeración, pues evitan la entrada de radiación solar en las horas más cálidas del verano sin suponer un perjuicio del aprovechamiento solar en invierno pues en esas fachadas la incidencia del sol es nula o prácticamente nula. Además, en estas orientaciones la protección solar mediante lamas sería muy agresiva por la inclinación de los rayos solares así que, esta estrategia puede retrasar el momento de recurrir a la iluminación artificial en verano.

INFLUYE SOBRE EL CONSUMO EN:

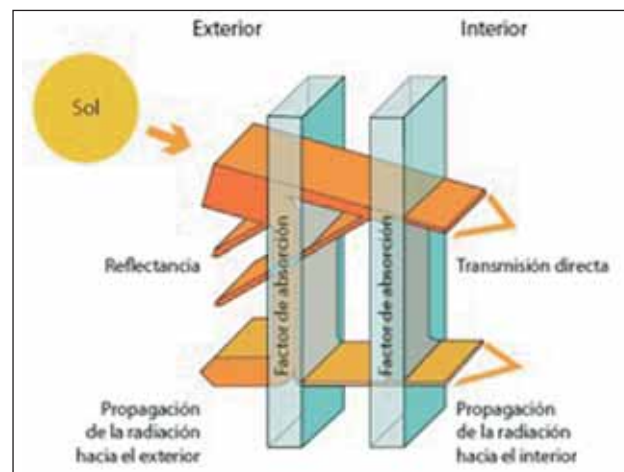
Refrigeración e iluminación.

AHORRO ENERGÉTICO:

Tomamos como referencia el edificio de viviendas (90 m² útiles por vivienda) con las ventanas de los dormitorios (dos dormitorios: 5 m² de acristalamiento y cocina: 3 m² de acristalamiento) orientadas a O y con vidrios de control solar, frente a otro similar con vidrios estándar. Consideraremos despreciable la ganancia de energía que se produce por radiación indirecta a través de las fachadas, y tomaremos como dato comparativo la energía calorífica que aporta la radiación solar a través de las citadas ventanas.

La diferencia de energía por radiación solar puede llegar a **636,29 kWh/año·vivienda**.

Este valor se obtiene tomando como referente el factor solar de un doble acristalamiento ordinario (76%) frente al factor solar de un vidrio con características de control incorporadas (50%).



AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

El ahorro energético obtenido supone reducir las emisiones de CO₂ en **246,88 kg al año por vivienda**.

COSTE INVERSIÓN INICIAL:

Colocar vidrios de control solar en las ventanas orientadas a poniente, frente a un vidrio estándar, supondría en este caso un sobrecoste de **400,16 € por vivienda**.

AHORRO ECONÓMICO ANUAL:

Con el ahorro energético obtenido pueden ahorrarse hasta **72,98 €/año**, lo que supone la amortización de la inversión en **5,48 años**.

Además esta solución supone un ahorro en consumo eléctrico para iluminación y en complementos de control solar (toldos, lamas, persianas, ...).

VIABILIDAD COMERCIAL:

Cada vez son más los fabricantes que ofrecen este tipo de productos por lo que la generalización de su uso influirá positivamente en el abaratamiento de los costes.

VIABILIDAD TÉCNICA Y SOCIAL:

Esta medida requiere la concienciación de técnicos, promotores y constructores a la hora de aplicarla ya que la eficiencia del aislamiento térmico tiene una percepción social favorable y no presenta ningún inconveniente para los usuarios.

MEJORAS AL SISTEMA:

Este ahorro puede incrementarse hasta en un 15% si además se emplean vidrios de baja emisividad térmica, que dificultan el flujo de temperatura de la parte más cálida a la más fría.

CÁLCULOS FICHA 2

Dado que no hemos encontrado los datos empíricos específicos referidos a la irradiación recibida en un plano inclinado 90° y orientado a oeste, utilizamos los datos obtenidos del 'Atlas de irradiación solar y temperatura ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia' de F. Vera García, J.R. García Cascales y Z. Hernández Guillén de la Universidad Politécnica de Cartagena y le aplicamos un coeficiente de reducción medio según suposición del CTE.

Del 'Atlas de irradiación solar y temperatura ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia' extraemos la media de la irradiación máxima diaria incidente sobre un plano orientado a sur (kJ/m²·día) en los meses de verano (independientemente de su inclinación, ya que en este caso nos interesa la irradiación máxima)

Para estimar la reducción de la radiación en planos con orientación diferente a la Sur, se ha empleado el ábaco que aparece en el Documento de Ahorro Energético (H4) del Código Técnico de la Edificación. En este caso, un plano inclinado 90° y orientado a Oeste supone un porcentaje respecto al máximo del 47%.

AHORRO ENERGÉTICO:

Promedio de la radiación máxima recibida en verano en un plano orientado a sur (junio+julio+agosto)/3:
 $(26.902,9 + 26.065,7 + 23.442,4)/3 =$
25.470,33 kJ/m²·día

Promedio de la radiación máxima recibida en verano en un plano vertical (inclinado 90°) orientado a oeste:
 47% de la máxima: $25.470,33 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{día} \times 0,47 =$
11.971,06 kJ/m²·día

Conversión de kJ/m²·día a kWh/m²·día:
 $11.971,06 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{día} \times 1 \text{ kWh}/3.600 \text{ kJ} =$
3,325 kWh/m²·día

Radiación incidente sobre los acristalamientos a oeste durante estos 3 meses (92 días):
 $3,325 \times 92 =$ **305,93 kWh/m²**

Radiación directa que traspasa un acristalamiento doble estándar (factor solar 76%):
 $305,93 \text{ kWh/m}^2 \times 0,76 =$
232,50 kWh/m² de acristalamiento a oeste

Radiación directa que traspasa un acristalamiento doble con protección solar (factor solar 50%):
 $305,93 \text{ kWh/m}^2 \times 0,50 =$
152,96 kWh/m² de acristalamiento a oeste

Diferencia de radiación directa que traspasa un acristalamiento doble estándar (factor solar 76%) respecto a uno con protección solar (factor solar 50%). Es decir ahorro energético en refrigeración:
 $232,50 \text{ kWh/m}^2 - 152,96 \text{ kWh/m}^2 =$
79,54 kWh/m² de acristalamiento a oeste

Superficie de incidencia: $3 \text{ m}^2 + 5 \text{ m}^2 =$ **8 m²**

Ahorro energético anual en refrigeración para la vivienda propuesta:

$$8 \text{ m}^2 \times 79,54 \text{ kWh/m}^2 = \mathbf{636,29 \text{ kWh/vivienda}}$$

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

$$79,54 \text{ kWh/m}^2 \times 0,388 \text{ Kg. CO}_2/\text{kWh} =$$

30,86 kg de CO₂/m² de acristalamiento con protección solar a oeste

$$636,29 \text{ kWh} \times 0,388 \text{ Kg. CO}_2/\text{kWh} = \mathbf{246,88 \text{ kg de CO}_2/\text{año}}$$

AHORRO ECONÓMICO:

$$79,54 \text{ kWh/m}^2 \times 0,1147 \text{ €/kWh} =$$

9,12 €/año m² de acristalamiento prot. a O

$$636,29 \text{ kWh} \times 0,1147 \text{ €/kWh} = \mathbf{72,98 \text{ €/año}}$$

AMORTIZACIÓN:

Sobrecoste del vidrio con factor solar 50,02 €/m²:

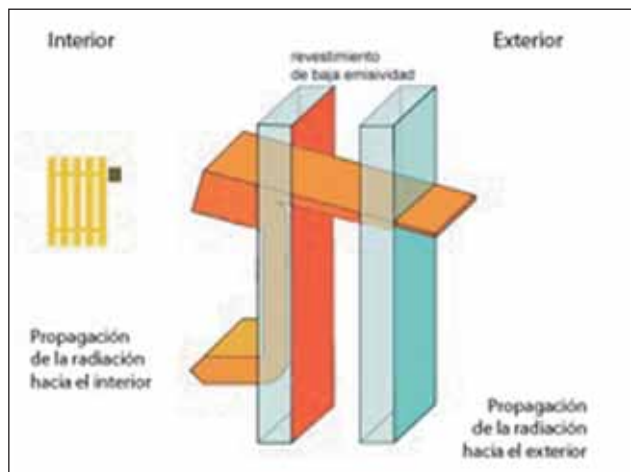
$$50,02 \text{ €/m}^2 \times 8 \text{ m}^2 = \mathbf{400,16 \text{ €}}$$

$$50,02 \text{ €/m}^2 / 9,12 \text{ €/año m}^2 = \mathbf{5,48 \text{ años}}$$

RADIACIÓN SOBRE EL PLANO INCLINADO PARA LOS DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA "MO12" - MULA													
INCLINACIÓN SUPERFICIE	MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBRE	NOVIEMB.	DICIEMB.
	0°	8.706'8	11.844'5	16.385'6	21.306'4	25.151'9	26.902'9	26.065'7	22.817'6	18.128'1	13.222'5	9.416'2	7.748'9
	10°	11.051'1	14.064'9	18.118'8	22.205'3	25.197'1	26.494'4	25.872'2	23.387'6	19.582'2	15.311'1	11.740'7	10.080'2
	20°	13.117'6	15.936'6	19.410'2	22.593'9	24.732'6	25.596'7	25.178'8	23.442'4	20.564'2	17.022'0	13.771'2	12.157'1
	30°	14.843'7	17.402'6	20.220'4	22.455'3	23.753'2	24.206'8	23.981'8	22.970'8	21.043'6	18.303'3	15.445'9	13.916'4
	40°	16.176'7	18.418'5	20.524'7	21.791'7	22.280'0	22.353'4	22.306'4	21.982'9	21.005'6	19.116'1	16.714'0	15.304'6
	50°	17.076'3	18.953'3	20.314'0	20.622'6	20.355'9	20.089'9	20.201'3	20.507'7	20.451'1	19.435'6	17.536'9	16.279'6
	60°	17.515'1	18.990'8	19.594'7	18.984'6	18.043'6	17.491'9	17.735'8	18.592'2	19.397'3	19.252'2	17.889'7	16.811'6
	70°	17.479'7	18.530'0	18.388'6	16.930'8	15.425'8	14.657'3	15.000'7	16.300'7	17.876'5	18.571'4	17.761'5	16.884'7
	80°	16.971'3	17.584'7	16.732'5	14.530'2	12.608'0	11.713'5	12.112'4	13.715'4	15.935'9	17.413'9	17.156'4	16.496'5
90°	16.005'3	16.183'7	14.676'8	11.869'9	9.733'2	8.842'8	9.233'7	10.942'3	13.636'3	15.814'9	16.092'6	15.658'8	

Mapas de Irradiación Solar en la Región de Murcia. F. Vera García, J. R. García Cascales y Z. Hernández Guillén.

FICHA 3: VIDRIOS DE BAJA EMISIVIDAD TÉRMICA EN TODAS LAS ORIENTACIONES



DESCRIPCIÓN:

Los vidrios de baja emisividad minimizan las pérdidas energéticas, permitiendo así un mayor confort y ahorro energético en el interior del edificio.

El vidrio común tiene una emisividad elevada ($E = 0,80$), razón por la cual pierde calor rápidamente.

Un vidrio de baja emisividad es un cristal revestido, cuyo aspecto es prácticamente el mismo que el de uno incoloro. Una de sus caras tiene aplicado un revestimiento de baja emisividad que permite que gran parte de la radiación solar de onda corta del sol atraviese el vidrio y refleja la mayor parte de la radiación de onda larga, que producen entre otras fuentes, los sistemas de calefacción, conservándolo en el interior de los ambientes.

Si bien el vidrio de baja emisividad fue originalmente desarrollado para limitar las pérdidas de calor de calefacción, también posee interesantes propiedades para disminuir el ingreso de calor solar radiante.

INFLUYE SOBRE EL CONSUMO EN:

Calefacción, refrigeración e iluminación.

AHORRO ENERGÉTICO:

Tomamos como referencia el edificio de viviendas (90 m² útiles) en el que la sala y el dormitorio principal están orientados a sur (recomendación de la ficha 1) y el resto tiene otras orientaciones (dos dormitorios, 5 m² de acristalamiento y cocina 3 m²) de baja emisividad térmica en la cara interna de la hoja interior del doble acristalamiento (4+4k/18//4+4), frente a otro similar que presenta un doble acristalamiento estándar (4+4/18//4+4) en dichas estancias.

Consideraremos despreciable la ganancia de energía que se produce por radiación indirecta a través de las fachadas, y tomaremos como dato comparativo la energía calorífica que se conserva en invierno frente a un vidrioado estándar.

La diferencia de energía que se requeriría para compensar las pérdidas de calor con una solución estándar puede llegar a **555,12 kWh/año**.

Este valor se obtiene a partir de catálogos comerciales que cifran la mejora del aislamiento térmico que proporciona un vidrio de baja emisividad en un 26% respecto a la misma configuración con vidrios convencionales.

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

El ahorro energético obtenido supone reducir las emisiones de CO₂ en **215,39 kg/año**.

COSTE INVERSIÓN INICIAL:

Colocar vidrios de baja emisividad frente a un vidrio estándar en este caso supondría un sobrecoste de **197,63 €**.
Sobrecoste de 12,75 €/m² de vidrio.

