I EUROPEAN CONFERENCE ON ENERGY EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY IN ARCHITECTURE AND PLANNING

proceedings

I JORNADAS EUROPEAS SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD EN LA ARQUITECTURA Y EL URBANISMO

I EUROPEAN CONFERENCE ON ENERGY EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY IN ARCHITECTURE AND PLANNING

I JORNADAS EUROPEAS SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD EN LA ARQUITECTURA Y EL URBANISMO

XXIX Cursos de Verano / XXIX. Uda Ikastaroak
XXII Cursos europeos / XXII. Europar Ikastaroak

Donostia-San Sebastián 28, 29, 30 June 2010

EDITOR
Departamento de Arquitectura / Arkitektura Saila
Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea

DIRECCIÓN DE LA EDICIÓN
Rufino J. Hernández Minguillón
Grupo de Investigación "calidad de vida en arquitectuira. caviar"

COORDINACIÓN
Raffaelina Loi
Víctor Araújo Corral

DISEÑO Y MAQUETACIÓN
Víctor Araújo Corral

IMPRESIÓN
Michelena Artes Gráficas

DEPÓSITO LEGAL
SS-881-2010

ISBN
978-84-693-3502-4

© de la edición, Departamento de Arquitectura/Arkitektura, Saila UPV/EHU
© de los textos, sus autores

I EUROPEAN CONFERENCE ON ENERGY EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY IN ARCHITECTURE AND PLANNING

proceedings

I JORNADAS EUROPEAS SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD EN LA ARQUITECTURA Y EL URBANISMO

DIRECTOR
DIRECTOR

Rufino J. Hernández Minguillón
Doctor Arquitecto

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de San Sebastián

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

ORGANIZACIÓN
ORGANIZATION

UPV/EHU
Grupo de Investigación Calidad de Vida en Arquitectura

Fundación Cristina Enea Fundazioa
San Sebastián

Ayuntamiento de San Sebastián
Departamento de Medio Ambiente

Gobierno Vasco
Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transporte

COMITÉ ORGANIZADOR
ORGANIZING COMMITTEE

D. Rufino J. Hernández
UPV/EHU

Dña. Victoria Iglesias
Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián

D. José Mª Hernández
Fundación Cristina Enea Fundazioa

COMITÉ CIENTÍFICO
SCEINTIFIC COMMITTEE

Gonzalo Molina
UPV/EHU

Servando Álvarez
Universidad de Sevilla

Eduardo de Oliveira
Universidade de Porto. Agencia de Energía de Porto

Matheos Santamouris
Universidad de Atenas

Agustín Hernández
Universidad Politécnica de Madrid

Helena Granados
Arquitecta

Isabela Velazquez
Arquitecta

Víctor Echarri
Universidad de Alicante

Alvaro Soto
Universidad Politécnica de Madrid

COMITÉ TÉCNICO
TECHNICAL COMMITTEE

José Mª Sala
Catedrático Termodinámica Aplicada
E.T.S. Ingeniería de Bilbao, UPV/EHU

Claudia Pennese
Profesora Proyectos arquitectónicos
E.T.S. Arquitectura, UPV/EHU

Victor Araujo
Investigadora grupo caviar UPV/EHU

Raffaelina Loi
Investigadora grupo caviar UPV/EHU

Olatz Grijalba
Investigadora grupo caviar UPV/EHU

Olatz Irulegi
Investigadora grupo caviar UPV/EHU

www.ehu.es/caviar
www.architecturalsustainability.eu

UPV/EHU caviar
calidad de vida en arquitectura
quality of life in architecture

eman ta zabal zazu
Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea
ARKITEKTURA SAILA
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA

índice

index

7 **introducción** introduction

9 **materiales ecoeficientes**
ecoefficiency and materials

11 **Rufino J. Hernández Minguillón**
Envolventes activas que incorporan energías renovables y TICS para la mejora de la eficiencia energética de los edificios.

23 **Axel Ritter**
Designing Zero and Plus Energy Buildings through the use of Smart Materials

33 **Giorgio Bedin**
Passive Solar Buildings - Concepts for Building Renovation and New Buildings

Comunicaciones Papers

53 **Jose Antonio Millán**
Evaluación del efecto de la humedad en el rendimiento energético de los cerramientos sometidos a variaciones higrotérmicas

63 **Elena Valenzuela Garcia**
Villamenta. Proyecto de alojamiento rural sostenible y vivienda en Llerana (Cantabria)

73 **Diego G. Cuevas**
Arquitectura y biomímesis. Un camino hacia la sostenibilidad

83 **Antton Lete Núñez**
Ecopharmabuilding

93 **Beatriz Machín Terán**
El mortero de anhidrita: un recurso sostenible

99 **Olatz Irulegi Garmendia**
Eficiencia energética de la fachada ventilada activa en edificios de oficinas de España

107 eficiencia energética en la edificación
energy efficiency in buildings

109 **Mattheos Santamouris**
The impact of climate change on the energy balance of buildings and the quality of the built environment.

123 **Gonzalo Molina**
Situación actual y evolución prevista del sector de la edificación en la Unión Europea. Desafíos y oportunidades.

Comunicaciones Papers

131 **Aitor Erkoreka González**
Interés de los ensayos del comportamiento térmico de fachadas y cubiertas en condiciones ambientales

139 **Antonio Serra**
A relational approach for preliminary design oriented to sustainability

149 **Cesar Martin Gomez**
Importación de tecnologías avanzadas a la arquitectura

155 **Eloy Velasco**
Characterization of a misting system for applications of evaporative cooling in air-conditioning

165 **Francisco Javier Rey Martinez**
Characterization of solar air heaters for ventilation in buildings

173 **Imanol Aguirre Peña**
Industrialised system: light gauge steel framing

183 **Jaime Suescun**
AQUAVOX San Jorge. Pamplona. Edificio balance cero emisiones

197 eficiencia energética en el urbanismo
energy efficient urban planning

199 **Eduardo De Oliveira Fernandes**
Sustainable cities: how to tackle the unreachable

Comunicaciones Papers

219 **Artur Jorge De Jesus Golçalves**
Planning for the Green Infrastructure as a mean to Improve Quality of Life – Lessons from the Bragança (Portugal) Green Plan

229 **Claudia Pennese**
Metodologia y ejemplo de actuación para una ciudad compartida, abierta, transformable, inclusiva y autoconstruida

237 **Cruz Rivas Fachal**
Análisis de sotenibilidad de un barrio urbano residencial y propuestas de mejora de cara a su rehabilitación

247 **Miguel Mateos Arribas**
Zonas 30: una herramienta de urbanismo al servicio de la nueva cultura de la movilidad

261 poster session sesión de posters

Rufino J. Hernández Minguillón

Director

introducción

introduction

El contexto que abordan las jornadas parte de premisas generales que afectan a toda la población, inquietudes que deben ser resueltas desde todos los frentes. La implantación general de una conciencia medioambiental constituye quizás el objetivo fundamental para la sociedad en el siglo XXI.

Los impactos generados por la actividad humana se han acelerado exponencialmente con el desarrollo industrial y tecnológico en todas las áreas ambientales hasta alcanzar un grado de afección que sólo puede iniciar la reversión a través de acciones decididas que afecten a todas las actividades.

Entre 1990 y 2010 el consumo energético habrá aumentado en España en un 100% extrapolando los datos del IDAE para el período 1990-2005, en el que se pasó de un consumo de 58.095kTep a 100.043kTep. y el de materias primas habrá seguido patrones similares.

La estrategia de sostenibilidad del Gobierno de España de 2007 expresa: "El objetivo principal de esta parte de la estrategia es aumentar el ahorro y la eficiencia en el uso de los recursos en todos los sectores. En el área energética, el objetivo es la reducción del consumo de energía primaria por lo menos en un 2% anual respecto al escenario

The topics treated in the conference are framed by many general premises that do affect the whole society; therefore, they have to be solved from all its different fronts. The implementation of a environmental consciousness might constitute one of the fundamental aims for the society of the twenty-first century.

The negative impacts of the human activity in all the environmental fields have been increased exponentially due to the accelerated industrial and technological development. The measures to be taken in order to restore the situation have to affect, undoubtedly, all the activities mentions before.

The energy consumption in Spain will exceeded in 2010 in 100% the index of 1990, extrapolating the date of IDAE for the period 1990-2005, when the consumption rose from 58.095kTep to 100.043kTep. The increase in the use of row materials occurred in similar terms.

The strategy of Spain for sustainability expresses that "The main aim of this part of the strategy is to increase the saving and the efficiency in all the resources and sectors. Concerning to energy, the aim is to reduce the consumption of primary energy in at least

tendencial en los próximos años, con especial hincapié en el sector del transporte, la industria y la edificación."

También el compromiso por la sostenibilidad del País Vasco, a través de la Ley General de Medio Ambiente establece en dos de sus enfoques: "...es prioritario integrar la variable ambiental en todas las políticas sectoriales, y en especial en la industria, el transporte, la energía, la agricultura y el consumo..." o, "el desacoplamiento del crecimiento económico respecto del uso de los recursos y de la contaminación es absolutamente esencial para lograr un desarrollo sostenible. Puede y debe darse una transformación que reduzca el uso de los recursos naturales, incrementando su productividad, y de este modo genere menores impactos ambientales en todos los sectores económicos y a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos y servicios. La revolución tecnológica de la ecoeficiencia, aunque no suficiente, es un factor necesario de sostenibilidad.

Las jornadas están dirigidas a investigadores, graduados, ingenieros, arquitectos , licenciados y estudiantes de diversa índole con inquietud sobre la eficiencia energética y la sostenibilidad en los campos de la arquitectura y el urbanismo. En estas jornadas se pretende aprovechar la sinergia producida por la intervención de ponentes y participantes con perfiles diversos para analizar y proponer respuestas a los problemas actuales con profundidad y especificidad a partir de un marco general integrado.

Es objetivo paralelo de las jornadas fortalecer las líneas de investigación en eficiencia energética y sostenibilidad de los grupos de investigación y formación de la UPV-EHU comprometidos con esta propuesta con objeto de colaborar en el reforzamiento de la I+D+i en su ámbito de conocimiento y apoyar la apuesta específica de los Gobiernos Central y Vasco, así como de otras instituciones nacionales e internacionales respecto a las actividades de I+D+i en las materias relacionadas con el Cambio climático, la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental.

2% annually in respect to the tendency of the following years, and especially in transport, industry and building sectors".

The commitment to sustainability of The Basque Country , through the application of a specific regulation, is focus on two ideas: "the environmental variable is priority in all the sectorial policies and especially in industry, transport, energy, agriculture and consume..." or "the disassociation of the economical growth respect to the use of resources and the contamination is absolutely essential to reach a sustainable development". It is necessary to promote a transformation in order to reduce the use of natural resources, increasing its productivity, thereby generating minor environmental impacts in all the economical sectors throughout the whole life cycle of the products and services. The technological revolution of the ecoeficiency, even not being enough, is a necessary factor in sustainability.

The conference is addressed to researchers, graduates, engineers, architects, postgraduates and students interested in energy efficiency and sustainability in architecture and urbanism. Many different current problems are going to be treated in order to find solutions thanks to the synergy generated around the conference and its speakers and participants. The diversity of the participants will help to analyse the questions from different disciplines and points of view in order to create a broader common frame.

The parallel aim of the conference is to strengthen the investigation lines in energy efficiency and sustainability carried out by the research and educational groups of the University of the Basque Country and the Spanish and Basque governments in their policy in this especific field of research. Finally, this event will help to create new frames of collaboration with other national and international institutions committed to the treated subjects: climate change, energy efficiency and environmental sustainability.

ecoefficiency and materials

materiales ecoeficientes

Rufino J. Hernández Minguillón

Gustavo Vargas, Maria José Alonso, David Serna, José Mª Sala, Carlos García, Aitor Erkoreka

Universidad del País Vasco. AH arquitectos asociados

envolventes activas que incorporan energías renovables y TICS para la mejora de la eficiencia energética de los edificios

active claddings considering both renewable energies and ICTs in order to improve the global energy efficiency of buildings

Abstract

In order to carry out actions of sustainable construction and to increase the quality in the building sector, AH Associates Architects has carried out an innovation project where three prototypes of active claddings have been developed considering renewable energies, and ICTs (Information & Communication Technologies): a ventilated opaque façade, a ventilated opaque roof, and an opened glazed corridor. The active claddings improve the global energy efficiency for the conditioning of the building by means day lighting, shading, and natural ventilation measures. Those envelopes have a high level of industrialization and consider the integration of domotic control to interact with surroundings. On that sense, they use the solar radiation to decrease heating loads in winter and to reduce air-conditioning demand in summer.

Introducción

Dentro de la línea de investigación en arquitectura bioclimática, ah asociados arquitectos ha desarrollado, en colaboración con la UPV/EHU, varios proyectos de innovación sobre revestimientos activos que incorporan tanto las energías renovables como las TIC, con el fin de mejorar la eficiencia energética global de los edificios. Las envolventes activas que aquí se presentan consisten en diferentes soluciones desarrolladas en otros tantos edificios considerando la iluminación natural, el sombreamiento y la ventilación natural, teniendo en cuenta la industrialización de elementos de construcción y herramientas domóticas para controlar el funcionamiento de los sistemas. Los revestimientos activos desarrollados son: Fachada opaca ventilada; Cubierta opaca ventilad; Galería acristalada abierta; fachada ventilada activa de vidrio y un prototipo de fachada ventilada activa.

Fachada opaca ventilada: Viviendas en Sarriguren

Se trata de la promoción de 78 + 12 viviendas de protección oficial situadas en la Eco-ciudad de Sarriguren-Navarra. Como la orientación del edificio (Norte-Sur) es ideal para el aprovechamiento de la radiación solar, se ha desarrollado la fachada como un sistema activo de alta eficacia aprovechando dicha radiación como se refleja en la Figura 1 (a).

Introducción

Within the research line of Bio-climatic architecture, ah Associates Architects has developed innovation projects related to active claddings considering both renewable energies and ICTs in order to improve the global energy efficiency of buildings. The active claddings consist of different solutions included in different buildings that consider daylighting, shading, and natural ventilation, taking into account the industrialization of building elements, and domotic tools for controlling the operation of the system. The active claddings developed are: Ventilated opaque façade, ventilated opaque roof and opened glazed corridor; glazed active ventilated façade and a prototype of an active ventilated façade

Ventilated opaque façade: Housing building at Sarriguen

It is about a development of 78 + 12 social housing, located at the Eco-City of Sarriguren (Navarra). As the orientation of the building (South-North) is ideal to take advantage of the sun radiation, the façade has been considered as an active system for high effective using of solar radiation in the building, as presented in Figure 1 (a).

The system propose to use warmed air, due to the solar radiation, into a chamber of the façade, in order to provide calorific energy to the indoor spaces of the apartments that are most used during the day. This chamber

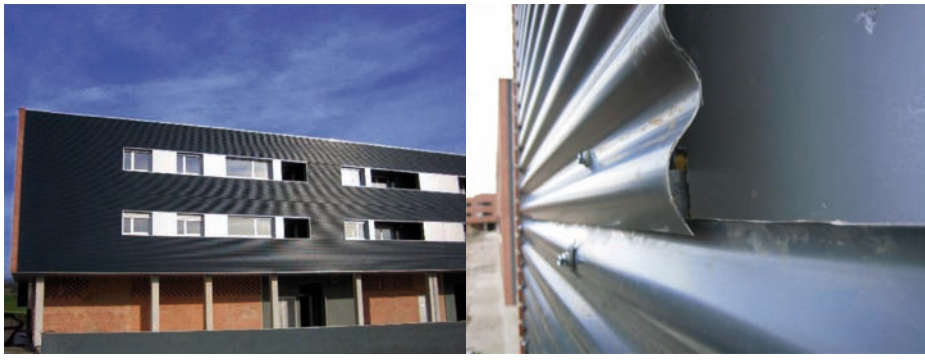


Fig. 01. Viviendas en Sarriguren (a) Fachada opaca ventilada, (b) Detalle. *Swissmill* de día y de noche (cortesía Swissmill). Housing building at Sarriguren (a) Ventilated opaque facade, (b) Detail

El sistema plantea el uso del aire calentado por la radiación solar incidente, en una cámara de la fachada, para proporcionar energía calorífica a los espacios interiores de las viviendas que son los más utilizados durante el día. Esta cámara se divide en varias particiones donde se controla la admisión de aire, por lo que su uso efectivo sólo se logra cuando es necesario. Durante los días calurosos la cámara de ventilación permanece abierta hacia el exterior, con el fin de evitar la acumulación de aire caliente.

La hoja exterior de la fachada está formada por un revestimiento de chapa ondulada de acero lacado, cuya superficie exterior está expuesta a la radiación solar directa y la interior está en contacto con la cámara de aire. Las propiedades térmicas de la hoja (alta absorción, baja inercia térmica, alta conductividad térmica) y su acabado de color oscuro, que aumenta el coeficiente de absorción, hacen que el calor absorbido sea transmitido de manera eficaz de la hoja exterior al aire de la cámara. Una vez que la energía calorífica se ha absorbido, se transmite por conducción a través de la hoja a la cara interna que está en contacto con el aire de la cámara - véase la figura 1 (b). Esta energía de la hoja se transmite por convección hacia el aire de la cámara, lo que produce un aumento de su temperatura. Cuando se alcanza la temperatura de referencia del aire de la cámara, este se introduce al interior de la vivienda como aire de renovación.

El suministro de aire proveniente de la cámara de la fachada al interior de la vivienda se hace a través de aireadores con lamas regulables que pueden abrir o cerrar el paso del flujo de aire. Los aireadores están situados en las ventanas de los salones de cada vivienda. Para controlar este sistema, se han instalado varios sensores de temperatura tanto del aire exterior como del interior. Estos sensores definen la apertura / cierre de los aireadores. En la cubierta se incorporan unos aireadores dinámicos activados por el viento, instalados en los conductos de ventilación de los cuartos de servicio que producen una aspiración que mantiene a la vivienda en baja presión lo

is divided in partitions where the admission of air is controlled, so it is used only when needed. During warm climate, the ventilated chamber is always opened towards outdoor, in order to avoid accumulation of warmed air.

A cladding composed by an undulate lacquered steel sheet has been developed, which exterior surface is exposed to direct solar radiation and the interior surface is in contact with the air chamber. The thermal properties of the sheet (high absorptivity, low thermal inertia, high thermal conductivity) and its dark colour finished to increase its absorption coefficient make that the absorbed heat be efficiently transmitted from the sheet to the air of the chamber. Once the calorific energy is absorbed, it is transmitted by conduction through the sheet to the inner face that is in contact with the air trapped at the chamber, see Figure 1 (b). This energy at the sheet is transmitted by convection to the air of the chamber, which produce an increase of its temperature. Once the reference temperature of the air chamber is reached, the air is introduced to the interior of the apartment as renovation air.

The air supply from the chamber to the interior of the apartment is carried out automatically by means of motorized dampers with mobile louvers that shut / open the movement of the air. These dampers are located over the windows of the living rooms of each apartment. To control this system, temperature sensors of outdoor air and indoor air are installed. These sensors define the open / close state of the dampers. The movement of the forced air is promoted by the dynamic dampers located at the roof to support the ventilation of bathrooms and kitchens. These elements cause a suck in that maintain the apartment into depression with respect to the exterior, creating a pressure gradient that allows the entrance of air from the chamber.

Besides, as complement to the construction and monitorization of the system, a physic-mathematic model has been developed in order to analyse the operation of the ventilated façade considering all the variables related to the heat transfer through

que fuerza el flujo de aire de la cámara de la fachada al interior, complementando así el movimiento generado por la convección natural.

Como complemento a la construcción y monitorización del sistema, se ha desarrollado un modelo físico-matemático con el fin de analizar el funcionamiento de la fachada considerando todas las variables relacionadas con la transferencia de calor a través de la envolvente. A partir de ecuaciones matemáticas relacionadas con el cálculo de cada variable y las propiedades físicas y térmicas identificadas; se ha calculado el valor teórico de la transferencia de calor a través de la fachada durante períodos de tiempo predeterminados.

Cubierta ventilada opaca: Estudio de arquitectura en Cizur Menor

Se trata de la rehabilitación de una antigua serrería y su adaptación como sede de las oficinas de Alonso, Hernández & asociados arquitectos en Cizur Menor (Navarra). El edificio tiene dos plantas, como se puede apreciar en la Figura 2 (a).

El sistema utiliza la radiación solar para calentar el aire de la cámara de la cubierta. Durante el verano la cámara siempre está abierta al exterior, lo que evita la acumulación de aire caliente. La combinación de las propiedades absortivas de la chapa galvanizada y el aire contenido en la cámara interior, forman un sistema de absorción y acumulación de calor por radiación solar, que en invierno permitirá precalentar el aire de renovación suministrado a la planta superior del edificio

Para aprovechar la radiación solar, la cubierta original del edificio se revistió con las siguientes capas, de exterior a interior: chapa de acero galvanizado directamente (con acabado reflectante que evita el sobrecalentamiento durante los períodos más cálidos); chapa de acero plegada en contacto con la superficie interna de la chapa galvanizada, enrastrelado; cámara de aire y material aislante, tal como se presenta en la Figura 2 (b).

the cladding. From the mathematic equations related to the calculation of each variable, the physical and thermal properties have been identified; the theoretical value of the heat transferred through the façade during several time periods predetermined has been calculated.

Ventilated opaque roof: Architecture offices at Cizur Menor

It is about a retrofitting of an ancient wood saw factory and its renovation into an office building for the Headequarters of Alonso, Hernández & associates architects located at Cizur Menor (Navarra). The block consists of a two-storey building, as presented in Figure 2 (a).

The system uses solar radiation to heat air at a roof chamber, in order to offer calorific energy during the day. This chamber is divided in partitions which gives the opportunity of control the entrance of heated air if it is required. During summer time the ventilated roof chamber is always opened to exterior, which avoids the accumulation of hot air.

In order to gain the solar radiation, a layered cladding has been placed over the original roof of the building. This cladding, from outside to inside, is composed by: a galvanized steel sheet (due to its reflective finish it prevents overheating during warmer periods); a fretted (key pattern) steel sheet in contact to the inner surface of the galvanized steel sheet; an air chamber (formed between this fretted sheet and the insulating material). The roof is presented in Figure 2(b).

Once the calorific energy is absorbed, it is transmitted by convection through the sheet towards its inner surface in contact with the air chamber. This energy is transmitted by convection to the trapped air into the roof chamber, which cause a temperature increasing. When the air temperature reaches the reference value, the air is put in to the interior of the building as renovation air.

The air supply, from the roof chamber to the interior of the building, is done automatically

Fig. 02. Estudio de arquitectura en Cizur Menor (a) Cubierta opaca ventilada, (b) Detalle. Architecture offices at Cizur Menor (a) Ventilated opaque roof, (b) Detail

Cuando la energía calorífica es absorbida se transmite por convección a través de la hoja hacia la cara interna en contacto con la cámara de aire. Esta energía se transmite por convección hacia el aire atrapado en la cámara, lo que hace aumentar de la temperatura. Cuando la temperatura del aire alcanza el valor de referencia, el aire se introduce en el interior del edificio como el aire de renovación.

El suministro de aire desde la cámara al interior del edificio se realiza automáticamente mediante ventiladores motorizados que aspiran el aire a través de dos conductos independiente situados en la cumbrera de la cubierta, uno en el ala este y otra en el ala oeste de la segunda planta del edificio. Para controlar el sistema, varios sensores evalúan la temperatura del aire en el exterior del edificio y en el interior de la cámara, definiendo el estado encendido / apagado de los ventiladores.

Galería acristalada abierta: Edificio de oficinas en Sarriguren

Se trata de un edificio de oficinas, sede de Trabajos Catastrales SA, empresa pública del Gobierno de Navarra, situado en frente del Parque de Innovación en la Ecociudad de Sarriguren (Navarra). El edificio tiene una superficie construida de 19.800 m2; véase Figura 3 (a).

El edificio, debido a su superficie, su anchura y sus características formales, debe tener aberturas en la fachada norte y en la sur. Esta situación permite una mejor

through motorized fans that suck in the air through two independent pipes, one at the east wing and the other at the west wing of the building. In order to control the system, several sensors evaluate the air temperature at the exterior of the building and at the interior of the chamber, defining the on / off state of the fans.

Opened glazed corridor: Office building at Sarriguen

It is about an office building, the Headquarters of Trabajos Catastrales S.A., a public company of the Government of Navarra, located in front of the Innovation Park, besides the Ecocity of Sarriguren (Navarra). The building has a built surface of 19.800 m2 and it could be appreciate in Figure 3 (a).

The building, due to its surfaces, its width, and its formal characteristics, must have openings to both north and south face. This situation promote a better lighting of working spaces, with the subsequent energy saving and the flexibility for internal distributions of spaces. Furthermore, this double orientation situation promotes a better air movement and cross ventilation, that is positive for avoiding unhealthy conditions in closed spaces due to polluted / used air.

The openings at the south façade require a sunshade system that controls the incidence of direct sun rays, both horizontal rays in winter and vertical rays in summer. This element is a continuous sunshade along the whole south façade, which consists of an extension of 1,80 m in the concrete

Fig. 03. Edificio de oficinas en Sarriguren (a) Galería acristalada abierta, (b) Detalle. Office building at Sarriguren (a) Open glazed corridor, (b) Detail.

iluminación de los espacios de trabajo, con el subsiguiente ahorro de energía y la flexibilidad para las distribuciones internas de los espacios. Además, esta situación de doble orientación favorece el movimiento de aire y una mejor ventilación cruzada, que es positiva para evitar condiciones insalubres en espacios cerrados debido al aire utilizado/ contaminado

Las aberturas en la fachada sur requieren un sistema de protección que controla la incidencia de los rayos solares directos. Este elemento es un parasol continuo a lo largo toda la fachada sur, que consiste en un corredor de 1,80 m de hormigón en cada planta que se utiliza también como plataforma de evacuación de emergencia. Además, el sistema cuenta con elementos verticales de vidrio laminado de seguridad, 8 +8, con butiral de polivinilo reflectante, como se puede observar en la Figura 3 (b). De esta forma se consigue controlar que los rayos inclinados en invierno incidan directamente en las zonas opacas y más absortivas de la pasarela al tiempo que alcanzan el acristalamiento de los locales de forma indirecta. Por el contrario en verano los rayos de serán directamente reflejados por los vidrios. El paso libre de irradiación directa en invierno sobre las superficies interiores en la pasarela y el consecuente calentamiento de las mismas, permite que este espacio actúe como una bolsa de aire

structure of each floor. This area is used also as emergency evacuation platform. Moreover, the sunshade system has vertical elements of laminated safety glass, 8+8, with reflectant polyvinyl butyral, as presented in Figure 3(b). The sun rays in winter are controlled avoiding the direct incidence at the inside of the building, while the sun rays in summer are reflected avoiding overheating in indoor spaces. The winter sun rays that influence directly on the glazing sunshade system will produce a temperature increase on both glasses and adjacent spaces. On that way, this spaces acts as hot air bag over the evacuation platform that could be controlled depending on the operation conditions. This hot air is effectively used as a support of the heating system by means of a ventilation system that takes the air from the corridor and put it inside the building through pipes at the ceiling. This system represents energy / fuel savings. As the speed of this air is low, it acts principally over the windows to avoid condensations and it is evacuated in a natural way through ventilation grids.

In summer time, the system also takes the air from the corridor that, being in a shaded zone, is cooler than the outside air. Consequently, the air conditioning equipments has less cooling loads for cooling down indoor spaces of the building, which represents energy savings. It must be highlighted that the energy savings could be up to 25%.

caliente desde el cual las climatizadoras tomarán el aire de renovación, que al estar por encima de la temperatura exterior permitirá reducir el requerimiento energético para llevarlo hasta un nivel de confort. Este sistema conlleva ahorros de energía / combustible. Como la velocidad de este aire es baja, actúa principalmente sobre las ventanas para evitar condensaciones y es evacuado de manera natural a través de rejillas de ventilación.

En verano, el sistema también toma el aire desde el corredor que, estando en una zona con sombra, es más frío que el aire exterior. En consecuencia, los equipos de aire acondicionado tienen menos cargas de enfriamiento para enfriar los espacios interiores del edificio, lo que representa un ahorro de energía. Es de destacar que el ahorro de energía podría ser hasta un 25%.

Fachada ventilada activa: Museo en Ponferrada

El proyecto consiste en la remodelación de una antigua central térmica y la construcción de un nuevo edificio que albergarán el Museo Nacional de la Energía, propiedad de la Fundación CIUDEN (Fundación Ciudad de la Energía). Situado en Ponferrada (León), tiene una superficie aproximada de 30.000m2.

Debido a la complejidad del museo, se han definido dos tipos de fachadas activas. Una de doble piel para precalentar el aire de admisión para el sistema de ventilación y otra, también de doble piel, a través de la que se envía el aire de expulsión hacia el exterior, creando un amortiguador térmico entre el edificio y el entorno. El uso de una u otra fachada depende de la ubicación de los sistemas de climatización del edificio.

Toma de aire a través de la fachada

Para reducir el consumo de energía en calefacción, durante el invierno el aire de suministro al sistema de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado se precalentará en la fachada ventilada. El aire entra a través de una abertura en la parte inferior de la fachada permaneciendo en la cámara hasta que alcanza una temperatura

Active Ventilated Façade: Museum at Ponferrada

The project consists of both a new building and the refurbishment of an old thermal energy central that will hold the National Museum of Energy, property of Ciuden Foundation (Fundación Ciudad de la Energía). Located in Ponferrada (Castilla y León state), with an approximate area of 30.000m2.

Due to the complexity of the museum, two types of active façades have been defined. A double skin façade to preheat the intake air for the ventilation system and a double skin façade through which the expulsion air is sent to the outdoors, creating a thermal buffer between the building and the surroundings. The use of either one or another façade relies on the location of the HVAC systems in the building.

Air intake through the façade

To reduce the energy consumption for heating purposes, the air intake for the HVAC system will be preheated in the ventilated façade during the winter season. Through an opening in the lower part of the façade the air is driven to the façade where it remains until it reaches a temperature higher than the outdoor air temperature. Then it is taken to the HVAC system.

During the summer, there are photovoltaic modules in the first floor that act as solar protection in order to avoid overheating of the air in the façade. There is a rack in the upper part of the façade that lets the air flow so no hot air is aggregated inside the active façade.

The façade shown in the figure 4a behaves as a supply façade during the winter and as a double skin façade during the summer, making possible to take advantage of the behaviour of both façade types all year long.

Air exhaust through the façade

On areas near the exhaust air of the HVAC system, the air is driven to the ventilated façade described in figure 4b, where it serves as a thermal buffer that can absorb the exceeding heat due to the incident solar radiation and also act as a thermal insulation

superior a la temperatura del exterior. Luego se lleva al sistema de HVAC.

Durante el verano los módulos fotovoltaicos de la primera planta actúan como protección solar evitando el recalentamiento del aire en la fachada. La rejilla dispuesta en la parte superior de la fachada permite el flujo de aire por lo que no se acumula aire caliente en el interior de la fachada activa.

La fachada (ver la figura 4) se comporta como una fachada de suministro durante el invierno y como una fachada de doble piel durante el verano, lo que hace posible obtener las ventajas del comportamiento de ambos tipos de fachada durante todo el año.

Expulsión de aire a través de la fachada

En áreas próximas a la expulsión de aire del sistema de climatización, el aire es conducido a la fachada (figura 4b) donde actúa como amortiguador térmico que puede absorber el exceso de calor debido a la radiación solar incidente y también actuar como un aislante térmico entre el interior y el exterior.

El aire se toma previamente de un módulo de recuperación de calor, por lo que su temperatura está a medio camino entre la

between the indoor and the exterior environment.

The exhaust air is previously taken to a heat recovery module, so its temperature is halfway between the indoor air temperature and the temperature from the outdoors both in winter and summer.

Active Ventilated Façade – prototype: test chamber at Vitoria-Gasteiz

A prototype of an active ventilated façade has been built in order to quantify the energy gains due to the use of these façades in the region of the north of Spain. The prototype has been tested in a paslink test chamber (figure 5a), located in the Building Quality Control Laboratory of the Basque Country, in Vitoria-Gasteiz. The test was performed during three weeks in the month of September and the behaviour of the façade was assessed through the measurement of both external conditions and the properties of the air inside the façade.

The prototype, shown in figure 5b, consists of a ventilated façade which its outer skin is a galvanized steel sheet and its interior skin is a frigorific panel. The aim of the façade is

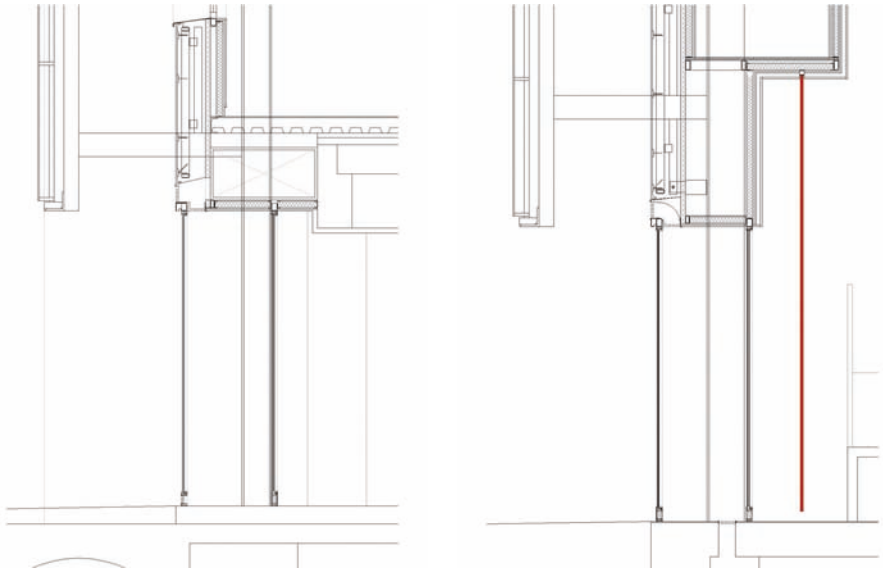


Fig. 04. Fachada ventilada active en Ponferrada (a) Entrada de aire, (b) Salida de aire. Active ventilated façade in Ponferrada (a) Air intake, (b) Air exhaust.

temperatura del aire interior y la temperatura del aire exterior tanto en invierno como en verano.

Fachada ventilada activa – prototipo: cámara de ensayos en Vitoria-Gasteiz

Con el fin de cuantificar las ganancias de energía debidas al uso fachadas ventiladas activas en la región del norte de España se ha construido un prototipo que se ha probado en una cámara de ensayo Paslink (figura 5a), situada en el Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del País Vasco, en Vitoria-Gasteiz. La prueba se realizó durante tres semanas en el mes de septiembre y el comportamiento de la fachada se evaluó mediante la medición de ambas condiciones externas y las propiedades del aire en el interior de la fachada.

El prototipo, que se muestra en la figura 5b, se compone de una fachada ventilada con una capa exterior de chapa de acero galvanizado y una capa interior de panel frigorífico. El objetivo de la fachada es precalentar el aire de admisión para el sistema de climatización, reduciendo así la demanda de energía para calefacción.

to preheat the intake air for the HVAC system, thus reducing the energy demand for heating purposes.

As the sun hits the metal sheet, which faces south, its temperature increases and then transfers the heat to the air inside the chamber through convection and radiation. A temperature sensor inside the façade is coupled to the HVAC system. The façade module has a rack in the upper side that remains closed until the air inside reaches a temperature higher than a predefined set point temperature. Once the air is heated, the rack opens and the air is taken to the ventilation ducts. During summer time the rack remains open and faced to the exterior, helping to evacuate the heat absorbed by the steel sheet.

Built cases results

Ventilated opaque façade and ventilated opaque roof

The systems have been conceived as a support to the conventional heating system, and not as its replacement. During autumn and spring the developed system offers a better effective use because the heating

Fig. 05. Prototipo de fachada en Vitoria-Gasteiz (a) Câmara de ensayos Paslink, (b) Prototipo. Prototype façade in Vitoria-Gasteiz (a) Paslink test chamber, (b) Façade prototype.

Cuando el sol da en la hoja metálica, orientada hacia el sur, su temperatura aumenta y transfiere el calor al aire de la cámara por convección y radiación. En el interior de la fachada se colocó un sensor de temperatura conectado al sistema de climatización. El módulo de fachada tiene una rejilla en la parte superior, que permanece cerrada hasta que el aire en el interior alcanza una temperatura predefinida. Una vez que el aire se calienta, la rejilla se abre y el aire es llevado a los conductos de ventilación. En verano la rejilla permanece abierta hacia el exterior, para ayudar a evacuar el calor absorbido por la hoja de acero.