AHORRO ECONÓMICO ANUAL:

Con el ahorro energético obtenido pueden ahorrarse hasta **63,67 €/año**, lo que supone la amortización de la inversión en **3,1 años**.

Además esta solución supone un ahorro en consumo eléctrico para iluminación y en refrigeración pues los vidrios de baja emisividad suponen una reducción del 17% en el Factor Solar.

VIABILIDAD COMERCIAL:

Son muchos los fabricantes que ofrecen este tipo de productos y queda demostrada su rápida amortización.

VIABILIDAD TÉCNICA Y SOCIAL:

Esta medida supone la concienciación de técnicos, promotores y constructores a la hora de aplicarla ya que la eficiencia del aislamiento térmico tiene una percepción social favorable y no presenta ningún inconveniente para los usuarios.

La selección de la ventana óptima es compleja y la emisividad del vidrio es sólo uno de los parámetros (aunque de los más importantes) a considerar.

CÁLCULOS FICHA 3

Los datos utilizados para realizar estos cálculos se han obtenido de:

- Estudios realizados por el Centro de Energías Renovables, CENER, en los que se establece el consumo medio en climatización para la ciudad de Murcia.

Este estudio cifra en **25,7 kWh/m² año**, el gasto energético en calefacción.

- Catálogos comerciales en los que se cifra mediante ensayos, realizados conforme a la normativa correspondiente, el aumento del coeficiente térmico del vidrio de baja emisividad en un 24% frente al estándar.

AHORRO ENERGÉTICO:

Promedio gasto calefacción anual en vivienda 90 m²
 $25,7 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 90 \text{ m}^2 = \mathbf{2.313 \text{ kWh/año}}$

Ahorro de energía no perdida por los acristalamientos
 $2.313 \text{ kWh/año} \times 0,24 = \mathbf{555,12 \text{ kWh/año}}$

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

$555 \text{ kWh/año} \times 0,388 \text{ Kg. CO}_2/\text{kWh} =$
215,39 kg de CO₂/año

AHORRO ECONÓMICO:

$555 \text{ kWh/año} \times 0,1147 \text{ €/kWh} = \mathbf{63,67 \text{ €/año}}$

AMORTIZACIÓN:

m² de vidrio por vivienda: 15,5 m²

Coste vidrio estándar:

$75 \text{ €/m}^2 \times 15,5 \text{ m}^2 = \mathbf{1.162,5 \text{ €}}$

Coste vidrio baja emisividad:

$87,75 \text{ €/m}^2 \times 15,5 \text{ m}^2 = \mathbf{1.360,12 \text{ €}}$

Diferencia de precio:

$1.360,12 \text{ €} - 1.162,5 \text{ €} = \mathbf{197,63 \text{ €}}$

Amortización:

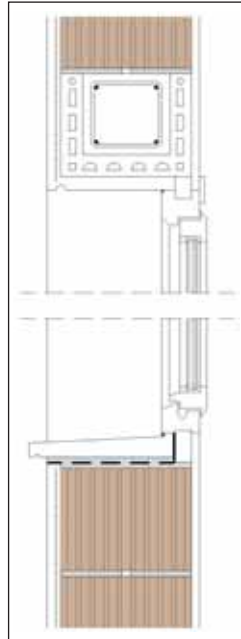
$197,63 \text{ €} / 63,67 \text{ €/año} = \mathbf{3,1 \text{ años}}$

FICHA 4: INERCIA TÉRMICA. ORIENTACIONES DE GANANCIA SOLAR ESTIVAL. (E, S, O Y CUBIERTA)

DESCRIPCIÓN:

Se trata de aprovechar las características inerciales del muro para generar un desfase y un amortiguamiento de la onda térmica que permita que los valores máximos de temperatura interior sean homogéneos y confortables.

En verano, con el muro inercial evitaremos que en las horas centrales del día la temperatura del edificio sea excesiva mientras se aprovecha la ventilación nocturna para disipar la energía que emite. En invierno, el muro acumula calor en las horas en que luce el sol y lo distribuye a lo largo del día. De este modo minimiza las necesidades de calefacción del edificio y evita el enfriamiento nocturno.



SOLUCIÓN:

Fachada en masa (termoarcilla 29 cm) + 1,5 cm de yesado interior + 1,5 cm de enfoscado exterior.

INFLUYE SOBRE EL CONSUMO EN:

Climatización.

AHORRO ENERGÉTICO:

Tomamos como referencia los datos obtenidos en el 'Informe sobre el comportamiento higrotérmico del bloque Termoarcilla' realizado por el Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid para comparar diferentes soluciones de fachada.

Y los estudios sobre características comparadas en la construcción en Termoarcilla del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.

Según los datos obtenidos es clara la aportación del muro resuelto con masa térmica en los climas cálidos, al fomentar la homogeneidad de la temperatura interior.

Los estudios antes mencionados cifran para un clima mediterráneo el ahorro en refrigeración en un 22% y un 11% en calefacción, (respecto a una solución de fachada convencional de dos hojas con cámara de aire y aislamiento de 4 cm y con un $\lambda = 0,048 \text{ W/}^\circ\text{C}\cdot\text{m}$).

El ahorro de energía por empleo de sistemas de masa térmica puede valorarse en el marco definido para este trabajo en **444,51 kWh/año**.

Este ahorro puede incrementarse colocando aislamiento en el exterior del muro de alta masa térmica ya que se minimiza el calor que se transmite del exterior al interior en verano y aumenta la capacidad de acumulación térmica del calor producido en el interior del edificio debido a las ganancias a través de los huecos y de las fuentes de calefacción. Esta solución será óptima en invierno siempre que el uso del edificio sea continuado.

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

El ahorro energético obtenido supone reducir las emisiones de CO₂ en **172,47 kg/año**.

COSTE INVERSIÓN INICIAL:

Construir con muro de termoarcilla revestido frente a la solución de doble hoja con aislamiento puede suponer un ahorro de hasta el 50% del precio/m² de la fachada.

AHORRO ECONÓMICO ANUAL:

El ahorro energético obtenido supone un ahorro económico de hasta **50,99 €/año**.

VIABILIDAD COMERCIAL:

La termoarcilla, así como otros materiales y soluciones constructivas que ofrecen masa térmica están disponibles en el mercado de la construcción.

VIABILIDAD TÉCNICA Y SOCIAL:

Esta medida supone la concienciación de técnicos, promotores y constructores a la hora de aplicarla ya que la eficiencia de la envolvente de un edificio tiene una percepción social favorable y no presenta ningún inconveniente para los usuarios. Además, el uso de estas aplicaciones ofrece un alto grado de confort al evitar condensaciones y ofrecer un buen comportamiento frente al ruido.

CÁLCULOS FICHA 4

Los datos utilizados para realizar estos cálculos se han obtenido de:

- Estudios realizados por el Centro de Energías Renovables, CENER, en los que se establece el consumo medio en climatización para la ciudad de Murcia.

Este estudio cifra en **25,7 kWh/m² año**, el gasto energético en calefacción y **9,6 kWh/m² año** en refrigeración (dato en ascenso cada año por la generalización del uso del aire acondicionado).

- *'Informe sobre el comportamiento higrotérmico del bloque Termoarcilla'* del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Estudios del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, sobre características comparadas en la termoarcilla.



Bloques de termoarcilla.

AHORRO ENERGÉTICO

Para la vivienda tipo definida como escenario de comparación, 90 m² útiles

Gasto medio calefacción:

$$25,7 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 90 \text{ m}^2 = \mathbf{2.313 \text{ kWh/año}}$$

(11% de ahorro en calefacción)

$$2.313 \text{ kWh/año} \times 0,11 = \mathbf{254,43 \text{ kWh/año}}$$

Gasto medio refrigeración:

$$9,6 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 90 \text{ m}^2 = \mathbf{864,00 \text{ kWh/año}}$$

(22% de ahorro en refrigeración)

$$864 \times 0,22 = \mathbf{190,08 \text{ kWh/año}}$$

Total de ahorro

$$254,43 + 190,08 = \mathbf{444,51 \text{ kWh/año}}$$

AHORRO MEDIOAMBIENTAL

$$444,51 \text{ kWh/año} \times 0,388 \text{ Kg.CO}_2/\text{kWh} =$$

$$\mathbf{172,47 \text{ kg de CO}_2/\text{año}}$$

AHORRO ECONÓMICO

$$444,51 \text{ kWh/año} \times 0,1147 \text{ €/kWh} = \mathbf{50,99 \text{ €/año}}$$

FICHA 5: GALERÍA ACRISTALADA. SUR
DESCRIPCIÓN:

Esta medida potencia el aprovechamiento energético de la radiación solar en un espacio intermedio, sumando los principios de transmisión directa y diferida. Este espacio se caracteriza por tener una gran entrada de radiación directa a través de superficies acristaladas, unos recubrimientos superficiales interiores de gran capacidad de absorción, colores oscuros, y un cerramiento en contacto con el espacio interior de alta inercia térmica.

En verano esta galería a sur funciona como protección solar de la fachada y además se convierte en un sistema pasivo de ventilación forzada. Para ello el espacio de la galería debe posibilitar la evacuación al exterior del aire sobrecalentado mediante aperturas superiores. El lazo convectivo se modifica mediante la apertura de las conexiones superiores y el cierre de las inferiores produciéndose un efecto de succión y la evacuación del aire caliente por diferencia de presiones entre ambos espacios.

SOLUCIÓN:

Galería acristalada + fachada de termoarcilla.

INFLUYE SOBRE EL CONSUMO EN:

Calefacción y refrigeración.

AHORRO ENERGÉTICO:

Esta estrategia supone potenciar y mejorar el funcionamiento de las estrategias anteriormente citadas, orientación sur, vidrios de baja emisividad, que potencian el efecto invernadero e inercia térmica.

Por tanto, si comparamos dos edificios de viviendas si-

milares, uno con galerías acristaladas a sur (con sus vidrios de baja emisividad) y la construcción de fachadas con inercia térmica, y el otro con sus estancias principales orientadas a norte y sin los acristalamientos ni muros propuestos, consideraremos que el ahorro energético que aporta si se emplean todas ellas a la vez es, **como mínimo**, la suma de los producidos por independiente:

4.036,59 kWh/año

Este rendimiento se mejorara, si además se incluyen lazos convectivos.



27 Viviendas de Protección Oficial de alquiler para jóvenes.
 Arq.: Emiliano López y Mónica Ribera. Fotografía: José Hevia.

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

El ahorro energético obtenido supone reducir las emisiones de CO₂ en **1.566,20 kg/año**.

COSTE INVERSIÓN INICIAL:

El coste de la inversión inicial no tiene que ser superior al de una fachada de doble hoja convencional pues el coste de los vidrios de baja emisividad y control térmico se compensa con la construcción en una sola hoja de termoarcilla

AHORRO ECONÓMICO ANUAL:

Con el ahorro energético obtenido supone un ahorro económico de hasta **463,00 €/año**.

VIABILIDAD COMERCIAL:

Todos los materiales y soluciones técnicas necesarias están disponibles en el mercado de la construcción.

VIABILIDAD TÉCNICA Y SOCIAL:

Esta medida supone la concienciación de técnicos, promotores y constructores a la hora de aplicarla ya que la eficiencia de la envolvente de un edificio tiene una percepción social favorable. El diseño de estas galerías debe permitir ser usadas de forma eficiente y útil para persuadir de su incorporación a la vivienda interior, acción muy generalizada y que implica vulnerar el funcionamiento del sistema pasivo.

MEJORAS AL SISTEMA:

Para potenciar la transmisión del calor generado por el efecto invernadero y la radiación directa, se pueden utili-

zar lazos convectivos, aberturas en la parte inferior y superior del muro de separación que genera así un intercambio de aire por diferencia de temperatura.



27 Viviendas de Protección Oficial de alquiler para jóvenes.
Arq.: Emiliano López y Mónica Ribera. Fotografía: José Hevia.

CÁLCULOS FICHA 5

AHORRO ENERGÉTICO:

Para la vivienda tipo definida como escenario de comparación:

Por acristalamiento a Sur (Ficha 1)

3.036,96 kWh/año

Por baja emisividad de los cristales (Ficha 3)

555,12 kWh/año

Por inercia térmica (Ficha 4)

444,51 kWh/año

Total: 3.036,96 + 555,12 + 444,51 kWh/año =

4.036,59 kWh/año

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

4.036,59 kWh/año x 0,388 Kg. CO₂/kWh =

1.566,20 kg de CO₂/año

AHORRO ECONÓMICO:

4.036,59 kWh/año x 0,1147 €/kWh = 463,00 €/año

FICHA 6: FACHADA TRASVENTILADA. OESTE

DESCRIPCIÓN:

Con esta estrategia durante los meses cálidos el sol incide sobre la pieza de acabado, calentando el aire de la cámara que al disminuir en densidad, genera una corriente de aire ascendente que succiona aire fresco. Este fenómeno evita la acumulación de calor en la fachada.

Durante los meses fríos, la cámara de aire presenta temperaturas menos rigurosas que el exterior, además su funcionamiento térmico se ve favorecido por la colocación del aislante térmico en toda la superficie de la fachada, evitando así en gran medida los puentes térmicos.

Este sistema constructivo es óptimo en climas cálidos para las orientaciones oeste y noroeste que reciben una alta incidencia solar en los meses y horas más calurosas del año, mientras presentan un bajo o nulo soleamiento durante el invierno de modo que no se penaliza la optimización de la envolvente como captador y transmisor de energía calorífica en periodos fríos. Esta estrategia puede potenciar su capacidad de aislamiento tratando la superficie exterior de manera que aumente su reflectividad (colores claros).

Esta solución se puede optimizar en invierno, cerrando las ventilaciones.

SOLUCIÓN:

Fachada trasventilada (muro de cerramiento + aislamiento térmico-acústico + cámara ventilada + acabado).

INFLUYE SOBRE EL CONSUMO EN:

Climatización.

AHORRO ENERGÉTICO:

Según los estudios más actualizados (segundo trimestre 2009) de distintas casas comerciales (REPSOL, TINO, FAVE-MANC, BUTECH, etc.), el funcionamiento termodinámico de las cámaras ventiladas y la corrección de los puentes térmicos reducen el consumo de energía en climatización entorno al 30%.

El consumo medio anual en climatización en la Región de Murcia para viviendas en bloques plurifamiliares, establecido por CENER, según los cánones del CTE es de 35,3 kWh/m² (25,7 kWh/m² en calefacción y 9,6 kWh/m² en refrigeración).

Tomaremos como ejemplo un edificio de seis viviendas de 90 m² útiles. El ahorro energético que se produce es de **953,1 kWh/año·vivienda**.

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

El ahorro energético obtenido supone reducir las emisiones de CO₂ en **369,80 kg/año vivienda**.

COSTE INVERSIÓN INICIAL:

El coste de la inversión inicial en el edificio de seis viviendas (210 m² de fachada Oeste) si comparamos una fachada cara vista ventilada respecto a otra similar sin ventilar es de **1.160,95 €/vivienda**.

AHORRO ECONÓMICO ANUAL:

El ahorro energético obtenido produce un ahorro económico de hasta **109,32 €/año** lo que supone la amortización de la inversión en **10,6 años**.

Hay que resaltar que en este caso los costes dependen enormemente del sistema de fachada ventilada que se escoja y del acabado exterior, que siempre será más efectivo cuanto más claro sea su color.

VIABILIDAD COMERCIAL:

Todos los materiales y soluciones técnicas necesarias están disponibles en el mercado de la construcción, siendo muy variada la oferta existente en este tipo de fachadas.

VIABILIDAD TÉCNICA Y SOCIAL:

Esta medida supone la concienciación de técnicos, promotores y constructores a la hora de aplicarla ya que sus beneficios económicos, en alguna de las soluciones comerciales del mercado no son a corto plazo.

CÁLCULOS FICHA 6

AHORRO ENERGÉTICO:

Para la vivienda tipo definida como escenario de comparación:

Consumo calefacción + refrigeración
 $25,7 + 9,6 = 35,3 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$

$35,3 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \times 90 \text{ m}^2 = 3.177 \text{ kWh/año}$

Reducción del consumo por climatización gracias a la cámara trasventilada: 30%

$3.177 \text{ kWh/año} \times 0,3 = 953,1 \text{ kWh/año}$

por m^2 de vivienda tipo
 $35,3 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \times 0,3 = 10,59 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

$953,1 \text{ kWh/año} \times 0,388 \text{ Kg. CO}_2/\text{kWh} = 369,80 \text{ kg de CO}_2/\text{año}$

por m^2 de vivienda tipo
 $10,59 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \times 0,388 \text{ Kg. CO}_2/\text{kWh} = 4,11 \text{ Kg. CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{año}$

AHORRO ECONÓMICO:

$953,1 \text{ kWh/año} \times 0,1147 \text{ €/kWh} = 109,32 \text{ €/año}$

por m^2 de vivienda tipo
 $10,59 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \times 0,1147 \text{ €/kWh} = 1,21 \text{ €/m}^2 \cdot \text{año}$

AMORTIZACIÓN:

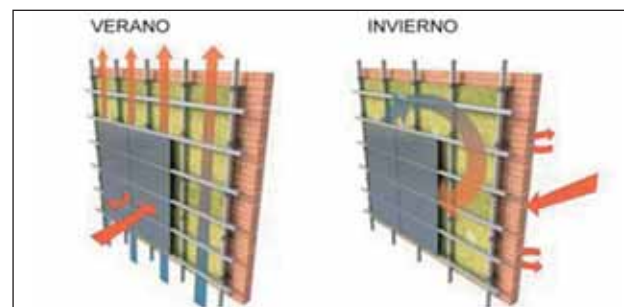
6 viviendas: 210 m^2 de fachada oeste
Fachada cara vista ventilada 100,56 €/ m^2
Fachada cara vista sin ventilar 67,39 €/ m^2

Sobrecoste fachada trasventilada 6 viv.:
 $210 \text{ m}^2 \times (100,56 - 70,39 \text{ €/m}^2) = 6.965,70 \text{ €}$

Sobrecoste fachada trasventilada 1 viv.:
 $6.965,70 \text{ €}/6 \text{ viviendas} = 1.160,95 \text{ €}$

Sobrecoste fachada trasventilada por m^2 viv.:
 $1.160,95 \text{ €}/90 \text{ m}^2 = 12,90 \text{ €/90 m}^2 \text{ de planta}$

$1.160,95 \text{ €}/109,32 \text{ €/año} = 10,62 \text{ años}$



FICHA 7: AUMENTO DEL AISLAMIENTO RESPECTO A LOS REQUERIMIENTOS DEL CTE

DESCRIPCIÓN:

Se trata de valorar el impacto que produce el aumento del espesor o la eficacia del aislamiento térmico de fachadas y cubiertas en un edificio. Esta valoración toma como base el estudio realizado por el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) en el que se han modelizado los consumos energéticos en distintos escenarios para obtener valores aplicables a las distintas zonas climáticas del país.

INFLUYE SOBRE EL CONSUMO EN:

Refrigeración y Calefacción.

AHORRO ENERGÉTICO:

Según los datos obtenidos por el CENER, doblar el espesor (o eficacia) del aislamiento en la Región de Murcia, respecto a lo exigido por el Código Técnico de la Edificación, para un bloque de viviendas, supone un ahorro energético de unos **8,5 kWh/m²·año**.

Por tanto para el ejemplo que se está valorando, con viviendas de 90 m² el ahorro energético es de **765 kWh/año**.

AISLAMIENTO TÉRMICO CON LÁMINAS DE CORCHO

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

El ahorro energético por vivienda supone reducir las emisiones de CO₂ en **296,82 kg/año**.

COSTE INVERSIÓN INICIAL:

El coste de la inversión inicial para este edificio de



Aislamiento térmico con láminas de corcho.

cinco viviendas (215 m² de cubierta y 420 m² de fachada) en el que se propone doblar los espesores de aislamiento que cumplen con el código técnico (4 cm para fachadas, 0,82 w/m²k y 6 cm para cubiertas 0,45 w/m²k) supone un sobrecoste inicial de **822,73 € por vivienda**.

AHORRO ECONÓMICO ANUAL:

El ahorro energético obtenido supone un ahorro económico de hasta **87,75 €/año** lo que supone la recuperación de la inversión en **9,38 años**.

VIABILIDAD COMERCIAL:

Todos los materiales y soluciones técnicas necesarias están disponibles en el mercado de la construcción y su elección hará más o menos viable económicamente esta medida.

VIABILIDAD TÉCNICA Y SOCIAL:

Esta medida supone la concienciación de técnicos, promotores y constructores a la hora de aplicarla ya que la eficiencia de la envolvente de un edificio tiene una percepción social favorable.

CÁLCULOS FICHA 7

AHORRO ENERGÉTICO:

Para la vivienda tipo definida como escenario de comparación:

$$8,5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \times 90 \text{ m}^2 = \mathbf{765,0 \text{ kWh/año}}$$

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

$$765,0 \text{ kWh/año} \times 0,388 \text{ Kg. CO}_2/\text{kWh} = \mathbf{296,82 \text{ kg de CO}_2/\text{año}}$$

AHORRO ECONÓMICO:

$$765,0 \text{ kWh/año} \times 0,1147 \text{ €/kWh} = \mathbf{87,75 \text{ €/año}}$$



Aislamiento térmico multicapa.



Aislamiento térmico manta de lana mineral natural.



Aislamiento térmico lana mineral placas.

AMORTIZACIÓN:

215 m² de cubierta:

Aislamiento CTE (6 cm): 12,51 €/m² → 2.689,65 €

Aislamiento propuesto (12 cm): 20,5 €/m² → 4.407,50 €

Sobrecoste: 1.717,85 €

210 m² de Fachada cara vista ventilada (NO):

Aislamiento CTE (4 cm): 12,29 €/m² → 2.580,90 €

Aislamiento propuesto (8 cm): 20,54 €/m² → 4.413,40 €

Sobrecoste: 1.832,50 €

210 m² Fachada cara vista sin ventilar (SE):

Aislamiento CTE (4 cm): 9,08 €/m² → 1.906,80 €

Aislamiento propuesto (8 cm): 15,68 €/m² → 3.292,8 €

Sobrecoste: 1.386,00 €

Sobrecoste doblar aislamientos edificio:

1.717,85 + 1.832,50 + 1.386,00 € = **4.936,35 €**

4.936,35 €/6 viviendas= **822,73 €/viv.**

822,73/87,75 = **9,38 años**

FICHA 8: CUBIERTA VEGETAL EXTENSIVA (CON PLANTAS QUE NO NECESITAN MANTENIMIENTO)

DESCRIPCIÓN:

La cubierta es una estructura sometida a grandes fluctuaciones térmicas y a una gran exposición solar en verano. Los últimos pisos siempre están expuestos a temperaturas más extremas que otros niveles del edificio.

Las cubiertas vegetales llevan a cabo las funciones habituales de cualquier cubierta (protección, impermeabilización, aislamiento térmico y acústico) y además ofrecen protección frente a la radiación solar y aprovechan el efecto amortiguador de la temperatura que tiene la tierra, de modo que se reducen tanto las pérdidas como las ganancias excesivas de energía a través de la cubierta, lo que supone un aumento de las condiciones de confort y un ahorro energético por climatización.

La plantación se realiza con herbáceas del género Sedum, en sustratos de poca profundidad (menos de 12 cm) y con un mantenimiento mínimo.

INFLUYE SOBRE EL CONSUMO EN:

Refrigeración y Calefacción.

AHORRO ENERGÉTICO:

Según los datos obtenidos del estudio realizado en septiembre de 2008, por la Universidad Politécnica de Madrid, *'Las cubiertas ecológicas de tercera generación: Un nuevo material constructivo'* de F. J. Neila, C. Bedoya, C. Acha, F. Olivieri, M. Barbero, en el que se comparan distintos tipos de cubierta, respecto a la solución convencional de cubierta invertida, el modelo compuesto por vegetación, sustrato y aislamiento supone un ahorro del **46,61%**; que en el edificio supuesto equivaldría a **3.506,92 kWh/año**.



Escuela Infantil Oliver, Zaragoza.
Santiago Carroquino | Arquitectos. Fotografía: Jesús Granada.

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

Este ahorro energético supone reducir las emisiones de CO₂ en el conjunto del edificio en 1.360,68 Kg/año.

Por otro lado, según el trabajo *'Carbon Sequestration Potential of Extensive Green Roofs'* de Kristin L. Getter, D. Bradley Rowe, G. Philip Robertson, Bert M. Cregg y Jeffrey A. Andresen, realizado en la Universidad Estatal de Michigan y publicado en Environmental Science & Technology, además del ahorro energético en climatización, las cubiertas vegetales funcionan como sumidero de CO₂ por medio de la fijación de carbono de las plantas durante la fotosíntesis. Los investigadores de Michigan tomaron muestras de las plantas de las cubiertas estudiadas y midieron su concentración de carbono concluyendo que la suma de lo almacenado por las partes superficiales de las plantas (168 gramos), las enterradas (107 gramos) y el sustrato (100 gramos) alcanzaba los **375 gramos** de carbono por cada metro cuadrado de cubierta vegetal y año.

En nuestro edificio marco, esto son **73,12 kg de CO₂/año**.
 Por tanto el ahorro final para este ejemplo es de **1.433,80 kg de CO₂/año·edificio**.

COSTE INVERSIÓN INICIAL:

En base a los precios del banco BEDEC, tenemos los siguientes costes:

Cubiertas planas transitables: ~ 84-90 €/m²
 Cubiertas planas no transitables: ~ 50 €/m²
 Cubiertas inclinadas de teja cerámica: ~ 70 €/m²
 Cubierta plana vegetal sedum: ~ 70 €/m²

Con estos datos podemos afirmar que el hecho de escoger una cubierta plana tipo vegetal no supone ningún sobrecoste añadido respecto a otras soluciones más convencionales.

AHORRO ECONÓMICO ANUAL:

Si nos centramos en las viviendas situadas bajo cubierta, el ahorro energético obtenido supone un ahorro económico de hasta **201,12 €/año·viv**.