Resultados de los casos construidos

Fachada opaca ventilada y cubierta opaca ventilada

Los sistemas han sido concebidos como un apoyo al sistema de calefacción convencional, y no como su reemplazo. Durante otoño y primavera el sistema desarrollado resulta más eficaz porque la demanda de calefacción no es demasiado alta. En esta situación, los sistemas de calefacción convencionales podrían ser sustituidos completamente por el sistema alternativo, como los resultados de la monitorización han confirmado.

Como resumen, las principales ventajas de los sistemas propuestos son:

- Mejora del comportamiento energético de los edicios.

- Mejora de las condiciones de renovación del aire en el interior de los espacios, sin un aumento de la demanda de calefacción.

- Gestión individual de la energía en cada departamento.

Galería acristalada abierta

Actualmente se está llevando a cabo la monitorización del comportamiento térmico/ energético del edificio, con el fin de obtener datos experimentales que permitan nuevos desarrollos de fachadas en otros edificios. Se están recogiendo datos de los siguientes parámetros: la radiación solar sobre las superficies interiores del corredor, la temperatura de los suelos, techos, paredes

demand is not too high. In this situation the conventional heating system could be replaced completely by this alternative system, as the results confirm it.

As summary, the main advantages of the proposed systems are:

- Improvement of the energetic behaviour of the building.

- Improvement of the renovation air conditions, without an increase of the heating demand.

- Individual energy management in the apartments that use the façade system.

Opened glazed corridor

Currently, a monitoring of the thermal / energetic behaviour of the building is carried out, in order to get experimental data that help to develop future buildings. Several parameters are been measured: the solar radiation over indoor surfaces of the corridor, the temperature of floors, walls, ceilings and glazed surfaces, the speed and direction of the wind, the temperature and relative humidity outdoors and inside the corridor.

A physic-mathematic model has been developed in order to simulate the thermal / energetic behaviour of the corridor, considering the operation variables that matters during the heat transfer through the cladding. As a consequence, the transferred heat has been determined theoretically during certain critical periods of time. The obtained results during this period will be compared with theoretical values in order to adjust the model and to asses the correct operation of the system, offering the possibility of use this technology in further building projects.

Acknowledgments

The authors acknowledge the support given by the Government of Navarre by means the Project Ref. IIP08634.RI1; the support given by the Ministry of Science and Innovation by means the Project Ref. BIA2006-15398-C04-02; and to the Research Group of Building Energetics of the Thermal Machines and Engines Department of the University of

y superficies acristaladas, la velocidad y dirección del viento, la temperatura y la humedad relativa del aire en el exterior y el interior del corredor.

También se ha desarrollado un modelo físico-matemático para la simulación del comportamiento térmico / energético del corredor, teniendo en cuenta las variables que tienen influencia en la transferencia de calor a través del revestimiento. Como consecuencia, el calor transferido se ha determinado teóricamente durante ciertos períodos críticos de tiempo. Los resultados obtenidos durante este período se compararán con los valores teóricos con el fin de ajustar el modelo y evaluar el correcto funcionamiento del sistema, ofreciendo la posibilidad de utilizar esta tecnología en proyectos futuros.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo dado por Gobierno de Navarra a través del Proyecto de Referencia. IIP08634.RI1; el apoyo brindado por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través del Proyecto de Referencia BIA2006-15398-C04-02; y al Grupo de Investigación del Dpto. de Máquinas y Motores Térmicos de la Universidad del País Vasco por su apoyo técnico para el desarrollo de estos trabajos.

the Basque Country for its technical support for the development of this work.

Axel Ritter

ritter architekten, Bad Neuenahr-Ahrweiler, Germany

desarrollado por la naturaleza: zero and plus energy buildings mediante el uso de materiales inteligentes

powered by nature: zero und plus energy buildings through the use of smart materials

Abstract

Through the use of smart materials – special functional materials and products, that are sensor and actuator at the same time – architects and designers can create new types of buildings, that are more energy and matter efficient and simultaneously more comfortable, than our buildings today. Using smart materials could lead to e.g. to Zero and Plus Energy Buildings in whole or in parts.

The idea behind is:

To disconnect existing buildings, to design new buildings disconnected from the urban grid and use the needed energy and matter from their environments through the application of smart materials.

To achieve this, goals could be:

Reduction of conventionell electrically powered devices by using cetralised or/and decentralised operating smart materials.

Using an existing centralised or/and decentralised power of an environment to generate e.g. electricity instead of using the urban grid.

Generate energy and matter as much as possible and store them preferably close by the buildings.

This could lead to:

Zero and Plus Energy Buildings in that case, that the buildings are supplied with energy efficient thermal insulation envelopes and normal energy consumption will be reduced as much as possible. Instead of using electricity coming from a grid, smart materials would e.g. generate, store or/and emitt energy.

Energy and Matter Autonomous, Reactive Buildings through the use of smart materials, that are able to react on one or more than one stimulus by altering their properties or/and by e.g.

absorbing matter.

Green Buildings in the case, that special green smart materials, e.g. wood, clay, will be used and no carbon or other toxic substances will be released.

Property Changing, Energy and Matter Generating and Exchanging Buildings because of the alterations by/caused by the use of smart materials or/and other energy and matter self sufficient operating systems.

Adaptable Buildings because smart materials are able to adapt to their environments. Combined with other adaptable systems, e.g. smart machines or/and smart structures Fully Adaptable Buildings would be possible.

Materiales inteligentes es un término relativamente nuevo para un tipo especial de materiales y productos funcionales. Estos son capaces de reaccionar a estímulos físicos y/o químicos mediante la alteración de sus propiedades de forma más o menos reversible, mediante la generación de electricidad y/o absorbiendo la materia.

De acuerdo a esto, se pueden clasificar en:

I. Materiales inteligentes capaces de cambiar las propiedad - éstos son, por ejemplo materiales inteligentes capaces de cambiar la forma, el color y las propiedades ópticas.

II. Materiales inteligentes que intercambian energía, éstos son, por ejemplo, materiales inteligentes que almacenan el calor; materiales inteligente emisores de luz, que muestran por ejemplo, fosforescencia.

III Materiales inteligentes que intercambian materia, éstos son, por ejemplo los que almacenan gases o agua.

Un material inteligente es sensor y actuador al mismo tiempo, en contraste con los sistemas reactivos normales.

La mayoría de los materiales inteligentes son *materiales inteligentes verdes*, porque toman energía y materia directamente de su entorno. Pero algunos de estos materiales son más verdes que otros: por ejemplo, la madera y la arcilla son materiales verdes especiales. Éstos son inteligentes, porque

Smart materials is a relatively new term for a special type of functional materials and products. These are able to react on physical or/and chemical stimuli by altering their properties more or less stabel reversibly, by generating electricity or/and absorbing matter.

According to that, they can be classified in:

I Property-changing smart materials – these are e.g. shape-changing smart materials; colour- and optically changing smart materials –,

II Energy-exchanging smart materials – these are e.g. heat-storing smart materials; light-emitting smart materials, that show e.g. phosphorescence after the influence of light – and

III Mater-exchanging smart materials – these are e.g. gas/water-storing smart materials.

A smart material is sensor and actuator at the same time in contrast to normal reactive systems.

Most smart materials are *green smart materials*, because they take the energy and matter directly from their environment. But some of these materials are more green than the others: Wood and clay e.g. are such special green materials. These are smart, because they can react on moisture by changing its shape/volume or/and weight.

pueden reaccionar a la humedad, cambiando su forma, volumen y peso. Pero también porque son completamente reciclables.

La idea central es:

Desconectar los edificios existentes, diseñar nuevos edificios desconectados de la red urbana para que usen la energía y la materia necesaria presente en su entorno mediante la aplicación de materiales inteligentes.

Mediante el uso de materiales y productos verdes inteligentes los arquitectos y diseñadores pueden crear nuevos tipos de edificios, que son más eficientes a nivel energético y de materia y a la vez más confortables, que los edificios actuales. El uso de estos materiales podría dar lugar a *edificios energética y materialmente reactivos y autónomos*, en su totalidad o en partes.

De esta forma en los próximos años tendremos que enfrentarnos, más que ahora, con instalaciones controladas automáticamente, por ejemplo, dependientes del clima, que no necesitan electricidad de la red eléctrica urbana. En el futuro tendremos más edificios con sistemas novedosos (por ejemplo, actuadores lineales) que contienen los materiales inteligentes, y que pueden ser utilizados, por ejemplo en el ámbito de sistemas de control de seguimiento y protección solar.

Además, estos materiales y productos avanzados también se pueden utilizar como herramientas de artistas, tal vez en combinación con una o más funciones especiales: *wallpapers que cambian de color* o baldosas cerámicas que indican el consumo energético.

En el futuro tendremos más de estos productos innovadores: *muros generadores de energía*, que al mismo tiempo convierten los gases nocivos en aire limpio, *techos auto-reparables* después del mal tiempo, parecen ser cada vez más factibles.

Un material inteligente puede ser simple, como una *pintura de látex* que cambia la viscosidad en función de un tratamiento mecánico; o complejos, como la propuesta del propio autor para un nuevo sistema

But they are also especially green because of their ability to be completely recyclable.

The central idea is:

To disconnect existing buildings, to design new buildings disconnected from the urban grid and use the needed energy and matter from their environments through the application of smart materials.

By using smart/green smart materials and products architects and designers can create new types of buildings, that are more energy and matter efficient and simultaneously more comfortable, than our buildings today. Using such materials could lead to *Energy and Matter Autonomous, Reactive Buildings* in whole or in parts.

So in the next couple of years, we´ll be confronted, more than now, with automatically – e.g. depending on the weather – controlled building systems, that do not need ordinary electricity coming from the urban grid. In future we´ll have more buildings with innovative positioning systems (e.g. linear actuators) containing smart materials, that can be used e.g. in the field of suntracking of solar cells and sunshadings.

But these advanced materials and products can also be used as an artist´s tool, perhaps combined with one or more than one special function: *Colour-changing wallpapers* or *pattern-appearing tiles* made of ceramics which indicate high energy consumption.

In future, we´ll have more of these innovative products: *Energy-generating walls*, that convert harmful gas into clean air at the same time, after bad weather *self-repairing roofs*, much seems to be possible.

A smart material can be simple as a *latex paint* that shifts viscosity depending on a mechanical treatment, or complex as the authors own proposal for a new luminescent system or his *Polyreactive Mechanomembrane*, that are energy and matter autonomous complex building envelope systems.

One main goal to achieve Energy and Matter Autonomous, Reactive Buildings could be:

luminiscente o su *Mecanomembrana Polireactiva*, sistemas de envolvente del edificio, complejos y autónomos desde el punto de vista de la energía y de la materia.

Uno de los objetivos principales para conseguir edificios reactivos y autónomos desde el punto de vista energético y de los materiales podría ser:

Reducción de los dispositivos eléctricos alimentados de forma convencional utilizando materiales inteligentes que operan de forma centralizada y/o descentralizadas. Esto significa por ejemplo, la sustitución de estos dispositivos de accionamiento eléctrico existentes a través el uso de materiales inteligentes.

Esto es de especial interés para los sectores con alto consumo de energía de un edificio: iluminación, calefacción y refrigeración (climatización).

Iluminación con materiales inteligentes:

Aquí se puede usar varios materiales y productos, que emiten luz en función de un estímulo, por ejemplo, luz o electricidad.

Interesantes sobre todo para el uso en *edificios de energía cero* son los materiales inteligentes que tienen la propiedad de la luminescencia. Estos materiales y productos pueden emitir luz dependiendo de la influencia de la fuente, natural o artificial - no se necesita electricidad.

Dependiendo de la matriz, podemos aplicar tales materiales inteligentes emisores de luz, incorporando las partículas fosforescentes en el hormigón, plásticos, textiles, pintura, o aplicándolas en las superficies de acero, aluminio, vidrio, láminas de plástico etc.

Los nuevos desarrollos son por ejemplo, lámparas y sistemas de techo, que son luminescentes. Consisten por ejemplo, en una *malla de metal fosforescente, acero esmaltado o papel fosforescentes.* Algunos de ellos se combinan con alumbrado tradicional, por ejemplo, bombillas.

Relativamente nuevos son también materiales de construcción a gran escala, como *láminas de aluminio* y *paneles de*

Reduction of conventionell electrically powered devices by using centralised or/ and decentralised operating smart materials. That means e.g. the replacement of existing or planned especially electrically powered devices through the intelligent use of smart materials.

Of interest are here especially the energy intensive fields of a building: Lighting, heating and cooling (climatisation), drives.

Lighting with smart materials:

Here you can use several materials and products, that can emitt light depending on a stimulus e.g. light or electricity.

Interesting especially for the use in *Zero Energy Buildings* are smart materials, that have an after glow property. These materials and products are able to emitt light depending on the influence of a natural or artificial light source – no electricity is needed.

Depending on the matrix, now we can applicate such light-emitting smart materials, where the phosphorescent particles are embedded in concrete, plastics, textiles, paint, are on surfaces made of steel, aluminium, glass, plastic foils a.o.

New developments are e.g. lamps and ceiling systems, that have an after glow property. They consist of e.g. a *phosphorescent metal mesh, enameled phosphorescent steel* or *phosphorescent paper.* Some of them are combined with traditional illuminants, e.g. bulbs.

Relatively new are also large scale building materials like *phosphorescent aluminium* sheets and *polycarbonate panels*. With these materials/products it is possible to illuminate large scale areas like facades, roofs, interior walls, ceilings a.o.

Primary developed for the case of security, it is also possible to use them as primary light sources.

An good example for this is the new *Swissmill* located in Zurich. The whole facade consists of *phosphorescent panels* made of transparent polycarbonate. This product allows the illumination of the building

policarbonato fosforescentes. Con estos materiales y productos es posible iluminar grandes áreas, como fachadas, techos, paredes interiores, tejados, etc.

Desarrollado en un primer momento para luces de emergencia, también es posible utilizarlos como fuentes de luz principal.

Un buen ejemplo de esto es el nuevo *Swissmill* localizado en Zurich. Toda la fachada se compone de *paneles fosforescentes* de policarbonato transparente. Este producto permite la iluminación del edificio sin necesidad de utilizar electricidad de la red urbana (ver imágenes 01-03).

Mucho más compleja es la *glowingSkin II*. Este nuevo desarrollo del autor se compone de tres capas luminosas que utilizan tres diferentes materiales inteligentes emisores de luz.

La idea es combinar un material fosforescente – en este caso *papel fosforescente* - con productos de iluminación energéticamente eficiente, - de alta tecnología *LED* y *EL-fois*, para crear una superficie brillante flexible, que sea capaz de emitir luz dependiendo de la corriente eléctrica y también en función de la luz solar. Para ser compacto, las diferentes capas luminosas se conectan con finos tubos de luz de policarbonato transparente, que se incorporan en una matriz flexible de material plástico especial. Dependiendo de las funciones que se quieren obtener, el material puede tener propiedades adicionales, por ejemplo, aislamiento térmico (ver imágenes 04-05).

without using electricity from the urban grid (see images 01-03).

Much more complex is *glowingSkin II*. This new development of the author consists of three luminescent layers using three different light-emitting smart materials.

The idea is to combine a phosphorescent material – here a *phosphorescent foil* – with energy efficient lighting-products – here new high-tech *LEDs* and *EL-foils* – to create a flexible glowing surface, that is able to emitt light dependig on an electrical current and also depending on natural sunlight. To be compact, the different luminescent layers are connected with tiny light tubes made of transparent polycarbonate, that are embeded in a flexible matrix made of a special plastic material. Depending on further wanted functions, that material can have additionally e.g. a thermal insulation property (see images 04-05) .

Heating and cooling (climatisation) with smart materials:

Here you can use several materials and products, that can passive or/and active emitt thermal radiation depending on a stimulus e.g. temperature changes or an electrical current.

Interesting especially for the use in *Zero and Plus Energy Buildings* are smart materials, that can store latent heat. So called *Phase Change Materials (PCM)* can absorb, store and emitt heat depending on the phases of these materials. Normally this works without the influence of an electrical current, so we call

Fig. 01 - 03. Ascensor con *paredes fosforescentes* (archivos Axel Ritter). *Swissmill* de día y de noche (cortesía Swissmill). Elevator with *phosphorescent walls* (archives Axel Ritter). I *Swissmill* by day and by night (courtesy Swissmill).

Calefacción y refrigeración (climatización) con materiales inteligentes:

Aquí se pueden utilizar varios materiales y productos, que pueden emitir pasivamente y/o activamente radiación térmica en función del estímulo, por ejemplo cambios de temperatura o corriente eléctrica.

Especialmente interesante para el uso en *Zero & Plus Energy Buildings*, son los materiales inteligentes que pueden almacenar calor latente. Los *materiales de cambio de fase (PCM)* pueden absorber, almacenar y emitir calor dependiendo de las fases. Normalmente esto se desarrolla sin la aportación de la corriente eléctrica, por esta razón lo llamamos, en función de los procesos térmicos, enfriamiento pasivo o calefacción pasiva.

En este momento tenemos dos tipos de estos materiales inteligentes que intercambian energía y que pueden ser utilizados en los edificios:

el *PCM* microcapsulado en base a parafina y el *PCM* macrocapsulado en base a hidratos de sal. Debido a su tamaño, los primertos pueden ser incorporados en diferentes materiales sólidos y líquidos, por ejemplo, enlucidos, mientras el segundo está disponible como sistema para techos y como sistema para las paredes, incorporado en paneles de policarbonato transparente.

this – depending on the thermal processes – passive cooling or passive heating.

At the moment we have two types of such energy-exchanging smart materials, that can be used in buildings:

The microcapsuled parafin-based *PCMs* and the macrocapsuled salthydrate-based *PCMs*. Because of their size microcapsuled parafin-based *PCMs* can be embedded in different liquid and solid materials, e.g. in plaster, gipsum panels.

Macrocapsuled salthydrate-based *PCMs* are available e.g. as ceiling systems and embedded in transparent panels made of transparent polycarbonate as wall systems.

In future, we´ll have e.g. sunshadings with embedded *PCM*, where the *PCM* helps us to reduce the thermal impact of sunradiation.

Active heating smart materials are e.g. *peltier-elements*. Normally used as cooling or heating components in e.g. cooling boxes, these elements could be applicated in flat surfaces like walls, ceilings a.o. In the case of designing *Zero Energy Buildings* it would be necessary to contact them with an energy self-sufficient electrical current source like e.g. *Dye Solar Cells (DSC).*

Drives with smart materials:

Instead of conventionell pneumatic or hydraulic powered drives, drives with smart

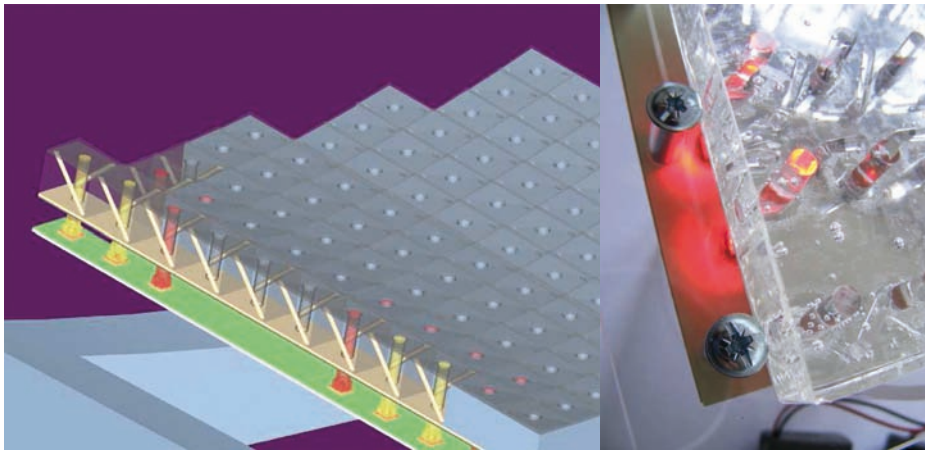


Fig 4, 5. Dibujo y prototipo de *glowingSkin II* (Axel Ritter, Alemania). Drawing and prototype of *glowingSkin II* (Axel Ritter, Germany).

En el futuro, tendremos, por ejemplo, sistemas de sombreamiento que incorporan *PCM*, para reducir el impacto térmico de la radiación solar.

Materiales inteligentes para la calefacción activa son por ejemplo, los *materiales Peltier. Utilizados n*ormalmente como componentes de enfriamiento y calentamiento, por ejemplo en cámaras frigoríficas, estos elementos podrían ser aplicados en superficies planas como paredes, techos etc.

En el caso de proyectos de *edificios de energía cero* sería necesario conectarlos con una fuente de energía eléctrica autónoma, como por ejemplo, *Células Solares de Colorante (DSC).*

Mecanismos con materiales inteligentes:

En lugar de mecanismos convencionales neumáticos o accionados hidráulicamente, los mecanismos con materiales inteligentes son capaces de reaccionar a estímulos térmicos, a la humedad de un ambiente o a una corriente eléctrica generada preferentemente de manera autónoma.

Interesante para el uso en *edificios de energía cero* son los mecanismos, que trabajan con la *Expansión Térmica de Materiales (TEM),* como los materiales inteligentes. Estos materiales son capaces de expandirse y contraerse en función de la influencia térmica del medio que los rodea como el aire o el agua (calefacción indirecta).

Algunos nuevos sistemas de seguimiento solar trabajan con mecanismos inteligentes. Otras aplicaciones podrían ser la aplicación a elementos constructivos de edificios de pequeña y grande escala (aplicaciones cinéticas), por ejemplo, para mover las paredes y los techos, en función de los estímulos externos y/o internos.

Otros mecanismos contienen tiras de *seda sintética*, que son capaces de reaccionar ante la humedad del aire alrededor. Por el momento, estas unidades se utilizan como actuadores para regular la corriente de aire de entrada o salida en las habitaciones.

Un segundo objetivo para lograr edificios reactivos y autónomos desde el punto de vista materials are able to react on thermal stimuli, on the humidity of an environment or an electrical preferably self-sufficient generated current.

Interesting for the use in *Zero Energy Buildings* are drives, that work with *Thermal Expansion Materials (TEM)* as smart materials. These materials are able to expand and contract depending on the thermal influence of a surrounded medium like air or water (indirectly heating).

Some new suntracking systems work with such smart drives. Other applications could be the positioning of small and large scale construction parts of buildings (kinetic applications), e.g. to move walls, ceilings depending on e.g. special external or/and internal stimuli.

Other drives contain strips made of s*ynthetic silk*, that are able to react on the humidity of a surrounded air. At the moment, these drives are used as actuators to regulate an incoming or outgoing air stream in rooms.

A second goal to achieve Energy and Matter Autonomous, Reactive Buildings could be:

Using an existing centralised or/and decentralised power of an environment to generate e.g. electricity instead of using the urban grid.

Generating electricity with smart materials:

Besides the well known silicon-based *solar cells*, new developments could lead to new sources.

Interesting for the use in *Zero and Plus Energy Buildings* are all kind of generators, that are able to generate an electrical current depending on the influence of a natural or anthropogenious stimulus.

Thinkable are e.g. the use of *Dye Solar Cells (DSC)*, that are able to generate an electrical current depending on the influence of e.g. sunlight.

Interesting could be in future the use of *Thermoelectric Generators (TEG)*. Applicated e.g. in a building envelope, these generators could produce a current because of an

energético y de los materiales podría ser:

El uso de las potencialidades centralizadas y/o descentralizadas de un entorno existente para generar, por ejemplo, electricidad, en lugar de utilizar la red urbana.

La generación de electricidad con materiales inteligentes:

Además de las ya conocidas *células solares* basadas en el silicio, los nuevos desarrollos podrían conducir a nuevas fuentes.

Interesantes para el uso en *Zero und Plus Energy Buildings* son todo tipo de generadores, capaces de generar una corriente eléctrica en función de la influencia de un estímulo natural o humano.

Hipnotizable es por ejemplo, el uso de *Células Solares de Colorante (DSC)*, capaces de generar una corriente eléctrica en función de la influencia de la luz solar.

Interesante podría ser en el futuro la utilización de *Generadores Termoeléctricos (TEG)*. Aplicados, por ejemplo, a la envolvente del edificio, estos generadores pueden producir corriente a partir de la diferencia térmica entre el interior y el exterior de un edificio.

Otros aparatos eléctricos con propiedades inteligentes son, por ejemplo, *elementos piezoeléctricos*, que tienen la capacidad de reaccionar ante una presión mecánica generando una tensión eléctrica.

Un tercer objetivo podría ser:

Generar energía, absorber toda la materia posible y almacenarlas preferentemente cerca de los edificios mediante el uso de materiales inteligentes y otros sistemas operativos energetica y materialmente autónomos.

Esto podría conducir a la construcción de edificios especiales, capaces de reaccionar a las cargas humanas, de vehículos, de nieve etc. Estas *estructuras inteligentes* podrían combinarse con materiales inteligentes para conseguir *edificios que puedan cambiar totalmente sus propiedades e intercambiar energía y materiales*.

Un ejemplo de dicho edificio es la propuesta

existing thermal difference between the in- and outside of a building.

Other electric devices with smart properties are e.g. *piezo-elements*, that have the ability to react on a mechanical pressure by generating an electrical tension.

A third goal to achieve Energy and Matter Autonomous, Reactive buildings could be:

Generate energy, absorb matter as much as possible and store them preferably close by the buildings through the use of smart materials and other energy and matter autark operating systems.

This could lead to special building constructions, that are able to react on human loads, the loads of vehicles, of snow a.o. These *smart structures* could be combined with smart materials to get completely *Property Changing, Energy and Matter Exchanging Buildings.*

An example for such a building is the authors proposal *Dynaflex p01*, an early work for a kinetic building, that is able to expand and contract depending on the number of persons inside the smart structure. It is also an *Adaptable Building*, because it is only as large as actually needed (see images 06-07).

Outlook:

In future, perhaps we´ll have so-called polymorphic smart materials, that are able to imitate different materials, with different properties, that can transform e.g. from wood to steel. Honestly developments in this field are e.g. nBots-based nanometer sized smart structures (see images 08-09).

Depending on the type of a used smart material/smart materials, these buildings are more or less Green Buildings. In some cases smart materials, especially if they are compound materials, complex systems, it could be difficult to recycle them is a good way, without producing toxic, harmful substances.

So another goal for the future is, to create smart materials with interesting properties but also with the ability of a good recyclability.

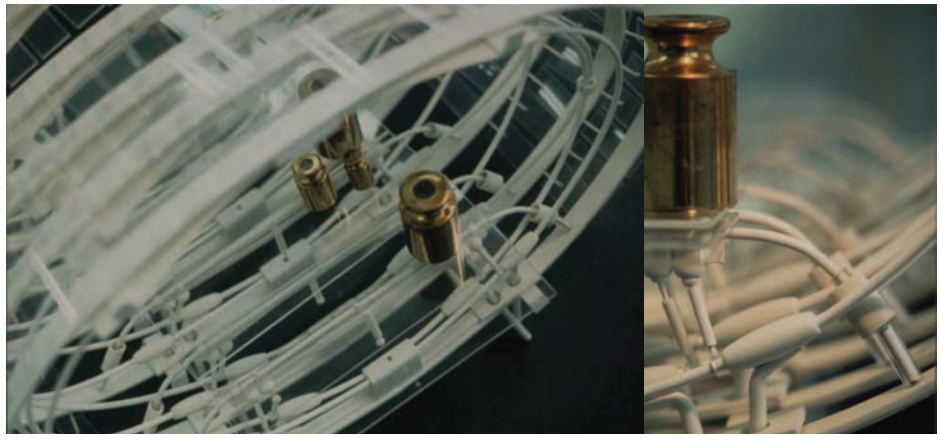


Fig 6, 7. Pabellón cinético de peso controlado *Dynaflex P01* con *envolvente edificatoria cambiante electro-opticamente*. (prototipo a pequeña escala) (Axel Ritter, Alemania). Weight-controlled kinetic pavillon *Dynaflex p01* with *electrooptically changing building envelope* (small scale prototype) (Axel Ritter, Germany).

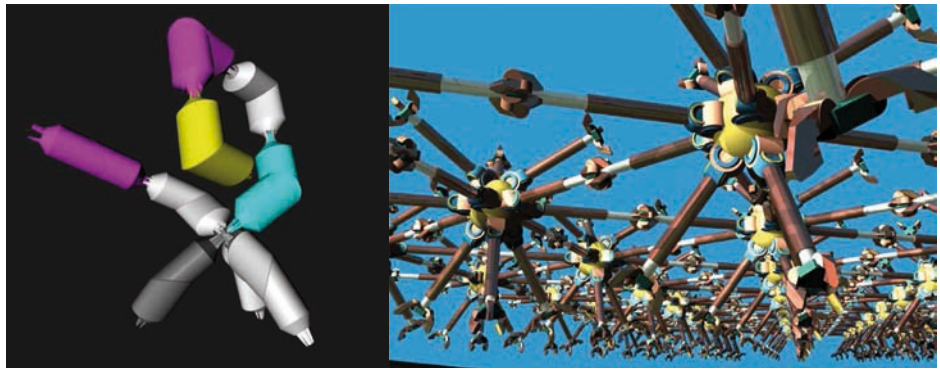


Fig. 8, 9. Diseño de algunos *nBots* conectados (por cortesía de Peter Yeadon). Diseño de *Utility Fog*, que consiste en millones de partículas llamadas foglets, (por cortesía de J. Storrs Hall). Drawing of some connected *nBots* (courtesy Peter Yeadon). Drawing of *Utility Fog* consisting of millions of so-called foglets (courtesy J. Storrs Hall).

Dynaflex P01 del autor, un incipiente proyecto de edificio cinético, capaz de expandirse y contraerse en función del número de personas que ocupan la estructura inteligente. También es un Edificio Adaptable, porque adapta su tamaño a las necesidades de cada momento (ver imágenes 06-07).

Perspectivas:

En el futuro, tal vez dispongamos de *materiales inteligentes polimórficos*, capaces de imitar materiales con propiedades diferentes, por ejemplo, que puedan transformarse, de la madera al acero.

Desarrollos en este campo son, por ejemplo, las erstructuras inteligentes, basadas en *nBots* de tamaño nanómetrico (ver imágenes 08-09).

Dependiendo del tipo de material o materiales inteligentes utilizados, estos edificios son en mayor o menor medida *Edificios Verdes*. En algunos casos, sobre todo si se trata de materiales compuestos o sistemas complejos, podría ser difícil reciclar los materiales inteligentes sin producir sustancias nocivas o tóxicas.

Así que otro de los objetivos para el futuro será la creación de materiales inteligentes con propiedades interesantes, que además se puedan reciclar con facilidad.

Traducción a español **Translation into Spanish** Raffaelina Loi, Antonio Serra, Víctor Araújo.

Giorgio Bedin

Ingeniero Civil en Edificación, Montebelluna, Italia

passive solar buildings concepts for building renovation and new buildings

construcciones solares pasivas. conceptos para la rehabilitación de edificios y nuevas construcciónes.

Introducción

Los sistemas solares pasivos (edificios solares pasivos) derivan del hecho que la cantidad de energía que entra a través de las ventanas verticales, orientadas hacia el sur a una latitud de 45°-46° y equipadas con vidrios de alta calidad, es mayor que la cantidad de energía que se dispersa en el mismo periodo. Cuando el ambiente que está detrás de las ventanas correctamente orientadas, tiene características particulares de aislamiento térmico, masa de acumulación térmica estacional, y recuperación del calor del aire de expulsión, el balance térmico puede ser nulo. La necesidad de calentar un ambiente será necesaria sólo en épocas de mal tiempo, en los cuales la temperatura del aire interior, por falta de luz solar, está por debajo de los valores mínimos. Estas necesidades son muy contenidas y se podrán satisfacer a través de la utilización de instalaciones activas simples y de dimensiones reducidas. Además, si se aceptan condiciones de variabilidad de temperatura interior, entre determinados

Introduction

Passive solar systems (passive solar buildings) derive from the fact that the amount of solar energy that enters through a window vertically oriented to the South, with high quality glass, the latitude of 45°-46°, is greater than that which is dispersed in the same period. If the local rear Windows, properly oriented, is characterised by particular characteristics of thermal insulation, heat-mass and heat recovery from air expulsion, seasonal heat balance of the enclosure can be null. The demand for heating of the venue will be necessary, then, only for limited periods of bad weather during which internal air temperature, for lack of sunlight, falls below acceptable values. These needs are very content and can be supplied from plants active simple and very small. Also, if you accept the conditions of internal temperature variability within certain limits, may renounce after-heating environment.

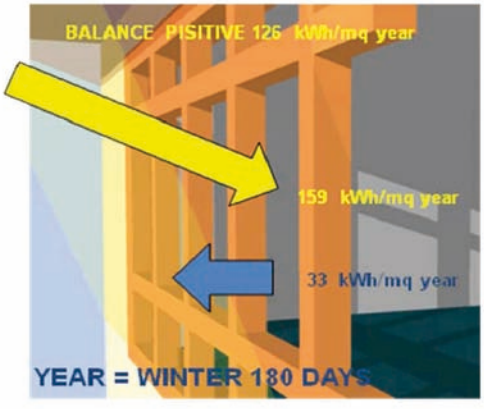
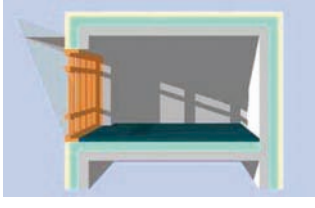
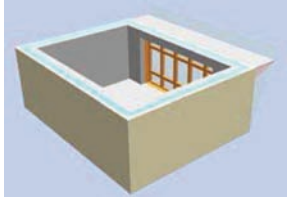


Fig. 1. La cantidad de energía que entra a través de las ventanas verticales, orientadas al sur y equipadas con vidrios de alta calidad, es mayor de la cantidad de energía que se dispersa en el mismo periodo. Para la conservación del calor es necesaria una alta calidad del aislamiento térmico. The amount of solar energy that enters through a window vertically oriented to the South, with high quality glass, is greater than that which is dispersed in the same period. In order to keep the heating the heat you need a good quality of heat insulation.





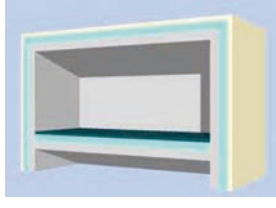


Fig. 2, 3, 4. Cuando el ambiente que está detrás de las ventanas correctamente orientadas tiene particulares características de aislamiento térmico, masa de acumulo térmico estacional, y recuperación del calor del aire de expulsión, el balance térmico puede ser nulo. If the local rear windows, properly oriented, is characterised by particular thermal insulation, heat-mass and heat recovery from air expulsion, heat balance seasonal of the local can be null.

límites, se puede renunciar a la calefacción integrativa del ambiente.

El comportamiento de las construcciones solares pasivas, equipadas también con sistemas de protección contra la radiación estival, se puede conocer en fase de proyecto a través del uso de un adecuado programa de cálculo. La observación de los datos reales de consumo y de la variación de las temperaturas interiores en la estación fría, ha confirmado la validez del programa de cálculo empleado.

A continuación se describen cuatro casos de construcciones solares pasivas, en los cuales los primeros tres casos están construidos y completados, y por lo tanto se conocen los comportamientos energéticos invernales y estivales. El cuarto ejemplo, todavía en fase de proyecto, es una intervención en un edificio existente que se pretende rehabilitar energéticamente y encontrar una solución a través de la utilización de un sistema solar pasivo.

Casa solar en Onigo – Treviso (Italia)

Era el lejano 1983 cuando propuse al cliente construir una "casa solar". La primera crisis energética había sensibilizado la opinión pública, y aceptó. El cliente no se convenció sólo por el potencial ahorro energético que podía conseguir, si no por la cantidad de luz natural que penetraba en las habitaciones.

The behaviour of passive solar buildings, also equipped with summer radiation shielding, may be known using a suitable calculation program. Reliefs of real consumption of energy and performance internal temperatures, in the cold season, have confirmed the goodness of the simulation of the calculation program adopted.

Below, four cases of passive solar buildings are described. Of these, the first three were built and completed, therefore, their energy behavior in winter and summer, is known. The fourth is, instead, an intervention on an existing building, that we want to re-qualify energetically and relate to a passive solar system, and it is being designed.

Solar home in Onigo Treviso - Italy

It was 1983 when I suggested to my client to build a "solar house". The first energy crisis had sensitized public opinion and he accepted. But he had not just been convinced by the potential energy savings, but also by the large amount of natural light that entered the rooms.

Large windows South, a porch that protects the wall and a few openings placed in the North, a remarkable structural mass benefited from the characteristics of earthquake-House and a big thickness of coat isolation on the walls and externally to the floor and the covering (10 cm of PU in

Fig. 5. Una gran cantidad de luz natural penetraba en las habitaciones. A large amount of natural light penetrates into the rooms.