VIABILIDAD COMERCIAL:

Existen hoy en día diversas empresas especializadas en la construcción de este tipo de cubierta.

VIABILIDAD TÉCNICA Y SOCIAL:

Esta medida supone la concienciación de técnicos, promotores y constructores a la hora de aplicarla ya que ofrece muchas ventajas que hacen de este sistema un producto cualificado.

- Mejora ostensible del aislamiento térmico de la cubierta
- Aumentan la vida útil de la impermeabilización.
- Aportan humedad a la atmósfera
- Contribuyen a la retención de contaminantes del aire
- Contribuyen al aislamiento acústico de la edificación.

CÁLCULOS FICHA 8

AHORRO ENERGÉTICO:

Para la **vivienda situada bajo cubierta** y para el edificio tipo definido como escenario de comparación:

Consumo vivienda tipo:

$$25,7 + 9,6 = 35,3 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año}$$

Consumo vivienda situada bajo la cubierta:

Incremento del consumo en calefacción por tratarse de una vivienda bajo cubierta:

$$14\% \rightarrow 25,7 \times 0,14 = 3,6 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año}$$

Incremento del consumo en refrigeración por tratarse de una vivienda bajo cubierta:

$$30\% \rightarrow 9,6 \times 0,30 = 2,9 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año}$$

$$35,3 + 3,6 + 2,9 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año} =$$

$$41,80 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año}\cdot\text{vivienda bajo cubierta}$$

$$41,80 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año} \times 90 \text{ m}^2 =$$

$$3.762,00 \text{ kWh/año}\cdot\text{vivienda bajo cubierta}$$

Consumo para el edificio tipo definido como escenario de comparación:

$$3.762,00 \text{ kWh/año}\cdot\text{viv} \times 2 \text{ viv} =$$

$$7.524,00 \text{ kWh/año}\cdot\text{edificio tipo}$$

Reducción del consumo por climatización gracias a la cubierta vegetal extensiva según tabla extraída del trabajo *‘Las cubiertas ecológicas de tercera generación: un nuevo material constructivo’* de F. J. Neila, C. Bedoya, C. Acha, F. Olivieri, M. Barbero: 46,61%

En una vivienda situada bajo cubierta:
3.762,00 kWh/año·viv x 0,4661 =
1.753,46 kWh/año·vivienda

En el conjunto del edificio (2 viviendas bajo cubierta)
7.524,00 kWh/año x 0,4661 = **3.506,92 kWh/año·edificio**

Ahorro por m² de sup. climatizada bajo cubierta
41,80 kWh/m²·año x 0,4661 = **19,48 kWh/m²·año**

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

Producido por el ahorro energético de la vivienda
1.753,46 kWh/año x 0,388 Kg. CO₂/kWh =
680,34 kg de CO₂/año·viv

Producido por la captación de CO₂ de la cubierta
0,375 Kg de CO₂/m² de cubierta x 97,5 m² de cubierta =
36,56 kg de CO₂/año

Total: 680,34 + 36,56 kg de CO₂/año·viv=
716,90 kg de CO₂/año·viv

Total edificio: 716,90 x 2 viv =
1.433,80kg de CO₂/año·edi

Ahorro por m² de sup. climatizada bajo cubierta
1.433,80 de CO₂/180 m² bajo cubierta =
7,97 kg de CO₂/m²·año

AHORRO ECONÓMICO:

1.753,46 kWh/año·viv x 0,1147 €/kWh =
201,12 €/año·viv

CUBIERTA	M2-15 V	M2-10 VA8	M1-6 A16 + aisl	M1-15 INV	M1-10 A8 + aisl	M1-14 INV	M1-7 VA16 + aisl	M1-11 VA8 + aisl	M2-6 VA8 + aisl	M2-14 V + aisl	M2-7 VA8 + aisl*	M2-11 VA8 + aisl
REDUCCIÓN %	+65,89	+38,79	+12,87	+6,41	+5,67	0,00	-14,05	-19,38	-37,95	-46,34	-60,40	-70,65
CALENT (MJ)	1.448,78	1.212,10	985,76	929,32	922,90	873,36	750,64	704,07	541,92	468,61	345,84	256,37

CUBIERTA	M2-15 V	M2-10 VA8	M1-10 A8 + aisl	M1-14 INV	M1-15 INV	M2-14 V + aisl	M2-7 VA8 + aisl*	M1-6 A16 + aisl	M2-11 VA8 + aisl	M2-6 VA8 + aisl	M1-11 VA8 + aisl	M1-7 VA16 + aisl
REDUCCIÓN %	+42,32	+7,97	+2,90	0,00	-1,45	-2,39	-23,19	-23,91	-76,09	-78,99	-91,30	-91,30
ENFRIAM (MJ)	65,32	49,56	47,23	45,90	45,23	44,80	35,26	34,92	10,98	9,65	3,99	3,99

CUBIERTA	M2-15 V	M2-10 VA8	M1-6 A16 + aisl	M1-15 INV	M1-10 A8 + aisl	M1-14 INV	M1-7 VA16 + aisl	M1-11 VA8 + aisl	M2-6 VA8 + aisl	M2-14 V + aisl	M2-7 VA8 + aisl*	M2-11 VA8 + aisl
REDUCCIÓN %	+61,70	+41,07	+11,03	+6,02	+5,53	0,00	-17,91	-22,97	-40,24	-46,61	-57,50	-70,70
TOTAL (MJ)	1.486,47	1.296,83	1.020,68	974,56	970,13	919,26	754,63	708,07	549,31	490,84	390,72	269,30

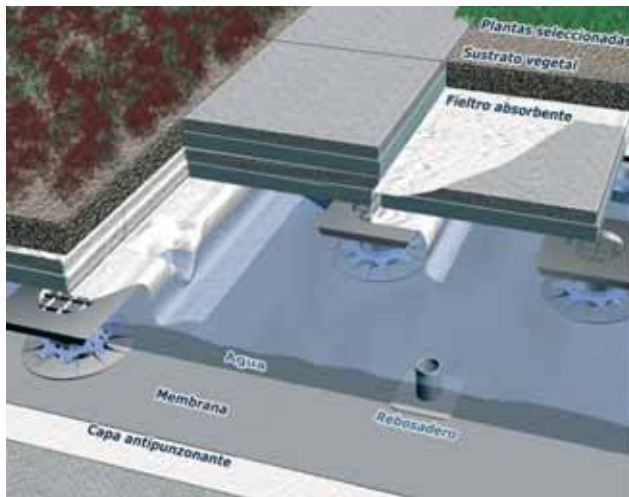
Tablas de los consumos energéticos comparados con los de una cubierta invertida convencional.

FICHA 9: CUBIERTA VEGETAL EXTENSIVA CON ALJIBE

DESCRIPCIÓN:

Se trata de un sistema de cubierta vegetal extensiva en la que además del sustrato de tierra para la plantación, existe la posibilidad de almacenar agua de lluvia lo que incrementa su funcionamiento como masa térmica.

La profundidad óptima de agua es de entre 8 y 12 cm.



Sistema patentado INTERPER de cubierta ecológica ALJIBE.

INFLUYE SOBRE EL CONSUMO EN:

Refrigeración y Calefacción.

AHORRO ENERGÉTICO:

Según los datos obtenidos por el estudio realizado en septiembre de 2008 por la Universidad Politécnica de Ma-

drid, *‘Las cubiertas ecológicas de tercera generación: Un nuevo material constructivo’* de F. J. Neila, C. Bedoya, C. Acha, F. Olivieri, M. Barbero, en el que se comparan distintos tipos de cubierta, respecto a la solución convencional de cubierta invertida, el modelo de vegetación + estrato + aislamiento + 8 cm de agua, supone un ahorro del **70,70%** en climatización; que en el edificio supuesto equivaldría a **5.319,46 kWh/año**.

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

Este ahorro energético supone reducir las emisiones de CO₂ en el conjunto del edificio en 2.063,95 Kg/año.

Como en el ejemplo anterior, además del ahorro energético en climatización, las cubiertas vegetales funcionan como sumidero CO₂ por medio de la fijación de carbono de las plantas durante la fotosíntesis. Lo cual ha sido cifrado según el trabajo *‘Carbon Sequestration Potential of Extensive Green Roofs’* de Kristin L. Getter, D. Bradley Rowe, G. Philip Robertson, Bert M. Cregg y Jeffrey A. Andresen, realizado en la Universidad Estatal de Michigan en **375 gramos** de carbono por cada metro cuadrado de cubierta vegetal y año.

En nuestro edificio marco, esto son **73,12 kg de CO₂/año**.

Por tanto el ahorro final para este ejemplo es de **2.137,07 kg de CO₂/año.edificio**.

COSTE INVERSIÓN INICIAL:

Al igual que en la ficha anterior, a priori, el hecho de escoger una cubierta plana tipo vegetal extensiva con aljibe no tiene porqué suponer ningún sobrecoste añadido respecto a otras posibles soluciones más convencionales. Costará más que una cubierta plana no transitable y tendrá un coste similar al de una cubierta plana transitable con acabado pavimentado.

AHORRO ECONÓMICO ANUAL:

El ahorro energético obtenido supone un ahorro económico de hasta **305,07 €/año.viv.**

VIABILIDAD COMERCIAL:

Existen hoy en día diversas empresas especializadas en la construcción de este tipo de cubierta, pero no es habitual encontrar ejemplos construidos en el área de estudio.

VIABILIDAD TÉCNICA Y SOCIAL:

Esta medida supone la concienciación de técnicos, promotores y constructores a la hora de aplicarla ya que ofrece muchas ventajas que hacen de este sistema un producto cualificado.

- Mejora ostensible del aislamiento térmico de la cubierta
- Aumentan la vida útil de la impermeabilización.
- Aportan humedad a la atmósfera
- Contribuyen a la retención de contaminantes del aire
- Contribuyen al aislamiento acústico de la edificación.

Pero mientras no se popularice su uso, será de difícil aplicación, por falta de especialistas en la región.

CÁLCULOS FICHA 9

AHORRO ENERGÉTICO:

Para la vivienda situada bajo cubierta y para el edificio tipo definido como escenario de comparación:

Consumo vivienda tipo: $25,7 + 9,6 = 35,3 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año}$

Consumo vivienda situada bajo la cubierta:

Incremento del consumo en calefacción por tratarse de una vivienda bajo cubierta:

$$14\% \rightarrow 25,7 \times 0,14 = 3,6 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año}$$

Incremento del consumo en refrigeración por tratarse de una vivienda bajo cubierta:

$$30\% \rightarrow 9,6 \times 0,30 = 2,9 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año}$$

$$35,3 + 3,6 + 2,9 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año} =$$

$$41,80 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año}\cdot\text{vivienda bajo cubierta}$$

$$41,80 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año} \times 90 \text{ m}^2 =$$

$$3.762,00 \text{ kWh/año}\cdot\text{vivienda bajo cubierta}$$

Consumo para el edificio tipo definido como escenario de comparación:

$$3.762,00 \text{ kWh/año.viv} \times 2 \text{ viv} =$$

$$7.524,00 \text{ kWh/año}\cdot\text{edificio tipo}$$

Reducción del consumo por climatización gracias a la cubierta vegetal extensiva con aljibe según tabla extraída del trabajo *'Las cubiertas ecológicas de tercera generación: un nuevo material constructivo'* de F. J. Neila, C. Beldoya, C. Acha, F. Olivieri, M. Barbero: 70,70%.

En una vivienda situada bajo cubierta:

$$3.762,00 \text{ kWh/año}\cdot\text{viv} \times 0,707 =$$

$$2.659,73 \text{ kWh/año}\cdot\text{vivienda}$$

En el conjunto del edificio (2 viviendas bajo cubierta)

$$2.659,73 \text{ kWh/año} \times 2 = 5.319,46 \text{ kWh/año}\cdot\text{edificio}$$

Ahorro por m² de sup. climatizada bajo cubierta

$$41,80 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año} \times 0,707 = 29,55 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año}$$

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

Producido por el ahorro energético de la vivienda
 2.659,73 kWh/año x 0,388 Kg.CO₂/kWh =
1.031,98 kg de CO₂/año·vivienda

Producido por la captación de CO₂ de la cubierta
 0,375 Kg de CO₂/m² de cubierta x 97,5 m² de cubierta
36,56 kg de CO₂/año

Total: 1.031,98 + 36,56 kg de CO₂/año·viv=
1.068,54 kg de CO₂/año·vivienda

Total edificio: 1.068,54 x 2 viv =
2.137,07Kg de CO₂/año·edificio

Ahorro por m² de sup. climatizada bajo cubierta
 2.137,07 de CO₂/180 m² bajo cubierta =
11,87 kg de CO₂/m²·año

AHORRO ECONÓMICO:

2.659,73 kWh/año·viv x 0,1147 €/kWh = **305,07 €/año·viv**

CUBIERTA	M2-15 V	M2-10 VA8	M1-6 A16 + aisl	M1-15 INV	M1-10 A8 + aisl	M1-14 INV	M1-7 VA16 + aisl	M1-11 VA8 + aisl	M2-6 VA8 + aisl	M2-14 V + aisl	M2-7 VA8 + aisl*	M2-11 VA8 + aisl
REDUCCIÓN %	+65,89	+38,79	+12,87	+6,41	+5,67	0,00	-14,05	-19,38	-37,95	-46,34	-60,41	-70,65
CALENT (MJ)	1.448,78	1.212,10	985,76	929,32	922,90	873,36	750,64	704,07	541,92	468,61	345,84	256,37

CUBIERTA	M2-15 V	M2-10 VA8	M1-10 A8 + aisl	M1-14 INV	M1-15 INV	M2-14 V + aisl	M2-7 VA8 + aisl*	M1-6 A16 + aisl	M2-11 VA8 + aisl	M2-6 VA8 + aisl	M1-11 VA8 + aisl	M1-7 VA16 + aisl
REDUCCIÓN %	+42,32	+7,97	+2,90	0,00	-1,45	-2,39	-23,19	-23,91	-76,09	-78,99	-91,30	-91,30
ENFRIAM (MJ)	65,32	49,56	47,23	45,90	45,23	44,80	35,26	34,92	10,98	9,65	3,99	3,99

CUBIERTA	M2-15 V	M2-10 VA8	M1-6 A16 + aisl	M1-15 INV	M1-10 A8 + aisl	M1-14 INV	M1-7 VA16 + aisl	M1-11 VA8 + aisl	M2-6 VA8 + aisl	M2-14 V + aisl	M2-7 VA8 + aisl*	M2-11 VA8 + aisl
REDUCCIÓN %	+61,70	+41,07	+11,03	+6,02	+5,53	0,00	-17,91	-22,97	-40,24	-46,61	-57,50	-70,70
TOTAL (MJ)	1.486,47	1.296,83	1.020,68	974,56	970,13	919,26	754,63	708,07	549,31	490,84	390,72	269,30

Tablas de los consumos energéticos comparados con los de una cubierta invertida convencional.

FICHA 10: EMPLEO DE REDUCTORES DE CAUDAL EN LA GRIFERÍA

DESCRIPCIÓN:

Los edificios deben optimizar el uso del agua, tanto en aquellas zonas donde la falta de agua pueda representar un problema, como en aquellas donde siendo suficiente, su depuración y potabilización representan un alto coste energético.

El gasto de agua se puede disminuir si los sanitarios y electrodomésticos se optimizan. A la hora de diseñar y construir una vivienda, el proyectista tiene capacidad para prescribir los sanitarios y las griferías, mientras que los electrodomésticos quedan en manos del usuario, por eso en esta ficha se analiza la influencia del empleo de atomizadores de alta eficacia que reducen el caudal de agua sin que sea perceptible por el usuario.

INFLUYE SOBRE EL CONSUMO EN:

Agua y energía.

AHORRO HÍDRICO Y AMBIENTAL:

Para realizar el estudio se han comparado los consumos medios de agua establecidos por el Instituto Tecnológico de la Construcción para la vivienda, y los aportados para cada uno de los sanitarios citados por las casas comerciales que producen estas griferías de alta eficacia.

El consumo hídrico estándar de los sanitarios (ducha, fregadero y lavabo) de esta vivienda es de 420 l/día.

Empleando atomizadores de alta eficacia el consumo es de 210 l/día.

Por tanto el ahorro hídrico es de 210 l/vivienda·día, es decir, **76,65 m³ de H₂O/año**, lo que se traduce en un ahorro ambiental de **1.103,8 kg de CO₂/año**.

COSTE INVERSIÓN INICIAL:

El coste de la inversión inicial es de 10 € por unidad, contando que tenemos 2 lavabos, dos duchas y un fregadero, el coste de la inversión inicial asciende a 50 €.



Limitador de caudal para lavabo y bidé.
Ahorro de agua de hasta un 50%.



Limitador de caudal para cocina.
Ahorro de agua de hasta un 50%.



Limitador de caudal para grupo de baño.
Ahorro de agua de hasta un 50%.

AHORRO ECONÓMICO ANUAL:

El ahorro Hídrico obtenido supone un ahorro económico de hasta **81,10 €/año** lo que permite la recuperación de la inversión en **7,4 meses**.

VIABILIDAD COMERCIAL:

Debido a la sencillez de los sistemas, hoy en día son muchos los fabricantes de griferías que introducen estas mejoras en sus productos por lo que no es difícil encontrarlos en el mercado.

VIABILIDAD TÉCNICA Y SOCIAL:

Esta medida requiere la concienciación de técnicos, promotores y constructores a la hora de aplicarla.

CÁLCULOS FICHA 10

AHORRO HÍDRICO:

Para la vivienda tipo definida como escenario de comparación, el gasto hídrico diario definido por el ITEC es:

- **Ducha: 70 l/persona·día**
- **Lavabo: 30 l/persona·día**
- **Fregadero: 5 l/persona·día**

Para calcular el consumo se consideran 4 personas.

- **70 l/persona·día x 4 personas = 280 l/día**
- **30 l/persona·día x 4 personas = 120 l/día**
- **5 l/persona·día x 4 personas = 20 l/día**

Total: $280 + 120 + 20 = 420$ l/día

El ahorro hídrico del 50% supone:

210 l/día
 $210 \times 365 = 76.650$ l/año
 $76.650 \text{ l/año} / 1 \text{ m}^3 / 1.000 \text{ l} = 76,65 \text{ m}^3/\text{año}$

AHORRO MEDIOAMBIENTAL:

Según los datos del Observatorio Regional para el Cambio Climático, la emisión de CO₂ por m³ de agua potable es de 1.440 g CO₂/m³.

$76,65 \text{ m}^3/\text{año} \times 14,40 \text{ Kg CO}_2/\text{m}^3 = 1.103,8 \text{ kg de CO}_2/\text{año}$

AHORRO ECONÓMICO:

$76,65 \text{ m}^3/\text{año} \times 1,058 \text{ €/m}^3 = 81,10 \text{ €/año}$

AMORTIZACIÓN:

10 € por atomizador:
 $2 \text{ lavabos} + 2 \text{ ducha} + 1 \text{ fregadero} = 5 \times 10 = 50 \text{ €}$
 $50 \text{ €} / 81,10 \text{ €/año} = 0,62 \text{ años}$

6 RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

RESULTADOS

De las fichas realizadas se obtienen las siguientes tablas de resultados:

Tablas que hacen referencia a estrategias aplicadas en el **edificio** de 6 viviendas.

- 1.0 Tabla de resultados de las diversas estrategias aplicadas en el edificio de 6 viviendas.
- 1.1 Tabla de resultados de las diversas estrategias aplicadas en el edificio de 6 viviendas, calculando los ahorros a los 10 años.
- 2.0 Tabla de resultados de la suma de estrategias posibles simultáneamente en el edificio de 6 viviendas.
- 2.1 Tabla de resultados de la suma de estrategias posibles simultáneamente en el edificio de 6 viviendas, calculando los ahorros a los 10 años.
- 3.0 Tabla de resultados de la suma de estrategias posibles simultáneamente y de coste inapreciable en el edificio de 6 viviendas.
- 3.1 Tabla de resultados de la suma de estrategias posibles simultáneamente y de coste inapreciable en el edificio de 6 viviendas, calculando los ahorros a los 10 años.

Tablas que hacen referencia a estrategias aplicadas en una **vivienda**.

- 4.0 Tabla de resultados de las diversas estrategias aplicadas en una vivienda.
- 4.1 Tabla de resultados de las diversas estrategias aplicadas en una vivienda, calculando los ahorros a los 10 años.
- 5.0 Tabla de resultados de la suma de estrategias posibles simultáneamente en una vivienda.
- 5.1 Tabla de resultados de la suma de estrategias posibles simultáneamente en una vivienda, calculando los ahorros a los 10 años.
- 6.0 Tabla de resultados de la suma de estrategias posibles simultáneamente en una vivienda situada bajo la cubierta.
- 6.1 Tabla de resultados de la suma de estrategias posibles simultáneamente en una vivienda situada bajo la cubierta, calculando los ahorros a los 10 años.

A excepción de las estrategias realizadas en la cubierta del edificio, el resto de estrategias son aplicables a cualquier vivienda con independencia de la planta donde se ubique.

Aplicando cada una de las estrategias independientemente en el CONJUNTO DEL EDIFICIO DE 6 VIVIENDAS se obtienen los resultados expuestos en las tablas 1.0 y 1.1 ordenados según el ahorro de Kg de CO₂.

FICHA	ESTRATEGIA aplicada en el conjunto del edificio de 6 viviendas	ENERGÍA	CONTAMINACIÓN	AGUA	ECONOMÍA	ECONOMÍA	ECONOMÍA
		AHORRO ANUAL kWh	AHORRO ANUAL Kg CO ₂	AHORRO ANUAL m ³ H ₂ O	AHORRO ANUAL euros (€)	COSTE INICIAL euros (€)	AMORTIZACIÓN en años
5	Galerías acristaladas	24.219,54	9.397,18	-	2.777,98	1.185,78	0,43
1	Orientación del edificio	18.221,76	7.070,04	-	2.090,04	-	0,00
10	Griferías y sanitarios de alta eficacia	-	6.622,6	459,90	486,57	300,00	0,62
9	Cubierta vegetal + aljibe	5.319,46	2.137,07	-	610,14	-	0,00
7	Aumento del aislamiento	4.590,00	1.780,92	-	526,47	4.936,38	9,38
2	Vidrios de control solar	3.817,74	1.481,28	-	437,89	2.400,96	5,48
8	Cubierta vegetal de Sedum	3.506,92	1.433,80	-	402,24	-	0,00
3	Vidrios de baja emisividad	3.330,72	1.292,32	-	382,03	1.185,78	3,10
4	Inercia Térmica	2.667,06	1.034,82	-	305,91	-	0,00

1.0 Tabla de resultados de las diversas estrategias aplicadas en el edificio de 6 viviendas.

FICHA	ESTRATEGIA aplicada en el conjunto del edificio de 6 viviendas	AHORRO A LOS 10 AÑOS		
		kWh	Kg CO ₂	euros (€)
5	Galerías acristaladas	242.195,40	93.971,82	26.594,03
1	Orientación del edificio	182.217,60	70.700,43	20.900,36
10	Griferías y sanitarios de alta eficacia	-	66.225,6	4.565,74
6	Fachada trasventilada	57.186,00	22.188,17	406,47
9	Cubierta vegetal + aljibe	53.194,60	21.370,70	6.101,42
7	Aumento del aislamiento	45.900,00	17.809,20	328,35
2	Vidrios de control solar	38.177,40	14.812,83	1.977,99
8	Cubierta vegetal de Sedum	35.069,20	14.338,05	4.022,44
3	Vidrios de baja emisividad	33.307,20	12.923,19	2.634,56
4	Inercia Térmica	26.670,60	10.348,19	3.059,12

1.1 Tabla de resultados de las diversas estrategias aplicadas en el edificio de 6 viviendas, calculando los ahorros a 10 años.

De las estrategias estudiadas, si aplicamos todas aquellas que se pueden desarrollar simultáneamente en el **EDIFICIO TIPO**, nos encontramos con los resultados de las tablas 2.0 y 2.1.

En estas tablas se han obviado los resultados de la ficha 5 (Galerías acristaladas) porque son la suma de las estrategias de las fichas 1, 3 y 4 que ya se reflejan; y también hemos apuntado los resultados de la ficha 8 (Cubierta vegetal Sedum) porque es más viable su aplicación que la estrategia de la ficha 9 (Cubierta vegetal Aljibe).

FICHA	SUMA DE ESTRATEGIAS aplicadas al edificio de 6 viviendas	ENERGÍA	CONTAMINACIÓN	AGUA	ECONOMÍA	ECONOMÍA	ECONOMÍA
		AHORRO ANUAL kWh	AHORRO ANUAL Kg CO ₂	AHORRO ANUAL m ³ H ₂ O	AHORRO ANUAL euros (€)	COSTE INICIAL euros (€)	AMORTIZACIÓN en años
1	Orientación del edificio	18.221,76	7.070,04	-	2.090,04	-	-
10	Griferías y sanitarios de alta eficacia	-	6.622,6	459,90	486,57	300,00	0,62
6	Fachada trasventilada	5.718,60	2.218,82	-	655,92	6.965,70	10,62
7	Aumento del aislamiento	4.590,00	1.780,92	-	526,47	4.936,38	9,38
2	Vidrios de control solar	3.817,74	1.481,28	-	437,89	2.400,96	5,48
8	Cubierta vegetal de Sedum	3.506,92	1.433,80	-	402,24	-	-
3	Vidrios de baja emisividad	3.330,72	1.292,32	-	382,03	1.185,78	3,10
4	Inercia Térmica	2.667,06	1.034,82	-	305,91	-	-
TOTALES		41.852,80 kWh/año	22.934,60 Kg CO ₂ /año	459,90 m ³ H ₂ O/año	5.287,09 €/año	15.788,82 €	2,99 años

2.0 Tabla de resultados de la suma de estrategias posibles simultáneamente en el edificio de 6 viviendas.

FICHA	SUMA DE ESTRATEGIAS aplicadas al edificio de 6 viviendas	AHORRO A LOS 10 AÑOS		
		kWh	Kg CO ₂	euros (€)
1	Orientación del edificio	182.217,60	70.700,43	20.900,36
10	Griferías y sanitarios de alta eficacia	-	66.225,6	4.565,74
6	Fachada trasventilada	57.186,00	22.188,17	406,47
7	Aumento del aislamiento	45.900,00	17.809,20	328,35
2	Vidrios de control solar	38.177,40	14.812,83	1.977,99
8	Cubierta vegetal de Sedum	35.069,20	14.338,05	4.022,44
3	Vidrios de baja emisividad	33.307,20	12.923,19	2.634,56
4	Inercia Térmica	26.670,60	10.348,19	3.059,12
TOTALES		418.528,00 kWh/10 años	229.345,66 Kg CO ₂ /10 años	37.082,08 €/10 años

2.1 Tabla de resultados de la suma de estrategias posibles simultáneamente en el edificio de 6 viviendas, calculando los ahorros a 10 años.