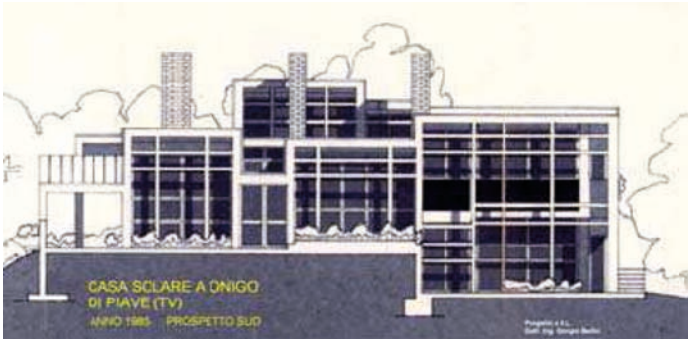


Fig. 6. El resultado arquitectónico y los contenidos técnicos son consecuentes con las decisiones adoptadas.
The result architectural and technical content are consequential to the input adopted.

Grandes vidrieras colocadas en el sur, un porche protegido por la pared y pocas aperturas al norte, una gran masa estructural favorecida por las características antisísmicas del edificio y un considerable grosor del aislamiento exterior, colocado en la cara exterior del suelo y de la cubierta. (10 cm de PU in situ), son algunas de las características del proyecto. La protección solar estival se obtuvo a través de la utilización de proyecciones fijas verticales, horizontales-inclinadas y árboles. El resultado arquitectónico y los contenidos técnicos son consecuencia de las decisiones adoptadas.

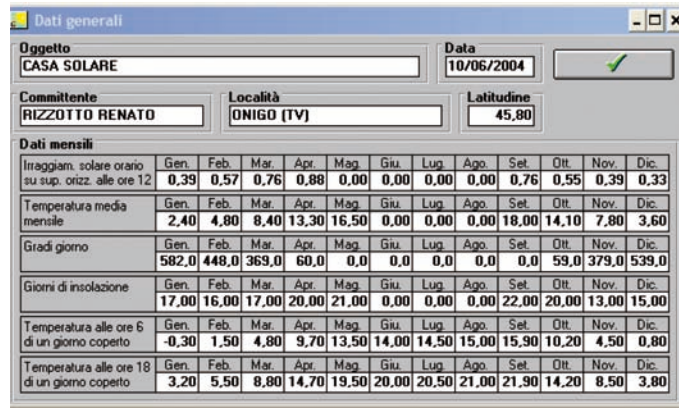
Las prestaciones energéticas se simularon a través de un procedimiento gráfico-analítico muy laborioso, la utilización del diagrama solar cilíndrico, de un calculador de radiación solar, de un calculador de sombras, de las máscaras de sombreamiento, del cálculo de la contribución térmica solar unitaria, de las necesidades estacionales de calefacción auxiliar, del cálculo de la temperatura interna media y de la fluctuación diaria de la temperatura. La simulación se hizo para cada ventana expuesta al sur, para cada ambiente calentado por el sol y en cada mes de utilización de la calefacción (de otoño hasta abril).

En el cálculo energético se observaron pérdidas de calor mínimas, y que el 70% del calor estaba proporcionado por el sol. No se pudo construir la vivienda como se proyectó, a causa de incompresibles limitaciones impuestas por el ayuntamiento, y se modificó la zona de noche. Las prestaciones y las situ), are some design features. Sunscreen summer was entrusted to fixed protections both vertical and horizontal-inclined and tree-lined paths. The architectural result and technical content are consequential to the input adopted.

The energy performances have been simulated by a graphic-analytic procedure with the use of the cylindrical solar diagram, of the calculator of solar radiation, of the shadows calculator, of the masks of shadowing, of the calculation of the contribution unit solar thermal, of the seasonal needs heating and of the calculation of internal average temperature and the daily temperature fluctuation. The simulation was made for each South-facing window, for each local heated by the Sun and for each month of heating (October to April).

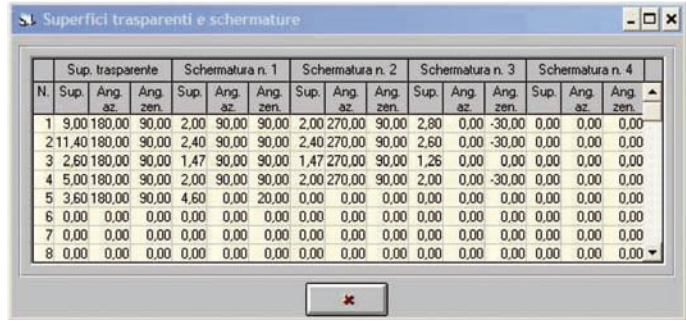
Through the energy calculation resulted very low dispersion heat, and, of these, 70% came from the Sun. We haven't been able to build the house as designed because of obscure limitations by the Municipal Administration, consequently the sleeping area was modified. The performance and "solar" characteristics have been kept in the living area. In the years just after the construction (1985), I developed a simplified calculation program that contained all the procedures and climate data, formal, technical and physical-dimensional, needed for a complete simulation passive solar energy. The application of this program on the manufactured as being built, has confirmed some manual calculation results and has given the new solar system performances as

Fig. 7. Datos climáticos de la localidad Climate data locality.



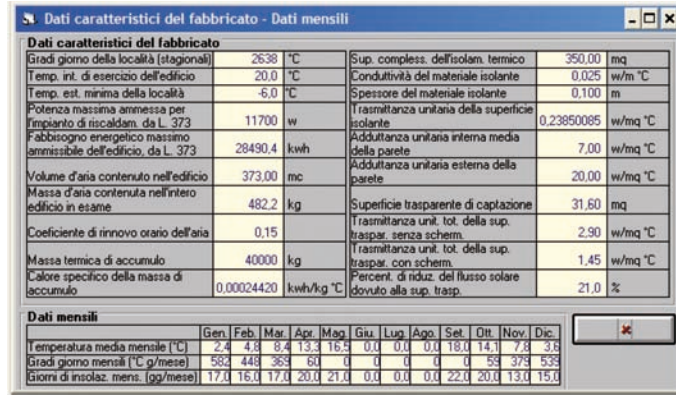
	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
Irraggiam. solare orario su sup. orizz. alle ore 12	0,39	0,57	0,76	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,55	0,39	0,33
Temperatura media mensile	2,40	4,80	8,40	13,30	16,50	0,00	0,00	0,00	18,00	14,10	7,80	3,60
Gradi giorno	582,0	448,0	369,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,0	379,0	539,0
Giorni di insolazione	17,00	16,00	17,00	20,00	21,00	0,00	0,00	0,00	22,00	20,00	13,00	15,00
Temperatura alle ore 6 di un giorno coperto	-0,30	1,50	4,80	9,70	13,50	14,00	14,50	15,00	15,90	10,20	4,50	0,80
Temperatura alle ore 18 di un giorno coperto	3,20	5,50	8,80	14,70	19,50	20,00	20,50	21,00	21,90	14,20	8,50	3,80

Fig. 8. Dimensiones y orientación de las superficies acristaladas y de las proyecciones. Size and orientation of glazed surfaces and shielding.



N.	Sup. trasparente			Schermatura n. 1			Schermatura n. 2			Schermatura n. 3			Schermatura n. 4		
	Sup.	Ang. az.	Ang. zen.	Sup.	Ang. az.	Ang. zen.	Sup.	Ang. az.	Ang. zen.	Sup.	Ang. az.	Ang. zen.	Sup.	Ang. az.	Ang. zen.
1	9,00	180,00	90,00	2,00	90,00	90,00	2,00	270,00	90,00	2,80	0,00	-30,00	0,00	0,00	0,00
2	11,40	180,00	90,00	2,40	90,00	90,00	2,40	270,00	90,00	2,60	0,00	-30,00	0,00	0,00	0,00
3	2,60	180,00	90,00	1,47	90,00	90,00	1,47	270,00	90,00	1,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	5,00	180,00	90,00	2,00	90,00	90,00	2,00	270,00	90,00	2,00	0,00	-30,00	0,00	0,00	0,00
5	3,60	180,00	90,00	4,60	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

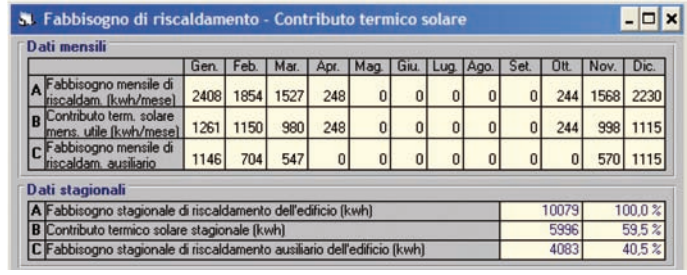
Fig. 9. Datos físicos-técnicos de los edificios. Data physical technicians of building.



Gradi giorno della località (stagionali)	2638	°C	Sup. compless. dell'isolam. termico	350,00	mq
Temp. int. di esercizio dell'edificio	20,0	°C	Conduttività del materiale isolante	0,025	w/m °C
Temp. est. minima della località	-6,0	°C	Spessore del materiale isolante	0,100	m
Potenza massima ammessa per l'impianto di riscaldam. da L. 373	11700	w	Trasmittanza unitaria della superficie isolante	0,23850085	w/mq °C
Fabbisogno energetico massimo ammissibile dell'edificio, da L. 373	28490,4	kwh	Addottanza unitaria interna media della parete	7,00	w/mq °C
Volume d'aria contenuto nell'edificio	373,00	mc	Addottanza unitaria esterna della parete	20,00	w/mq °C
Massa d'aria contenuta nell'intero edificio in esame	482,2	kg	Superficie trasparente di captazione	31,60	mq
Coeficiente di rinnovo orario dell'aria	0,15		Trasmittanza unit. tot. della sup. traspar. senza scherm.	2,90	w/mq °C
Massa termica di accumulo	40000	kg	Trasmittanza unit. tot. della sup. traspar. con scherm.	1,45	w/mq °C
Calore specifico della massa di accumulo	0,00024420	kwh/kg °C	Percent. di riduz. del flusso solare dovuto alla sup. trasp.	21,0	%

	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
Temperatura media mensile (°C)	2,4	4,8	8,4	13,3	16,5	0,0	0,0	0,0	18,0	14,1	7,8	3,8
Gradi giorno mensili (°C g/mese)	582	448	369	60	0	0	0	0	0	59	379	539
Giorni di insolaz. mens. (gg/mese)	17,0	16,0	17,0	20,0	21,0	0,0	0,0	0,0	22,0	20,0	13,0	15,0

Fig. 10. Necesidad de calefacción, contribución térmica solar y necesidad de calefacción auxiliar, estacional. Demand for heating, solar heat and contribution of auxiliary heating needs, seasonal.



		Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
A	Fabbisogno mensile di riscaldam. (kwh/mese)	2408	1854	1527	248	0	0	0	0	0	244	1568	2230
B	Contributo term. solare mens. utile (kwh/mese)	1261	1150	980	248	0	0	0	0	0	244	998	1115
C	Fabbisogno mensile di riscaldam. ausiliario	1146	704	547	0	0	0	0	0	0	0	570	1115

A	Fabbisogno stagionale di riscaldamento dell'edificio (kwh)	10079	100,0 %
B	Contributo termico solare stagionale (kwh)	5996	59,5 %
C	Fabbisogno stagionale di riscaldamento ausiliario dell'edificio (kwh)	4083	40,5 %

características "solares" se mantuvieron en la zona de estancia.

En los años sucesivos a la construcción de la vivienda (1985), desarrollé un programa de cálculo simplificado que engloba todos los procedimientos y los datos climáticos, formales, dimensionales y físico-técnicos, necesarios para una completa simulación energética pasiva. La sucesiva aplicación de dicha herramienta en el edificio tal como se construyó confirmó los resultados obtenidos a través del cálculo manual, y me dio datos nuevos sobre las prestaciones del sistema solar que eran consecuencia de las importantes y forzadas modificaciones arquitectónicas solares.

Del análisis del gráfico en la figura 8, se deduce que la contribución solar para calentar el edificio es de 5996 kWh/año, mientras que la necesidad de calefacción auxiliar es de 4083 kWh/año, que corresponde a 35 kWh/m2 año. El cálculo se refiere sólo a la parte solar del edificio, para que se pudiese comparar con el edificio planteado en fase de proyecto. Los resultados son más altos que los obtenidos a través del cálculo gráfico-analítico, en el cual el resultado, bastante optimista por cierto, era de 25 kWh/m2 año. Conocemos solo los consumos reales de todo el edificio y de media suman 70 kWh/m2 año.

Los gráficos de las figuras 11, 12 y 13, muestran la tendencia de la temperatura media interna de la casa durante 72 horas (en verde), cuando el sol ilumina la casa sólo en el primer día (en rojo) y la tendencia de la temperatura exterior (en azul). Un sistema solar pasivo bien estudiado tendría que mantener la temperatura media interna lo más horizontal posible. Cuando la temperatura desciende por debajo del límite aceptable (20°), es necesaria la utilización de un sistema de calefacción auxiliar. Un grosor adecuado del aislante térmico y un recambio controlado del aire con recuperación de calor, mantiene alta la temperatura interior en enero. Una buena masa interior reduce mucho la subida de la temperatura en septiembre. Una correcta protección solar reduce mucho el aporte de energía solar en abril, sin impedir la irradiación en Enero.

a result of the important architectural solar changes imposed.

From the graph 10 you notice that the contribution of the building solar heating is 5996 kWh/year, while the auxiliary heating needs is 4117 kWh/year, equivalent to 35 kWh/m2 per year. The calculation refers to the part of the solar building as comparable to the original building. The results are slightly higher than those obtained by chart-analytic which gave, optimistically, 25 kWh/m2 per year. Real consumption are known only to the overall building and amounted on average 70 kWh/m2 per year.

Graphs 11-12 and 13 show the evolution of the internal temperature of the house, extended to 72 hours (in green), when the sun has enlightened the house just in the first day (in red) and the progress of the outside temperature is the one in blue. A well-designed passive solar system should maintain as more horizontal as possible the average temperature inside. When the temperature drops below the limit of acceptability (20 °C), it becomes necessary supplementary heating. An adequate thickness of thermal insulation and a controlled air replacement with heat recovery, maintains an high internal temperature in January. A good amount of internal mass greatly reduces the temperature increase in September. A proper shielding greatly reduces the solar energy in April, without hindering the radiation in January.

The building has taken very little maintenance and meets the favour of the occupants since 1985.

Enlargement of 'Giovanni XXIII' Secondary School and new Nursery School in Montebelluna (Treviso, Italy)

I submit the following two accomplishments of manufactured school: an enlargement of a secondary school, constituted of four classrooms, and a new nursery school of three sections, commissioned by the City of Montebelluna (TV) and completed in 2007-2008. The major characteristics of the two buildings energetically similar are: the earthquake resistant structure in

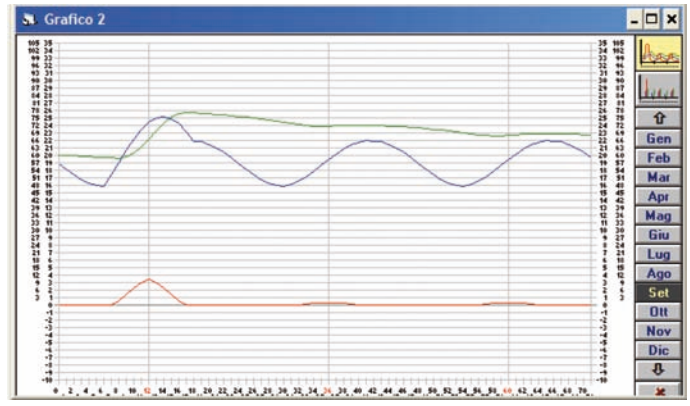


Fig. 11. Evolución de las temperaturas exteriores (azul) e interior (verde) 72 horas después del primer día de insolación (rojo), en septiembre. Evolution of external temperatures (blue) and internal (green) on 72 hours after the first day of insolation (red), in September.

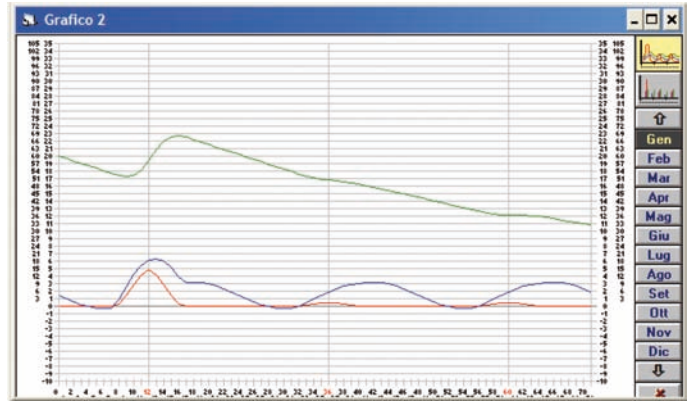


Fig. 12. Evolución de las temperaturas exteriores (azul) e interior (verde) 72 horas después del primer día de insolación (rojo), en enero. Evolution of external temperatures (blue) and internal (green)
on 72 hours after the first day of insolation (red), in January.

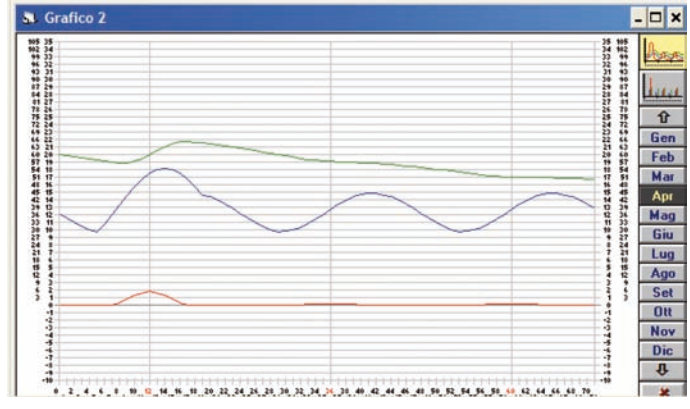


Fig. 13. Evolución de las temperaturas exteriores (azul) e interior (en verde) 72 horas después del primer día de insolación (rojo), en abril. Andamento delle temperature esterna (blu) ed interna (verde) su 72 ore dopo il solo primo giorno di insolazione (rosso), in April.

El edificio ha necesitado muy pocos trabajos de mantenimiento y cumple con las necesidades de los usuarios desde 1985.

Ampliación de la Escuela Secundaria Giovanni XXIII y Nuevo Parvulario

reinforced concrete, the orientation South of the windows, with wooden frames, to benefit of the direct sunlight gain, the great internal structural mass and of the closure, the considerable thickness of the insulating placed as coat, heat recovery from spare air, supplementary heat by using heat-pumps

Fig. 14-15. El edificio ha necesitado muy pocos trabajos de mantenimiento y cumple con las necesidades de los usuarios desde el 1985. The building has taken very little maintenance and meets the favour of the occupants since 1985.

de Contea en Montebelluna- Treviso (Italia)

A continuación presentaré dos proyectos de edificios escolares: la ampliación de cuatro aulas en una escuela secundaria, y un nuevo parvulario para tres cursos, encargados por el Ayuntamiento de Montebelluna (Treviso), ambos realizados en 2007-2008. Las características principales de los dos edificios energéticamente similares son las siguientes:

Estructura antisísmica de hormigón armado, ventanas con marco de madera orientadas hacia el sur para aprovechar las ganancias directas obtenidas de la radiación solar, gran masa interior de las estructuras, espesor considerable del aislamiento exterior, recuperación del calor del aire de renovación, calefacción auxiliar a través de bombas de calor aire-aire, iluminación natural controlada, bajo consumo energético (sobre 20kWh/m2/año), y técnicas constructivas utilizadas en la zona. Los objetivos energéticos se elaboraron a través de un programa de cálculo específico y los resultados de los gastos y la tendencia de las temperaturas, se detectaron a través de la monitorización continua de los edificios. Los componentes energéticos físico-técnicos y de instalaciones, los estructurales, los funcionales y los materiales elegidos se han integrado obteniendo un buen resultado arquitectónico.

Ampliación de la Escuela Secundaria Giovanni XXIII

air-to-air, natural controlled lighting, low energy consumption, about 20 kWh/m^2 per year and the traditional construction modes of the area. The energy goals have been developed through a specific calculation program and the results of consumption and performance, temperatures, have subsequently been discovered through continue measures on the buildings. The energy components, physical-techniques and engineering, structural, functional, and all the materials employed, have been incorporated into a pleasant architecture.

Enlargement of 'Giovanni XXIII' Secondary School

The request of the clients (municipality of Montebelluna) was to build four new classrooms, in enlargement to the secondary school who had the fewest consumption of energy for their operation. The four new classrooms spread over two floors, with openings oriented South 11° East, exploit direct solar gain. Because of the reduced thermal dispersions due to considerable thickness of the isolation (10-28 cm XPS), the presence of important structural mass of concrete internal and of closure, the proper disposal and size of the windows and of spare air pre-heating through to the one of expulsion, the direct solar gain ensures the 58% of the heat energy required. The supplementary heat is provided by air heat-pumps air to air. The electricity for lighting, ventilation and heat-pumps operation, is provided by photovoltaic panels placed on flat covering.

La voluntad del cliente (Ayuntamiento de Montebelluna, Treviso) era construir cuatro nuevas aulas para ampliar la escuela secundaria, y que éstas gastaran la menor cantidad de energía posible para su funcionamiento. Las cuatro nuevas aulas, ubicadas en dos plantas, con aberturas orientadas a sur 11° este, aprovechan las ganancias solares directas. La ganancia solar, a causa de las pocas pérdidas de calor debidas al considerable espesor del aislante (10-12 cm XPS), de la presencia de una importante masa interior de hormigón estructural y no, de la correcta posición y al correcto dimensionamiento de las ventanas y al precalentamiento del aire de renovación a través el aire de expulsión, garantiza el 58% de la energía térmica solicitada. El calor auxiliar se proporciona a través de unas bombas de calor aire-aire. La energía eléctrica para la iluminación, la ventilación y el funcionamiento de las bombas de calor lo proporcionan los paneles fotovoltaicos situados en la cubierta plana. La producción de energía eléctrica es de 5400 kWh/año, mientras que el consumo de la misma (las dos medidas se refieren a datos observados en el 2008), es de 4785 kWh/año, que corresponde a 20 kWh/m2 año. El control solar estival está garantizado por sistemas de sombreamiento horizontales semitransparentes, mientras la iluminación invernal se regula a través de venecianas colocadas en la cara interior de las ventanas. La renovación del aire se lleva a cabo mediante cuatro ventiladores, uno para cada aula, colocados en el sótano. Los ventiladores cogen el aire exterior, lo filtran y a través un conducto de aluminio Ø 25 cm y 30 metros de largo, dispuesto en el techo, lo llevan a las correspondientes aulas. El aire expulsado de las aulas se recoge en el sótano donde cede parte del calor (más del 50%) al aire de entrada.

En el sótano, se sitúan también las dos maquinas exteriores de las bombas de calor, conectadas a las cuatro unidades interiores (una para cada aula). Las unidades exteriores toman el aire desde el sótano y expulsando el aire hacia el exterior recuperan parte del calor restante a causa del intercambio con el aire de ventilación. El sistema reduce

Electricity production is equivalent to 5400 kWh/year, while its consumption (both measured in 2008) amounts to 4,785 kWh/year, equivalent to 20 kWh/m^2 anno. The summer solar control is assured by horizontal semitransparent sunscreens, while winter lighting shall be regulated by 'venetians' placed internally to the windows. The air replacement shall take place by four fans, one for each classroom, placed in the basement. These ones withdraw it from the outside, filter it and send it, after a path in an aluminium tube of Ø 25 cm, about 30 m long placed to the ceiling, to the corresponding classrooms. The air expelled from the classrooms is sent in the basement where cedes part of the heat (over 50%) to the one in the entrance. In the basement there are also two external machines of heat-pumps, linked to four internal units (one for each classroom). The external units take the air from the basement and while ejecting it outwards shall recover the remaining heat as a result of the exchange with the air of ventilation. The system greatly reduces the possibility of ice formation in heat exchangers of the external units, boosting the COP. The levy-bearing structures are made up of reinforced concrete pillars and 'Predalle' plate ceilings.

The walls are composed of internal walls of cm 12 smoothed bricks of concrete, 28 cm XPS panels and cm 12 external wall in smoothed bricks of concrete. At the pillars, panels in XPS have 10 cm thickness. The ground floor is insulated with 20 cm XPS, while in the roof the insulation becomes 25 cm thick. All the windows are made of wood with safety low-emissivity double glazing and argon gas. All the functions described, engineering, structural and the materials employed, have been integrated in a functional and pleasant architecture. The cost of the intervention built in 2007, has been of 1400,00 €/sqm.

The energy consumption for supplementary heating and the evolution of the internal temperatures in absence of heating, has been calculated using the appropriate dynamic calculation program described earlier. The development of internal and

la posibilidad de formación de hielo en los intercambiadores de las unidades exteriores, aumentando el COP.

La estructura se compone por pilares de hormigón armado y forjado de tipo "Predalles". Los muros se componen en la cara interior y exterior de bloques de hormigón alisado de 12 cm, con paneles interpuestos de XPS de 28 cm. Donde están situados los pilares, los paneles de XPS tienen un grosor de 10 cm. El forjado en la planta baja está aislado con paneles de XPS de 20 cm, mientras que en la cubierta el espesor sube a 25 cm. Todas las carpinterías son de madera con vidrios provistos de cámara de seguridad bajo-emisivos, con gas argón. Todas las funcionalidades ilustradas, instalaciones, estructurales y los materiales empleados se integraron para obtener un resultado arquitectónico funcional y agradable. El coste de la obra finalizada en el 2007 fue de 1400 €/m2.

external temperatures and their reliefs are shown in the graphic number 16. In the same graphic appears the relief of the renewal air of the entrance temperature, placed just a little over the average. In figures 17 and 18, you can notice the importance of the proper orientation for the control of the direct sunlight. In winter the South glass are fully illuminated and, using internal adjustable 'venetians', the light is diverted towards the ceiling. In summer the South glasses are all shaded by the sunscreens, allowing the entrance of the only diffuse light.

The new Nursery School in Contea

Equally, for the new nursery school, the requests from the clients (Municipality of Montebelluna) was to build three sections equipped of canteen and of warmer food, who had the fewest consumption of energy for their operation. The orientation to the South, Southeast and southwest of any openings, both of the classrooms that of all other rooms, allowed the exploitation of direct

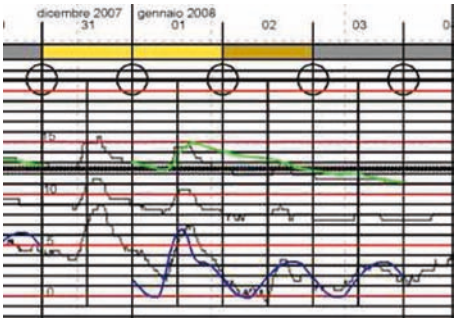


Fig. 16. Sobreposición de la tendencia de la temperatura exterior (azul) e interior (verde) en la simulación por ordenador, considerando los datos de las mismas sin calefacción. Overlap of external (blue) and internal (green) temperatures simulated at the computer, over the datas of relief, in the absence of heating.

Fig. 17. En invierno los ventanales orientados hacia el sur están iluminados por el sol y la radiación directa se controla a través de venecianas regulables colocadas en la cara interior de las ventanas. In winter the South glasses are illuminated by the Sun and the direct light is controlled by internal adjustable 'venetians'.

Fig. 18. En verano las ventanas colocadas al sur están protegidas con láminas tipo parasol. In summer the South glasses are shaded by sunscreens.

Los consumos energéticos de la calefacción auxiliar y la tendencia de la temperatura interior en ausencia de calefacción, se calcularon a través del programa dinámico descripto anteriormente.

La tendencia de la temperatura interior y exterior y la observación de las mismas se recoge en el gráfico de la figura nº 16. En el mismo gráfico, se indican también, los datos de la temperatura de entrada del aire de renovación, en una posición un poco superior a la intermedia. En las imágenes nº 17 y nº 18, se marca la importancia de la correcta orientación para el control de la luz solar directa. En invierno las ventanas-sur están completamente iluminadas y a través el uso de venecianas interiores regulables, la luz se desvía hacia el techo. En verano las ventanas-sur están sombreadas por completo por las láminas parasol, permitiendo la entrada de la radiación solar difusa.

Nuevo Parvulario de Contea en Montebelluna- Treviso (Italia)

Para el nuevo parvulario, la voluntad del cliente (Ayuntamiento de Montebelluna, TV), era construir tres secciones; equipadas con comedor y calientaplatos, que gastasen la menor cantidad de energía posible para su funcionamiento. La orientación sur, sur-este y sur-oeste de las ventanas de las aulas y de los otros espacios permite el aprovechamiento de la radiación solar directa. Como en el caso anterior, las ganancias solares directas abastecen parte de la demanda, en este caso, el 51% de la energía térmica demandada. La energía térmica auxiliar se proporciona a través de bombas de calor aire-aire, pero no se instalaron paneles fotovoltaicos. El consumo de energía eléctrica para la puesta en marcha de las bombas de calor y para la ventilación (17 de Octubre de 2008 – 18 de Junio de 2009) es de 14424 kWh, correspondiente a 22,10 kWh/m2 año. El control solar estival está garantizado por láminas solares metálicas inclinadas, mientras que la iluminación invernal está regulada por venecianas colocadas internamente en las ventanas. La renovación de aire se produce de la forma anteriormente descrita, añadiendo únicamente un colector solar radiation. Similarly for intervention described above, the direct solar gain covers, in this case, 51% of the heat energy required.

The integrative thermal energy is provided by heat-pumps air by air, but have not been installed solar panels. The electricity consumption for the operation of the heat pump and ventilation (17 October 2008- 18 June 2009) is 14424 kWh, amounting to at 22,10 kWh/m^2 year. The summer solar control is assured by sloping sunscreen metal, while winter lighting shall be regulated by 'venetians' placed internally to windows. The air replacement takes place in the same way described in the previous case, with the addition of a collector connected outside ø 30 cm, two large filters and aluminium pipes of different quality. Reduced consumption are results for need for ventilation, given the large classrooms due to greater internal height. The six external units of heat-pumps have been placed, in this case inside the basement also, they exploit the eject air heat and are linked to nineteen internal units.

The structures are made up of reinforced concrete walls 30 cm of thickness, and the floors are on 'Predalle' plates. The load-bearing structures provide a significant and well distributed internal storage, useful for direct solar energy accumulation. The outside walls are made on blades concrete panels, cm 15 XPS on coat and on external wall 12 cm thick concrete smoothed bricks. The ground floor and the coverage were 20 cm of XPS insulated. All doors and windows are wooden, with safety low-emissivity double glazing and argon gas. All functions described, structural, engineering, and all the materials used, have been integrated in a functional and pleasant architecture. The cost of intervention in 2008 amounted to € 1600,00/m^2. The work described relate the first part, devoid of the fourth section, envisaged in the East in the project, and not yet achieved.

Energy consumption for additional heating and trends of the inland temperatures in the absence thereof, has been calculated using the appropriate dynamic calculation program described earlier. We were also

conectado al exterior Ø30 cm, de dos filtros de grandes dimensiones y conductos de aluminio de diferente calidad.

Los consumos debidos a la necesidad de ventilación son bastante contenidos, a causa del tamaño y de la altura de las clases. Las seis unidades exteriores de las bombas de calor, también en este caso se ubicaron en el sótano, utilizan el calor del aire de expulsión y están conectadas a las diecinueve unidades interiores. La estructura sustentante se compone de paredes de hormigón armado con espesor de 30 cm, y los forjados son del tipo "pretalles". La estructura sustentante tiene una buena y bien distribuida masa interior, útil para la acumulación de la energía solar directa. Las paredes exteriores están compuestas por paneles de hormigón armado, por paneles de XPS de 15 cm y, en la capa exterior por bloques de hormigón alisado con espesor de 12 cm. El suelo y la cubierta están aislados con 20 cm de XPS. Todas las carpinterías son de madera con vidrios de cámara de seguridad bajo emisivos, con gas argón. Todas las funcionalidades ilustradas, instalaciones, estructurales y los materiales empleados se integraron para obtener un resultado arquitectónico funcional y agradable. El coste de la obra realizada en el 2008 fue de 1600 €/m2. Las obras descritas se refieren a un primer borrador, en el cual no entra la cuarta sección, prevista en la parte este que todavía no ha sido realizada.

Los consumos energéticos debidos a la calefacción auxiliar y la tendencia de las temperaturas interiores en ausencia de calefacción, se calcularon con la ayuda del programa de cálculo anteriormente descrito.

Además, se han observado las temperaturas interiores de dos aulas (verde y naranja), y la temperatura exterior (azul) durante una semana del mes de Enero. Sin las aportaciones del sistema de calefacción auxiliar, con temperatura media exterior de +0.5º, la temperatura interna media era de +16.5º, con mínimas de 15º durante la noche.

En las imágenes nº 20, nº 21, y nº 22 se denota la importancia de la correcta orientación para el control de la luz solar directa y

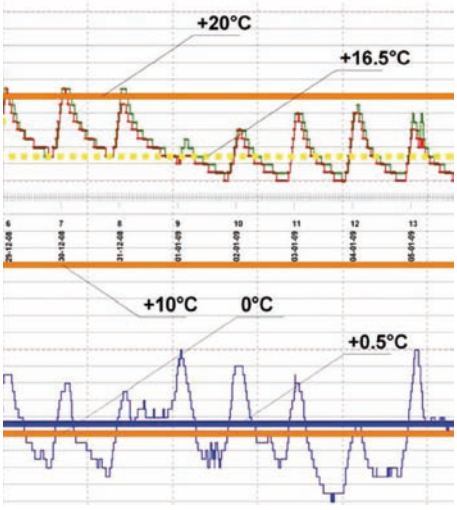


Fig. 19. Se han observado las temperaturas interiores de dos clases (verde y naranja) y la temperatura exterior (azul) durante una semana del mes de enero. Sin las aportaciones del sistema de calefacción auxiliar, con temperatura media exterior de +0.5º, la temperatura interna media era de +16.5º, con mínimas de 15º durante la noche. Measure of temperatures of two classrooms (green and orange) and the outdoor temperature (blue) during a week of January. In the absence of additional heating. At the same time the external average temperature was +0.5 °C, while the inside average temperature was + 16.5 °C, with a minimum of 15 °C at night.

detected internal temperatures of two classrooms (green and orange) and the outdoor temperature (blue) during a week of January (graph 19). In the absence of additional heating, with external average temperature of + 0.5 °C, the inside average temperature was + 16.5 °C, with a minimum of 15 °C at night.

In figure n. 20, 21 and 22 it notes the importance of the proper orientation for the control of direct sunlight and the effects of the climate. In winter the South glasses are fully illuminated and, using interior adjustable 'venetians', the light is turned toward the ceiling.

In summer the South glasses are all shaded by external fixed sunscreen, allowing entry only diffuse light. In winter, a porch on the north side, protects the wall against the effects of the prevailing winds, heavy rain and snow.

Fig. 20. En invierno las superficies acristaladas al sur están iluminadas por el sol y la luz directa se controla a través de venecianas regulables desde el interior de las ventanas. In winter the South glasses are illuminated by the Sun and the direct light is controlled by adjustable internal 'venetians'.

Fig. 21. En verano las superficies acristaladas al sur están sombreadas por lámimas parasoles fijas exteriores. In summer the South glasses is shielded from external fixed sunscreen.

Fig. 22. En invierno un porche situado a lo largo de la pared norte, protege la misma de los efectos de los vientos dominantes, de la lluvia y de la nieve. In winter, a porch on the north side, protects the wall against the effects of the prevailing winds, heavy rain and snow.

Fig. 23. La utilización y el control de la luz natural, además de contribuir al ahorro energético, crea ambientes más acogedores y salubres. The use and the control of natural light, besides contributing to the reduction of consumption, create cozy and healthier environments.

de los efectos del clima. En invierno las superficies acristaladas dispuestas al sur están completamente iluminadas y, a través el uso de venecianas interiores regulables, la radiación se desvía hacia el techo. En verano los ventanales al sur están sombreados por las láminas parasol fijas exteriores, permitiendo sólo la entrada de la luz difusa.

En invierno un porche situado a lo largo de la pared norte, protege la misma de los efectos de los vientos dominantes, de la lluvia y de la nieve.

La utilización y el control de la luz natural, además de contribuir al ahorro energético, crea ambientes más acogedores y salubres (Figura 23)

Recalificación energética del Centro Socio Cultural Montebelluna – Treviso (Italia)

En el año 2009 el Gruppo Naturalistico Bellona de Montebelluna, considerando la posibilidad de que el Ayuntamiento de Montebelluna, dueño del edificio, pudiese conceder la gestión del edificio para poder destinarlo como sede de sus actividades, me encargó un estudio de recalificación energética del edificio, respetuoso con las estructuras principales del inmueble, de los acabados interiores y de la memoria histórica.

El tamaño de los ambientes y la distribución interior satisfacían las exigencias de la asociación, no así las instalaciones eléctricas, pero aún así todos los esfuerzos se pudieron centrar en las labores de reconversión energética.

El edificio, construido en los años sesenta del siglo pasado, está formado por una grande y simple fachada orientada al sur y una fachada norte un poco más articulada. Está ubicado en una colina y está situado en un valioso contexto natural, caracterizado por la presencia de bosques y praderas y algún que otro edificio.

Se trata de intervenir aplicando los conceptos anteriormente descriptos, con el fin de convertir el edificio existente en uno autosuficiente desde el punto de vista de

The use and the control of natural light, besides contributing to the reduction of consumption, create cozy and healthier environments (Figure n. 23).

Energy requalification of socio-cultural Centre. MontebellunaTreviso Italy

In the year 2009, the Group Naturalistic Bellona of Montebelluna, asked me to make a study of energy requalification of the building, which remained the main structures, the interior finishes and the historical memory.

The size of the rooms and the accomodation current already replied to the needs of Association, except arrangement of electrical installations, than attention has been dedicated to energy improvements. The building erected in the 60s of the last century, has a large and simple façade South oriented, and a more articulated North front. It is located over one hills and it is inserted into a prestigious naturalistic context, characterized by forests and meadows, with a rare presence of other buildings and housing. It treated of operate according to the concepts already described, also in order to make the building self-sufficient in terms of energy consumption for heating, ventilation and lighting.

Despite 50 years of construction and of the poor maintenance, especially in recent years, the building appears well preserved, with perimeter and internal bringing masonry massive and intermediate reinforced concrete floor. They are the interesting paving of the ground floor made on tiles. Intervention proposed consist in the use of empty North present volumes to get a compact shape, in the eliminating the coverage at pavilion to the proceeds of a flat cover, in the expansion of all windows South exposed, in the placement of the XPS thickness cm 20-25 thermal insulation on all exterior walls and coverage, to the protection of the external insulation by against-wall in polished concrete blocks and in the replacement actually steel windows with wood and double glass quality windows. In front of cover and sunscreens are installed photovoltaic solar panels and thermal solar panels for generating all the necessary

Fig. 24. El edificio, construidos en los años sesenta, tiene una grande y simple fachada orientada a sur... The building erected in the 60s of the last century, has a large and simple South facade ...

Fig. 25. ....y además un articulado frente norte. ... and a more articulated North front.

los consumos energéticos para calefacción, ventilación e iluminación.

No obstante, aunque ya han pasado 50 años desde su construcción y en estos años las labores de mantenimiento han sido escasas, sobre todo en los últimos años, el edificio se conserva muy bien en todas sus partes, muros perimetrales e internos sustentantes y forjado intermedio en hormigón armado. Particularmente interesante es el suelo en mármol de la planta baja.

Las soluciones propuestas pretenden utilizar los volúmenes vacíos del lado norte, con el fin de obtener una forma compacta, eliminar la cubierta a dos aguas y sustituirla con una plana, la ampliación de todas las ventanas orientadas hacia el sur, añadir el aislamiento térmico en XPS del espesor de 20-25 cm en todas las paredes exteriores y en la cubierta. El aislamiento será protegido en el exterior con una pared en bloque de hormigón alisado y las ventanas serán sustituidas por carpinterías de madera y vidrios de alta calidad.

En la cubierta y en la lámina parasol delantera se instalarán paneles fotovoltaicos y solares térmicos para la generación de la energía necesaria para la utilización del edificio. Además, en el lado sur se colocarán láminas parasol fijas para el control de la radiación solar estival. Mientras, en el lado norte se utilizará una protección semitransparente en

energy for the use of the building. In front of the South facade are placed sunscreens fixed for the summer sunlight control. On the North facade, moreover, we have placed a transparent polycarbonate cover for the protection the wall against the rains prevalent.

As a result of architectural interventions proposed, we used the already described calculation program for verifying of the passive solar energy solutions.

The solar contribution is 65.1% and the additional consumption required for heating and ventilation amounts at 8188 kWh, equal 18,04 kWh/m^2 per year. The electricity produced by photovoltaic panels, with power installed 16 kWhp, is more than enough to feed the air by air heat-pumps, planned in each hall. Overall the manufactured produces more energy than it consumes. The heavy existing wall lets we to accumulate the solar heat and to limit the changing of temperatures.

The South facade is entire sunlit on 21 December (fig 29) and completely shaded on 21 June (fig 30).

The enlargement of the South windows, in addition to the passive solar energy functions and the natural increase of the brightness of the rooms, allows greater and better vision, from inside, of the surrounding landscape (Fig. 31).

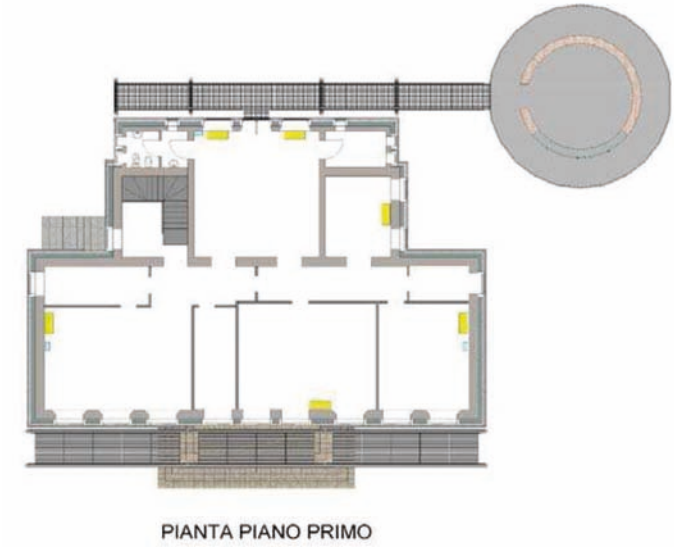


Fig. 26. Planta primera con las soluciones propuestas The first floor plant with the measures proposed.

Fig. 27. Sección norte-sur con las soluciones propuestas. The North South section with the measures proposed

Fig. 28. Vista del edificio desde Norte-Oeste, a obras terminadas. Overall views from North-West at works completed.

policarbonato para proteger el edificio de la lluvia.

Tras proponer las soluciones arquitectónicas descritas se utilizó el programa de cálculo para la verificación energética de las soluciones solares pasivas.

Las ganancias solares son del 65.1% mientras que el consumo de la calefacción auxiliar y de la ventilación es de 8188 kWh, que corresponden a 18.04 kWh/m2 año. La energía eléctrica proporcionada por los paneles fotovoltaicos, que tienen una potencia instalada de 16 kWhp, es más que suficiente para abastecer las bombas de calor aire-aire, previstas en cada ambiente. Globalmente el edificio produce más energía de la que gasta, y la gran masa interna de los muros existentes permite almacenar el calor debido al sol y evita repentinos cambios de temperatura.

La cara sur está completamente iluminada por el sol el 21 de diciembre (Figura 29), y completamente a la sombra el 21 de Junio (Figura 30)

La ampliación de las ventanas en la cara sur, además de satisfacer exigencias energéticas solares pasivas y favorecer la entrada de la luz natural en las habitaciones, permite una mayor y mejor visión del paisaje exterior que rodea el edificio (Foto n° 31).

Fig. 29. La cara sur está completamente iluminada por el sol el 21 de diciembre. The South facade is entire sunlit on 21 December.

Fig. 30. La cara sur está completamente a la sombra el 21 de junio. The South facade is completely overshadowed on 21 June.

Fig. 31. La ampliación de las ventanas en la cara sur permite una mayor y mejor visión del paisaje exterior que rodea el edificio. The enlargement of the South windows allow greater and better vision of the surrounding landscape.

Traducción a español **Translation into Spanish** Raffaelina Loi

papers

comunicaciones

evaluación del efecto de la humedad en el rendimiento energético de los cerramientos sometidos a variaciones higrotérmicas

evaluation of the influence of hygrothermal variations on the energy efficiency of the building envelopes

Autor/es: J. A. Millán[1], I. Gómez[1], M. Odriozola[1], A. Campos[1], A. Apaolaza[2].

Institución: [1]Grupo de Investigación Enedi. Energética en la Edificación, UPV/EHU [2]Laboratorio de Control de la Calidad en la Edificación Departamento de Transportes y Urbanismo del G. Vasco.

Abstract

There are different techniques to assess the risk of surface and interstitial condensation. The Technical Building Code has adopted an standard criteria derived from the Glaser method, a calculation based on monthly averages for the outdoor climate. One objective of this paper is to analyze and compare these results with those obtained applying more accurate dynamic models of analysis, with hourly weather data and variable hygrothermal properties of materials.

Introducción

Para comparar los resultados producidos por la técnica tradicional con los obtenidos por métodos numéricos avanzados de cálculo, se ha seleccionado una solución constructiva de muro compuesto al que se le aplicarán unas condiciones climáticas medias para la producción de condensaciones como es Vitoria (Zona climática E1), y sobre ella, el análisis de la aplicación del modelo propuesto en UNE EN 13788 y del modelo informático.

Descripción del sistema analizado

Composición del muro

La pared está compuesta desde el lado exterior al interior por: 10 cm de prefabricado de hormigón, 4 cm de poliuretano proyectado, cámara de aire de 5 cm, 1 cm de placa de cartón-yeso.

En la Fig. 1 la composición del muro en espesores de los diferentes materiales. También se aprecia en la Fig. 1 la densidad de malla utilizada para la simulación numérica, adoptándose una distribución de mayor densidad en las zonas frontera entre las distintas hojas del cerramiento.

Datos climáticos exteriores

Los datos climáticos medios mensuales utilizados para el cálculo según norma, son los correspondientes a la ciudad de Vitoria

Introduction

In order to compare the results obtained by this traditional method with regards to the advanced numerical methods, a wall under average climate conditions corresponding to Vitoria (E1 cliamtic zone) has been analysed using both methods: the method proposed by UNE EN 13788, based on Glaser method, and the numerical model based on water diffusion model.

Wall description

Wall composition

The wall is composed, from outside to inside, by 10 cm prefabricated concrete, 4 cm of projected polyurethane, air chamber of 5 cm, and 1 cm of plasteboard.

On figure 1 the wall composition is showed. Density of the net used for the simulation can be appreciated, and can be observed the increasing density of the net in the interfaces between the different materials.

Outdoor climatic data

The climatic average data used for the calculation based on the semi-static method are the data of Vitoria, with no correction due to altitude.

Inside conditions

For the inside conditions the spanish standard uses 20 °C of dry temperature.

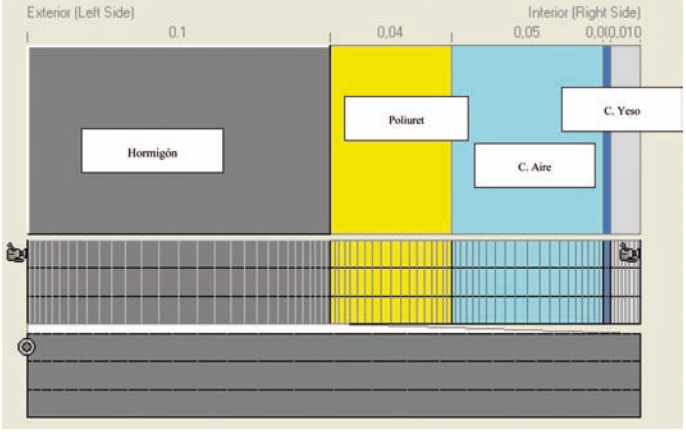


Fig. 1. Composición de la pared y densidad de malla.
Wall composition and density of the net.

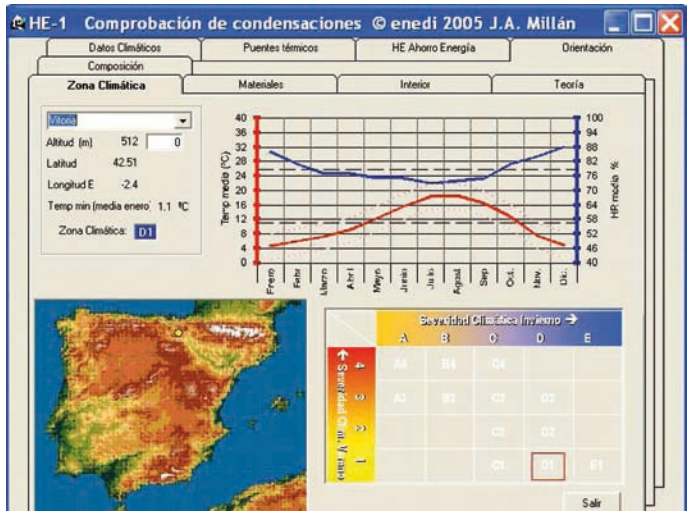


Fig. 2. Datos climáticos exteriores para Vitoria. Valores medios mensuales para la temperatura seca y humedad relativa

External climatic data for Vitoria. Average values of dry bulb temperature and relative humidity.

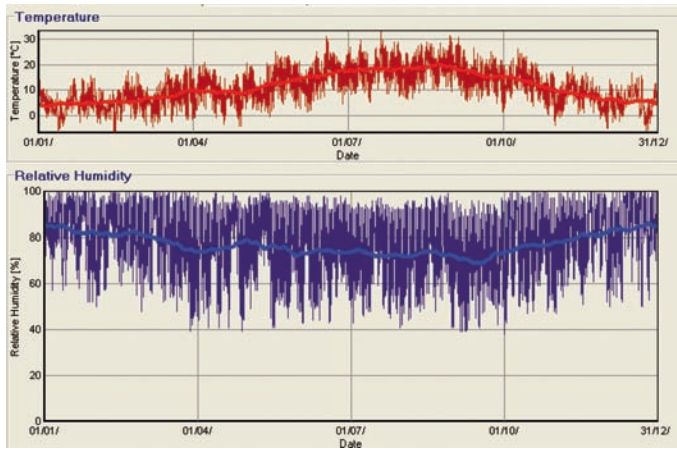


Fig. 3. Datos climáticos exteriores para Vitoria.

External climatic data for Vitoria.

proporcionados por el propio código técnico, sin ninguna corrección por altitud.

Condiciones de higrometría interior

Para las condiciones interiores de cálculo, la normativa del CTE fija para este caso, unas condiciones constantes de 20ºC de temperatura seca. La norma UNE EN 13788 caracteriza la producción de humedad en el interior de los edificios según una clasificación en clases. Se ha adoptado para los cálculos en todos los casos la Case 3, correspondiente a local residencial de uso general. (Fig. 4).

La aplicación de esta clase a las condiciones de humedad interior en base horaria a la

The UNE EN 13788 standard characterizes the inside building moisture production rate according different hygrothermal ranges. For all cases the moisture range 3 has been used, corresponding to a normal use residential building. (figure 4)

The application of this moisture production level generates the following inside relative humidity profile over a year. (Fig.5).

Calculation models

Moisture transport is a very complex phenomenon, and the knowledge about the transport mechanism, the materials´ characterisation and the initial and boundary

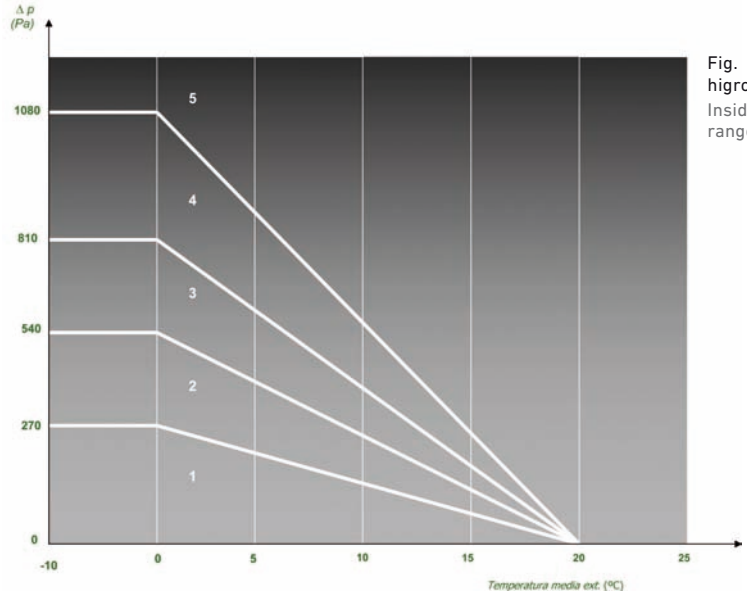


Fig. 4. Clases de higrometría interior.
Inside hygrothermal ranges

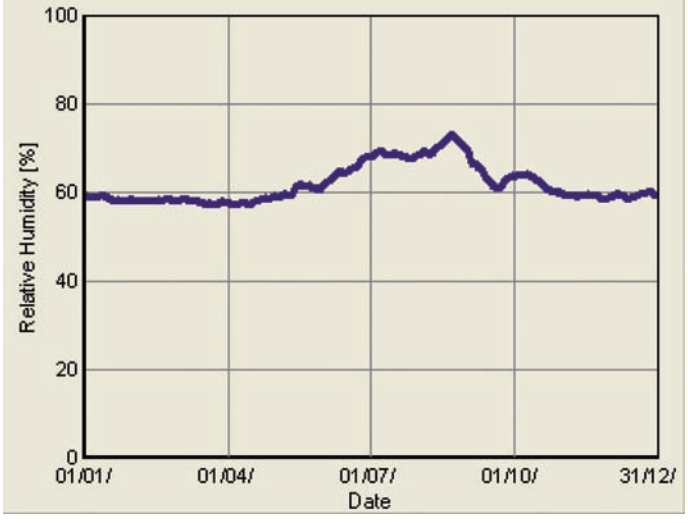


Fig. 5. Perfil anual de humedad relativa interior para Vitoria.
Annual relative humidity profile to Vitoria.

ciudad de Vitoria, genera un perfil anual de humedad relativa interior como el que se ilustra a continuación en la Fig. 5.

Modelos de cálculo

La transferencia de vapor es un proceso muy complejo, y el conocimiento de sus mecanismos de transferencia, las características de los materiales, y las condiciones iniciales y de frontera, son a

conditions are usually not well known neither correctly applied

Modelo del Código Técnico (DB HE-1). Model of the Spanish Technical Code

The Spanish Technical Code for the Edification, on its Basic Document about the Energy Saving (DB HE-1), applies a methodology derived from the UNE EN 13788 standard, which defines the method to obtain

menudo insuficientes, inadecuadas o están todavía en desarrollo.

Modelo del Código Técnico (DB HE-1)

El Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico referente al Ahorro de Energía (DB HE-1), adopta una metodología derivada de la norma UNE EN 13788, de 2002, que proporciona el método de cálculo para obtener la "temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación superficial.

Cálculo de la temperatura superficial para evitar la humedad superficial crítica.

Diversos estudios determinan que el riesgo de la aparición de hongos es evidente cuando la humedad relativa superficial presenta valores superiores al 80% durante varios días. La determinación del riesgo de condensación superficial y formación de mohos depende fundamentalmente de:

• las características climáticas exteriores:

• la calidad térmica del cerramiento, representada por el factor de temperatura superficial interior fRsi de las superficies homogéneas y de los puentes térmicos.

• la producción de humedad interior y de la renovación de aire y ventilación

• las características climáticas interiores

Cálculo de las condensaciones intersticiales

El Código Técnico admite condensaciones intersticiales siempre que no se produzcan sobre capas sensibles del cerramiento, particularmente sobre los materiales aislantes. La normativa hace referencia a los balances anuales de humedad y a la cantidad máxima de humedad acumulada debida a las condensaciones intersticiales. El método no posibilita un pronóstico preciso de las condiciones esperadas de humedad dentro del elemento en condiciones de uso. La siguiente ecuación describe la transferencia de humedad por difusión del vapor de agua en régimen unidimensional:

$$g = \frac{\delta_0}{\mu}\cdot\frac{\Delta p}{\Delta x} = \delta_0\,\frac{p_i - p_e}{s'_{d,T}} \qquad (1)$$

Calculation of surface temperature to avoid the critical surface moisture.

Several studies show that fungi can grow under 80% relative humidity conditions. When this humidity is maintained over the inside surfaces of the envelopes during some consecutive days, the risk of fungi grow is relevant. The determination of surface condensation risk according to this criteria depends on:

• outside climatic conditions

• thermal quality of the wall, represented by de inner surface temperature factor fRsi of the homogeneous surfaces and the thermal bridges

• inside moisture production rate and air renovation and ventilation rate

• inside climatic conditions

Calculation of interstitial condensations

The Technical Code allows interstitial condensations over those layers not sensible of the wall, that is, those layer different from the thermal isolation. The standard refers to the annual moisture balances and the maximum moisture accumulated quantity due to interstitial condensation. The method does not allow making an accurate prediction of the moisture conditions inside the wall. The one-dimensional vapour diffusion is governed by the following equation:

$$g = \frac{\delta_0}{\mu}\cdot\frac{\Delta p}{\Delta x} = \delta_0\,\frac{p_i - p_e}{s'_{d,T}} \qquad (1)$$

where g is expressed on $\left[\frac{kg}{s\cdot m^2}\right]$

being:

$\delta_0 \cong 2\cdot 10^{-10}\, kg/(s\cdot m\cdot Pa)$

$g_c = 0$

δ_0 : Vapour permeability of air

g: density of vapour flow

g_c: condensed water flow density

p_i: inside vapour pressure

p_e: outside vapour pressure

Dado g en: $\left[\frac{kg}{s \cdot m^2}\right]$

Siendo:

$$\delta_0 \cong 2 \cdot 10^{-10}\, kg/(s \cdot m \cdot Pa)$$

$$g_c = 0$$

δ_0 : permeabilidad del vapor de agua en el aire

g: el flujo de vapor de agua por difusión

g_c: el flujo de agua condensado en la interfase

p_i: presión de vapor interior

p_e: presión de vapor exterior

$s'_{d,T}$: el espesor de aire equivalente $(\Delta x \cdot \mu)$

Δx: espesor de material

Si se producen condensaciones intersticiales, el balance de materia nos proporciona la expresión para el cálculo de la cuantía de las mismas durante el periodo considerado.

$$g_c = \delta_0 \left(\frac{p_i - p_c}{s'_{d,T} - s'_{d,c}} - \frac{p_c - p_e}{s'_{d,c}} \right) \quad (2)$$

Modelo para la simulación numérica

El modelo de cálculo unidimensional utilizado para el transporte de calor y de humedad a través de los cerramientos de la edificación, se puede representar a través de las siguientes ecuaciones diferenciales. El programa de cálculo numérico utilizado, trabaja la resolución de estas ecuaciones por medio de las diferencias finitas.

Transferencia de calor:

$$\frac{\partial H}{\partial \vartheta} \frac{\partial \vartheta}{\partial} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial \vartheta}{\partial x} \right) + h_v \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\delta}{\mu} \frac{\partial p}{\partial x} \right) \quad (3)$$

Transporte de Humedad:

$$\rho_w \frac{\partial u}{\partial \varphi} \frac{\partial \varphi}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\rho_w D_w \frac{\partial u}{\partial \varphi} \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\delta}{\mu} \frac{\partial p}{\partial x} \right) \quad (4)$$

$s'_{d,T}$:: equivalent air width $(\Delta x \cdot \mu)$

Δx: material width

If interstitial condensations occur, the mass balance results on the expression for the condensed water quantity.

$$g_c = \delta_0 \left(\frac{p_i - p_c}{s'_{d,T} - s'_{d,c}} - \frac{p_c - p_e}{s'_{d,c}} \right) \quad (2)$$

Numerical simulation model

The one–dimensional model used for heat and moisture transport trough building envelope, is based on the following differential equations. The simulation program solves these equations by finite differences approach.

Heat transfer:

$$\frac{\partial H}{\partial \vartheta} \frac{\partial \vartheta}{\partial} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial \vartheta}{\partial x} \right) + h_v \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\delta}{\mu} \frac{\partial p}{\partial x} \right) \quad (3)$$

Moisture transfer:

$$\rho_w \frac{\partial u}{\partial \varphi} \frac{\partial \varphi}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\rho_w D_w \frac{\partial u}{\partial \varphi} \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\delta}{\mu} \frac{\partial p}{\partial x} \right) \quad (4)$$

where:

Symbol	Property	Unit
D_w	Liquid transport coefficient	m2/s
H	Wet material volumetric enthalpy	J/m3
h_v	Latent heat of vaporization of water	J/kg
p	Vapour partial pressure	Pa
u	Moisture content of material (volumetric)	m3/m3
δ	Water vapour diffusivity in air	kg/msPa
ϑ	Temperature	°C
μ	Vapour diffusion resistance factor	[-]
ρ_w	Water density	kg/m3
λ	Thermal conductivity of the material	W/mK
φ	Relative humidity	[-]

Table 1. Nomenclature for the heat and moisture transfer equations.

en las que para cada término tenemos:

Símbolo	Propiedad	Unidades
D_w	Coeficiente de transporte de líquido	m2/s
H	Entalpía del material húmedo (volumétrica)	J/m3
h_v	Calor latente de vaporización del agua	J/kg
p	Presión parcial de vapor	Pa
u	Contenido de agua del material (volumétrico)	m3/m3
δ	Difusividad del vapor de agua en el aire	kg/msPa
ϑ	Temperatura	ºC
μ	Factor de resistencia a la difusión del vapor	[-]
ρ_w	Densidad del agua	kg/m3
λ	Conductividad térmica del material	W/mK
φ	Humedad relativa	[-]

Tabla 1. Símbolos y unidades empleadas.

Resultados

Condensación superficial

Los resultados obtenidos aplicando el CTE HE-1 presentan reducido riesgo de condensación, puesto que el valor del factor de temperatura superficial (fRsi)es superior al admitido por la norma como mínimo (0,8457 > 0.616) por lo que cumple las condiciones del Código Técnico.

Condensaciones Intersticiales

Aplicando la normativa propuesta en el CTE, obtenemos condensación intersticial en la capa de hormigón, en los meses de diciembre, enero y febrero, y evaporación en marzo y abril, teniendo ya en el mes de mayo toda la condensación producida reevaporada, por lo que cumpliría los requisitos del código técnico HE-1. A continuación se presenta la evolución del contenido total de humedad en los materiales a lo largo del periodo de cálculo, para datos climáticos horarios y medios mensuales (Fig. 6)

Variación de la transmitancia térmica

El uso de programas de simulación higrotérmica avanzada, permite analizar

the "inner surface temperature to avoid surface condensations".

Calculation of surface temperature to avoid the critical surface moisture.

Several studies show that fungi can grow under 80% relative humidity conditions. When this humidity is maintained over the inside surfaces of the envelopes during some consecutive days, the risk of fungi grow is relevant. The determination of surface condensation risk according to this criteria depends on:

• outside climatic conditions

• thermal quality of the wall, represented by de inner surface temperature factor fRsi of the homogeneous surfaces and the thermal bridges

• inside moisture production rate and air renovation and ventilation rate

• inside climatic conditions

Calculation of interstitial condensations

The Technical Code allows interstitial condensations over those layers not sensible of the wall, that is, those layer different from the thermal isolation. The standard refers to the annual moisture balances and the maximum moisture accumulated quantity due to interstitial condensation. The method does not allow making an accurate prediction of the moisture conditions inside the wall. The one-dimensional vapour diffusion is governed by the following equation:

Results

Surface condensation

The results obtained applying the CTE HE-1 show a low condensation risk, due to the surface temperature factor (fRsi) is higher than that allowed by the standard as a minimum (0,8457> 0,616), so fullfilling the Technical Code requirements.

Interstitial Condensation

Applying the CTE standard, interstitial condensation is found to happen within the concrete layer, in the months of December, January and February, and

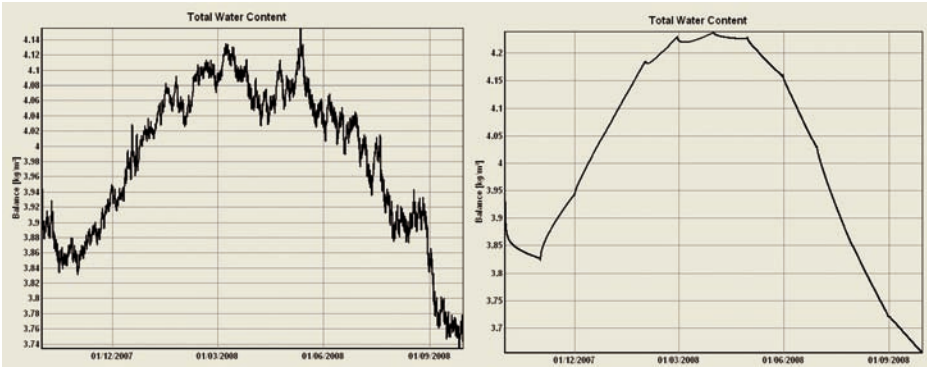


Fig. 6. Salida gráfica del programa. Evolución del contenido total de humedad en la simulación anual con datos climáticos horarios y medios mensuales.
Graphical output of the program. Evolution of total moisture content in the simulation times annual climate data and monthly average..

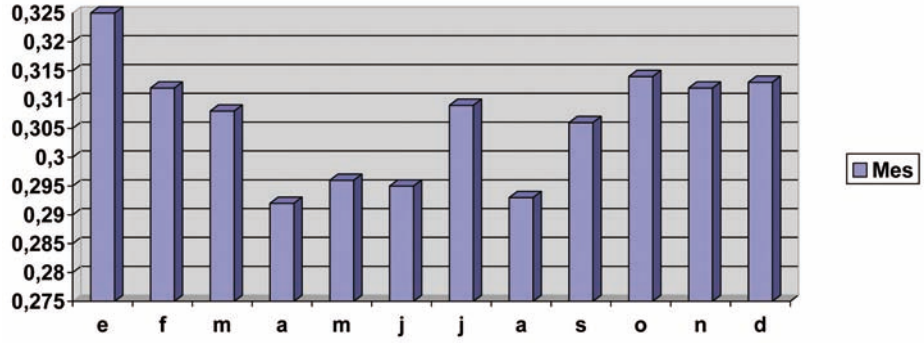


Fig. 7. Gráfica de evolución mensual del valor medio de la transmitancia térmica.
Monthly evolution of the average value of thermal transmittance.

conjuntamente la transferencia de calor y humedad, y posibilita correlacionar la variación de conductividad térmica con el contenido de humedad de los materiales. Estos parámetros influyen muy directamente en la respuesta térmica del cerramiento. Y en los contenidos de humedad alcanzados.

En la Fig. 7 se observa la variación a lo largo del año de la transmitancia térmica del cerrramiento, y las líneas que delimitan los valores de transmitancia térmica con los materiales totalmente secos y con humedad crítica.

Valor de la transmitancia térmica de construcción seca: Useco= 0.293 W/m^{2}K

evaporation in March and April. As in May all the condensation is re-evaporated, the requirements of the HE-1 technical code are met. Below, the annual evolution of the total moisture content in the materials is shown on an hourly-basis (Fig.6).

Variation of the thermal transmittance

The use of advanced hygrothermal simulation tools, allows to join the heat and mass transport analysis, enabling the correlation between the variation of thermal conductivity and moisture content of materials. These parameters directly influence on the thermal response of the enclosure and in the moisture content.

Valor de la transmitancia térmica a humedad crítica: Ucrit = 0.321 W/m^{2}K

Estas variaciones afectan de forma determinante a las pérdidas energéticas del edificio a través de los cerramientos, pudiendo suponer fácilmente incrementos superiores al 10% para cerramientos típicos como el analizado.

Conclusiones

El método Glaser ha sido un método común para evaluar el equilibrio higroscópico en un cerramiento teniendo en cuenta la difusión del vapor en su interior. Sin embargo, este método no permite considerar el transporte de humedad capilar en el componente, ni la capacidad de almacenamiento de humedad por adsorción, los cuales reducen el riesgo de daños en caso de condensación. Por todo ello su aplicación está limitada a las estructuras ligeras. Sin embargo, en muchas ocasiones, en los edificios se emplean materiales higroscópicos en sus cerramientos, y por otra parte, la reducción de los plazos de ejecución conlleva una mayor presencia de humedades de construcción, por lo que es necesario emplear modelos que permitan evaluar el comportamiento del cerramiento bajo condiciones transitorias y que permitan así considerar las variaciones en la capacidad de almacenamiento de humedad de dichos materiales. De esta forma, el método Glaser no es apto para evaluar situaciones derivadas de la presencia de humedad de construcción, las precipitaciones, o humedad ascendente, siendo necesaria en estos casos una simulación empleando métodos dinámicos.

In Fig. 7, the annual evolution of the thermal transmittance of the enclosure is presented together with the thermal transmittance values of completely dry materials (blue line) and critical moisture (red line). Thermal transmittance value of dry construction: Udry = 0.293 W / m^2 K and Thermal transmittance value of the wet construction (with critical moisture content): Uwet = 0.321 W / m^2 K.

These variations affect decisively the energy losses through the enclosures of the building, easily amounting to more than 10% increases for typical walls as the tested one.

Conclusions

The Glaser method has been a common method used to evaluate the hygroscopic equilibrium in an enclosure taking into account the vapor diffusion through the wall. However, this method does not allow considering neither the capillary moisture transport component nor the capacity storage of moisture adsorption, which reduces the risk of damage in case of condensation. Therefore its application is limited to light structures. Moreover, in practice many hygroscopic building materials are very often, and on the other hand, the reduction of execution times leads to an increased presence of damp building, making it necessary to use models to evaluate the performance of the cladding under transient conditions and to allow considering the variations in moisture storage capacity of such materials. Thus, the Glaser method is not suitable to evaluate situations arising from the presence of moisture in building, rainfall, or rising damp, needing in these cases a simulation to be done using dynamic methods.

Referencias

Castro C.«El código técnico de la edificación y las condensaciones en sistemas constructivos de cubierta plana». AI, Diciembre 2005, pp. 16–19.

Künzel, H.M.: Moisture Risk assesment of roof constructions by computer simulations in comparison to the standard Glasser Method. International Building physics conference. Eindhoven 2000.

Normas UNE EN 13788, Aenor 2002.

Solé, J. «Cálculo de Condensaciones Intersticiales». MI, 2002. pp. 113-116

References

Castro C.«El código técnico de la edificación y las condensaciones en sistemas constructivos de cubierta plana». AI, Diciembre 2005, pp. 16–19.

Künzel, H.M.: Moisture Risk assesment of roof constructions by computer simulations in comparison to the standard Glasser Method. International Building physics conference. Eindhoven 2000.

Normas UNE EN 13788, Aenor 2002.4

Solé, J. «Cálculo de Condensaciones Intersticiales». MI, 2002. pp. 113-116

“villamenta” proyecto de alojamiento rural sostenible y vivienda en llerana (cantabria)

“villamenta” a project of a sustainable rural housing and a house in llerana (cantabria)

Autor/es: Javier Romero Soto y Elena Valenzuela García.

Institución: Arquitectos

Abstract

APPROACH.

“Villamenta” will be a sustainable rural housing and the owners house, with gardens, farm, lagoon...

The urban land is limitated by distances to the river and the road.

We look for volumetric compacity and bioclimatic strategies (climograms):

Olgyay (exterior):we need solar radiation. Shading element open to breezes in summer zone.

Givoni (interior): we need passive solar heating, direct captation, accumulation in surfaces.

PROJECT

The house is a one floor prismatic volume, the land maintains natural under it.

The rural housing has two square floors. In the ground floor we locate on the north the service spaces, on the east the accesible room, and a common space with a west porch. In the first floor there are 5 bedrooms with bathroom and south balcony, and a library in the north.

Natural and ecological materials. Ground floor of the housing with stone walls. First floor and house are “wooden boxes”. Thermal isolation: cork panels. Recicled road pavement. Rainwater accumulation. Flat green roofs.

Highly efficient installations, renewable energies.

Solar panels, biomass heater, heating floor.

Organic residues for compostage.

Natural depuration system: reed bed.

The land actions for drainage and earth support will be done with biological engineering technics, using alive vegetal materials.

Planteamiento del proyecto

El programa del que partimos para desarrollar este proyecto consistía en la construcción de un edificio para alojamiento rural con 6 habitaciones dobles, y la vivienda de los propietarios, preferiblemente en otro pequeño edificio aparte. Contábamos también desde el comienzo con la propuesta de enfocar la actuación desde un punto de vista ecológico y de sostenibilidad.

En este sentido queremos resaltar 3 puntos importantes de reflexión durante el proceso:

• La ubicación de las edificaciones se define al interpretar el programa en relación con el entorno cercano (análisis de la parcela) y lejano (paisaje).