De las estrategias estudiadas, si aplicamos todas aquellas que se pueden desarrollar simultáneamente en el **EDIFICIO TIPO** y tuvieran un **COSTE INAPRECIABLE**, nos encontramos con los resultados de las tablas 3.0 y 3.1.

FICHA	SUMA DE ESTRATEGIAS de coste inapreciable aplicadas en el conjunto del edificio de 6 viviendas	ENERGÍA	CONTAMINACIÓN	AGUA	ECONOMÍA	ECONOMÍA	ECONOMÍA
		AHORRO ANUAL kWh	AHORRO ANUAL Kg CO ₂	AHORRO ANUAL m ³ H ₂ O	AHORRO ANUAL euros (€)	COSTE INICIAL euros (€)	AMORTIZACIÓN en años
1	Orientación del edificio	18.221,76	7.070,04	-	2.090,04	-	-
10	Griferías y sanitarios de alta eficacia	-	6.622,60	459,90	486,57	300,00	0,62
8	Cubierta vegetal de Sedum	3.506,92	1.433,80	-	402,24	-	-
4	Inercia Térmica	2.667,06	1.034,82	-	305,91	-	-
TOTALES		24.395,74 kWh/año	16.161,26 Kg CO ₂ /año	459,90 m ³ H ₂ O/año	3.284,77 €/año	300,00 €	0,09 años

3.0 Tabla de resultados de la suma de estrategias aplicables simultáneamente y de coste inapreciable en el edificio de 6 viviendas.

FICHA	SUMA DE ESTRATEGIAS de coste inapreciable aplicadas en el conjunto del edificio de 6 viviendas	AHORRO A LOS 10 AÑOS		
		kWh	Kg CO ₂	euros (€)
1	Orientación del edificio	182.217,60	70.700,43	20.900,36
10	Griferías y sanitarios de alta eficacia	-	66.225,60	4.565,74
8	Cubierta vegetal de Sedum	35.069,20	14.338,05	4.022,44
4	Inercia Térmica	26.670,60	10.348,19	3.059,12
TOTALES		243.957,40 kWh/10 años	161.612,27 Kg CO ₂ /10 años	32.547,66 €/10 años

3.1 Tabla de resultados de la suma de estrategias aplicables simultáneamente y de coste inapreciable en el edificio de 6 viviendas, calculando los ahorros a 10 años.

A excepción de las estrategias realizadas en la cubierta del edificio, el resto de estrategias son aplicables a cualquier vivienda con independencia de la planta donde se ubique. En la tabla 4.0 y 4.1 se resumen los resultados de las fichas utilizando cada estrategia por independiente en una **VIVIENDA**.

FICHA	ESTRATEGIA aplicada por vivienda (* en estos casos hace referencia a viviendas situadas bajo la cubierta)	ENERGÍA	CONTAMINACIÓN	AGUA	ECONOMÍA	ECONOMÍA	ECONOMÍA
		AHORRO ANUAL kWh	AHORRO ANUAL Kg CO ₂	AHORRO ANUAL m ³ H ₂ O	AHORRO ANUAL euros (€)	COSTE INICIAL euros (€)	AMORTIZACIÓN en años
5	Galerías acristaladas	4.036,59	1.566,20	-	463,00	197,63	0,43
1	Orientación del edificio	3.036,96	1.178,34	-	348,34	-	0,00
10	Griferías y sanitarios de alta eficacia	-	1.103,80	76,65	81,10	50,00	0,62
6	Fachada trasventilada	953,10	369,80	-	109,32	1.160,95	10,62
9	* Cubierta vegetal + aljibe *	2.659,73	1.068,54	-	305,07	-	0,00
7	Aumento del aislamiento	765,00	296,82	-	87,75	822,73	9,38
2	Vidrios de control solar	636,29	246,88	-	72,98	400,16	5,48
8	* Cubierta vegetal de Sedum *	1.753,46	716,90	-	201,12	-	0,00
3	Vidrios de baja emisividad	555,12	215,39	-	63,67	197,63	3,10
4	Inercia Térmica	444,51	172,47	-	50,99	-	0,00

4.0 Tabla de resultados de las fichas.

FICHA	ESTRATEGIA aplicada por vivienda (* en estos casos hace referencia a viviendas situadas bajo la cubierta)	AHORRO A LOS 10 AÑOS		
		kWh	Kg CO ₂	euros (€)
5	Galerías acristaladas	40.365,90	15.661,97	4.432,34
1	Orientación del edificio	30.369,60	11.783,40	3.483,39
10	Griferías y sanitarios de alta eficacia	-	11.037,60	760,96
6	Fachada trasventilada	9.531,00	3.698,03	67,74
9	* Cubierta vegetal + aljibe *	26.597,30	10.685,35	3.050,71
7	Aumento del aislamiento	7.650,00	2.968,20	54,72
2	Vidrios de control solar	6.362,90	2.468,81	329,66
8	* Cubierta vegetal de Sedum *	17.534,60	7.169,02	2.011,22
3	Vidrios de baja emisividad	5.551,20	2.153,87	439,09
4	Inercia Térmica	4.445,10	1.724,70	509,85

4.1 Tabla de resultados, calculando los ahorros a 10 años.

De las estrategias estudiadas, si aplicamos todas aquellas que se pueden desarrollar simultáneamente en una **VIVIENDA TIPO**, nos encontramos con los resultados de las tablas 5.0 y 5.1.

En estas tablas no se han considerado los resultados de las estrategias realizables en la cubierta; cuyos beneficios solo se aprecian directamente en las viviendas bajo cubierta o en el conjunto del edificio.

FICHA	SUMA DE ESTRATEGIAS aplicadas en una vivienda tipo	ENERGÍA	CONTAMINACIÓN	AGUA	ECONOMÍA	ECONOMÍA	ECONOMÍA
		AHORRO ANUAL kWh	AHORRO ANUAL Kg CO ₂	AHORRO ANUAL m ³ H ₂ O	AHORRO ANUAL euros (€)	COSTE INICIAL euros (€)	AMORTIZACIÓN en años
1	Orientación del edificio	3.036,96	1.178,34	-	348,34	-	-
10	Griferías y sanitarios de alta eficacia	-	1.103,8	76,65	81,10	50,00	0,62
6	Fachada trasventilada	953,10	369,80	-	109,32	1.160,95	10,62
7	Aumento del aislamiento	765,00	296,82	-	87,75	822,73	9,38
2	Vidrios de control solar	636,29	246,88	-	72,98	400,16	5,48
3	Vidrios de baja emisividad	555,12	215,39	-	63,67	197,63	3,10
4	Inercia Térmica	444,51	172,47	-	50,99	-	-
TOTALES		6.390,98 kWh/año	3.583,50 Kg CO ₂ /año	76,65 m ³ H ₂ O/año	814,14 €/año	2.631,47 €	3,23 años

5.0 Tabla de resultados de la suma de estrategias posibles simultáneamente en una vivienda.

FICHA	SUMA DE ESTRATEGIAS aplicadas en una vivienda tipo	AHORRO A LOS 10 AÑOS		
		kWh	Kg CO ₂	euros (€)
1	Orientación del edificio	30.369,60	11.783,40	3.483,39
10	Griferías y sanitarios de alta eficacia	-	11.037,60	760,96
6	Fachada trasventilada	9.531,00	3.698,03	67,74
7	Aumento del aislamiento	7.650,00	2.968,20	54,72
2	Vidrios de control solar	6.362,90	2.468,81	329,66
3	Vidrios de baja emisividad	5.551,20	2.153,87	439,09
4	Inercia Térmica	4.445,10	1.724,70	509,85
TOTALES		63.909,80 kWh/10 años	35.834,61 Kg CO ₂ /10 años	5.509,94 €/10 años

5.1 Tabla de resultados de la suma de estrategias posibles simultáneamente en una vivienda, calculando los ahorros a 10 años.

De las estrategias estudiadas, si aplicamos todas aquellas que se pueden desarrollar simultáneamente en una **VIVIENDA SITUADA BAJO LA CUBIERTA**, nos encontramos con los resultados de las tablas 6.0 y 6.1.

FICHA	SUMA DE ESTRATEGIAS aplicadas en una vivienda situada bajo la cubierta	ENERGÍA	CONTAMINACIÓN	AGUA	ECONOMÍA	ECONOMÍA	ECONOMÍA
		AHORRO ANUAL kWh	AHORRO ANUAL Kg CO ₂	AHORRO ANUAL m ³ H ₂ O	AHORRO ANUAL euros (€)	COSTE INICIAL euros (€)	AMORTIZACIÓN en años
1	Orientación del edificio	3.036,96	1.178,34	-	348,34	-	-
10	Griferías y sanitarios de alta eficacia	-	1.103,80	76,65	81,10	50,00	0,62
6	Fachada trasventilada	953,10	369,80	-	109,32	1.160,95	10,62
7	Aumento del aislamiento	765,00	296,82	-	87,75	822,73	9,38
2	Vidrios de control solar	636,29	246,88	-	72,98	400,16	5,48
8	* Cubierta vegetal de Sedum *	1.753,46	716,90	-	201,12	-	-
3	Vidrios de baja emisividad	555,12	215,39	-	63,67	197,63	3,10
4	Inercia Térmica	444,51	172,47	-	50,99	-	-
TOTALES		8.144,44 kWh/año	4.300,36 Kg CO ₂ /año	76,65 m ³ H ₂ O/año	1.015,26 €/año	2.631,47 €	2,59 años

6.0 Tabla de resultados de la suma de estrategias posibles simultáneamente en una vivienda situada bajo la cubierta.

FICHA	SUMA DE ESTRATEGIAS aplicadas en una vivienda situada bajo la cubierta	AHORRO A LOS 10 AÑOS		
		kWh	Kg CO ₂	euros (€)
1	Orientación del edificio	30.369,60	11.783,40	3.483,39
10	Griferías y sanitarios de alta eficacia	-	11.037,6	760,96
6	Fachada trasventilada	9.531,00	3.698,03	67,74
7	Aumento del aislamiento	7.650,00	2.968,20	54,72
2	Vidrios de control solar	6.362,90	2.468,81	329,66
8	* Cubierta vegetal de Sedum *	17.534,60	7.169,02	2.011,22
3	Vidrios de baja emisividad	5.551,20	2.153,87	439,09
4	Inercia Térmica	4.445,10	1.724,70	509,85
TOTALES		81.444,40 kWh/10 años	43.003,63 Kg CO ₂ /10 años	7.521,16 €/10 años

6.1 Tabla de resultados de la suma de estrategias posibles simultáneamente en una vivienda situada bajo la cubierta, calculando los ahorros a 10 años.

CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas, para el marco de trabajo en el que se centra este estudio, vivienda colectiva de uso continuado en un clima mediterráneo en transición a un clima semiárido, son:

- La estrategia más eficiente energéticamente, la que genera más ahorro económico al usuario y tiene un coste inicial de 0 €, es una buena orientación.
- Todas las estrategias estudiadas en este trabajo tienen un coste totalmente asumible en el conjunto del presupuesto de la construcción de un edificio estándar.

La estrategia de fachada trasventilada, que a priori es la que tiene un sobrecoste mayor respecto a una fachada convencional de 2 hojas, es una solución que a veces se aplica por temas estéticos sin tener en cuenta el añadido ecoeficiente, y ya se está convirtiendo en una solución habitual, lo que abarata con rapidez los costes.

En definitiva las decisiones que se toman en proyecto, elección de sistemas estructurales, materiales, procesos constructivos etc, pueden permitir la aplicación de todas las estrategias descritas sin sobrecoste para la promoción, consiguiendo así una arquitectura ecoeficiente.

- Todas las estrategias estudiadas empiezan a dar sus resultados de inmediato, desde que se ocupa la vivienda. Es decir, el usuario empieza a ahorrar energía, y/o agua, desde el primer día, y como consecuencia ahorra en las respectivas facturas y evita emitir Kg de CO₂.
- Todas las estrategias planteadas son fáciles de encontrar en el mercado y solo necesitan contar con la concienciación de técnicos, promotores y constructores a la hora de aplicarlas.
- Si valorásemos únicamente con criterios económicos la aplicación de estas estrategias, nos encontraríamos que

algunas de ellas no tienen ningún sobrecoste inicial ni de mantenimiento.