• La resolución de la conexión a las infraestructuras en este tipo de localizaciones es decisiva para minimizar impactos (en este caso destaca el saneamiento).

• Los materiales tradicionales se reinterpretan "tecnológicamente" (dimensión, colocación, función, tratamiento...) y se complementan con otros para conseguir la integración sin mermar la eficiencia.

Condicionantes de partida y estudios previos

Planeamiento urbanístico: NNSS de Saro.

Parcela de 5.867 m^2, clasificada en parte como suelo no urbanizable y en parte como núcleo rural asimilable a suelo urbano, 2.752 m^2.

• Edificabilidad: 0´2 m^2 / m^2. Parcela mínima: 1.000 m^2.

Approach to the project

The basis programme to develop this project was the construction of a building to be used for rural housing with 6 double rooms, and the owners house, preferably in another small separated building. We also had from the begining the proposal of looking at the project process from an ecological and sustainable point of view.

In this direction we want to notice 3 important points to think of during the process:

• The resolution of the infraestructures connection in this kind of location is definitive to minimize impacts (sewage stands out in this case).

• The traditional materials are "technologically" reinterpreted (dimension, location, function, treatment...) and complemented with others to get integration without decreasing efficiency.

Starting conditions and previous studies

Urban development planning: Saro´s "NNSS".

Plot of 5.867 m^2, a part clasified as non urban land and another part as "rural core", assimilable to urban land, 2.752 m^2.

• Edificability: 0´2 m^2 / m^2. Minimum plot: 1.000 m2.

• Distance to boundaries: 5 m. Distance between buildings: 10 m. Maximum dimension: 20 m.

• Cornice height: 6 m. Flat roof prohibited. Maximum projecting: 1 m.

• Aesthetic conditions and materials should integrate in the zone.

Fig.1. Foto aérea y vistas de la parcela. Aerial photograph and views of the plot.

• Distancias a linderos: 5 m. Distancias entre edificaciones: 10 m. Máxima dimensión: 20 m.

• Altura de cornisa: 6 m. Cubierta plana prohibida. Vuelo máximo: 1 m.

• Condiciones estéticas y materiales integrados en la zona.

Carreteras Autonómicas: hay que solicitar permiso de acceso y construcción.

• Distancia a construcciones: 10 m desde el borde del aglomerado.

Confederación Hidrográfica: hay un río muy cercano y un pequeño arroyo en la parcela.

• Distancia a construcciones: 5 m del cauce.

• Necesario estudio de inundabilidad: parcela no inundable según la línea de avenida de 500 años.

Estudio geotécnico: 1 sondeo y 2 penetrómetros. Depósitos aluviales de terraza y fondo de valle.

• Nivel freático: cota 47´90 m (3 m de profundidad de la plataforma del terreno donde construir).

• Agua: agresividad media al hormigón.

• Tensión admisible: 1 Kp / cm^2.

Infraestructuras:

• Telefonía: se solicita soterramiento del tendido: lo retirarán y aportarán el cable, y la propiedad se hará cargo de la obra civil.

• Saneamiento: no existe red municipal en la zona, por lo que es necesario realizar la depuración de aguas residuales en la propia parcela.

Estudio bioclimático: solicitamos datos del observatorio más cercano y realizamos los climogramas.

OLGYAY: ambiente exterior.

Meses fríos: en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre, necesitamos radiación solar para alcanzar el confort.

Meses cálidos: en los mediodías de junio y octubre necesitamos sombreamiento. En las

Regional Roads: it is necessary to request permission of access and construction.

• Distance to constructions: 10 m from the edge of the tarmac.

Hydrografic Federation: there is a very close river and a small creek in the plot.

• Distance to constructions: 5 m from river bed.

• It´s necessary a flood study: the plot won´t be flooded according to the 500 years flood line.

Geotechnical study: 1 probe and 2 penetration surveys. Alluvial deposits of terrace and valley bottom.

• Phreatic level: 47´90 m (3 m deep from the land platform for building).

• Water: medium aggressivity for concrete.

• Admissible tension: 1 Kp / cm^2.

Infrastructures:

• Telephony: cable burial is requested: the company will take it away and provide the new cable, and the owners will do the civil work.

• Sewage: there is no local conduction in this zone, so we need to do the waste water treatment in our plot.

Bioclimatic study: we asked for the climate data of the nearest observatory and t we made the climograms.

OLGYAY: outside ambient conditions.

Cold months: during January, February, March, April, November and December, we need solar radiation to achieve comfort conditions.

Warm months: at noons in June and October we need shading. At noons and central hours in July, August and September we need shading and sometimes natural ventilation.

Strategies: we need to have the main part of the plot we want to enjoy for the whole year exposed to solar radiation, and locate a shadow element and a zone open to afternoon summer breezes for the warm months (1 m / s is enough).

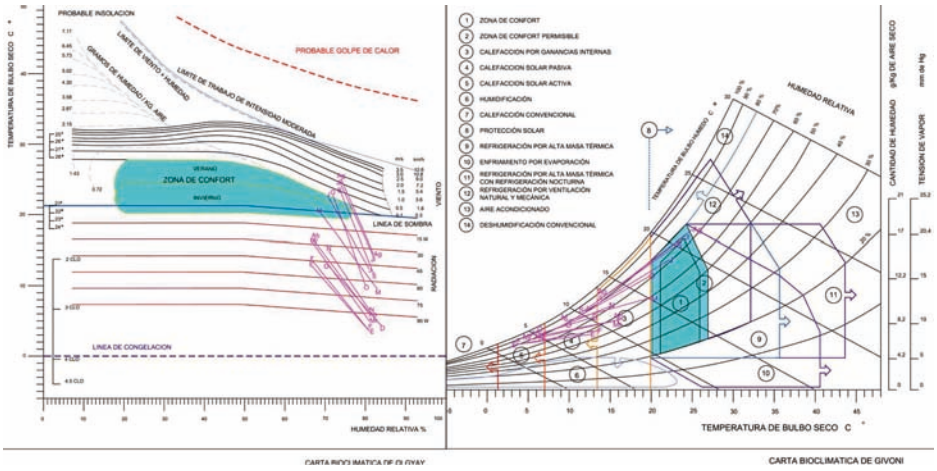


Fig 2. Climogramas. Climograms

horas centrales y mediodías de julio, agosto y septiembre necesitamos sombreamiento y en algunas horas ventilación natural.

Estrategias: debemos conseguir que la mayor parte posible de la parcela que queremos disfrutar durante todo el año esté expuesta a la radiación solar, y disponer para los meses cálidos de un elemento de sombra, dejando expuesta a las brisas vespertinas de la estación veraniega la zona que queramos utilizar en esta época (1 m/ s es suficiente).

GIVONI: ambiente interior.

Meses fríos: necesitamos calefacción solar pasiva en enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre. Durante las noches más frías de enero, febrero, marzo y diciembre necesitamos calefacción solar activa.

Meses cálidos: necesitamos protecciones solares los mediodías y las horas centrales de julio, agosto y septiembre, y los mediodías de junio Durante las horas centrales de mayo, junio, octubre, y los mediodías de marzo y abril, llegaremos al confort mediante las ganancias térmicas internas debidas a la ocupación del edificio.

Estrategias: en cuanto a la calefacción por aprovechamiento pasivo de la energía solar, optamos por sistemas de captación directos, adaptando las características de los huecos, las carpinterías y el vidrio de modo que

GIVONI: inside ambient conditions.

Cold months: we need passive solar heating during January, February, March and December. During the coldest nights of January, February, March and December we also need to use active solar heating.

Warm months: We need solar protections at noons and central hours of July, August and September, and at June noons. During the central hours of May, June, October, and at the noons of March and April, we achieve the comfort conditions by the thermal internal earnings due to the buildings occupation.

Strategies: about passive heating by solar energy, we choose direct captation systems, adapting the openings characteristics, the framings and the glass, so that the solar radiation comes in and is accumulated in the surrounding surfaces, and there is even a reflexion income. The energy storage will happen in the mass of the materials that will build the rooms: walls, ceilings, floors. The captation elements are also accumulating and regulating the calorific energy (roof, facades).

When we are in a location with a climate like the one we have in Villacarriedo surroundings, with our adequate orientation and design it will NEVER be necessary to install air conditioning or conventional heating, we could get the comfort conditions

se produzca una entrada de la energía solar y acumulación en las superficies perimetrales, e incluso una entrada por reflexión. La acumulación se producirá en la masa de los materiales con los que se construyan los recintos: paredes, techos, suelos. Los elementos captores son a la vez acumuladores y reguladores de la energía calorífica (cubierta, fachadas).

Para una localización con un clima como el del entorno de Villacarriedo, con orientación y diseño adecuados NUNCA sería necesario instalar aire acondicionado ni calefacción convencional, podríamos conseguir las deseadas condiciones de confort por medios menos gravosos energéticamente, pasivos en gran medida, más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

Solución adoptada

Una vez analizada la parcela la primera decisión es la de tratar todo el terreno como un conjunto en el que desarrollar el proyecto de lo que se denominará "Villamenta", integrándolo de modo que todos los espacios tengan un modo de ser disfrutados por los visitantes, que no haya rincones desaprovechados, a pesar de que toda la construcción se desarrollará en la zona urbana de la parcela: zona de huerta y frutales, jardín botánico, pequeña granja o zona para tener algunos animales, laguna de aspecto natural para crear ecosistema acuático, etc.

Observadas las limitaciones de distancias a linderos, al cauce del arroyo, a la carretera, y distancia mínima entre las edificaciones, el espacio en que podemos ubicar la construcción queda bastante reducido, y condicionado además por la topografía. Así, hemos optado por ubicar la vivienda en el pequeño área de movimiento al este del arroyo, y el edificio para alojamiento rural al otro lado del mismo, ambas ajustadas a la mínima distancia de la carretera para no meternos demasiado en la parte más pendiente y húmeda, y además la posada ajustada a la línea de clasificación del suelo urbano, para aprovechar mejor la plataforma del terreno.

we want to have by less energy cost methods, mainly passive ones, more sustainable and environmental friendly.

Adopted solution

Once we analyzed the plot, the first decision was to treat the whole land as a set in which we will develope the project that will be called "Villamenta", so that all the spaces have a way of being enjoyed by the guests, without unused corners, although all the built elements will be developed in the urban part of the plot: an organic vegetables and fruit trees zone, a botanical garden, a little farm or zone to have some animals, a natural lagoon to create an aquatic ecosystem, etc.

If we observe the distance limitations to the plot limits, the small river, the road, and minimum permited distance between buildings, the space in which we can place the constructions is briefly reduced, and it´s also affected by the topographic conditions. So, we have opted to place the house in the small possible area at the east side of the river, and the rural housing building at the other side, both of them close to the minimum distance from the road so that we don´t go too much into the most humid and slopy part, and also the "posada" is aligned to the urban land clasification line, for better use of the land platform.

Strategies derived from the bioclimatic study are applied to both constructions, with spaces open to south orientation to get the solar radiation that helps improving energy saving and comfort condicions, creating outside living spaces protected from the wind and the excessive sun, using natural cross ventilation, etc. Also the constructions have a high volumetric compacity, that helps to improve energy saving.

There have been successive versions of the project, they have evolved with the arrival of the sectorial reports and because of our talks with the owners. We agreed a basic project and we requested the building license with it, although afterwards we have made little changes in distribution, tending to have more compacity.

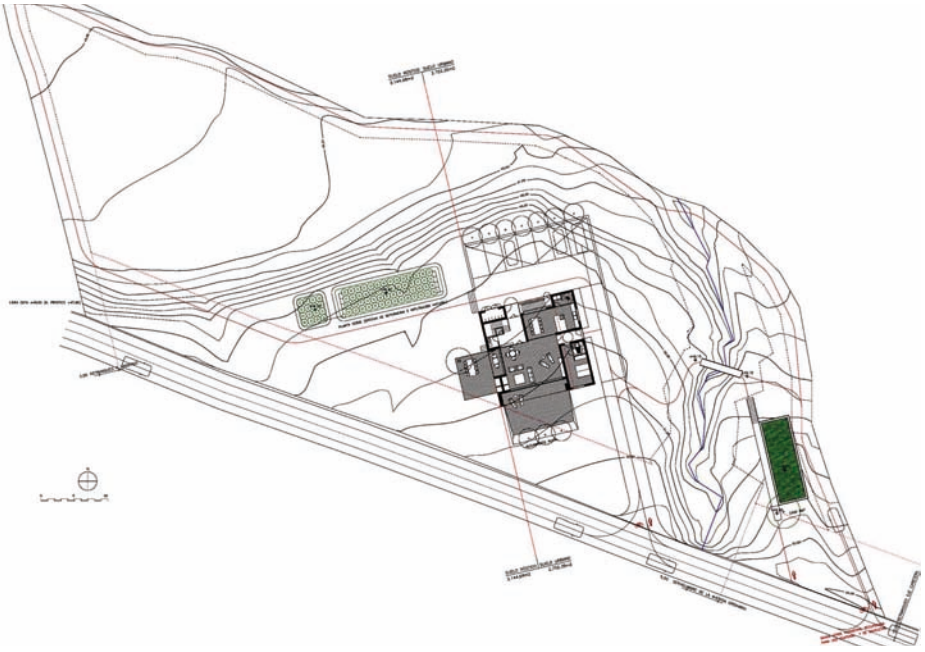


Fig 3. Plano de parcela. Plot plan.

En ambas construcciones se han aplicado las estrategias derivadas del estudio bioclimático, orientando los espacios abiertos al sur para captar la radiación solar que ayude a mejorar las condiciones de ahorro de energía y confort, procurando espacios de estancia exterior a resguardo de los vientos y a resguardo del excesivo soleamiento, utilizando mecanismos de ventilación natural cruzada, etc. Son además construcciones de una compacidad volumétrica elevada, lo cual favorece el ahorro energético.

Ha habido sucesivas versiones del proyecto, que han evolucionado al llegar los informes sectoriales y por conversaciones con los propietarios. Consensuamos un proyecto básico con el que solicitamos licencia, sin embargo después hemos hecho pequeños cambios en la distribución, tendiendo a una mayor compacidad.

La vivienda se plantea como un volumen prismático de una sola planta de eje norte-sur, sustentado sobre pilares, bajo el cual el terreno mantiene su aspecto natural. Se accede a ella por el camino existente, donde se estacionará el vehículo junto a la casa,

The house is a prismatic volume, just one floor with a north-south axis, helded over posts, and under it the earth maintains its natural aspect. It is accessed from the existing path, where the vehicule could be parked, beside the house.

The rural housing building is distributed in two floors, it´s an almost square shaped plan volume, with two outing parts:one on the south-east that keeps the disabled room, and another on the north-west that contains the stairs, the bicycle storage and some of the installations. On the ground floor all the service spaces and a dinnig-room are located on the north, east is the accessible room with its own entrance, and the rest is a diaphanous common space for living-eating-playing, with a covered porch at west and a double chimney (inside and outside). On the first floor there are five more rooms, all of them have their own bathroom, 4 of them their own terrace oriented to south and the other a bigger garden one oriented to east. In the north part we place a common space for living-library, and the service spaces.

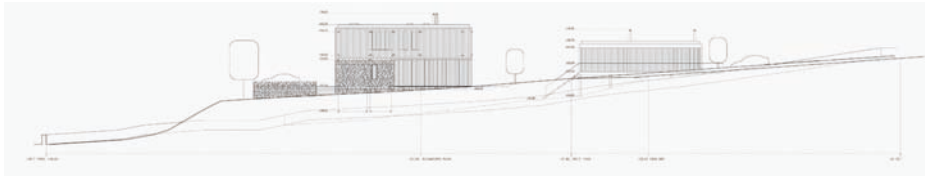


Fig 4. Sección norte-sur. North-south section.

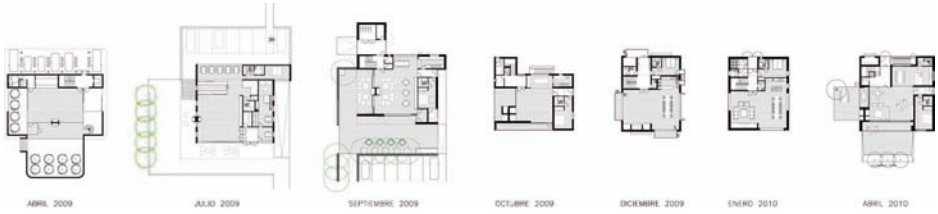


Fig 5. Evolución de la planta baja del alojamiento rural. Evolution of the rural housing ground floor.

aunque a requerimiento de Carreteras este acceso quedaría eliminado puesto que sólo admiten uno.

El edificio de alojamiento rural se distribuye en dos plantas, es un volumen de planta prácticamente cuadrada, con dos salientes: uno al sureste que corresponde a la habitación adaptada, y otro al noroeste que contiene la escalera, el almacén de bicicletas y parte de las instalaciones. En la planta baja se ubican al norte todos los espacios de servicio y un comedor, al este la habitación accesible con su propia entrada, y el resto es un espacio común diáfano de estar-comedor-juegos, con un gran porche cubierto al oeste, y una doble chimenea interior-exterior. En planta primera se sitúan otras 5 habitaciones, todas con su baño, 4 de ellas con su pequeña terraza orientada hacia el sur y la otra con una terraza mayor ajardinada al este. En la parte norte se coloca un espacio común de estar-biblioteca, además de espacios de servicio.

Las cubiertas se hacen planas ajardinadas transitables sólo para mantenimiento, recuperándose como suelo verde el espacio ocupado en parcela. En cubierta se colocan los preceptivos paneles solares térmicos para obtención de agua caliente, en la parte norte para menor impacto visual desde la carretera.

The roofs are flat gardens, passable just for manteinance, so we recover as a green floor the covered area in the plot. On the roof we locate the obligatory thermal solar panels to obtain warm water, over the north part, to make smaller the visual impact from the road.

The project materials are as natural and ecological as possible. About facades, rural housing ground floor is planed to be stone wall, with big slide glass openings. The upper floor of the rural housing and the small house are designed like real "wooden boxes", with vertical louvres. The moving parts of the boxes, opened in the openings, form the shutters when the boxes get closed. All the wood has to be FSC.

Thermal isolation will be made of cork panels.

About the installations, we propose they have high efficiency and they use renovable energies.

The rain water is collected to be used for bathroom tanks and irrigation.

We use heating floor, as it works in low temperatures it is perfect to use the accumulated water from the thermal solar panels. The supplementary heater will work with biomass (pellets), so we could say there are 0 emissions.

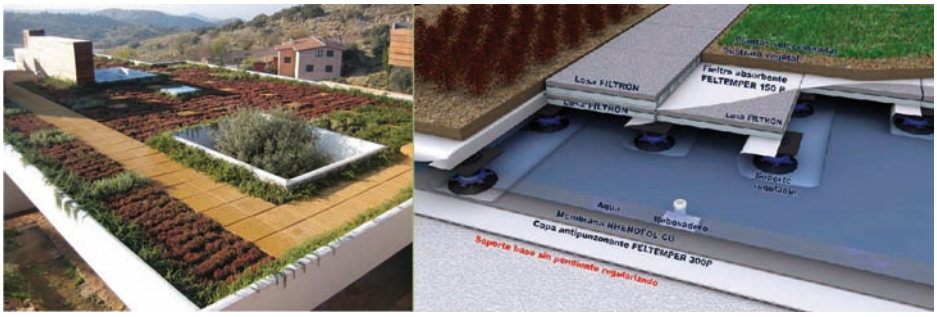


Fig.6 Cubierta verde con acumulación de agua de lluvia y vegetación autóctona.
Green roof with rain water accumulation and autochthonous vegetation

Los materiales empleados son en lo posible naturales y ecológicos. En cuanto a las fachadas, la planta baja del alojamiento rural se plantea en muro de piedra, y con huecos acristalados correderos. La planta alta del alojamiento rural y el volumen de la vivienda se diseñan como verdaderas "cajas de madera", con un despiece vertical uniforme. Las partes móviles que se abren en los huecos, forman las contraventanas cuando las cajas se cierran. Se exigirá que todas las maderas sean FSC.

El aislamiento térmico se hará con planchas de corcho aglomerado.

En cuanto a las instalaciones, se procura su eficiencia y el uso de energías renovables.

Se acumula agua de lluvia para su uso en cisternas y riego.

La calefacción va por suelo radiante, que al funcionar a baja temperatura es idóneo para poder usar el agua acumulada de los paneles solares térmicos. La caldera de apoyo será de biomasa (pellets), con lo que pueden considerarse 0 emisiones.

Los residuos orgánicos y las cenizas de la caldera de biomasa irán a pilas de compostaje, para obtener abono que se utilizará en el huerto y el jardín.

Se ha planteado un sistema de depuración natural por lagunaje a base de juncos, que a pesar de ser novedoso para nosotros lleva muchos años utilizándose, sobre todo en Alemania. Este sistema cumplirá las mismas exigencias que un sistema de depuración convencional, con la ventaja

The organic residues and the ashes from the biomass heater will go to compostage piles, to obtain the fertilizer for the vegetables zone and the garden.

We have planned to install a natural depuration system, with a reed bed, that although is new for us it has been used for many years, mostly in Germany. This system will have the same quality results than a conventional one, with the advantage of a very natural aspect, and it can perfectly be integrated like one more element of the rural landscape. Its location has changed when we knew the phreatic level. The system consists of: refine, lagoon and infiltration. The engineer who has made the depuration project went to Germany to know actual examples and a technician there has contributed with her experience. In spite of the difficulties, we have obtained the spillage authorization.

The garden lighting will be done by solar energy lights.

Also, the land actions for drainage and earth support will be done mainly with biological engineering technics, where natural elements and alive vegetal materials are used for the works, avoiding conventional civil works that are environmentally much more agressive.

Fig.7. Sistema de depuración natural: fotografía, planta y sección.
Natural depuration system: photograph, plan and section.

Fig.8. Esquemas y vistas ejemplo de contención de tierras y drenaje con ingeniería biológica.
Earth support and drainage schemes and example views with biological engineering

de que su aspecto es muy natural, y perfectamente integrable como un elemento más dentro del paisaje rural. Su ubicación ha variado al conocer el nivel freático. El sistema consta de: desbastado, lagunaje e infiltración. El ingeniero que ha hecho el proyecto de depuración fue a Alemania a conocer ejemplos existentes y un técnico de allí ha aportado su experiencia. A pesar de las dificultades, ya hemos obtenido la autorización de vertido.

La iluminación del jardín se hará mediante balizas que funcionan con energía solar.

Además, las intervenciones en el terreno encaminadas a conseguir el drenaje y la sujeción de las tierras, se harán prioritariamente con técnicas de ingeniería biológica, en las que se emplean como materiales de las obras elementos naturales y materia vegetal viva, evitando la obra civil convencional, mucho más agresiva medioambientalmente.

biomímesis y la economía de la forma. un camino hacia la arquitectura sostenible y el urbanismo eco-lógico.

biomimetics and the economy of form. a way towards sustainable architecture and eco-logical landscapes

Autor/es: Diego García Cuevas + Juan C. Cardenal Alonso-Allende.

Institución: alfa301 advanced architecture.

Abstract

Sustainability consists in the use of natural resources in order to satisfy the needs of the actual generation without compromising future generations. In nature, species evolve looking for equilibrium between energetic expense and the optimized use of materials within its composition. The fact is, materials use a great amount of energy for its development; therefore they exploit the advantages of natural resources such as sun, water or wind... From these concepts, we present a way towards a sustainable architecture based on the study of forms among nature (perfected over millions of years) and the creation of simple geometries from emergent processes, that lead to complex, functional and efficient structures such as ramifications, skeletons, membranes, etc.

The term biomimetics is formed by the word BIOS (life) + MIMETICS (imitation), which implicates the search of key factors under natural efficient systems, for the purpose of creating new materials, buildings and environments based on biological principals. Whilst material is expensive, form is free. Therefore, emergence is the process by which a system of relatively simple elements is organized spontaneously, producing complex intelligent behaviours.

Both, biomimicry and emergent developments, when applied over climatic inputs, lead towards "Sustainable Architecture and Eco-logical Landscapes".

Aproximación historica

El reciente *boom* de una determinada arquitectura digital, gracias a la ayuda de nuevas fuentes gráficas computerizadas, las cuales no sólo sirven como maneras de representación en el proceso digital sino también como parte de ella durante el proceso de proyecto, está haciendo que cambie la arquitectura "hasta el punto de que hoy se puede decir que el organicismo digital es el *avant-garde* de la arquitectura a comienzos del siglo XXI"[1]. En una dirección paralela, algunos arquitectos y críticos discuten sobre una inspiración renovada en la naturaleza. La relación entre arte y ciencia es cada vez mayor; ambos tratan de mirar hacia los orígenes, hacia las formas primitivas escondidas en minerales, animales y todo tipo de fuentes naturales.

Antonio Gaudí ya visionó esta revolución formal usando todo tipo de curvas y superficies geométricas, no sólo en intención biomimética, sino también como abstracción tectónica asumiendo una de las máximas en la Naturaleza: el material es más caro que la forma. Estas formas doblemente curvadas son comunes en la naturaleza, donde la evolución ha elegido las mejores geometrías estructurales para así ser las plantas y los huesos eficientes y fuertes. Los troncos, las ramas, los tallos y cada parte de un ser vivo están constituidos con esta geometría de elipsoides, hipérbolas y parábolas. "Y así hasta que finalmente llegamos a los noventa, a los peces y serpientes de Frank Gehry o a los pájaros y ojos de Santiago Calatrava: dos de las grandes estrellas del sistema con la llegada del nuevo siglo y milenio. Curiosamente además, los dos con obras de lo más descaradamente biomórficas: uno hacia un expresionismo espectacular que es modestamente abstracto y el otro apasionadamente figurativo."[2]

la econcomía de la forma

Argumentos teóricos

"Charles Darwin ya había demostrado en el año 1859 con su libro *The Origin of Species* que la vida es una constante lucha de supervivencia en la que al final sólo esas

Historical approach

The recent boom of a certain digital architecture, thanks to the support of new computerised graphic resources, that serve not only in a representative way to the design process but being part of it, is changing architecture "to the extent that today it may be said that digital organicism is the architectural avant-garde of the early 21st century."[1] In a parallel direction, some architects and critics have been discussing about a renovated inspiration in nature. Maybe influenced by the recent researches and discoveries in the scientific world, in addition to a more prolific communication that exists nowadays in between arts & science or maybe still influenced by the post-modern irony, the fact is that our minds are looking back to the origin, to the seeds of life and primitive forms hidden in minerals, vegetal or animals and all kinds of natural sources.

Antonio Gaudí had envisioned this formal revolution. Using all kinds of surfaces in a fluid geometry, not only in a biomimetic kind of way but due to tectonic abstraction, he achieved an original style together with a unique architecture, aproaching for the first time to one of Nature´s main principals: material is more expensive than form. These double-curved forms are common among nature, in which evolution has selected the best structural geometries, so plants and bones may be efficiently strong. Trunks, branches, stems and every part in a living being are constituted with this geometry of ellipsoids, hyperboles and parables.

"And so on, until we finally arrive to the nineties, to Frank Gehry's fishes and snakes and to Santiago Calatrava´s eyes and birds: two of the great stars of the system at the turn of the century and the millennium. Curiously enough, both with the most blatantly biomorphic works: one, towards a spectacular expressionism that is modestly abstract and the other being impassionedly figurative."[2]

The economy of form

Theoretical arguments

formas que consiguen adaptarse mejor al medio ambiente sobrevivirán"[3]. Los edificios son estructuras inertes a partir de diferentes elementos constructivos que forman espacios organizados donde la gente desarrolla sus actividades. Por el contrario, los árboles son seres vivos que nacen, crecen, se reproducen y finalmente mueren. Pero los dos tienen la característica de una ubicación fija, por lo que necesitan optimizar el uso de las fuentes de energía mediante el desarrollo de sistemas morfológicos y formales. La lucha por la luz o el espacio y la protección contra agentes externos constituyen algunos de los objetivos principales para las diferentes formas de adaptación desde un punto estático.

Las geometrías que observamos en la naturaleza pueden servir como imitación para descubrir las leyes que las generan y también como una forma directa de inspiración. Pero mejor aún, las investigaciones sobre las reglas geométricas en las cuales se basan las organizaciones naturales proporcionan nuevas herramientas proyectuales que van más allá de las posibilidades miméticas.

Aplicaciones prácticas

Según Janine Benyus, desarrolladora del concepto "*Biomimicry*", el mundo cambió radicalmente cuando el ser humano comprendió que la naturaleza respondía a muchos de sus problemas y empezó a aprovechar ese conocimiento para introducirlo en el diseño de productos, procesos y políticas sustentables de diversa índole.

Un proceso *Bottom-up* es un principio fundamental por sus implicaciones conceptuales en el diseño arquitectónico, totalmente opuesto a un modelo *Top-down*. Este último establece al arquitecto como "creador" omnipresente para un resultado final de diseño, donde es capaz de intuir al principio la imagen general del objeto, a partir de la cual desarrollar sus partes desde lo general a lo específico, para concluir definiendo los detalles. Incluso introduciendo cambios o implementado algunas variaciones durante el proceso, el concepto original del diseñador en cuanto

"Charles Darwin had already demonstrated back in the year 1859 with his book *The Origin of species* that life is a constant battle for survival, in which in the end only those forms that manage to adapt better to the environment will subsist."[3] This statement applied to architecture has multiple meanings. Buildings are inert structures, formed by different constructive elements that form organized spaces where people develop their own activities. To the contrary, trees are living beings that are borne, then grow, reproduce and die. Nevertheless, both have in most cases the important peculiarity of a fixed ubication. For this reason, they need to optimize the use of the resources they have within reach. Struggle for light or space and the protection against external agents are some of the ways to adapt from a static point.

The geometries that we observe in nature can not only be an invitation to discover the laws that generate them, but also a direct formal inspiration. Nevertheless, the investigations on the geometrical rules in which natural organizations are based provide new projectual tools that go beyond the possibilities of mimetics.

Practical applications

According to Janine Benyus, developer of the concept of "*Biomimicry*", the world changed radically when human being understood that Nature responded to many of their problems and began to introduce that knowledge in the design of different products, processes and sustainable policies of every kind.

A *Bottom-up* process is a basic principle with conceptual implications in architectural design, totally opposed to *Top-down* models, which establishes an ubiquitous "creator" to a final result in the design. Someone capable of sensing from the beginning the overall image of the object and thereafter develops its parties from the general to the specific, finally concluding with the details. Despite having implemented changes or variations during the process, the designer's original concept in terms of form, space and

a forma, espacio y materiales se verá reflejado al termino de la obra. Sin embargo, cuando se desarrolla un proceso *Bottom-up*, el proyectista deja de ser "creador" para convertirse en "coordinador". La característica principal es la emergencia; el objeto se establece a partir de un crecimiento natural, casi automático, en el que el medio es determinante para su geometría final. El diseño se va generando por agregación de pequeñas partes mediante reglas sencillas para obtener un resultado complejo, que no radica tanto en su forma final, sino en la comprensión del proceso en sí mismo.

Por consiguiente, el arquitecto asigna las funciones de las diferentes partes o espacios del proyecto a posteriori. Se trata de un desarrollo opuesto, donde el clásico "la Forma sigue a la Función" se invierte en un renovado "la Forma encuentra la Función". Dicho de otro modo, el uso o la utilidad aparecen una vez se ha configurado previamente el espacio. Se trata de un sistema de prueba-error, como en el medio natural donde resulta necesario realizar numerosas combinaciones, para elaborar un catálogo formal (fig.1) a modo de experimento científico, alterando los factores de incidencia y considerando cada vez mas parámetros determinantes arrojados por el entorno. El objetivo es encontrar una forma que se adapte a las necesidades del proyecto y del lugar, recogiendo la mayor cantidad de beneficios existentes para una hábitat especifico. La complejidad formal (fig.2) dependerá de los parámetros considerados y de la diversidad propia de la situación, de manera que implementando puntos de partida de carácter bioclimático, la estructura resultante será eficiente y ecológicamente preparada. Como decía Charles Darwin "en la Naturaleza, las mutaciones son aleatorias y contrastadas o enfrentadas al entorno, algunas son funcionales, y otras no".

Rascacielos bioclimático en Lisboa

Mediante un estudio biomimético de las características estructurales y de permeabilidad de la esponja de mar (fig.3), replantea el edificio bioclimático en altura.

materials will remain unsettled at the end of the work. In the other hand, when developing a *Bottom-up* project, the planner stops being the "creator" to become a "coordinator." The main feature is emergent growth, because it established from natural systems, in which the environment determines the final shape. The design is being produced by aggregation of small parties under simple rules that respond to an specific and unique environment, producing complex results, where the final form is not as important, but in understanding the process itself.

That is, the architect assigns several functions to the different parts or areas of the project after the shape has taken place. This is a concept opposite to the classic "Form follows function" which is reversed to "Form finds Function." In other words, the use or utility of the space becomes once the geometry has previously been created. It is a trial and error procedure, and as in the wild it is necessary to make a number of combinations in order to elaborate a formal catalogue (fig.1) similar to a scientific experiment, by altering the different factors and considering new parameters earned form the environment .The aim is to find a way that satisfies the needs of the project and its surroundings, getting as much advantages of the existing specific area. The formal complexity (fig.2) will depend on the characteristics considered and the diversity of the environment itself, so when bioclimatic parameters are implemented from the beginning, the resulting structure will be efficient and eco-logically prepared. According to Charles Darwin "in nature, mutations are random and contrasted or even confronted to their own environment, some are functional, while others are not."

Bioclimatic skyscraper in Lisboa

The structural adaptations to the environment and the changes derived from a better use of available energy are generating a building that economizes the use of material, by reducing the environmental impacts and solving the problems by using the knowledge inside Nature. With a biomimetic study of the structural properties and permeability of

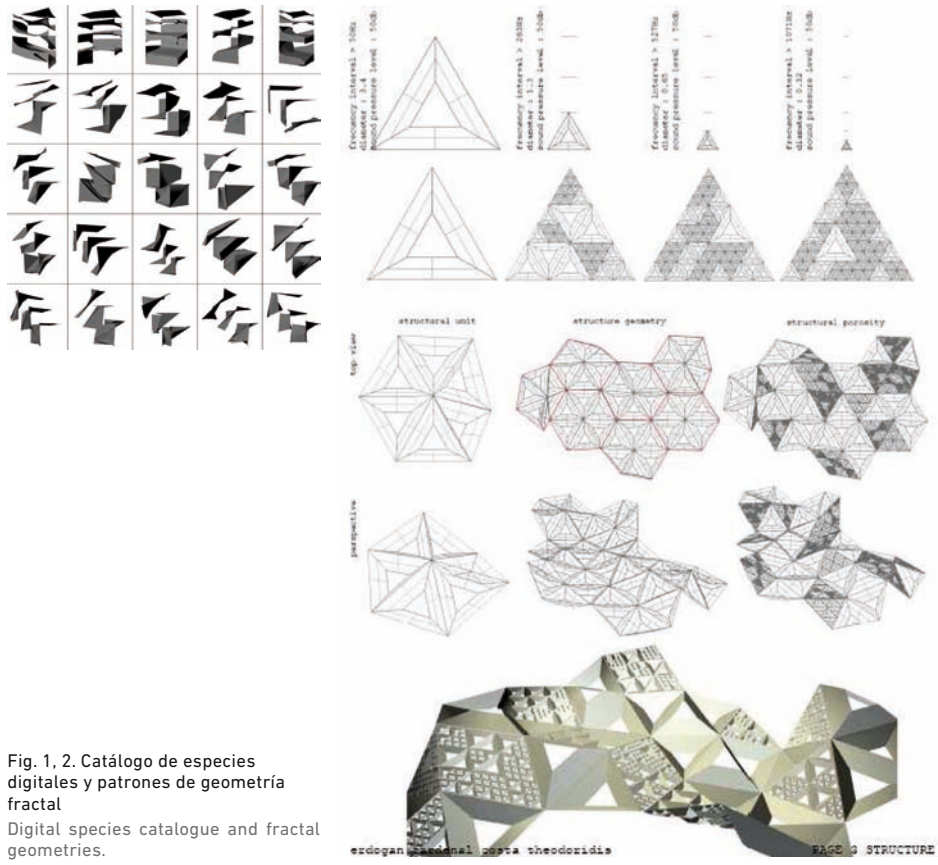


Fig. 1, 2. Catálogo de especies digitales y patrones de geometría fractal

Digital species catalogue and fractal geometries.

Al encontrarse en un clima caluroso, el uso del viento como mecanismo de ventilación natural permite al edificio crear un micro-clima interno que reduce al mínimo el uso de sistemas mecánicos, así como el consumo energético y la contaminación. El efecto chimenea es un concepto ya conocido, pero en este edificio se combina una membrana permeable que multiplicas sus posibilidades. Las capas vegetales existentes en los poros de la torre purifican el aire mejorando las condiciones ambientales interiores y contribuyendo a la renovación del oxígeno dentro de la ciudad (fig. 4).

Muelle-museo en Miami

Debido a la ubicación singular en el límite de la ciudad con el mar, se estudian en un proceso biomimético las características formales de las raíces aéreas del manglar (fig. 5) para dar una respuesta estructural

the sea-sponge (fig.3), reconsiders the idea of bioclimatic skyscraper. In a hot climate, the use of the wind as a natural ventilation mechanism allows the building to create a internal micro-climate that minimizes the use of mechanical air conditioning, reducing energy consumption and pollution. The chimney effect is fairly common concept, though in this tower it is combined with a breathing membrane that multiplies its possibilities. Outer layers with different sizes of pores not only purify the oxygen indoors but are also contributing to air renewal of the city (fig. 4).

Pier-museum in Miami

Due to the singular location between the limit of the city and the sea, biomimetic studies are made on the characteristics mangrove aerial roots (Fig. 5) to give a structural answer responding to tides and hurricanes,

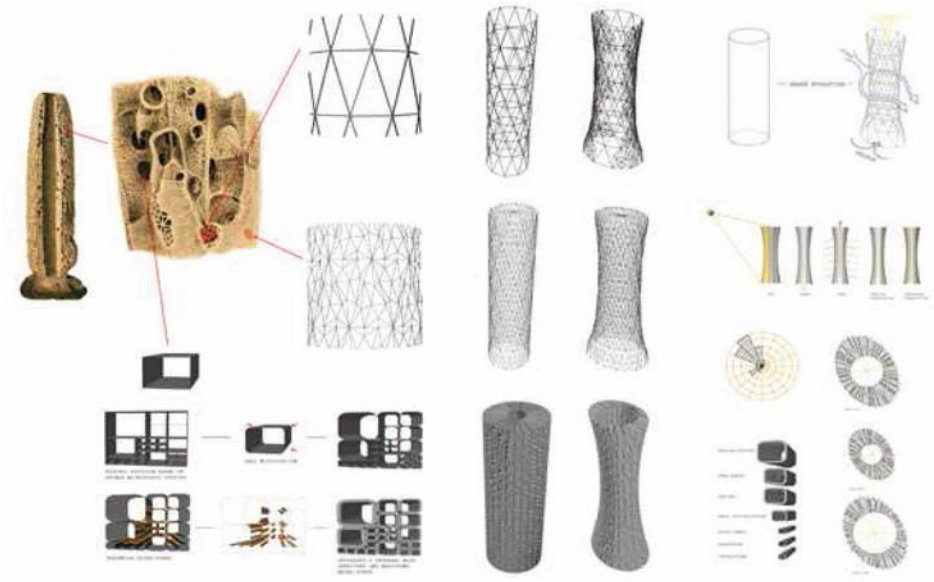


Fig.3. Estudio biomimético y diseño generativo del rascacielos a partir de la esponja de mar. Biomimetic studies and generative design of the skyscraper from a sea sponge.

Fig.4. Membrana porossa y exoesqueleto estructural del rascacielos. Pore membrane and structural exoskeleton from the skyscraper.

adaptada a las mareas y huracanes propias del lugar (fig. 6). El estudio de la hidrología permite al edificio inmerso en el agua aprovechar el entorno acuoso y por ello cuenta con un sistema de producción de energía maremotriz encargado de abastecer eléctricamente a todo el proyecto (fig.7). La complejidad estructural emergente proviene del análisis de las condiciones normales y

so typical from this place (Fig. 6). The study of hydrology allows the building partially submerge in the water to take advantage of the environment; therefore incorporates a wave energy production system in charge of supplying electricity to the entire project (fig.7). The emergence of such structural complexity is derived from the analysis of basic and extreme tide conditions

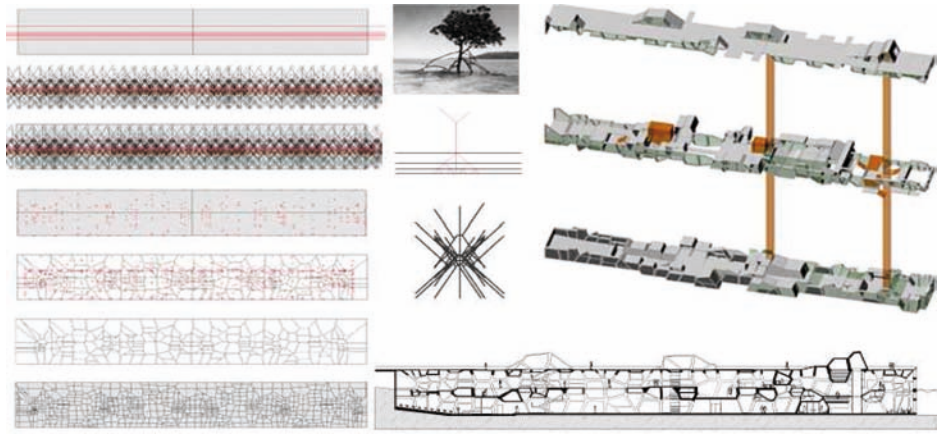


Fig.5. Proceso biomimético-generativo basado en el manglar. Biomimetic-generative process based on the mangrove

Fig.6. Muelle-museo por la noche. Pier-museum at night.

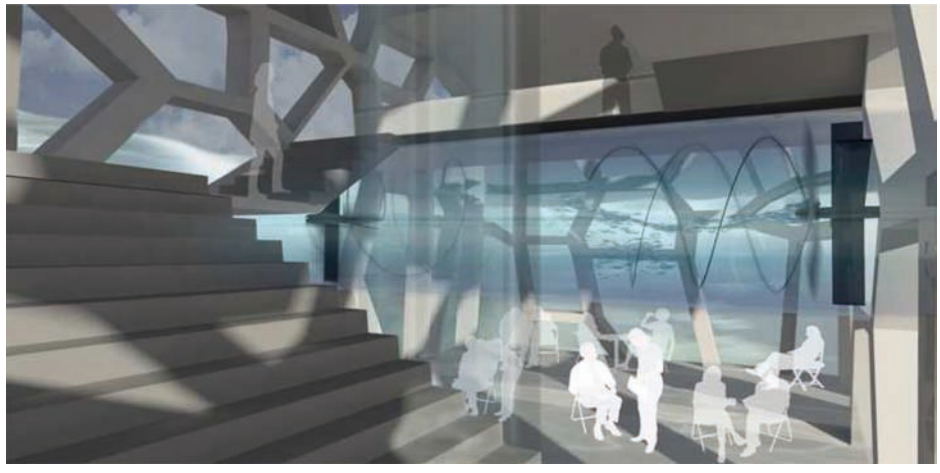


Fig. 7. Muelle-mueso. Detalles del interior con las turbinas. Pier-museum. Interior views of the turbines.

extremas de las mareas y la fuerza del agua a la hora de azotar el edificio.

Conclusiones emergentes

"Algunos experimentos morfogenéticos indican el poder de la computación evolutiva como herramienta de diseño para producir superficies coherentes con la geometría lógica del material relevante y el sistema estructural. Esto es el principio de un encuentro entre las herramientas digitales desarrolladas recientemente, donde los algoritmos genéticos y generativos juegan un papel clave. Una vez que la arquitectura, las técnicas constructivas y la evolución de los sistemas, como pueden ser el análisis del elemento finito y la dinámica de un fluido, puedan emerger con la nueva computación evolutiva, se conseguirá un nivel desconocido, complejo y verdaderamente integrado de elaboración de diseño. Esto sugiere un nuevo marco intelectual, uno en el que el foco del proyecto no se base en un producto singular acabado sino en el reconocimiento de patrones operativos, la taxonomía de especies y la detección de fenómenos emergentes embebidos en un exclusivo proceso evolutivo."[4]

Finalmente, se pretende la formalización y la realización de un objeto no preconcebido, como resultado de un proceso desarrollado donde las propuestas arquitectónicas no presentan un factor que determine las propiedades del proyecto, pero en cambio es el propio objeto con su morfología y sus propiedades donde se encuentra la razón arquitectónica. Esta percepción, opuesta a la práctica tradicional donde la relación entre los objetivos y el producto final es muchas veces unidireccional, nos permite la conexión entre la aplicación de nuevas lógicas de desarrollo con las posibilidades ofrecidas por las herramientas digitales demostrando una combinación eficiente para una arquitectura no estándarizada, capaz de responder a las necesidades contemporáneas, usando siempre las mejores ventajas de la tecnología y la sensibilidad para integrar las influencias recibidas de ésta, en una práctica lógica y ecológica con la Naturaleza.

together with water impact on the building foundations.

Emergent conclusions

"Some morphogenetic experiments indicate the power of evolutionary computation as a design tool that can produce intricate surface articulations that are coherent within geometric logic of the relevant material and structural system. This is the beginning of a convergence of the digital tools developed in recent years, in which genetic and generative algorithms play a key role. Once complex modelling and evaluation techniques such as finite element analysis and fluid dynamics can be merged with evolutionary computation, an unknown level of design complexity and truly integrated design manufacturing will be achievable. This suggests a new intellectual framework, one in which the focus of the design is not a singular finished product but the recognition of operative patterns, the taxonomy of performative species and the detection of emergent phenomena embedded in an inclusive evolutionary process. Genr8 allows us to glimpse into this future of evolutionary architecture."[4]

The formalization and realization of an artefact as a non-preconceived action, but as the result of a developed process. The architectonic purposes do not represent by means a factor that determinates the morphology of the object, instead it is the own object with its morphology and properties that finds its architectonical reason. This perception, it is directly opposed to the traditional practice, where the relation between aims and final product is very often unidirectional. The link between the application of the new logics of development and the possibilities offered by the contemporary digital tools have demonstrated an efficient combination for the generation of a non standard architecture, capable of answering to the contemporary needs, taking the best advantage of the technology and sensitive to integrate in its core the influences received from logical and ecological practice amongs Nature.

Referencias **References**

1. ESTEVEZ, Alberto T. in AA.VV., Genetic Architectures [II]: digital tools & organic forms, ESARQ & SITE BOOKS, Barcelona, 2005, página 55.

2. Ibidem, página 69.

3. Ibidem, página 4.

4. Ibidem, página 53.

Bibliografía **Bibliography**

BAHAMON, Alejandro, PEREZ, Patricia y CAMPELLO, Alex, Analogías entre el Mundo Vegetal y la Arquitectura Contemporánea, Parramón Ed., Barcelona, 2006.

ESTEVEZ, T. Alberto y AA. VV., Genetic Architectures [II]: digital tools & organic forms, Site Books, Barcelona, 2005.

D'ARCY, Thompson, On growth and Form, University Press, Cambridge, 1917.

HENSEL, Michael, MENGES, Achim and WEINSTOCK, Michael, Emergence: Morphogenetic Design Strategies, Architectural Design #169, London, 2004.

WAGENSBERG, Jorge, La Rebelión de las Formas, Tusquets Editores, Barcelona, 2005.

ecopharmabuilding: eco-innovacion de edificios farmaceuticos basados en herramientas lca sostenibles

eco-innovation of pharmaceutical buildings supporting in sustainable lca tools

Autor/es: Antton Lete (Altair), Iratxe García de Vicuña (Altair), Eusebio Gainza (Praxis), Oihane Ibarrola (Praxis), Teresa Mata (FEUP), Antonio Martins (FEUP), Belmira Neto (FEUP), Ainara García (Leia)

Institución: Altair Ingeniería S.L.

Abstract

The project aims at the construction of an INNOVATIVE BUILDING for pharmaceutical processes. The construction will be based on a new methodology supported by an innovative Life Cycle Assessment tool.

In the innovative building, different ECO SOLUTIONS will be developed for pharmaceutical activities:

- *Research and Development*
- *Extraction and manufacturing of raw materials*
- *Medicines manufacturing*
- *Encapsulation and storage*

Objectives:

- *Development of an innovative LCA Tool to identify the environmental impacts of the pharmaceutical industry.*
- *Reduction of the environmental impact through Eco-innovative solutions in pharmaceutical processes taking into account the LCA.*
- *Sustainable pharmaceutical building construction in terms of:*
    - *— Energy supply and generation and savings*
    - *— Efficient use of air, waters and wastes*
    - *— Materials specifications and building techniques*
    - *— Automation and miniaturisation of machinery*

— Clean rooms design and materials

Impacts:

• The competitiveness increase of the EU pharma sector to face the leadership of the North American large multinational companies in several ways. The most relevant is the establishment of ecological criteria for pharmaceutical products made in eco-innovative installations and under eco-innovative processes.

• To provide the market with new technologies and solutions for the ecologic problems in all the life cycle of products, especially for manufacturing and R&D processes.

• Impact reduction in terms of the ecological, economical and social impacts.

ECOPHARMABUILDING se trata de un proyecto en marcha (iniciado en octubre de 2009) financiado por la EACI de la Comisión europea.

El objetivo principal del proyecto es la construcción de un edificio sostenible para actividades farmacéuticas usando una nueva metodología. Se incluirán además soluciones eco-innovadoras para los procesos farmacéuticos.

El presente trabajo es una parte del proyecto global y es la que esta relacionado con el diseño del edificio en sí, adaptando las soluciones constructivas a las necesidades del proceso farmacéutico.

A principios de 2010 se ha iniciado la redacción del Proyecto de ejecución del edificio. Se ha tratado de reducir los impactos de todo tipo, el uso del suelo, de materiales, energía para todos los procesos a desarrollar en el futuro.

The ECOPHARMABUILDING project started in October 2009 with the financial support of EACI, the Executive Agency of the European Commission for Competitiveness and Innovation, concretely in the Ecoinnovation programme.

The project aims at the construction of a sustainable building for the pharmaceutical industry implementing a new methodology where eco innovation solutions for processes will be integrated.

The present document corresponds to the design of the building and the activities related to the adaptation of the constructive solutions to the demands of the pharmaceutical processes.

At the beginning of 2010 the exact location of the building was identified in the Technology Park of Alava (Spain). At the same time, the consortium has begin to work on the design project of the building which pretends to

Fig 1. Infografía

Se ha localizado una posible parcela en el Parque Tecnológico de Álava (Fig. 1 y Fig 2).

En la parcela se prevé la ubicación de diferentes edificios (Fig 3):

1. Edificio de investigación biotecnológica.

2. Edificio de Investigación Preclínica y Control de Calidad.

3. Edificio de Producción.

4. Edificio de Desarrollo Galénico y Obtención de Lotes Piloto.

Se ha iniciado la redacción del proyecto de la 1º fase, relativo al edifico de investigación biotecnológica y parte del edificio de lotes piloto.

A continuación se enumeran las soluciones eco-innovadoras que se han realizado en del diseño del edificio (Fig 4).

Soluciones eco innovadoras para los procesos

• Las soluciones eco-innovadoras para los bio-procesos (fermentación, purificación cromatográfica, liofilización, esterilización, filtración tangencial, ultra-filtración,&)

achieve a considerable reduction of the impacts in terms of land use, material, and energy consumption for the processes needed in the industry (image 1 and 2).

Different building will integrate the premises of the pharmaceutical building (Image 3):

1. Building for biotechnological research

2. Building for Preclinical research and quality control

3. Building for the manufacturing.

4. Building for the galenic development and obtention of pilot batches.

The activities undertaken at the moment concern the design of the biotechnological research building and pilot batches building.

The eco innovative solutions envisaged in the project will be analysed (image 4):

Eco innovative solutions for proceses

• The first pre-design has allowed to reduce the clean rooms volumes to half of their initial size for bio processes (fermentation, cromatographic purification, liophilization, esterilization, tangential filtration, ultra

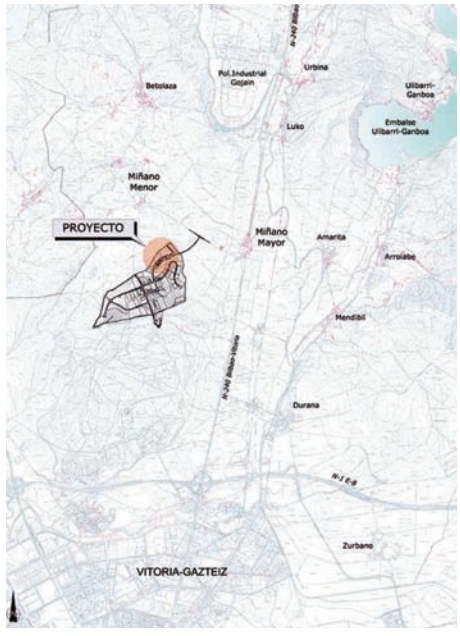


Fig 2. Situación

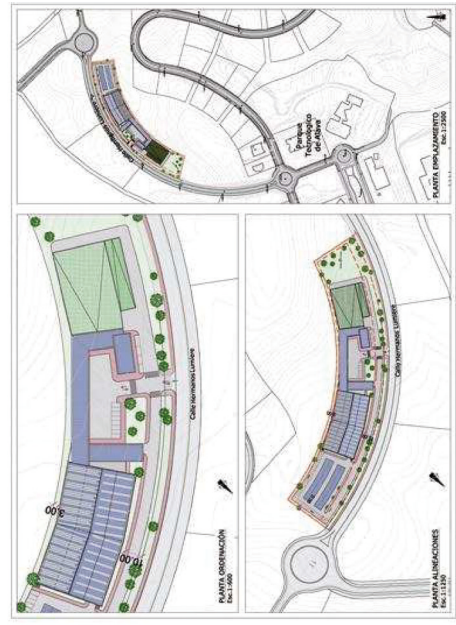


Fig 3. Emplazamiento y Planta general

Fig 4. Instalaciones

permitirán reducir el volumen de salas limpias a menos de la mitad del inicialmente previsto, dotándolas, además de suficiente versatilidad para la producción de FFCC tanto intra con extracelulares, optimizando los parámetros del proceso y la recuperación inertización y el reciclado del resto de los materiales de los procesos.

• Se ha diseñado la colocación de una cubierta vegetal en el edificio en cuya planta baja se instalarán las utilities necesarias y fachadas vegetales en uno de los laterales de los edificios, para mantener la inercia de condiciones climáticas, reduciendo el uso de energía externa.

• El edificio se ha proyectado como un gran espacio que utiliza las condiciones climáticas nocturnas de Vitoria-Gasteiz para refrigerar las salas limpias durante las épocas calurosas y calefactadas durante el invierno, logrando reducir las potencias instaladas para climatización y calefacción a menos de la mitad de las inicialmente previstas.

filtration) which. Even with this considerable reduction, the clean rooms will be capable of having the sufficient versatility for the production of FFCC both intra and extra cell optimizing process parameters and recovery, inerting and other recycling materials processes.

• It is envisaged to set up a special plant cover in the building as well as a wall plant in one of the sides of buildings to keep the momentum of climatic conditions, representing an increase of the comfort conditions and thus the increase the energy efficiency of the building

• The building will be built in a wide space and will profit from the climatic conditions of Vitoria-Gasteiz in order to refrigerate the clean rooms during the summer and heat during the winter which will help to significantly reduce the power need for climatization and heat to half of the normally used.

Eco innovative solutions for clean rooms

• The height of the rooms has been reduced and all the equipments will be installed in the vertical walls, so that the only space left

Soluciones eco innovadoras para las salas limpias

• Se reducirá la altura de las salas realizando el encaje de los equipos en los cerramientos verticales, de manera que se sólo se cuenta con el espacio necesario para acceder a los mismos realizando el mantenimiento de estos equipos desde otra sala. Así se conseguirá eliminar los espacios muertos y por tanto el volumen de aire a ser tratado.

• Para construir las salas se ha profundizando en el desarrollo de materiales innovadores de bajo impacto ambiental una vez comprobada la sostenibilidad de su Ciclo de Vida y materiales fabricados a partir del reciclaje de residuos, paneles no sintéticos hechos con resinas y residuos para incorporarlos como alma y aislamiento dentro de dos láminas de acero. Se ha optado por materiales fabricados con residuos de corcho vegetal.

• Se ha previsto reducir el uso de energía en los sistemas de filtrado incorporando nuevos fabricantes de filtros dentro de los proveedores y debido a la reducción de las dimensiones de las salas limpias. Con ello, la potencia total necesaria podrá reducirse cerca del 40% en estas operaciones, incorporando los siguientes desarrollos:

— Cambio de los tradicionales filtros absolutos por eco-filtros.

— Prediseño de nuevas salas limpias farmacéuticas teniendo en cuenta las dimensiones de la maquinaria que funcionará en cada sala y sus parámetros de operación: temperatura, presión, humedad, partículas.

— La utilización de sistemas de presión diferencial para impedir el acceso de aire de unas zonas a otras que requieran unas condiciones más limpias. Clasificación de las salas blancas (A, B, C o D) según la limpieza del aire nº particulas/m3 de aire.

— La selección de los materiales para la construcción de las salas limpias en colaboración proveedores especialistas

is the necessary for the staff to access the equipment. Its maintenace is done from the next room. This results in eliminating dead space and therefore the volume of air to be treated.

• In order to build the rooms, a deep analysis of innovative materials has been undertaken. The materials identification is based on the environmental impact after verifying its sustainability following a life cycle assessment. In addition, materials made from waste recycling, non-synthetic panels made from resins and residues to incorporate as insulation in two layers of steel have been analyzed. Finally the consortium has selected materials made from waste of cork plant.

• The energy use in filtration systems has been reduced incorporating new filter manufacturers and suppliers and also due to the downsizing of the clean rooms. Thus, the total power required may be reduced about 40% in these operations, incorporating the following developments:

— Changing traditional or absolute filters for eco-filters.

— Pre-design of new pharmaceutical cleanrooms taking into account the size of the machinery to function in each room and its operating parameters: temperature, pressure, humidity, dust.

— The use of differential pressure systems to prevent access of air from one area with different air requirements. Clean rooms Classification (A, B, C or D) depending on the number of particles in one m3 of air

— The selection of materials for the construction of clean rooms together with specialist suppliers of construction materials for clean rooms.

— The determination of energy-related emissions of machinery and weather conditions in order to minimize the size of the panels thereby reducing the expenses on materials.

— The on-line monitoring to detect the amount of particles in each area, reusing

en materiales de construcción de salas limpias

— La determinación de las emisiones energéticas de maquinaria y las condiciones climatológicas con el objetivo de minimizar el tamaño de los paneles reduciendo así el gasto en materiales.

— El control on-line para detectar la cantidad de partículas existentes en cada área, reutilizando el 100% del aire de las salas limpias en otras salas que requieran condiciones menos restrictivas

— Incorporación al proyecto de las dimensiones mínimas que aseguran la, operabilidad, distribución, condiciones y lay-outs del proyecto constructivo.

Soluciones eco innovadoras para energia y materiales

• El uso de equipos eléctricos de bajo consumo, que se han incluido en el diseño de toda la iluminación de las instalaciones.

• Se ha previsto la colocación de vidrios de reflexión y absorción térmica en ventanas, por un lado para reducir la trasferencia de calor y frío al interior del edificio y por otro para aprovechar la entrada de luz natural.

• Se ha previsto la colocación de lucernarios parabólicos para favorecer la entrada de luz natural al edificio.

• La incorporación de energía solar se ve más factible que la eólica y permitiría sustituir totalmente la energía eléctrica a consumir, con una potencia instalada entre 70 y 90 Kw, usando las cubiertas de los edificios y el parking de vehículos. Se han analizado diversas soluciones para aumentar la eficiencia energética de las instalaciones de producción de frío y calor (Agua WIFI y Vapor Puro):

Soluciones eco innovadoras para aguas y residuos

• Se esta desarrollando todos los aspectos relacionados con sistemas sostenibles e innovadores para aguas reciclables y reutilizables y para los residuos producidos durante los procesos:

100% of the clean room air in other rooms that require less restrictive conditions.

— Introduction in the design project of the minimum dimensions that ensure, operations, distribution, conditions and lay-outs of the construction project.

Eco innovative solutions for energy and materials

• The use of low-power electrical equipment, which has been included in the design of all lighting facilities.

• The placement of reflection and absorption glass thermal windows on one side to reduce heat and cold transfer into the building and another to take advantage of natural light.

• The placement of skylights parabolic to facilitate the entry of natural light into the building.

• The incorporation of solar energy is more feasible than wind energy and will totally replace the electrical energy consumed, with an installed capacity between 70 and 90 kW, using the roofs of the buildings and the parking of vehicles. We have analyzed various solutions to increase the energy efficiency of the production facilities of cold and heat (Water WIFI and Pure Steam).

Eco innovative solutions for water and wastes

• All the aspects related to sustainable systems have been developed as well as the innovative systems for water recycling and reuse, and for the generated waste during the processes:

— Selection of all the waters coming from the buildings (rain, industrial and sanitary waters) through the design of specific systems for its reuse, control and treatment:

• New coatings will be designed for the major buildings to collect rainwater and its subsequent use in industrial steam preparation (VI), purified water (PW), water for injection (WFI) and pure steam (PS)

— Selección de todas las aguas provenientes de los edificios (pluviales, industriales y sanitarias) diseñados los sistemas específicos de reutilización, control o tratamiento:

- Se diseñarán los recubrimientos de los edificios principales para la recolección de aguas pluviales y su posterior utilización en preparación de vapor industrial (VI), agua purificada (PW), agua para inyectables (WFI) y vapor puro (PS)

- Para las aguas residuales farmacéuticas sin niveles altos de contaminación química y biológica, se ha diseñado circuitos específicos de recogida que las conducen a depósitos de stocaje en los que se controla en línea el pH, la conductividad y la carga orgánica (TOC) y, tras compararlas con las habituales de la red de suministro público, se envían al tanque de cabecera de aguas pluviales o, si las concentraciones fuesen superiores a las de la red publica al sistema de tratamiento final.

- Para los procesos de fermentación en los que se producen principios activos (EFG-rh) expresados en microorganismos recombinantes, se ha desarrollado una solución de separación de éste tipo de residuos, que pueden presentan riesgos serios para el medioambiente y las personas que incluye diferentes alternativas, que van a ser testadas durante la puesta en marcha de las instalaciones correspondientes:

  - Esterilización por UV
  - Esterilización térmica con vapor
  - Desinfección/neutralización química en continuo
  - Inserción en muy bajas concentraciones en los sistemas de combustión de producción de vapor industrial.

- For pharmaceutical waste water without high levels of chemical and biological contamination, specific circuits have been designed in order to conduct the water to deposits with online control pH system, conductivity and organic load (TOC). After the results of the analysis of the waters comparing to the waters from the public supply network, these are sent wether to a main rainwater tank or, if the concentrations were higher than those of the public network, to the final treatment system.

- For fermentation processes in which active ingredients (EFG-rh) are produced, expressed in recombinant microorganisms, the consortium will develop a solution for the separation of this type of waste which may present serious risks for the environment and people. The system may include different alternatives, which will be tested during the implementation of appropriate facilities:

  - UV Sterilization
  - Steam Heat sterilization
  - Disinfection / continuous chemical neutralization
  - Inclusion in very low concentrations in the combustion systems of production of industrial steam.

- Since the initial production estimation does not include other waste water with high risks of organic or biological contamination, the system to be designed will consiste in two separate neutralization and settling tanks, which allow you to send wastewater to the network end of the Technological Park of Álava.

- Finally, it is likely that a total cleaning system for biological oxidation will not be installed as was expected in principle, provided that the chemical wastes from the pharmaceutical laboratories and

• Como las previsiones iniciales de producción no incluyen otras aguas residuales con altos riesgos de contaminación orgánica o biológica, el sistema diseñado ha sido sendos tanques de neutralización y decantación, que permitirán enviar las aguas residuales finales a la red del Parque.

• Finalmente se ha comprobado que no es necesario instalar un sistema de depuración total por oxidación biológica, tal como en principio podía preverse, siempre que se recojan separadamente y se entreguen a Gestor Autorizado el resto de RESIDUOS QUÍMICOS DE LOS LABORATORIOS FARMACÉUTICOS Y ANALÍTICOS, ya que las previsiones apuntan ala generación de muy pequeñas cantidades pero con unas concentraciones puntuales muy altas de compuestos químicos.

— En cuanto a los residuos se ha diseñado un sistema de recogida selectiva para un posterior tratamiento (reutilización, reciclaje, reutilización, esterilización, etc.) con las siguientes particularidades:

• Localización en cada una de las zonas (oficinas, SAS de acceso personal, áreas de mantenimiento, almacenes, salas de acondicionamiento secundario y de lavado) de los contenedores necesarios de recogida de los residuos (cartón, papel, restos orgánicos, plásticos, vidrios, ropa usada,...)

• Tras la minimización de la producción, se producirá la recogida selectiva de cada tipo de agua, emisión o residuo para hacer posible su recuperación y reciclaje en la mayor medida posible; en el caso de que esto no sea posible, facilitar los procesos de depuración y tratamiento.

analytical will be collected separately and delivered to an authorized agent of chemical waste. Forecasts indicate that the generation of this kind of wastes will be very small but with very high concentrations of specific chemical compounds.

— In terms of organic wastes, a collection system for further treatment (reuse, recycling, sterilization, etc..) will be designed with the following specifications:

• Location in each of the areas (offices, staff SAS access, maintenance areas, stores, secondary packaging rooms and washing rooms) of containers necessary to collect the waste (cardboard, paper, organic waste, plastics, glass , used clothing etc)

• After the minimization of production, there is separate collection of each type of water, emission or waste to enable recovery and recycling as much as possible in the event that this is not possible, to facilitate purification processes and treatment.

— With respect to actions to design for the treatment of the filters used to ensure the quality of air in cleanrooms, its removal from the facility once saturated has been selected. A tailor made system for its cleaning will be developed with the filter manufacturer as well as a possible recovery.

— Por lo que respecta a las acciones a diseñar para el tratamiento de los filtros utilizados para asegurar la calidad del aire en las salas limpias se ha optado inicialmente por retirarlos de la instalación, una vez saturados, desarrollando con el propio fabricante de los mismos un sistema ad-hoc de limpieza y recuperación para su posible reutilización.

el mortero de anhidrita: un recurso sostenible

the anhydrite mortar: a sustainable resource

Autor/es: Beatriz Machín Terán.

Institución: Anhivel Soluciones Anhidrita, S.L.U., Responsable de Calidad e I+D.

Abstract

The self-levelling mortar Anhivel, is an environmentally friendly mortar obtained replacing the anhydrite, a residue from the manufacture of fluorine with cement. It is used to carry out interior floors. In addition to the benefits of the recovery of residue, the ecomortar has exceptional technical characteristics. Besides, a special ecomortar with thermal properties improved has been designed to apply to radiant heating systems, improving energy efficiency and producing significant savings.

Francisco J. Arenas Cabello en un artículo publicado en Julio de 2008 titulado "Los materiales de construcción y el medio ambiente" dice: "...a pesar de los espectaculares progresos en el conocimiento de los materiales en los últimos años, el reto de la disciplina de Ciencia e Ingeniería de los Materiales sigue siendo – por lo que a materiales de construcción se refiere- el desarrollo de materiales con criterios o parámetros de sostenibilidad ambiental, esto es, el empleo de materiales cuyos procesos de extracción y fabricación o producción supongan un ahorro energético y procedan de recursos renovables, así como la reutilización y el reciclado de los materiales existentes..."

Cáscara de arroz, conchas marinas, residuos de industrias como la azucarera, maderera o papelera, ya se utilizan en la fabricación de materiales de construcción en general y en los morteros y hormigones en particular. Las ventajas ecológicas son claras: se evita el vertido de residuos, se reduce la extracción de las canteras, se ahorra energía y disminuyen las emisiones de CO_2.

Entre los residuos que se incorporan a nuevas formulaciones para la obtención de morteros más ecológicos y sostenibles, está la anhidrita, sulfato cálcico que proviene de la industria del flúor.

El sulfato cálcico puede encontrarse en distintas fases. La más conocida es la fase dihidratada ($CaSO_4 .2H_2O$) que abunda en la naturaleza y recibe el nombre de yeso. Así se denomina no sólo al mineral (piedra de yeso o aljez) sino también al material de construcción resultante de mezclar aljez cocido y agua, en la proporción adecuada, y que fragua en contacto con el aire.

Al calentar el yeso dihidrato por encima de 100° C pierde agua, y se obtiene sulfato cálcico hemihidratado $CaSO_4 .1/2H_2O$, en dos formas diferentes alfa y beta. Si se sigue calentando el hemihidrato llegaríamos a obtener el sulfato cálcico anhidro ó anhidrita. El término escayola designa a un sulfato cálcico hemihidrato de alta blancura y finura.

Francisco J. Arenas Cabello in an article published in July 2008 entitled "The materials of construction and the environment," says: "...despite the spectacular advances in knowledge of the materials in recent years, the challenge of the discipline of Science and Materials Engineering remains - for which construction material is concerned, the development of materials with criteria or standards of environmental sustainability, namely the use of materials whose extraction and manufacturing processes or production involving energy savings and come renewable resources and the reuse and recycling of existing materials... "

Rice husks, sea shells, wastes from industries such as sugar, wood or paper, are already used in the manufacture of construction materials in general and in the mortar and concrete in particular. The environmental benefits are clear: preventing the dump of residue, reducing the extraction of the quarries, and saving energy and reducing CO_2 emissions.

One of the residues added to new formulations for the production of more environmentally friendly and sustainable mortars is the anhydrite, calcium sulphate coming from the manufacture of fluorine.

The calcium sulphate can be found at different stages. The best known is the phase dihydrate ($CaSO_4 .2 H_2O$) that abounds in nature and is called plaster. Not only the mineral (stone or Gypsum plaster) is called plaster, also is a building material resulting from Gypsum cooked mix and water in proper proportion and to harden in contact with air.

When heating the dihydrate gypsum above 100° C it loses water, getting calcium sulphate hemihydrate $CaSO_4 .1/2H_2O$ in two forms; alpha and beta. If continuing heating, the hemihydrate will transform into the anhydrous calcium sulphate or anhydrite.

Both anhydrite, alpha or beta hemihydrate are products capable of hardening when mixed with water, however, each of these products harden in different ways so different final properties are obtained.

Tanto la anhidrita como el semihidrato alfa ó el beta son productos capaces de fraguar al mezclarse con agua, no obstante, cada uno de estos productos lo hace de distinta manera obteniéndose propiedades finales diferentes.

Como hemos visto, la anhidrita puede fabricarse por calcinación del dihidrato aunque también existen yacimientos naturales y, finalmente, se puede obtener como coproducto en la fabricación de ciertos compuestos químicos como puede ser el ácido fluorhídrico.

Las materias primas utilizadas para la fabricación del ácido fluorhídrico son el espato flúor (CaF_2) y el ácido sulfúrico (H_2SO_4). Como resultado de la reacción de estas materias primas, se obtienen el ácido fluorhídrico y la fluoroanhidrita o anhidrita sintética ($CaSO_4$). Son múltiples las aplicaciones y los procesos en los que el fluorhídrico es imprescindible; desde la fabricación del Teflón® y el Gore-tex®, pasando por medicamentos y pastas de dientes con flúor, hasta las células fotovoltaicas de las placas solares. Sin embargo, la anhidrita es un residuo que durante años no ha tenido ninguna aplicación clara. Se ha estado utilizando como aditivo regulador de fraguado para cementos o en la inertización de residuos, aunque gran parte de este producto ha terminado depositado en vertederos como residuo inerte.

Pero, como resultado de la investigación, se consigue desarrollar un proceso donde, a partir de la anhidrita de la industria del flúor, se obtiene un ligante para la elaboración de morteros autonivelantes como alternativa a los convencionales a base de cemento.

El ecomortero o mortero de anhidrita, está formulado a base de agua, áridos y anhidrita como ligante y se emplea para la ejecución de soleras en interior. Entre sus características técnicas cabe destacar que, además de ser totalmente autonivelante, tiene unas resistencias mecánicas de más de 20 N/mm^2 a compresión y más de 4 N/mm^2 a flexión. Se aplican espesores desde 30 hasta 60 mm. Apenas tiene retracción (menor de 0.02 mm/m) y la superficie de la solera queda libre de polvo. No requiere de

As we have seen, the anhydrite can be produced by calcining of the dihydrate although there are natural sites and, finally, is available as a byproduct in the manufacture of certain chemicals such as hydrofluoric acid.

The raw materials used in the manufacture of hydrofluoric acid are fluorspar (CaF_2) and sulphuric acid (H_2SO_4). As a result of the reaction of these raw materials hydrofluoric acid and fluoroanhidrita or synthetic anhydrite ($CaSO_4$) are obtained. There are multiple applications and processes in which the fluoride is essential, from the manufacture of Teflon ® and Gore-Tex ®, through medicines and toothpaste with fluoride to photovoltaic cells for solar panels. However, anhydrite is a residue that for years there has been no clear application. Has been used as an additive to cement setting regulator or to get an inert waste, although much of this product was deposited over garbage in landfills as an inert product.