La mayoría han amortizado la inversión inicial en un periodo inferior a 6 años; y las más costosas lo han amortizado en un periodo menor a 10,7 años.

En cualquier caso todas ellas producen resultados en pro de la sostenibilidad global y de la economía del usuario desde el momento de su aplicación y utilizándolas conjuntamente, tienen una amortización global inferior a los 3 años.

- En la suma de estrategias, más de la mitad del ahorro medioambiental es producido por 4 estrategias de coste económico inicial inapreciable.
- Anualmente, un edificio de 6 viviendas (que es un edificio medio en nuestras poblaciones), respecto a otro que no ha tenido en cuenta ninguna de las estrategias de ecoeficiencia propuestas podría:
 - Dejar de emitir: **22,9 toneladas de CO₂**
 - Ahorrar: **42.000 Kwh de energía**
 - Ahorrar: **460 m³ de agua potable**
 - Ahorrar: **5.300 €**
- Anualmente, 1 vivienda podría:
 - Dejar de emitir: **3,6 toneladas de CO₂**
 - Ahorrar: **6.400 Kwh de energía**
 - Ahorrar: **76,65 m³ de agua**
 - Ahorrar: **800 €**
- Anualmente, 1 vivienda bajocubierta podría:
 - Dejar de emitir: **4,3 toneladas de CO₂**
 - Ahorrar: **8.100 Kwh de energía**
 - Ahorrar: **76'65 m³ de agua**
 - Ahorrar: **1.000 €**

7 BIBLIOGRAFÍA Y ENTIDADES CONSULTADAS

BIBLIOGRAFÍA

- *AGENDA DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE*. Unidad de Medio Ambiente y Sostenibilidad del Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona, Sección de Tecnología del Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Escuela Superior de Arquitectura del Vallès. Instituto Cerdà y Gea. Asociación de Estudios Geobiológicos.
- *ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA EN UN ENTORNO SOSTENIBLE: BUENAS PRÁCTICAS EDIFICATORIAS*. Cuadernos de Investigación urbanística nº 41. ISSN 1886-6654. F. J. Neila.
- *ATLAS DE IRRADIACIÓN SOLAR Y TEMPERATURA AMBIENTE DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MURCIA*. ARGEM. F. Vera García, JR. García Cascales, Z. Hernández Guillén. Modelado de Sistemas Térmicos y Energéticos, UPCT. Coordinado por JP Delgado Marín - ARGEM.
- *CARBON SEQUESTRATION POTENTIAL OF EXTENSIVE GREEN ROOFS*. Kristin L. Getter, D. Bradley Rowe, G. Philip Robertson, Bert M. Cregg y Jeffrey A. Andresen, Universidad Estatal de Michigan.
- *CIUDADES PARA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE*. Varios autores. Instituto Juan Herrera. ISBN 84-9728-131-4.
- *CRITERIOS DE DISEÑO CONSTRUCTIVO Y DE EJECUCIÓN DE SOLUCIONES DE UNA HOJA DE BLOQUE TERMOARCILLA, PARA APLICACIÓN EN MUROS PORTANTES Y CERRAMIENTOS EXTERIORES DE EDIFICIOS PARA USO RESIDENCIAL*. Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITeC): 2002.
- *EDIFICACIÓN-ENERGÍA-SOSTENIBILIDAD*. Fabián López Plazas. Ide@sostenible nº 3, año 1 (febrero 2004) Espacio de reflexión y comunicación en Desarrollo Sostenible.
- *EL POTENCIAL DE AHORRO DE ENERGÍA Y REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO₂ EN VIVIENDAS MEDIANTE EL INCREMENTO DEL AISLAMIENTO EN VIVIENDAS. ESPAÑA 2005-2012*. CENER. Centro Nacional de Energías Renovables.
- *ESTUDIOS SOBRE CARACTERÍSTICAS COMPARADAS EN LA CONSTRUCCIÓN EN TERMOARCILLA*. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.
- *FACTOR 10*. Reducción de emisiones de CO₂. Departamento de Medio Ambiente y Vivienda de la Generalitat de Catalunya. Joan Sabaté. SAAS arquitectos.
- *GENERADOR DE PRECIOS DE LA CONSTRUCCIÓN*. CYPE INGENIEROS.
- *INFORME SOBRE EL COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO DEL BLOQUE TERMOARCILLA*. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid.
- *LAS CUBIERTAS ECOLÓGICAS DE TERCERA GENERACIÓN: UN NUEVO MATERIAL CONSTRUCTIVO*. Informes de la Construcción. Julio-septiembre 2008. F. J. Neila, C. Bedoya, C. Acha, F. Olivieri, M. Barbero (Miembros del Grupo de Investigación de la UPM ABIO. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid, España.) ISSN: 0020-0883 eISSN: 1988-3234.

- *PARÀMETRES DE SOSTENIBILITAT*. ITeC-Institut de Tecnologia de Catalunya. Albert Cuchí, Daniel Castelló, Glòria Díez. ISBN: 978-84-7853-455-5. 2003.
- *PRINCIPIOS Y ESTRATEGIAS DEL DISEÑO BIOCLIMÁTICO EN LA ARQUITECTURA Y EL URBANISMO. EFICIENCIA ENERGÉTICA*. Consejo Superior de Arquitectos de España. Helena Granados Menéndez. ISBN:84-932711-7-9. 2006.
- *PROYECTO LIMA*. Construmat 2009. Joan Sabaté. SAAS arquitectos.
- *TARIFAS DE CONSUMOS*. Agencia Local de la Energía de Murcia.
- *21KG DE CO₂*. Departamento de Medio Ambiente y Vivienda de la Generalitat de Catalunya. Toni Solanas, Dani Calatayud, Coque Claret.
- Departamento de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático de la Región de Murcia.
- ECODES. Fundación Ecología y Desarrollo.
- ETSAM. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. UPM.
- ETSAV. Escuela Técnica Superior de Arquitectura del Vallès. UPC.
- Ide@sostenible
- INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA.
- ITECC. Instituto Tecnológico de la Construcción de Cataluña.
- ORCC. Observatorio Regional de Cambio Climático de la Región de Murcia.
- UPCT. Universidad Politécnica de Cartagena.
- UPC. Universidad Politécnica de Catalunya.
- UPM. Universidad Politécnica de Madrid.

ENTIDADES CONSULTADAS

- Agencia Estatal de Meteorología. Centro Meteorológico Territorial de Murcia.
- Aguas de Murcia.
- ARGEM. Agencia de Gestión de Energía de la Región de Murcia.
- ASA. Asociación de Arquitectura Sostenible. Consejo Superior de Arquitectos de España.
- CENER. Centro Nacional de Energías Renovables.
- CIEMAT. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.

8 ENTREVISTAS A EXPERTOS



Michael Moradiellos,
Ecosistema Urbano



Joan Sabaté,
SaaS arquitectes



Isabela Velázquez,
Gea 21



Jordi Claramonte, *Cubica.*
Arquitectura Modular Bioclimática



Salvador Rueda, *Agencia de*
Ecología Urbana de Barcelona



Teresa Batlle,
Pich-Aguilera



Montse Pujol,
PMP Promocions



José María Torres Nadal



Pablo Carbonell, *Ecoproyecta*
y Fernando de Retes

Las entrevistas recogidas en este trabajo, tratan de recopilar opiniones de expertos en:

- El proyecto de arquitecturas sensibles con el Medio Ambiente.
- La comercialización de productos inmobiliarios sostenibles.
- La difusión del conocimiento y la sensibilización de la sociedad.

Dentro de estos tres grupos, los entrevistados han sido:

PROYECTO

- **Pablo Carbonell**
Ecoprojecta (Murcia)
- **Fernando de Retes** (Murcia)
- **Teresa Batlle**
Pich-Aguilera (Barcelona)
- **Joan Sabaté**
SaAS arquitectes (Barcelona)
- **Salvador Rueda**
Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (Barcelona)
- **Isabela Velázquez**
Gea 21 (Madrid)

COMERCIALIZACIÓN

- **PMP Promocions**
Montse Pujol (Lleida)
- **Cubica. Arquitectura Modular Bioclimática**
Jordi Claramonte (Madrid)

SENSIBILIZACIÓN

- **José María Torres Nadal** (Alacant)
- **ECOSISTEMA URBANO**
Michael Moradiellos (Madrid)

A continuación se incluyen las preguntas realizadas. Los vídeos de las entrevistas pueden consultarse en:

www.ecorresponsabilidad.es/sala3.htm

PROYECTO

Pablo Carbonell. *Ecoprojecta* (Murcia).

- Estudio de arquitectura-ingeniería, enfoca su actividad en la sostenibilidad aplicada a la construcción y la intervención en el medio, tanto urbano como natural.

Fernando de Retes (Murcia).

- Miembro de la junta directiva de ASA (Asociación Arquitectura Sostenible).
- Profesor invitado en el curso v2: el diseño de la vivienda. Arquitectura bioclimática del ciclo especialización en vivienda y diseño urbano. Ecología del Hábitat en la Fundación COAM del COA de Madrid.
- Miembro del comité científico para el estudio del cambio climático en la región de Murcia.

PREGUNTAS REALIZADAS DURANTE LA ENTREVISTA CONJUNTA A PABLO CARBONELL Y FERNANDO DE RETES

1. ¿Qué implicaciones exige la sostenibilidad para un arquitecto?
2. ¿Existe un paradigma de arquitectura sostenible o pensáis que se trata más bien de un posicionamiento moral hacia el cual deberían inclinarse todos los agentes implicados en la arquitectura?
3. ¿Es necesario recibir un encargo explícitamente sensible con el medio ambiente o puede el arquitecto ofrecer un producto sostenible sin contar con la complicidad del promotor?
4. ¿Pensáis que el usuario ha de tener un alto grado de implicación para garantizar el éxito de una arquitectura sostenible?
5. ¿Qué peso tiene la tecnología a la hora de proyectar un de un edificio sostenible?
6. ¿Consideráis necesaria y urgente la revisión de los principios y conocimientos, técnicos y estéticos, que se imparten en las escuelas de arquitectura?
7. ¿En términos de edificación sostenible, qué consideráis más efectivo, la construcción ligera a base de materiales orgánicos o la construcción pesada fundamentada en la masa térmica?
8. ¿Existe algún material o sistema constructivo que recomendéis especialmente?
9. ¿Algún arquitecto o edificio que destacaríais?
10. ¿Hacer arquitectura con criterios de sostenibilidad supone un gran esfuerzo económico, difícil de asumir por los promotores o por el contrario sus valores medioambientales y la capacidad de ahorro durante su vida útil, la hacen altamente competitiva?
11. ¿Podéis enumerar alguna de las estrategias de proyecto que pensáis que deberían ser pautas incontestables de cualquier arquitectura hoy día?
12. ¿Qué conclusiones vais extrayendo de vuestra propia experiencia?

Teresa Batlle. Pich-Aguilera (Barcelona).

- Miembro fundador de la Agrupación de Arquitectura y Sostenibilidad del Colegio de Arquitectos de Cataluña. Coordinadora desde 1997 de mesas redondas y debates en torno al papel del arquitecto en la innovación de los procesos constructivos y de sistemas más acordes a un nuevo equilibrio de la arquitectura con su medio natural.

PREGUNTAS REALIZADAS DURANTE LA ENTREVISTA

1. ¿Qué implicaciones exige la sostenibilidad para un arquitecto?
2. ¿Existe un paradigma de arquitectura sostenible o pensáis que se trata más bien de un posicionamiento moral hacia el cual deberían inclinarse todos los agentes implicados en la arquitectura?
3. ¿Es necesario recibir un encargo explícitamente sensible con el medio ambiente o puede el arquitecto ofrecer un producto sostenible sin contar con la complicidad del promotor?
4. ¿Piensas que el usuario ha de tener un alto grado de implicación para garantizar el éxito de una arquitectura sostenible?
5. ¿Qué peso tiene la tecnología a la hora de proyectar un de un edificio sostenible?
6. ¿Consideras necesaria y urgente la revisión de los principios y conocimientos, técnicos y estéticos, que se imparten en las escuelas de arquitectura?
7. ¿En términos de edificación sostenible, qué considerarías más efectivo, la construcción ligera a base de materiales orgánicos o la construcción pesada fundamentada en la masa térmica?
8. ¿Existe algún material o sistema constructivo que recomiendes especialmente?
9. ¿Algún arquitecto o edificio que destacarías?
10. ¿Hacer arquitectura con criterios de sostenibilidad supone un gran esfuerzo económico, difícil de asumir por los promotores o por el contrario sus valores medioambientales y la capacidad de ahorro durante su vida útil, la hacen altamente competitiva?
11. ¿Puedes enumerar alguna de las estrategias de proyecto que piensas que debería ser pautas incontestables de cualquier arquitectura hoy día?
12. ¿Qué conclusiones vas extrayendo de vuestra propia experiencia?

Joan Sabaté. SaAS arquitectes (Barcelona).