But, as a result of the investigation, a process was developed and a binder for making self-levelling mortar was obtained as an alternative to conventional cement base.

The anhydrite mortar or ecomortar is formulated based on water, aggregates and anhydrite as binder and is used to carry out indoor floors. Among its technical features should be noted that, besides being completely self-levelling, is a mechanical strength of more than 20 N/mm^2 compression and more than 4 N/mm^2 to bending. Apply thicknesses from 30-60 mm. It just has shrinkage (less than 0.02 mm / m) and the surface of the floor is dust free. It no requires expansion joints in areas less than 1000 m^2 or 45 m^2 and 300 linear meters or 25 meters if it runs on radiant heating systems.

The development of self-levelling mortar anhydrite is performed under the guidelines of the UNE EN 13813 standard which establishes the characteristics and specifications to be met by such products.

Regarding the application system, the ecomortero is manufactured in plant and transported in a cement mixer. Once on-site,

juntas de dilatación en superficies menores de 1000 m^2 o 45 metros lineales y 300 m^2 o 25 metros lineales si se ejecuta sobre sistemas de calefacción radiante.

La elaboración del mortero autonivelante de anhidrita se realiza bajo las directrices de la norma UNE EN 13813 donde se fijan las características y especificaciones que deben cumplir este tipo de productos.

En cuanto al sistema de aplicación, el ecomortero se fabrica en planta de hormigón y se transporta a la obra en cuba amasadora donde es bombeado y aplicado mediante manguera. Con este sistema de aplicación, se obtienen rendimientos de hasta 1.000 m^2 al día en obras diáfanas. (Fig.1, Fig.2 y Fig. 3.)

En los últimos años la industria del cemento ha desarrollado una importante labor en el desarrollo de sistemas que contribuyan a una producción más eficiente y sostenible. Aun así, la producción de una tonelada de cemento implica:

• La emisión de unos 700 kg de CO_2, procedente principalmente de la descarbonatación de las materias primas (caliza y magnesita ó dolomía) y de la combustión de los carburantes en el horno de clínker.

the ecomortar is pumped and applied by hose. With this system, yields of up to 1,000 m^2 per day in open spaces. (Fig.1 and Fig.2 and Fig.3).

In recent years the cement industry has developed an important role in the development of production systems that contribute more efficient and sustainable. Still, the production of one ton of cement involves:

• The issuance of approximately 700 kg of CO_2, mainly from the decarbonation of raw materials (limestone or dolomite and magnesite) and combustion of fuels in the clinker kiln.

• The use of more than 1.5 tons of raw materials and

• An approximate energy consumption of 3,500 MJ / ton.

The process for obtaining anhydrite binder residue from the manufacture of hydrofluoric acid, has a power consumption of 60 MJ / ton, a carbon dioxide emissions are negligible and no new mineral resources are necessary for their manufacture.

In 2008 in Spain about 42[1] million tonnes of cement were consumed and were manufactured about 0.2 million tons of anhydrite coming from the manufacture

Fig 1.

Fig 2.

• La utilización de más de 1,5 toneladas de materias primas y

• Un consumo energético aproximado de unos 3.500 MJ/ton.

El proceso para la obtención del ligante de anhidrita a partir del residuo de fabricación del ácido fluorhídrico tiene un consumo energético de unos 60 MJ/ton, una emisión de dióxido de carbono prácticamente nula y no son necesarios nuevos recursos minerales para su fabricación.

En el año 2008 se consumieron en España cerca de 42[1] millones de toneladas de cemento y se produjeron unos 0,2 millones de toneladas de anhidrita de la industria del flúor. La utilización de la anhidrita en la elaboración de morteros autonivelantes podría haber evitado la emisión de unas 70.000 toneladas de CO_2 a la atmósfera.

El mortero autonivelante de anhidrita puede aplicarse por sus características en diferentes soluciones constructivas. Sobre aislamientos acústicos y/o térmicos, cumpliendo el código técnico de la edificación. En rehabilitaciones y grandes superficies y sobre suelos radiantes.

Como se ha comentado anteriormente, el mortero de anhidrita es muy fluido por lo que envuelve perfectamente los tubos de

of fluorine. The use of anhydrite in the development of self-levelling mortar might have avoided the emission of around 70,000 tonnes of CO_2 into the atmosphere.

The self-levelling anhydrite mortar can be implemented by its characteristics in different constructive solutions. It can be applied on acoustic and / or thermal insulation fulfilling the Technical Building Code and also in rehabilitation and large areas and underfloor heating.

As mentioned above, anhydrite mortar is very fluid so it wraps radiant heating tubes perfectly, so that no air is occluded which might impede heat transfer. For this application a special mortar has been developed with improved thermal properties: higher thermal conductivity (2.02 W / K m) and lower specific heat (950 J / Kg ° C). The thermal conductivity of ecomortero (40% higher than that of a traditional mortar) helps save energy because heat spreads more easily. In another words, less temperature to heating water circuit is needed for the same ambient temperature. Therefore, energy expenditure is lower. (Fig. 4, Fig. 5 and Fig. 6).

Fig 3.

la calefacción radiante, de manera que no queda aire ocluido que pueda dificultar la transmisión del calor. Para esta aplicación se ha desarrollado un mortero especial con propiedades térmicas mejoradas: mayor conductividad térmica (2,02 W/K m) y menor calor específico (950 J/Kg. ° C). La conductividad térmica del ecomortero (un 40% más elevada que la de un mortero tradicional) contribuye al ahorro energético ya que el calor se transmite más fácilmente. Visto de otro modo, se necesita menor temperatura del agua del circuito de calefacción para obtener la misma temperatura ambiente. Por lo tanto, el gasto de energía es menor. (Fig.4, Fig.5 y Fig 6).

Fig 4.

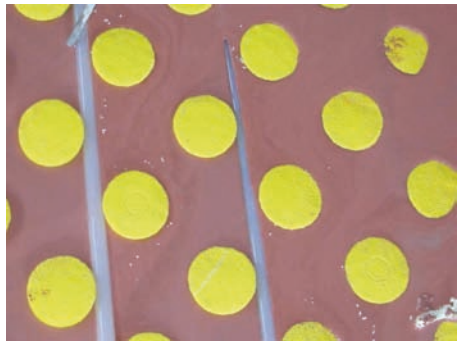


Fig 5.

Fig 6.

Notas **Notes**

1. Datos de OFICEM. Agrupación de fabricantes de cemento de España.

Bibliografía **Bibliography**

"Los materiales de construcción y el medio ambiente" Francisco J. Arenas Cabello. Ecosostenible nº 41. Julio, 2008

"Guia de mejores técnicas disponibles en España de fabricación de cemento". Ministerio de medio ambiente. 2004

"Ejecución de revestimientos con yeso" A.T.E.D.Y. y Universidad Politécnica de Madrid. 2ª edición. 2003.

"Manual de yeso". A.T.E.D.Y. Luís de Villanueva Domínguez y Alfonso García Santos, 2001

"Euroflúor HF, una breve visión de la industria del flúor" Consejo de la Industria Química Europea.

"Productos fluorados inorgánicos" Derivados del flúor, S.A.

"Estudio comparativo de morteros autonivelantes de base anhidrita con morteros convencionales de cemento" Departamento de Ciencia e Ingeniería del Terreno y de los Materiales de la Universidad de Cantabria. 2009.

eficiencia energética de la fachada ventilada activa (fva) en edificios de oficinas en españa

energy efficiency of the ventilated active façade in office buildings in spain

Autor/es: Olatz Irulegi, Rufino J. Hernández, Álvaro Ruiz, Christian Suárez

Institución: Universidad del País Vasco y Universidad de Sevilla

Abstract

This paper pretends to show the energy efficiency of a Ventilated Active Façade (VAF)[1] applied to typical office buildings in the 12 different Spanish climatic zones in comparison with a conventional façade element that complies the obligatory requirements of the Spanish Regulation: Código Técnico de la Edificación (CTE).

Depending on the typology and location of the building the use of the VAF can be considered as a good solution in terms of energy saving or inappropriate for exceeding the minimum requirements of the CTE.

Contexto energético

El 9,33%[2] del consumo energético en España corresponde al Sector Servicios dónde un 47,8% del mismo procede de edificios de oficinas. La deslocalización de la industria española en países emergentes está dando lugar a una tipología edificatoria emergente en el actual panorama económico español mediante la sustitución de plantas industriales por edificios de oficinas.

Por otro lado, la proliferación de edificios de "oficinas de cristal" sumamente derrochadores contradice el compromiso adquirido por España en el Protocolo de Kyoto[3] (Fig. 1). El presente documento pretende presentar para qué casos puede considerarse la FVA como alternativa válida para alcanzar este fin.

Análisis de edificios de oficinas más habituales en España

A partir de un análisis tipológico de los edificios de oficinas más habituales[4] en España (Fig. 2) en el periodo 2.000 y 2.010; se han definido 8 edificios tipo (Fig. 3) con los que se ha realizado el estudio comparativo para evaluar la eficiencia energética de la FVA en edificios de oficinas en España.

El Código Técnico de la Edificación establece 12 zonas climáticas distintas por lo que los 16 casos de estudio de partida han sido calculados[5] para cada una de las zonas climáticas dando lugar a un total de 192 edificios de referencia[6].

Cálculo de orientación optima para cada una de las zonas climáticas definidas por el CTE

Con el objetivo de optimizar al máximo el comportamiento energético de la FVA se ha realizado un cálculo de la radiación incidente en la fachada susceptible de ser sustituida por una FVA para cada una de las zonas climáticas identificadas en el CTE. En la siguiente tabla se recoge la orientación óptima para cada zona climática. Para no extender en exceso el alcance de este trabajo se han definido ciudades representativas para cada una de las zonas climáticas.

Energetic context

The 9,33% of the energy consumption in Spain has its origin in the Service Sector where the 47,8% is due to office buildings. The delocalization of the Spanish industry in emerging countries is occasioning a new emerging typology of buildings in the current Spanish economical context where the traditional industrial areas are being substituted by office buildings.

The proliferation of squanderer "glass office buildings" contradict the compromise acquired by Spain in the Kyoto Protocol (Fig. 1). This paper pretends to present a valid alternative to this type of buildings.

Analysis of typical office buildings in Spain

After carrying out a typological analysis of the most common office buildings in Spain (Fig. 2) in the period 2.000-2.010, 8 different types of buildings have been defined (Fig. 3). A comparative study is going to be conducted using these 8 types of buildings in order to evaluate the energy efficiency of a VAF applied to office buildings in Spain.

The 16 cases of study are going to be calculated in the 12 climatic zones defined by the "Código Técnico de la Edificación" for Spain. 192 different reference buildings are going to be obtained after it.

In order to do a comparative analysis, the southern façade of the 192 reference buildings has been substituted with a VAF to evaluate the energy efficiency that presents a specific typology in a particular climatic zone using or not a VAF.

Calculation of the optimal orientation for each of the climatic zones in the CTE

In order to optimise the energetic performance of a VAF, the incident radiation on the façade has been calculated.The optimal orientation for each of the climatic zones is presented in the following chart. In order to simplify the calculation and not extendending this study too much, a province capital is designed as representative of every zone.

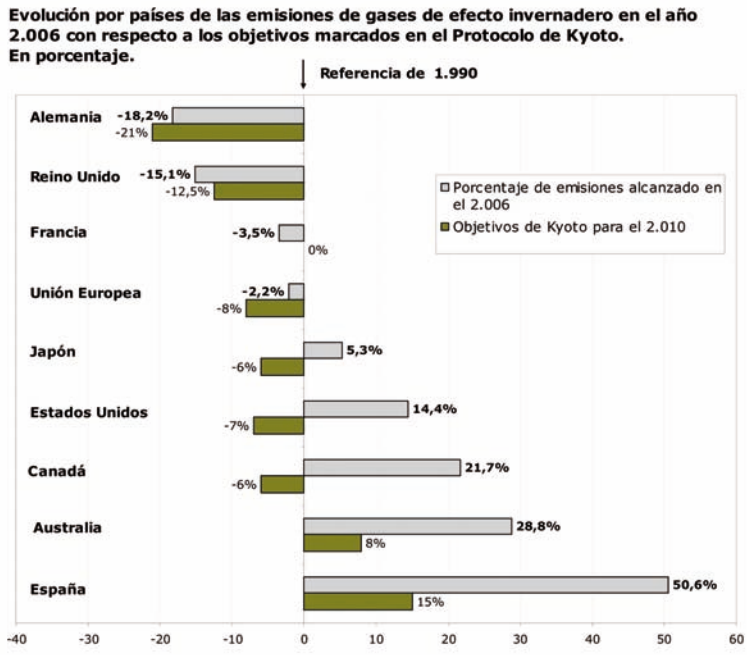
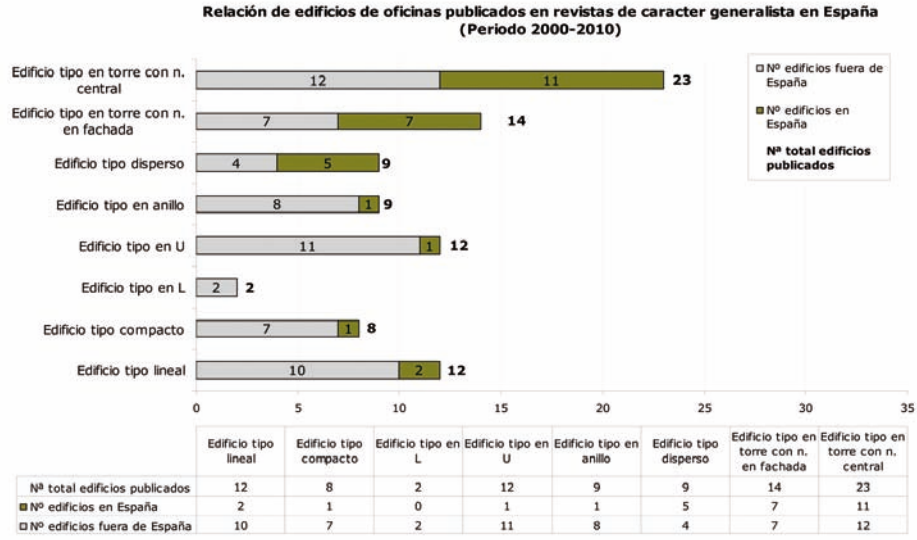


Fig. 1



	Edificio tipo lineal	Edificio tipo compacto	Edificio tipo en L	Edificio tipo en U	Edificio tipo en anillo	Edificio tipo disperso	Edificio tipo en torre con n. en fachada	Edificio tipo en torre con n. central
Nª total edificios publicados	12	8	2	12	9	9	14	23
Nº edificios en España	2	1	0	1	1	5	7	11
Nº edificios fuera de España	10	7	2	11	8	4	7	12

Fig. 2

Climatic Zone	Province Capital	Best orientation for the façade Azimut (º)	Daily Radiation for the winter period (kWh/m^2)	Daily Radiation for the summer period (kWh/m^2)
A3	Málaga	+5.0	2.68	1.59
A4	Almería	+7.5	2.91	1.59
B3	Valencia	+10.0	2.54	1.66
B4	Huelva	+12.5	2.29	1.76
C1	Pontevedra	-10.0	1.57	1.49
C2	Gerona	+0.0	2.33	1.45
C3	Granada	+2.5	2.64	1.23
C4	Badajoz	+2.5	2.08	1.23
D1	Vitoria	-10.0	1.31	1.47
D2	Valladolid	+0.0	1.52	1.96
D3	Madrid	-5.0	1.98	1.35
E1	Soria	-5.0	1.79	1.88

Tabla 1. Table 1.[7]

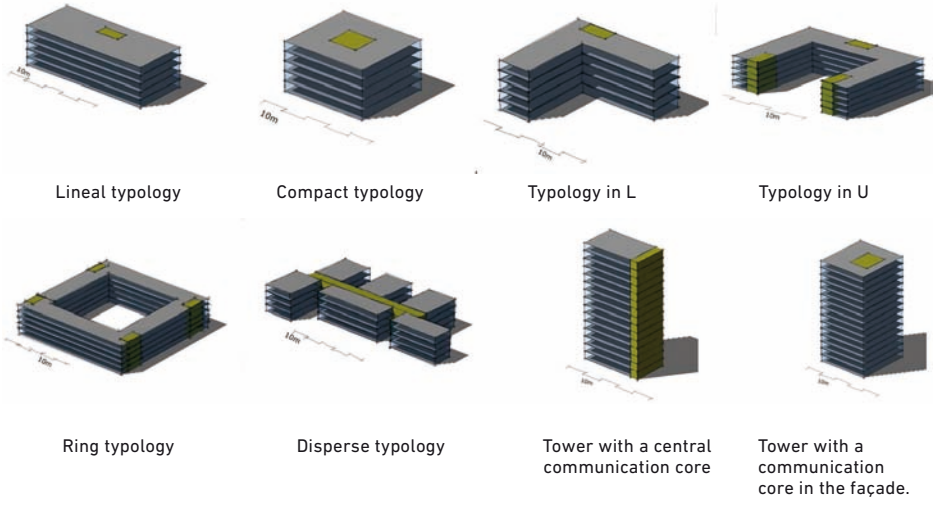


Fig. 3

Resultados

Calefacción

En este gráfico (Fig. 4) se recoge el cálculo de la demanda de calefacción para la tipología definida como compacta para cada zona climática marcada en el CTE. Se puede apreciar que los resultados varían dependiendo de la zona climática en la que se localice el edificio.

En las zonas climáticas D2 (Valladolid), Soria (E1) y Huelva (B4) el uso de la FVA puede considerarse como una solución muy atractiva ya que ofrece un ahorro energético del 56%, 82% y 80% respectivamente.

En las zonas climáticas A4(Almería), Badajoz (C4), Gerona (C2), Málaga (A3), Pontevedra (C1) en cambio, el uso de la FVA no es váliada ya que incrementa considerablemente los límites marcados por el CTE.

En cuanto a las zonas climáticas D1(Vitoria), B3 (Valencia), D3 (Madrid) y C3 (Granada) puede considerarse que el ahorro que

Results

Heating demand

The energy demand for heating for the compact typology in each climatic zone is presented in the graphics. (Fig. 4). The results change depending on the climatic zones where the building is located.

In the zones D2 (Valladolid), Soria (E1) y Huelva (B4) the use of a VAF can be considered as an attractive solution where the following energy saving can be achieved 56%, 82% y 80%.

In the zones A4 (Almería), C4 (Badajoz), C2 (Gerona), A3 (Málaga), C1 (Pontevedra) the use a VAF is not a good choice .The results exceed considerably the limits established in the CTE.

In the zones D1(Vitoria), B3 (Valencia), D3 (Madrid) y C3 (Granada) the obtained energy saving is unappreciated.

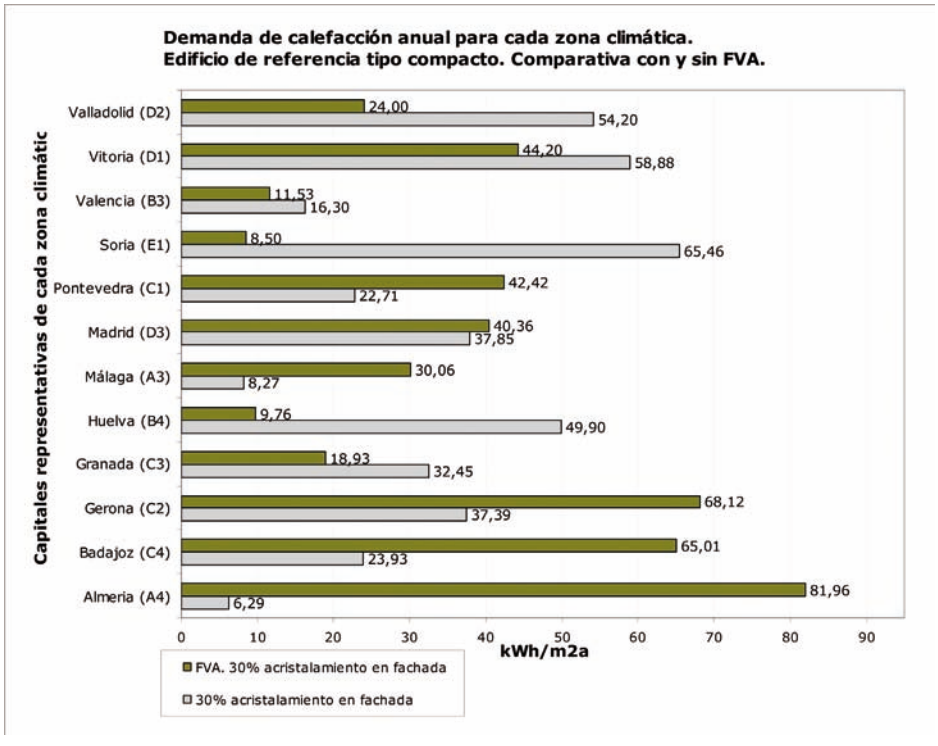


Fig. 4

se obtiene con la FVA es prácticamente inapreciable.

Refrigeración

En este gráfico (Fig. 5) se recoge el cálculo de la demanda de refrigeración para la tipología definida como compacta para cada zona climática marcada en el CTE. Se puede apreciar que los resultados varían dependiendo de la zona climática en la que se localice el edificio.

En las zonas climáticas A4 (Almería), C4 (Badajoz), D3 (Madrid) y D2 (Valladolid) el uso de la FVA puede considerarse como una solución muy atractiva ya que ofrece un ahorro energético del 92%, 78%, 63%, y 64 % respectivamente.

En las zonas climáticas E1(Soria), C1 (Pontevedra), D1 (Vitoria), en cambio, el uso de la FVA no e válida ya que incrementa considerablemente los límites marcados por el CTE.

En cuanto a las zonas climáticas B3 (Valencia), A3 (Málaga), B4 (Huelva) C3

Cooling demand

The energy demand for cooling for the compact typology in each climatic zone is presented in the graphics. (Fig.5). The results change depending on the climatic zones where the building is located.

In the zones A4 (Almería), C4 (Badajoz), D3 (Madrid) and D2 (Valladolid) the use of a VAF can be considered as an attractive solution where the following energy saving can be achieved 92%, 78%, 63%, y 64 %

In the zones E1 (Soria), C1 (Pontevedra), D1 (Vitoria) the use a VAF is not a good choice .The results exceed considerably the limits established in the CTE.

In the zones B3 (Valencia), A3 (Málaga), B4 (Huelva) C3 (Granada) the obtained energy saving is unappreciated.

Conclusions

In this study is concluded that for the compact office typology, the substitution of the optimal orientated façade with a VAF is

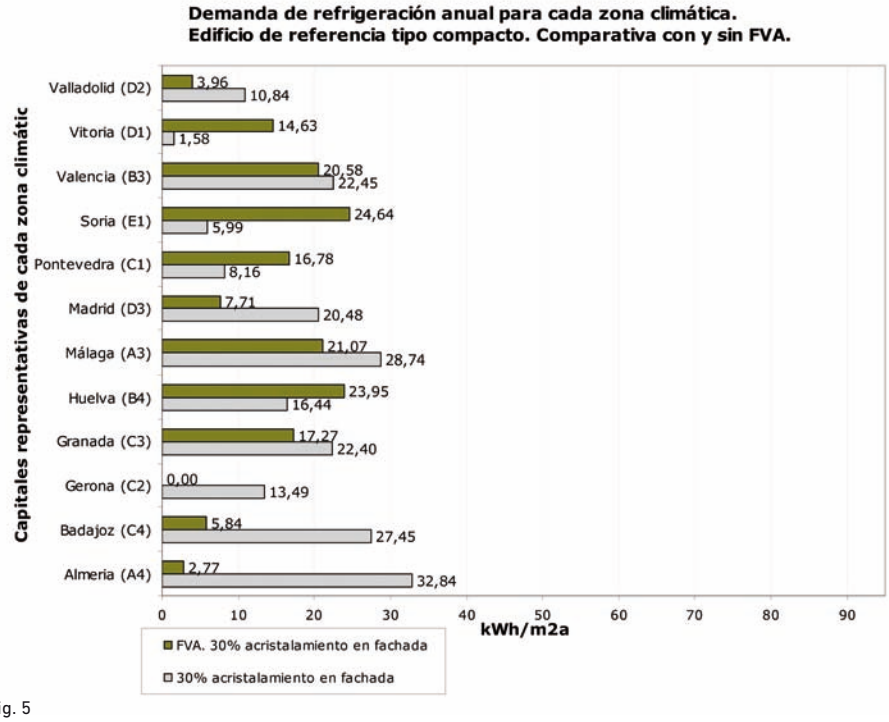


Fig. 5

(Granada) puede considerarse que el ahorro que presenta que se consigue con la FVA es prácticamente inapreciable.

Conclusiones

Del estudio aquí realizado se concluye que para la tipología de oficinas definida como compacta, la sustitución de su fachada óptima por una FVA es una solución que presenta grandes potenciales de ahorro energético tanto en calefacción como en refrigeración en la zona climática D2 (Valladolid).

En el caso de la zona E1 (Soria), la demanda de calefacción se reduce considerablemente pero es inapreciable el ahorro que se consigue en refrigeración. Considerando la climatología de Soria, podemos concluir que la FVA es una buena solución ya que la demanda de refrigeración es mínima.

En cuanto a las zonas C4 (Badajoz) y A4 (Almería) se obtienen buenos resultados en refrigeración pero son inapreciables en calefacción. Considerando la climatología de estas zonas, podemos concluir que la FVA es una buena solución ya que la demanda de calefacción es mínima.

En la zona B4 (Huelva) se obtienen buenos resultados para calefacción pero desfavorables para la refrigeración.

En las zonas C3 (Granada) y Valencia (B3) la solución de FVA es una muy mala solución ya que incrementa la demanda de calefacción y refrigeración.

Los resultados aquí presentados deben considerarse como una primera aproximación para que el proyectista dependiendo de la tipología y zona climática en la que se ubique el edificio objeto de estudio pueda valorar la utilización o no de una FVA con el objetivo de reducir su demanda energética.

Los resultados aquí mencionados forman parte de la del proyecto nacional con Referencia BIA2006-15398-C04-02.

a good solution in terms of energy saving for the climatic zone D2 (Valladolid).

In the case of the zone E1 (Soria), the energy saving obtained for heating is good but remains unappreciated for the cooling demand. Taking into account the severe climatic conditions in E1 in winter, the use of VAF can be considered as good.

In the cases of the zones C4 (Badajoz) y A4 (Almería) good values are obtained for the cooling demand but remain unappreciated for the heating. Taking into account their severe climatic conditions in summer, the use of VAF can be considered as good.

In the case of the zone B4 (Huelva) good results are obtained for the heating but bad ones for the cooling.

In the cases of the zones C3 (Granada) and B3 (Valencia) the use of a VFA is considered as inappropriate where the values for heating and cooling exceeds the former values.

The values that are here presented try to give an overview to the designer in order to valuate the use of a VFA depending on the typology and location of the building.

The results here exposed are part of a national research project with the reference: BIA2006-15398-C04-02.

Referencias

1. El Proyecto de Investigación Fachadas Ventiladas Activas está financiado por el Plan Nacional de I+D+i del Gobierno de España y pretende desarrollar un tipo de cerramiento opaco capaz de gestionar los flujos energéticos entre interior y exterior del edificio de origen solar, climático y humano. Referencia BIA2006-15398-C04-02.

El primer prototipo de FVA consiste en un hoja exterior de acero galvanizado de 2mm de espesor y una cámara de aire ventilada de 3 cm. Los ensayos del primer prototipo que consiste prototipo se han llevado a cabo en el Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.

2. IDAE y MITYC. Informe anual de consumos energéticos año 2.008. Consumo Energético Final: Global y Sectorial (Excluidos usos no energéticos).

3. El Protocolo de Kyoto establece para España un incremento del 15% en su tasa de emisiones en 1990. En el año 2.006 España ha incrementado en un 50,6% la cifra establecida (Fig. 1). Considerando que en el reciente tratado de Copenhagen España se ha comprometido a reducir la tasa de 1990 en un 20%, la necesidad de alternativas a modelos despilfarradores tiene carácter de urgencia. www.intendesign.com

4. Para la definición de las características típicas de los edificios de oficinas en España, durante la última década, se han consultado las revistas de arquitectura de carácter generalista de mayor tirada editorial en España.

5. El cálculo de los edificios ha sido realizado mediante la aplicación informática de carácter normativo LIDER en colaboración con Álvaro Ruiz y Christian Suárez de la Universidad de Sevilla.

6. El edificio de referencia se define en el Código Técnico de la Edificación, como aquél edificio que cuenta con las mismas características geométricas que el edificio objeto de estudio pero que cumple con los mínimos exigidos en cuanto a demanda energética.

7. El cálculo de la orientación óptima se ha realizado mediante la aplicación informática "The Weather Tool"

References

1. The research project called "Ventilated Active Façade" is financed by the Spanish National Plan for Research and pretends to develop an opaque façade element that can manage the energy flows between the interior and exterior of a building with a solar, climatic or human nature. Reference BIA2006-15398-C04-02. The test of the prototype has been conducted in the "Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco".

2. IDAE y MITYC. 2.008 Annual Report of energy Consumption. Final Energy Consumption: Global and Sectorial (Non Energetic uses have been excluded).

3. The Kyoto Protocol establishes for Spain an increase of 15% in its emissions of CO2 related to the values of1990. In 2.006 Spain has increased that value to 50,6%. Considering that in the recent Treatment of Copenhagen Spain has acquired a new compromise to reduce that value in another 20%, the search of alternatives is urgent.

"International conference of Integrated Energy Design" in Oslo (2009, Norwey). http://www.intendesign.com/

4. For the analysis of the typical characteristics of office buildings in Spain in the period 2.000-2.010, reviews with a generalist approach have been consulted.

5. The calculation has been carried out using the informatic application LIDER in collaboration with Álvaro Ruiz and Christian Suárez of the University of Seville.

6. A reference building is defined in the "Código Técnico de la Edificación" as a building with the same geometrical characteristics as the building of study but complying with the Requirements of the Law.

7. The calculation of the optimal orientation for a façade has been run with "The Weather Tool". The optimal orientation is the one that maxims the solar exposure in winter and minimeses the solar exposure in summer time.

Bibliografía Bibliography

2 The calculation for the cooling and heating demand have been calculated with LIDER in collaboration with Álvaro Ruiz and Christian Suárez of the University of Seville.

3 IDAE y MITYC. 2.008 Annual Report of energy Consumption. Final Energy Consumption: Global and Sectorial (Non Energetic uses have been excluded).

4 "International conference of Integrated Energy Design" in Oslo (2009, Norwey).

http://www.intendesign.com/

5 The calculation has been carried out using the informatics application LIDER

6 "Código Técnico de la Edificación"

7 "The Weather Tool".

energy efficiency in buildings

eficiencia energética en la edificación

Matheos Santamouris

University of Athens, Physics, Department, Group Building Environmental Studies

el impacto del cambio climático en el balance energético de los edificios y la calidad del entorno construido

the impact of climate change on the energy balance of buildings and the quality of the built environment

Abstract

The present paper discusses the main issues relating urban layout and the application of energy conservation measures as well as of passive solar heating and mainly cooling. The paper is divided in three main parts. The first one present the main characteristics of the urban climate and in particular the temperature distribution in urban areas and reports data from the Athens urban climate experiment. The second part presents the impact of the main parameters defining the urban layout to the urban climate. In particular the impact of the street layout, albedo, green spaces, and materials for the urban environment are investigated and discussed. Finally, the third part of the report deals with specific energy studies relating the energy consumption of buildings for cooling purposes to the urban climate.

This article is based on text published in previous articles of the author.

El problema de la urbanización

El presente trabajo tiene como objetivo presentar algunos puntos clave relacionados con la energía y la calidad ambiental de las ciudades. El material presentado ha sido completamente tomado de[1]. Las ciudades están expandiendo cada vez más sus fronteras y las poblaciones. Desde el punto de vista climatológico, la historia de la humanidad es la historia de la urbanización. La industrialización reciente y la urbanización han afectado drásticamente al número de edificios urbanos con importantes efectos sobre su consumo de energía. Se espera que 700 millones de personas se trasladarán a las zonas urbanas durante la última década. Hoy en día, al menos 170 ciudades soportan más de un millón de habitantes cada una. Según los cálculos en los Estados Unidos se espera que el 90 por ciento de la población viva en las ciudades o en los alrededor de áreas urbanas para el año 2000, mientras que las estimaciones muestran que el 80% de la población mundial vivirá en las áreas urbanas en el 2100.

En Europa, más del 70 por ciento de la población vive en zonas urbanas. En África, en 1925 la población que vivía en las ciudades con más de 100.000 habitantes era de 500.000 personas, este número ha aumentado a 20 millones en el 1972, y a 72 millones en el 1988. Mejorar los niveles de vida aumenta las necesidades de espacio por persona. En EE.UU., entre el 1950 y el 1990, los requisitos de espacio disponible por persona se han duplicado.

También existen en Europa diferencias muy importantes en el espacio de vivienda disponible por persona, debido a las diferencias sociales y económicas. Moscú tiene 11,6 m2 netos de espacio vivibles por persona, mientras que París tiene 28,2, Oslo y Zurich 47,2 y 50,6 m2 por persona.

La expansión de nuestras ciudades pide más y más suelo. En Europa, el 2 por ciento de las tierras agrícolas se pierde a favor de la urbanización cada diez años. Se informa que durante el último siglo, la superficie de suelo urbano por habitante en Europa ha aumentado diez veces. Es característico que

The Problem of Urbanisation

The present paper aims to present some key points related to the energy and environmental quality of cities. The material presented has been entirely taken from[1]. Cities are increasingly expanding their boundaries and populations. From the climatological point of view, human history is the history of urbanization. Recent industrialization and urbanization have affected dramatically the number of the urban buildings with major effects on their energy consumption. It is expected that 700 million people will move to urban areas during the last decade. Today, at least 170 cities support more than one million inhabitants each. As estimated, in the United States, 90 percent of the population is expected to be living in, or around, urban areas by the year 2000, while estimations show that urban populations will occupy 80 % of the total world population in 2100.

In Europe, more than 70 percent of the population is living in urban areas. In Africa, while in 1925 the population living in cities with more than 100000 inhabitants was close to 500000, this number has increased to 20 millions in 1972, and 72 millions in 1988. Improving living standards, increases the space requirements per person. In US, between 1950 - 1990, the floor space requirements per person has been doubled.

Very important differences in housing floor space per person exist also in Europe because of the social and economic differences. Moscow has 11.6 m2 net living space per person, while Paris has 28.2, Oslo 47.2 and Zurich 50.6 m2 per person.

Expansion of our cities, asks for more and more land to support them. In Europe, 2 per cent of agricultural land is lost to urbanisation every ten years. It is reported that during the last century, the surface of urban land per capita in Europe has increased ten times. It is characteristic that an average European city of one million inhabitants consumes every day 11500 tonnes of fossil fuels, 320000 tonnes of water and 2000 tonnes of food. It produces also 300000 tonnes of waste water, 25000 tonnes of CO2 and 1600 tonnes of waste[2].

una ciudad media europea de un millón de habitantes consume diariamente 11.500 toneladas de combustibles fósiles, 320.000 toneladas de agua y 2000 toneladas de alimentos. Se produce también 300.000 toneladas de aguas residuales, 25000 toneladas de CO2 y 1.600 toneladas de residuos[2].

Las necesidades directas e indirectas para la tierra están muy bien representadas por el concepto de "huella ecológica", definido como la cantidad de suelo necesario para sustentar una ciudad, abasteciéndola con productos de la madera, y reabsorber sus emisiones de dióxido de carbono con áreas cubiertas con nueva vegetación.

Este concepto ayuda a establecer límites a las actividades que un área puede absorber de una manera sostenible. Sobre la base de los cálculos de SLT, la huella ecológica de Londres, más o menos 50 millones de acres, es 125 veces mayor que su superficie real. Los cálculos muestran que la huella ecológica promedio en el mundo está cerca de 1,8 ha/persona, mientras en India se acerca a 0,4, en Canadá es de 4,3 y en EE.UU. es casi 5,1. Además, el aumento de la urbanización asociada a una pérdida de tierras agrícolas, forestas y áreas verdes añade un coste adicional importante, debido al desarrollo de nuevas infraestructuras porque la infraestructura existente en el casco antiguo de las ciudades se utiliza menos y por lo tanto no está bien amortizada. Estudios en el Reino Unido muestran que casi 60.000 hectáreas de tierra están vacantes en las zonas urbanas y el 15-20 por ciento de las oficinas está vacío[3].