- Asesor en tecnología y sostenibilidad de la editorial Gustavo Gili, socio fundador de AUS, Agrupación de Arquitectura y Sostenibilidad del Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña. Director del área de Construcción de la Escuela de Arquitectura de La Salle, URL.

los promotores o por el contrario sus valores medioambientales y la capacidad de ahorro durante su vida útil, la hacen altamente competitiva?

11. ¿Puedes enumerar alguna de las estrategias de proyecto que piensas que debería ser pautas incontestables de cualquier arquitectura hoy día?
12. ¿Qué conclusiones vas extrayendo de vuestra propia experiencia?

PREGUNTAS REALIZADAS DURANTE LA ENTREVISTA

1. ¿Qué implicaciones exige la sostenibilidad para un arquitecto?
2. ¿Existe un paradigma de arquitectura sostenible o pensáis que se trata más bien de un posicionamiento moral hacia el cual deberían inclinarse todos los agentes implicados en la arquitectura?
3. ¿Es necesario recibir un encargo explícitamente sensible con el medio ambiente o puede el arquitecto ofrecer un producto sostenible sin contar con la complicidad del promotor?
4. ¿Piensas que el usuario ha de tener un alto grado de implicación para garantizar el éxito de una arquitectura sostenible?
5. ¿Qué peso tiene la tecnología a la hora de proyectar un edificio sostenible?
6. ¿Consideras necesaria y urgente la revisión de los principios y conocimientos, técnicos y estéticos, que se imparten en las escuelas de arquitectura?
7. ¿En términos de edificación sostenible, qué considerarías más efectivo, la construcción ligera a base de materiales orgánicos o la construcción pesada fundamentada en la masa térmica?
8. ¿Existe algún material o sistema constructivo que recomiendes especialmente?
9. ¿Algún arquitecto o edificio que destacarías?
10. ¿Hacer arquitectura con criterios de sostenibilidad supone un gran esfuerzo económico, difícil de asumir por

Salvador Rueda. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (Barcelona).

- Licenciado en Ciencias Biológicas y en Psicología. Diplomado en Ingeniería ambiental y en Ingeniería energética. Miembro del Grupo de Expertos de Medio Ambiente Urbano de la U.E. Director de la Agencia Local de Ecología Urbana de Barcelona.

9. ¿Podrías citarnos ejemplos de propuestas concretas desarrolladas por algunas ciudades, que hayan dado ya primeros pasos hacia un panorama de mayor sostenibilidad?

PREGUNTAS REALIZADAS DURANTE LA ENTREVISTA

1. ¿Piensas que es el individuo el que al alcanzar un posicionamiento moral frente a la sostenibilidad ambiental desencadena una nueva actitud y unos nuevos hábitos, o son las instituciones las que deben ayudarnos a redefinir nuestros modos de vida?
2. ¿La sociedad ha de tener un alto grado de implicación para garantizar un futuro sostenible?
3. ¿Crees que es posible alcanzar un desarrollo urbano sostenible ambiental, económica y socialmente? Dicho en otras palabras ¿Pueden conciliarse los intereses económicos, con el interés de los ciudadanos y el medio ambiente?
4. ¿Qué es un ECOBARRIO?
5. En tus escritos estableces un paralelismo entre *ciudad sostenible* y *ciudad del conocimiento* ¿Podrías explicárnoslo?
6. ¿Cómo se vertebra esta ciudad sostenible/del conocimiento?
7. ¿Qué herramientas necesitamos para articular el cambio hacia unas ciudades más sostenibles?
8. Centrándonos en el papel que podemos desarrollar los arquitectos. ¿Qué factores deben ser especialmente cuidados a la hora de abordar los planes urbanísticos y los diseños edificatorios y urbanos que se inserten en ellos?

Isabela Velázquez. Gea 21 (Madrid).

- Arquitecta, experta en participación ciudadana y sostenibilidad. Miembro de Gea 21, empresa de consultoría dedicada al asesoramiento institucional y privado en un amplio abanico de temas que abarcan desde el urbanismo y el medio ambiente, hasta la igualdad de oportunidades o la economía social.

8. ¿Consideras necesaria y urgente la revisión de los principios y conocimientos, técnicos y estéticos, que se imparten en las escuelas de arquitectura?
9. ¿Podrías citarnos ejemplos de propuestas concretas desarrolladas por algunas ciudades, que hayan dado ya primeros pasos hacia un panorama de mayor sostenibilidad?
10. ¿Qué conclusiones vas extrayendo de tu experiencia?

PREGUNTAS REALIZADAS DURANTE LA ENTREVISTA

1. Podrías exponer brevemente, ¿qué implicaciones tiene la actual organización de nuestra vida urbana, para el desarrollo sostenible?
2. La edificación es sin duda la cara más visible de la labor del arquitecto, y por tanto la arquitectura bioclimática o eficiente energéticamente está adquiriendo cada vez más relevancia, pero ¿podrías explicarnos qué papel ocupa el urbanismo en el necesario cambio hacia las ciudades más sostenibles?
3. ¿Qué herramientas posibilitarían este cambio?
4. ¿Podrías explicarnos el concepto de ECOBARRIO y qué criterios son los que lo definen? ¿Crees que son el futuro de las periferias?
5. ¿Crees que es posible alcanzar un desarrollo urbano sostenible ambiental, económica y socialmente? Dicho en otras palabras ¿Pueden conciliarse los intereses económicos, con el interés de los ciudadanos y el medio ambiente?
6. ¿Piensas que es el individuo el que al alcanzar un posicionamiento moral frente a la sostenibilidad ambiental desencadena una nueva actitud y unos nuevos hábitos, o son las instituciones las que deben ayudarnos a redefinir nuestros modos de vida?
7. ¿Piensas que la sociedad ha de tener un alto grado de implicación para garantizar un futuro sostenible?

COMERCIALIZACIÓN

Montse Pujol. PMP Promocions (Lleida).

- Promotora de la casa Kioto. Premio a la ‘Promoción Inmobiliaria más Sostenible’. Endesa 2008.

11. Dado que sin lugar a dudas, la vivienda plurifamiliar es más sostenible que la unifamiliar ¿pensáis que los planteamientos que seguís en la casa Kioto y la casa Di, son exportables al modelo plurifamiliar?
12. ¿Qué conclusiones vais extrayendo de vuestra propia experiencia?

PREGUNTAS REALIZADAS DURANTE LA ENTREVISTA

1. ¿Qué mueve a una empresa del sector de la construcción a comprometerse con la sostenibilidad?
2. ¿Cuándo se considera que una casa tiene un comportamiento bioclimático?
3. ¿Qué estrategias sigue vuestra propuesta comercial para conseguir ese comportamiento?
4. ¿Qué implicaciones exige la sostenibilidad a una empresa como la vuestra?
5. ¿Existe un modelo de arquitectura sostenible o pensáis que se trata más bien de un posicionamiento moral hacia el cual deberían inclinarse todos los agentes implicados en la arquitectura?
6. ¿Pensáis que los habitantes, en su vida cotidiana, han de tener un alto grado de implicación para garantizar el éxito de una arquitectura sostenible?
7. ¿Qué peso tiene la tecnología a la hora de proyectar y construir un edificio sostenible?
8. ¿Existe algún material o sistema constructivo que recomendéis especialmente?
9. ¿Hacer arquitectura con criterios de sostenibilidad supone un gran esfuerzo económico, o por el contrario sus valores medioambientales y la capacidad de ahorro durante su vida útil, la hacen altamente competitiva?
10. ¿Podéis enumerar alguna de las estrategias de proyecto que pensáis que deberían ser pautas incontestables de cualquier edificación hoy día?

Jordi Claramonte. *Cubica. Arquitectura Modular Bioclimática* (Madrid).

- Empresa comprometida con la posibilidad de construir casas que unan funcionalidad y belleza al máximo respeto por el medioambiente y el paisaje.

PREGUNTAS REALIZADAS DURANTE LA ENTREVISTA

1. ¿Qué mueve a una empresa del sector de la construcción a comprometerse con la sostenibilidad?
2. ¿Cuándo se considera que una casa tiene un comportamiento bioclimático?
3. ¿Qué estrategias sigue vuestra propuesta comercial para conseguir ese comportamiento?
4. ¿Qué implicaciones exige la sostenibilidad a una empresa como la vuestra?
5. ¿Existe un modelo de arquitectura sostenible o pensáis que se trata más bien de un posicionamiento moral hacia el cual deberían inclinarse todos los agentes implicados en la arquitectura?
6. ¿Pensáis que los habitantes, en su vida cotidiana, han de tener un alto grado de implicación para garantizar el éxito de una arquitectura sostenible?
7. ¿Qué peso tiene la tecnología a la hora de proyectar y construir un edificio sostenible?
8. ¿Existe algún material o sistema constructivo que recomendéis especialmente?
9. ¿Hacer arquitectura con criterios de sostenibilidad supone un gran esfuerzo económico, o por el contrario sus valores medioambientales y la capacidad de ahorro durante su vida útil, la hacen altamente competitiva?
10. ¿Podéis enumerar alguna de las estrategias de proyecto que pensáis que deberían ser pautas incontestables de cualquier edificación hoy día?
11. ¿Qué conclusiones vais extrayendo de vuestra propia experiencia?

SENSIBILIZACIÓN

José María Torres Nadal (Alacant).

- Codirector del ‘Taller para la innovación social y el desarrollo de productos y servicios arquitectónicos sostenibles’. Catedrático de Proyectos en la escuela de Arquitectura de Alicante.

9. Alguna vez hemos comentado entre nosotros tu inestimable valor como gestor de energías y confabulador de sinergias. ¿Qué conclusiones vas extrayendo de tu experiencia al frente de proyectos como el taller para la innovación social del Observatorio del diseño?

PREGUNTAS REALIZADAS DURANTE LA ENTREVISTA

1. Citándote a ti mismo: ¿Nos podrías explicar porqué la sostenibilidad es un Proyecto de Estado?
2. ¿Nos puedes explicar también tu afirmación: la sostenibilidad es a una cuestión social y técnica a la vez?
3. ¿Qué viene antes el huevo o la gallina? ¿Piensas que es el individuo el que al alcanzar un posicionamiento moral frente a la sostenibilidad ambiental desencadena una nueva actitud y unos nuevos hábitos, o son las instituciones las que deben ayudarnos a redefinir nuestros modos de vida?
4. ¿Piensas que la sociedad ha de tener un alto grado de implicación para garantizar un futuro sostenible?
5. ¿Qué es capaz de aportar el arquitecto a la transformación social que ha de producirse para garantizar un futuro sostenible? ¿Qué papel ocupamos en esta transformación?
6. ¿Crees que hoy en día podemos seguir otorgando reconocimiento y prestigio a arquitecturas insostenibles?
7. ¿Consideras necesaria y urgente la revisión de los principios y conocimientos, técnicos y estéticos, que se imparten en las escuelas de arquitectura?
8. ¿Cómo profesor, observas una sensibilidad más generalizada hacia este tema entre los alumnos, o sigue siendo una preocupación de mentes “ecologistas”?

Michael Moradiellos. ECOSISTEMA URBANO (Madrid).

- Sostenibilidad urbana creativa, un equipo abierto dedicado a la investigación y el diseño arquitectónico caracterizado por una alta sensibilidad hacia la ecología. Entre sus actividades destaca el canal, EU.tv programado con entrevistas a expertos y profesionales relevantes del mundo de la sostenibilidad urbana, contando además con reportajes y documentales sobre buenas prácticas en la materia.

PREGUNTAS REALIZADAS DURANTE LA ENTREVISTA

1. Podrías exponer brevemente, ¿qué implicaciones tiene la actual organización de nuestra vida urbana, para el desarrollo sostenible?
2. ¿Creéis que es posible alcanzar un desarrollo urbano sostenible ambiental, económica y socialmente? Dicho en otras palabras ¿Pueden conciliarse los intereses económicos, con el interés de los ciudadanos y el medio ambiente?
3. ¿Es el individuo el que al alcanzar un posicionamiento moral frente a la sostenibilidad ambiental desencadena una nueva actitud y unos nuevos hábitos, o son las instituciones las que deben ayudarnos a redefinir nuestros modos de vida?
4. ¿Existe un paradigma de arquitectura sostenible o pensáis que se trata más bien de un posicionamiento moral hacia el cual deberían inclinarse todos los agentes implicados en la arquitectura?
5. ¿Es necesario recibir un encargo explícitamente sensible con el medio ambiente o puede el arquitecto ofrecer un producto sostenible sin contar con la complicidad del promotor?
6. ¿El usuario ha de tener un alto grado de implicación para garantizar el éxito de una arquitectura sostenible?
7. ¿Qué es capaz de aportar el arquitecto a la transformación social que ha de producirse para garantizar un futuro sostenible? ¿Qué papel ocupamos en esta transformación?
8. ¿Creéis que hoy en día podemos seguir otorgando reconocimiento y prestigio a arquitecturas insostenibles?
9. ¿Consideráis necesaria y urgente la revisión de los principios y conocimientos, técnicos y estéticos, que se imparten en las escuelas de arquitectura?
10. ¿Qué conclusiones vais extrayendo de vuestra experiencia al frente de proyectos e iniciativas con una alta sensibilidad hacia el medio ambiente y la sostenibilidad?