El Clima Urbano

El aumento de la urbanización y de la industrialización ha deteriorado el medio ambiente urbano. Las deficiencias en el control del desarrollo tienen consecuencias importantes. El tamaño de las parcelas edificadas se ha reducido, aumentando la densidad y el riesgo de congestión de tráfico. El aumento del número de edificios ha desplazado la vegetación y los árboles. Nueva York ha perdido 175.000 árboles, o el

The direct and indirect needs for land are well represented by the notion of 'ecological footprint' defined as the land required to feed a city, supply it with timber products and reabsorb their carbon dioxide emissions with areas covered with growing vegetation.

This concept help set the limits to the activities that an area can absorb in a sustainable way. Based on the calculations of SLT, the London's ecological footprint is close to 50 million acres, which is 125 times higher than its actual surface area. Calculations shows that the mean ecological footprint in the world is close to 1.8 ha/person, while in India is close to 0.4, in Canada is 4.3 and in USA is close to 5.1. In addition, the increased urbanisation associated with a loss of agricultural land, wilderness and green areas adds an important additional cost as new infrastructure has to be developed and the existing infrastructure in the old parts of the city is used less and thus not well amortized. Studies in UK show that almost 60000 hectares of land are vacant in urban areas and 15-20 per cent of offices is empty[3].

The Urban Climate

Increasing Urbanisation and Industrialisation have deteriorated the urban environment. Deficiencies in development control have important consequences. The size of housing plots have been reduced increasing thus densities and the potential for traffic congestion. Increasing number of buildings has crowded out vegetation and trees. New York has lost 175000 trees, or 20 % of its urban forest in the last ten years[4].

As a consequence of heat balance, air temperatures in densely built urban are higher than the temperatures of the surrounding rural country. The phenomenon known as 'heat island'. Factors influencing heat island effect are among others: climate, topography, physical layout and short term weather conditions. Data compiled by various sources[1], shows that heat island intensity can be as high as 15 C.

Except of the temperature increase, the urban environment affects many other climatological parameters. Global solar

20% de su bosque urbano en los últimos diez años[4].

Como consecuencia del balance de calor, las temperaturas del aire en zonas urbanas densamente costruidas son más altas que las temperaturas de los alrededores rurales. El fenómeno conocido como "isla de calor". Factores que influyen en el efecto isla de calor son, entre otros: el clima, la topografía, la disposición física y las condiciones meteorológicas a corto plazo. Datos de diversas fuentes[1] muestra que la intensidad de la isla de calor puede ser de hasta 15ºC.

Además del aumento de la temperatura, el entorno ambiental urbano afecta a muchos otros parámetros climatológicos. La radiación solar global se ve gravemente reducida por el aumento de la dispersión y de la absorción. La duración de la insolación en las ciudades industriales se reduce en un 10 a un 20 por ciento, en comparación con el paisaje circundante, y pérdidas similares se observan en la cantidad de energía recibida. Al mismo tiempo, el entorno ambiental urbano afecta a las precipitaciones y la nubosidad. En Budapest, debido principalmente a la industrialización, la cubierta de nubes se ha incrementado en un 3% durante el período invernal. La urbanización provoca un aumento proporcional de las precipitaciónes en ciudades como Londres, porque las perturbaciones se centran con más frecuencia en su área geográfica.

Estudios de la isla de calor en Atenas

En el marco del proyecto de investigación POLIS de la Comisión Europea, se han instalado veinte estaciones de temperatura y humedad en la región metropolitana de Atenas a partir de junio de 1996. El número de estaciones ha sido ampliado a 30 desde junio de 1997. Dos estaciones están situadas en el área norte y este de las afueras de Atenas y se consideran como estaciones de referencia. Tres estaciones se instalaron en la parte más poblada y densa de la zona oeste de la ciudad, dos estaciones cerca del mar, una estación en la parte sur de la ciudad cerca de la montaña Hemetous, mientras todas las demás estaciones se instalaron en

radiation is seriously reduced because of increased scattering and absorption. The sunshine duration in industrial cities is reduced by 10 to 20 per cent, in comparison with the surrounding countryside and similar losses are observed in received energy. In parallel, the urban environment affect precipitation and cloud cover. In Budapest, because mainly of the industrialization the cloud cover has been increased by 3 % during the winter period. Urbanization causes a proportional increase of the precipitation in cities like London, that because of its geographic location is more often in the zone of perturbations.

Heat Island Studies in Athens

In the framework of the POLIS research project of the European Commission, twenty temperature and humidity stations have been installed in the major Athens region from June 1996. The number of stations has been extended to 30 by June 1997. Two stations are located in the north and east suburban region of Athens and are considered as reference stations. Three stations are installed in the high populated, high density ,west part of the city, two stations close to the sea, one station in the southern part of the city close to the Hemetous mountain, while all other stations are installed in the central Athens region. Ambient temperature is measured in a hourly basis.

High temperature differences between the urban and reference stations have been recorded during summer 1996. Temperature differences up to 17 C have been recorded during the day time and in particular between a station suffering from high traffic load and the reference station, it is found that the highest the temperature in the urban station the highest the temperature difference. This is mainly due to the thermal balance of the urban region where heat inputs are added mainly from the traffic increasing thus local temperatures, something that does not happens to the surrounding suburban reference region. The hourly temperature differences between 12 urban stations and the reference one for the daytime period are given in Fig. 1.

la región central de Atenas. La temperatura ambiente se mide cada hora.

Altas diferencias de temperatura entre las estaciones de referencia urbana se han registrado durante el verano de 1996. Diferencias de temperatura de hasta 17ºC se han registrado durante el día y, en particular entre una estación de una zona de alto tráfico y la estación de referencia, se encontró que cuanto mayor es la temperatura en la estación urbana más alta será la diferencia de temperatura. Esto se debe principalmente al balance térmico de la región urbana, donde las cargas térmicas son debidas principalmente al tráfico, que sube las temperaturas locales, cosa que no ocurre con la región de referencia en las afueras. Las diferencias de temperatura horaria entre las 12 estaciones urbanas y la estación de referencia durante el día se dan en la Fig. 1.

Como función de la estructura urbana, de la carga de tráfico, del calor antropogénico y del equilibrio general de cada área en particular, las diferencias de temperatura durante el día varían de 0 a 18ºC. La diferencia de las temperaturas medias es casi 7-8º C. El parque nacional, (Estación: kip), ubicado en la área central de Atenas presenta diferencias de temperatura mucho más bajas, mientras

As a function of the urban layout, traffic load, anthropogenic heat and the overall balance of each particular area, temperature differences during the daytime varies from 0 to 18 C. A mean temperature difference is close to 7-8 C. The national park, (Station : kip), located at the very central area of Athens present much lower temperature differences while lowest temperature differences are recorded in a main pedestrian street, (Station : erm).

In general the city center during the day time is characterized by much higher temperatures than the surrounding area. The central Athens area is to about 7-8 C warmer than the surrounding area, while at the high traffic station of Ippokratous temperature difference is close to 12-13 C. A better understanding of the persistence of high temperature differences during the daytime is given if the hourly cooling degree hours are calculated. Cooling degree days at the surrounding Athens area are close to 107, while the corresponding value for the central area is 355. During the night period the central Athens region is to about 3 C warmer than the reference suburban stations. Differences up to 5 C have been also recorded in many stations. The western

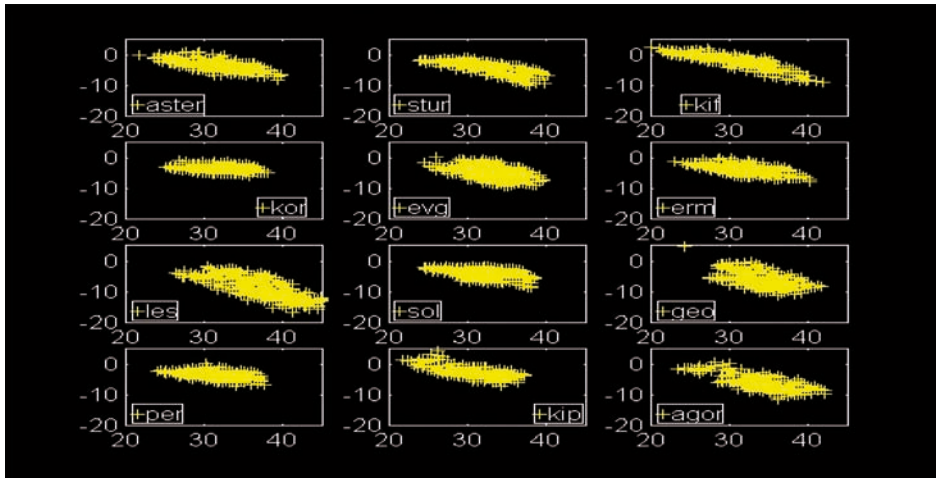


Fig. 01. Diferencias temperatura horaria entre las diversas estaciones urbanas y la estación de referencia como función de la temperatura de la estación urbana en el período de junio a septiembre de 1996. Los datos se refieren al periodo diurno. Hourly Temperature Differences between various urban stations minus the reference station as a function of the temperature of the urban station for the period June to September 1996. Data refer to the day period.

que la menor diferencia de temperatura se registra en una calle peatonal principal, (Estación: ERM).

En general, el centro de la ciudad durante el día se caracteriza por temperaturas muy superiores a los alrededores. El área central de Atenas es de unos 7-8° C más caliente que el área circunstante, mientras que en la estación de alto tráfico Ippokratous, la diferencia de temperatura rodea los 12-13° C. Una mejor comprensión de la persistencia de las altas diferencias de temperatura durante el día se alcanza si consideramos los grados día de refrigeración. Los grados día de refrigeración en la zona que rodea Atenas son casi 107, mientras que el valor correspondiente a la zona central es de 355. Durante el período nocturno la región central de Atenas se encuentra unos 3° C más caliente que la estación de referencia suburbana. Diferencias de hasta 5° C también se han registrado en muchas estaciones. La parte occidental de Atenas caracterizada por la alta densidad de construcción, la falta de espacios verdes y el tráfico pesado, presenta también aquí temperaturas de 3 a 4 grados más altas que en la estación de referencia.

El papel de los espacios verdes

Los árboles y los espacios verdes contribuyen de manera significativa al enfriamiento de nuestras ciudades y al ahorro energético. Los árboles pueden proporcionar una protección solar a las casas durante el período estival, mientras que la evapotranspiración de los árboles puede reducir las temperaturas urbanas. Los árboles también ayudan a mitigar el efecto invernadero, filtran contaminantes, encubren el ruido, evitan la erosión y serenan a sus observadores humanos. Como ha señalado Akbari, "la eficacia de la vegetación depende de su intensidad, forma, dimensiones y colocación. Pero, en general, cualquier árbol, también un árbol sin hojas, puede tener un impacto notable en la utilización de la energía".

Los sistemas de evapotranspiración de suelo - vegetación pueden contribuir significativamente a reducir las temperaturas urbanas. La evapotranspiración de las plantas

part of Athens characterized by high building density, lack of green spaces and heavy traffic present also 3-4 degrees of higher temperature than the reference station.

The role of green spaces

Trees and green spaces contribute significantly to cool our cities and save energy. Trees can provide solar protection to individual houses during the summer period while evapotranspiration from trees can reduce urban temperatures. Trees also help mitigate the greenhouse effect, filter pollutants, mask noise, prevent erosion and calm their human observers. As pointed out by Akbari, 'the effectiveness of vegetation depends on its intensity, shape, dimensions and placement. But in general, any tree, even one bereft of leaves, can have a noticeable impact on energy use'.

Evapotranspiration from soil - vegetation systems can contribute significantly to reduce urban temperatures. Evapotranspiration from plants at the National park of Athens create 'oases' of 1-5 C during the night period. Duckworth and Sandberg, found that temperatures in San Fransisco's heavily vegetated Golden Gate Park average about 8 C cooler than nearby areas that are less vegetated. In Tokyo, vegetated zones in summer are 1.6 C cooler than non vegetated spots, while in Montreal, urban parks can be 2.5 C cooler than surrounding built areas. Jauregui, reports that the park in Mexico City was 2-3 C cooler with respect to its boundaries. Lindqvist, has performed studies in Gotemborg, Sweden, and he reports that in some occasions the air temperature increased 6 C from 100 m inside the park to a point within the built up areas 150 m outside the park. More frequently, the air temperature gradient in the transition zone was 0.3 - 0.4 C per 100 m outside the park. Similar results for Goteborg are also reported by Eliason. Taha, reports that evapotranspiration can create oases that are 2-8 C cooler than their surroundings, while Bowen, reports 2-3 C temperature reduction due to evapotranspiration by plants. Finally, Saito, has studied the effect of green areas on the thermal enviroronment of Kumamoto

en el parque Nacional de Atenas crea una 'oasis' de 1-5° C durante el período nocturno. Duckworth y Sandberg, detectaron que las temperaturas del San Francisco Golden Gate Park, que cuentan con mucha vegetación, son unos 8° C inferiores con respecto a las áreas cercanas donde hay menos vegetación. En Tokio, las zonas de vegetación en verano son 1,6° C más frías que las zonas donde no hay manchas verdes, mientras en Montreal, los parques urbanos puede ser 2,5° C más fríos que las zonas edificadas. Jáuregui indica que el parque de Ciudad de México estaba 2-3° C por debajo con respecto a sus límites. Lindqvist, realizó estudios en Goteborg, Suecia, e indica que en algunas ocasiones la temperatura del aire aumentó 6° C desde 100 m dentro del parque hasta un punto a 150 m fuera del parque, dentro del espacio construido. Con más frecuencia se detectó que el gradiente de temperatura del aire en la zona de transición variaba desde 0,3 a 0,4° C por cada 100 m hacia el exterior del parque. Resultados similares para Goteborg también son reportados por Eliason. Taha indica que la evapotranspiración puede crear oasis que están entre 2 y 8° C más fríos que sus alrededores, mientras que Bowen, realizó informes sobre la reducción de la temperatura de 2-3° C debido a la evapotranspiración de las plantas. Por último, Saito ha estudiado el efecto de las zonas verdes en el ambiente térmico de la ciudad de Kumamoto en Japón. Él indica que, también en pequeñas zonas verdes de 60 x 40 m, se detecta el efecto de enfriamiento. La diferencia de temperatura máxima entre el interior y el exterior de la zona verde era de 3° C.

La transferencia de energía al calor latente desde las plantas es muy alto, 2324KJ/por kg de agua evaporada. Moffat y Schiller, indican que un árbol medio evapora 1460 kg de agua durante un día soleado de verano, que consume alrededor de 860 MJ de energía, un efecto de enfriamiento que en el exterior de una casa corresponde en media a cinco acondicionadores de aire. Los mismos autores señalan que la transferencia de calor latente de la hierba húmeda puede dar lugar a temperaturas más bajas de 6-8° C

city in Japan. He reports that even small green areas of 60 m x 40 m indicated the cooling effect. The maximum temperature difference between inside and outside the green area was 3 C.

The energy transfer to the latent heat from plants is very high , 2324KJ/ per kg of water evaporated. Moffat and Schiller, report that an average tree evaporates 1460 kg of water during a sunny summer day, which consumes about 860 MJ of energy, a cooling effect outside a home 'equal to five average air conditioners'. The same authors report that the latent heat transfer from wet grass can result in temperatures 6-8 C cooler than over exposed soil and that one acre of grass can transfer more than 50 GJ on a sunny day.

Numerical studies trying to simulate the effect of additional vegetation to the urban temperatures have been performed by various researchers. Huang et al, report that computer simulations predict that increasing the tree cover by 25 % in Sacramento and Phoenix, USA, would decrease air temperatures at 2:00 p.m. in July by 6 to 10.0 F. Taha, reports simulation results for Davis California using the URBMET PBL model. He founds that the vegetation canopy produced daytime temperature depressions and nightime excesses compared to the bare surrounds. The factors behind temperature reduction are evaporative cooling and shading of the ground, whereas temperature increase during night is the result of the reduced sky factor within the canopy. Results of the simulations show that a vegetative cover of 30 % could produce a noontime oasis of up to 6 C, in favorable conditions and a nighttime heat island of 2 C. Other numerical simulations reported by Gao, show that green areas decrease maximum and average temperature by 2 C, while the vegetation can decrease maximum air temperatures in streets by 2 C. Givoni, advises to space trees and public parks throughout the urban area rather than concentrating them in few spots. Honjo and Takakura, based on numerical simulations of the cooling effects of green areas on their surrounding areas, have also suggested that smaller green areas

con respecto a la tierra desnuda, y que un acre de prado puede transferir más de 50 GJ en un día soleado.

Han sido realizados por varios investigadores estudios numéricos que tratan de simular el efecto de la vegetación adicional en las temperaturas urbanas. Huang *et al*, indican que simulaciones informáticas predicen que el aumento del 25% de la cobertura arbórea en Sacramento y Phoenix, EE.UU., disminuiría las temperaturas del aire a las 2:00 horas, en julio, de 6 a 10.0 F. Taha, a través de los resultados de la simulación de Davis en California usando el modelo de ABP URBMET, halla que la vegetación produce depresiones de temperatura durante el día y excesos nocturnos, en comparación con los alrededores. Los factores que explican la reducción de la temperatura son la refrigeración por evaporación y el sombreamiento, mientras que el aumento de la temperatura durante la noche es el resultado de la reducción del factor cielo dentro la zona con vegetación. Los resultados de las simulaciones muestran que una cobertura vegetal del 30% podría producir un oasis hasta el mediodía de 6° C en condiciones favorables, y una isla de calor durante la noche del 2° C. Otras simulaciones numéricas hechas por Gao, muestran que las áreas verdes bajan las temperaturas máximas y medias de 2° C, mientras que la vegetación en las calles puede reducir la temperatura máxima del aire de 2° C. Givoni, aconseja espacios y parques públicos con árboles en toda la zona urbana en lugar de concentrarlos en pocos lugares. Honjo y Takakura, basándose en la simulación numérica de los efectos de enfriamiento de las zonas verdes en sus alrededores, también han sugerido que las pequeñas zonas verdes con intervalos suficientes son preferibles para la refrigeración eficaz de las áreas circunstantes.

El papel del albedo de la superficie

Las características ópticas de los materiales utilizados en los entornos urbanos y, especialmente, el albedo a la radiación solar y la emisividad a la radiación de onda larga tienen un impacto muy importante para el

with sufficient intervals are preferable for effective cooling of surrounding areas.

The role of surface albedo

The optical characteristics of materials used in urban environments and especially the albedo to solar radiation and emissivity to long wave radiation have a very important impact to the urban energy balance. Yap, has reported that systematic urban -rural differences of surface emissivity hold the potential to cause a portion of the heat island.

Use of high albedo materials reduces the amount of solar radiation absorbed through building envelopes and urban structures and keeps their surfaces cooler. Materials with high emmisivities are good emitters of long wave energy and readily release the energy that has been absorbed as short wave radiation. Lower surface temperatures contribute to decrease the temperature of the ambient air as heat convection intensity from a cooler surface is lower. Such temperature reductions can have significant impacts on cooling energy consumption in urban areas, a fact of particular importance in hot climate cities.

Energy Impact

Urbanization leads to a very high increase of energy use. An 1 % increase in the per capita GNP leads to an equal (1.03), increase in energy consumption. However, an increase of the urban population by 1 % increases the energy consumption by 2.2 %, i.e., the rate of change in energy use is twice the rate of change in urbanization. Comparison of the energy consumption per capita for the inner and outer parts of cities shows that the consumption in the inner part is considerably higher. Inner London presents to 30 % higher energy consumption than the outer part.

Buildings are the largest energy consumer in cities. In European cities, the consumption of the residential sector varies between 28 - 48 % of the energy consumption of these cities. At the same time, buildings of the commercial sector absorb between 20-30 % of the final energy consumption of the cities.

balance energético urbano. Yap indicó de que las diferencias sistemáticas urbano-rurales de la emisividad superficial tienen el potencial de provocar partes de la isla de calor.

El uso de materiales con alto albedo reduce la cantidad de radiación solar absorbida a través la envolvente de edificios y las estructuras urbanas y mantiene sus superficies más frías. Los materiales con alta emisividad son buenos emisores de energía a onda larga y liberan con más facilidad la energía que ha sido absorbida como radiación de onda corta. Bajas temperaturas superficiales contribuyen a disminuir la temperatura del aire del ambiente, porque la intensidad de la convección desde una superficie más fría es más baja. Tales reducciones de temperatura pueden tener un impacto significativo en el consumo de energía de enfriamiento en las zonas urbanas, un hecho de particular importancia en las ciudades con clima cálido.

Impacto de la Energía

La urbanización crea un enorme aumento del uso de energía. Un aumento del 1% en el PNB per cápita lleva a igualar (1,03), el aumento del consumo de energía. Sin embargo, un aumento de la población urbana del 1% aumenta el consumo de energía en un 2,2%, es decir, la tasa de crecimiento del uso de la energía es el doble del taso de crecimiento de la urbanización. La comparación del consumo energético per cápita de las zonas interiores y exteriores de las ciudades, muestra que el consumo en el interior es muy superior. En la zona interior de Londres el consumo energético es un 30% mayor que en la zona exterior.

Los edificios son los mayores consumidores de energía de las ciudades. En las ciudades europeas el consumo energético del sector residencial varía entre el 28 y el 48%. Al mismo tiempo, los edificios del sector comercial absorben entre un 20-30% del consumo total de energía de las ciudades. El aumento de las temperaturas urbanas tiene un efecto directo sobre el consumo energético de los edificios durante el verano y el invierno. De hecho se comprueba que

Increased urban temperatures have a direct effect on the energy consumption of buildings during the summer and the winter period. In fact it is found that during summer, higher urban temperatures increase the electricity demand for cooling and the production of carbon dioxide and other pollutants, while higher temperatures may reduce the heating load of buildings during the winter period.

For US cities with population larger than 100000 the peak electricity load will increase 1.5 to 2 percent for every 1 F increase in temperature. Taking into account that urban temperatures during summer afternoons in US have increased by 2 to 4 F during the last forty years, it can be assumed that 3 to 8 percent of the current urban electricity demand is used to compensate for the heat island effect alone[4].

Based on the measured temperature data the additional energy spend for cooling purposes to counterbalance heat island effect in the major Western Athens area. The studied area has an area of 5354685 square meters and a total of 25155 households, or 30648 residences, with 75629 people living in them, out of which 74605 people living in household. Calculations have been performed using Geographic Information Systems reporting on the conditions of each main building block, and detailed building simulation techniques. The difference between the energy consumption of the Aegaleo buildings and the one they would had the climate been similar to the one of reference station is equal to 41.3 GWh. The cost to compensate the heat island is calculated close to 4.13 MECU/year or 164 ECU's per household.

The additional total peak and peak cooling electrical load to compensate the heat island at the same area has been calculated. It is found that satisfying the peak electric demand requires 82.4 MW, which is 25 MW more than the figure of the area almost not affected by the heat island. According to the calculations, if one assumes a diversity factor of 0.8 and a marginal price for an additional kW in the grid equal to 1000 Ecus, this gives an investment of approximately 20 MECU in generation and distribution equipment.

durante el verano las temperaturas urbanas son más altas y aumenta la demanda de electricidad para la refrigeración y la producción de dióxido de carbono y otros contaminantes, mientras que durante el período invernal las temperaturas más altas pueden reducir la carga de calefacción en los edificios.

Para las ciudades de EE.UU. con población mayor de 100.000 personas, el pico de electricidad aumentará de 1,5 a 2 por ciento por cada aumento de 1 F de temperatura. Teniendo en cuenta que las temperaturas urbanas durante las tardes de verano en EE.UU. han aumentado de 2 a 4 F durante los últimos cuarenta años, se puede suponer que del 3 al 8 por ciento de la demanda eléctrica urbana actual se utiliza para compensar solo el efecto isla de calor[4].

Basándonos en los datos de temperatura medidos, la energía adicional utilizada para el enfriamiento intenta contrarrestar el efecto de isla de calor en la vasta área occidental de Atenas. El área estudiada tiene una superficie de 5.354.685 metros cuadrados y un total de 25.155 núcleos familiares, o 30.648 viviendas, con 75.629 personas que viven en ellas, de las cuales 74.605 personas viven en núcleos familiares. Se han realizado cálculos utilizando Sistemas de Información Geográfica que toman en cuenta las condiciones de los grandes bloques de edificios y las técnicas de simulación. La diferencia entre el consumo energético de los edificios Aegaleo y el hipotético consumo en el caso de un clima similar a las estaciones de referencia es igual a 41,3 GWh. El coste para compensar la isla de calor se calcula cerca de 4,13 millones de euros / año o 164 euros por hogar.

Se ha calculado el pico total adicional y el pico de enfriamiento para compensar la carga eléctrica en la isla de calor en la misma zona. Se detecta que la satisfacción de la demanda eléctrica máxima requiere 82,4 MW, que es mayor de 25 MW del valor de la zona, casi no afectada, por la isla de calor. Según los cálculos, si se supone un factor de diferencia de 0,8 y un precio marginal por un kW adicional en la red igual

Increase of the energy consumption in the urban areas put a high stress to utilities. Construction of new generating plants is an unsustainable solution while it is expensive and takes a long time to construct. Adoption of measures to decrease the energy demand in the urban areas, like the use of more appropriate materials, increased plantation, use of sinks, etc, in association with a more efficient use of energy, involving demand side management techniques, district cooling and heating, etc. seems to be a much more reasonable option. Such a strategy, adopted by the Sacramento Municipal Utility District, (SMUD), has proved to be very effective and economically profitable. It has been calculated that a megawatt of capacity is actually eight times more expensive to produce than to save it. This because energy saving measures have low capital and no running cost, while construction of new power plants involves high capital and running costs.

Conclusions

The continuously increased urbanization, combined with the degradation of the urban climate and the recent upsurge of concern for the environment as well as the recent technological developments in the field of new energy technologies, defines the major priorities and considerations for urban buildings. Thus, main priorities deal with :

The reconsideration of the architectural and planning priorities for the urban environment. Ideas like these developed by the New Urbanism movement, based on mixed land uses, greater dependence on public transports, cycling and walking, decentralization of employment location, etc, may be further developed and applied to create a more sustainable urban environment. In parallel, addressing the urban environmental and energy problems, instead of treating their symptoms, is an absolute priority to improve the quality of the urban environment. All these are combined in a major goal aiming to achieve sustainability in urban areas. As defined :

a 1000 euros, se obtiene una inversión de aproximadamente 20 millones de euros en equipos de generación y distribución.

Aumentar el consumo de energía en las zonas urbanas incrementa el estrés en los varios aparatos. La construcción de nuevas plantas de generación es una solución insostenible porque es costosa y requiere mucho tiempo para su construcción. La adopción de medidas para disminuir la demanda de energía en las zonas urbanas, como el uso de materiales más adecuados, el aumento de plantaciones, el uso de sumideros, etc., en asociación con un uso más eficiente de la energía, con la participación y gestión técnica de la demanda, refrigeración y calefacción de distrito etc., parecen ser una opción mucho más razonable. Esta última estrategia, aprobada por el Sacramento Municipal Utility District (SMUD), ha demostrado ser muy eficaz y económicamente rentable. Se ha calculado que en realidad es ocho veces más caro producir un megavatio que guardarlo. Esto porque las medidas de ahorro energético cuentan con la inversión de pequeños capitales y ningún coste de gestión, mientras que la construcción de nuevas centrales eléctricas implica la inversión de grandes capitales y costes de gestión.

Conclusiones

La urbanización en continuo aumento, combinado con la degradación del clima urbano y el reciente aumento de la preocupación por el medio ambiente, así como los avances tecnológicos más recientes en el ámbito de las nuevas tecnologías energéticas, determinan las principales prioridades y las consideraciones sobre los edificios urbanos. Por lo tanto, las principales prioridades plantean:

La reconsideración de la arquitectura y de las prioridades de la planificación para el medio ambiente urbano. Ideas como éstas elaboradas por el movimiento New Urbanism, basadas en los usos mixtos del suelo, una mayor dependencia de los medios de transporte público, la bicicleta y el desplazamiento a pie, la descentralización de

Sustainable cities are cities that provide a livable and healthy environment for their inhabitants and meet their needs without impairing the capacity of the local, regional and global environmental systems to satisfy the needs of future generations'.

Making cities sustainable entails :

- minimizing the consumption of space and natural resources

- rationalizing and efficiently managing urban flows

- protecting the health of the urban population

- ensuring equal access to resources and services

- maintaining cultural and social diversity.

Environmental quality of indoor spaces is a compromise between building physics applied during the building's design, energy consumption and outdoor conditions. As buildings have a long life, several decades or sometimes centuries, all decisions made at the design stage have long term effects on the energy balance and the environment. Thus, the adaptation of the existing and new urban buildings to the specific environmental conditions of cities in order to efficiently incorporate solar and energy saving measures and counterbalance the radical changes and transformations of the radiative, thermal, moisture and aerodynamic characteristics of the urban environment seems to be of very high priority . It is characteristic that actually more than 70 % of the building's related investments in Western Europe are channeled to urban renewal and building rehabilitation.

The improvement of the indoor environmental quality in urban areas. This can be seen as a combination of acceptable indoor air quality together with satisfactory thermal, visual and acoustic comfort conditions. As the outdoor environment is the main source of indoor pollution and noise, improvements in indoor environmental quality should be seen in a combined way with possible improvements of the outdoor urban environmental quality.

la localización de los lugares de trabajo, etc, pueden ser desarrolladas y aplicadas para crear un entorno urbano más sostenible. Al mismo tiempo, abordar la problemática ambiental urbana y la energía, en lugar de tratar sus síntomas, es una prioridad absoluta para mejorar la calidad del medio ambiente urbano. Todos éstos se combinan en un objetivo de mayor importancia para lograr la sostenibilidad en las zonas urbanas. De este modo se define:

"Ciudades sostenibles son las ciudades habitables que proporcionan un medio ambiente sano a sus habitantes y satisfacen sus necesidades sin comprometer la capacidades locales, los sistemas ambientales a nivel regional y mundial, para satisfacer las necesidades de las generaciones futuras".

Hacer ciudades sostenibles implica:

- Reducir al mínimo el consumo de espacio y recursos naturales

- Racionalizar y gestionar eficientemente los flujos urbanos

- Proteger la salud de la población urbana

- Garantizar la igualdad de acceso a recursos y servicios

- Mantener la diversidad cultural y social.

The reduction of the energy consumption of urban buildings combining techniques to improve the thermal quality of the ambient urban environment together with the use of up-to-date alternative passive heating, cooling and lighting techniques. These strategies and techniques have already reached a very high level of architectural and industrial acceptance.

None of the above can be seen as isolated areas of concern. The interrelated nature of the parameters defining the efficiency of urban buildings requires that theoretical, experimental and practical actions undertaken at the various levels should be part of an integrated approach.

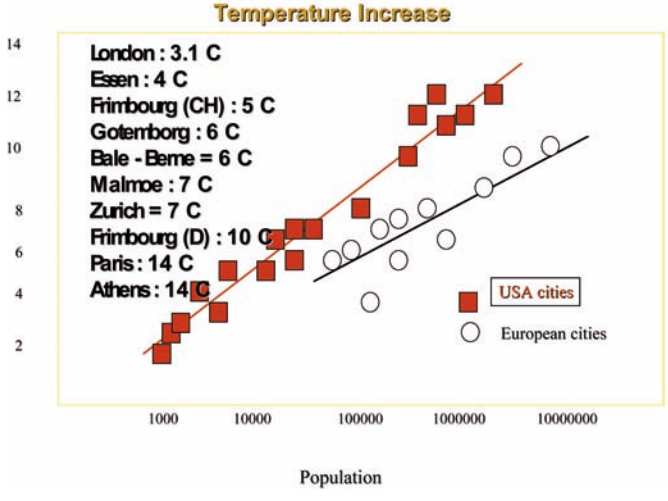


Fig. 02. Aumento de la temperatura en varias ciudades europeas y americanas en función de la población urbana. Temperature Increase in various European and American Cities as a function of the urban population.

La calidad medioambiental de los espacios interiores es un compromiso entre la física aplicada durante el diseño del edificio, el consumo de energía y las condiciones exteriores. Dado que los edificios tienen una vida larga, varias décadas o a veces siglos, la decisión tomada en fase de diseño tiene efectos a largo plazo en el balance energético y en el medio ambiente. Por lo tanto, es prioritaria la adaptación de los edificios urbanos existentes y de nueva construcción a las condiciones específicas del medio ambiente de las ciudades, con el fin de incorporar con eficacia la energía solar y las medidas de ahorro, y contrarrestar los cambios radicales y las transformaciones de las características radiactivas, térmicas, de humedad y aerodinámicas del medio ambiente urbano. Es significativo que en realidad más del 70% de las inversiones relacionadas con la construcción en Europa occidental se canalizan hacia la renovación urbana y rehabilitación de edificios.

La mejora de la calidad ambiental en interiores en las zonas urbanas, puede ser visto como una combinación entre una aceptable calidad del aire interior, junto con condiciones de confort térmico, visual y acústico satisfactorias. Dado que los espacios abiertos son la principal fuente de contaminación y de ruido de los ambientes internos, la mejora de la calidad ambiental interior debe considerarse en forma conjunta con las posibles mejoras de la calidad ambiental urbana exterior.

La reducción del consumo energético de los edificios urbanos, combinando técnicas para mejorar la calidad térmica de los ambientes urbanos junto con el uso de técnicas para la calefacción, la refrigeración e iluminación pasiva, han alcanzado ya un nivel muy alto en la arquitectura y en la aceptación industrial.

Ninguno de los anteriores puntos puede ser visto como una parte aislada del problema. La naturaleza interrelacionada de los parámetros que definen la eficiencia de los edificios urbanos requiere acciones teóricas, experimentales y prácticas tomadas en diferentes niveles dentro de un enfoque integrado.

Referencias **References**

1. Santamouris M (Ed) : 'Energy in the Urban Built Environment', James and James Science Publishers, London, UK, 2000.

2. Stanners D. and Bourdeau P. (Editors) : 'Europe's Environment - The Dobris Assessment'. European Environmental Agency, Denmark, 1995.

3. Smith M., J. Whitelegg and N. Williams : 'Greening the Built Environment', Earthscan Publications Ltd, London, 1998.

4. Environmental Protection Agency : Cooling Our Communities. A Guidebook on Tree Planting and Light Colored Surfacing. January 1992

Traducción a español **Translation into Spanish**
Antonio Serra, Raffaelina Loi, Víctor Araújo.

Gonzalo Molina Igartua

Profesor del Departamento de MYMT de la UPV/EHU
Ex-Jefe de la Unidad de Innovación y Desarrollo Tecnológico en Energía en la Comisión Europea

situación actual y evolución prevista del sector de la edificación en la unión europea. desafíos y oportunidades

current situation and expected evolution of the building sector in the european union. challenges and opportunities

Resumen

En relación a la problemática energía/cambio climático, que afecta a todos los sectores si bien con expresiones distintas en cada uno, las medidas políticas adoptadas por la Unión Europea (UE), relativamente recientes, son de gran calado en todos. Dichas medidas se diferencian por el nivel de desafío asociado a ellas y, en consecuencia, por el plazo en que darán resultados significativos. Puesto que se puede asegurar que en el sector de la edificación se han de afrontar menores desafíos, aunque no pequeños, cabe esperar que sea en él donde se obtengan respuestas satisfactorias a más corto término.

Durante los próximos años el sector de la edificación va a evolucionar de forma importante en la UE. Se avecinan grandes cambios, derivados de un contexto político influido por la situación medioambiental, tanto urbana como global. La situación del medio ambiente urbano obliga a tomar medidas para mejorar la calidad de vida en ciudades y viviendas, y lo mismo exige la global, para mitigar el cambio climático. Aunque son de rango diferente, ambas situaciones están mutuamente relacionadas, es decir que las acciones llevadas a cabo en una de ellas repercuten en la otra.

Constatada esa interrelación, la UE, en sus políticas de energía/cambio climático, asume pragmáticamente una cierta concentración de esfuerzos para hacer lo que a pesar de ser difícil lo es menos, y considera que el sector de la edificación puede ayudar con mayor eficacia que los restantes al cumplimiento de los tres objetivos del mandato del Consejo Europeo para el año 2020: 20% de reducción en el consumo de energía, por debajo de 2005, 20% de contribución de las energías renovables y 20% de disminución en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), por debajo de 1990.

Con vistas a 2020, el ahorro de energía en los edificios de la UE se evalúa en 140/150 Mtep/año del consumo por debajo del correspondiente a 2005, lo que se habrá de lograr actuando sobre los existentes en 2005. Tal reducción significa un desafío enorme, ya que los construidos en el período 2005-2020,

Abstract

In relation to the problem energy / climate change which affects all sectors although in different ways, the European Union (EU) has adopted relatively recent profound policy measures. Such measures differ in the level of challenge and, consequently, in the time expected to reach significant results. Since in the building sector we have to face minor but not small challenges, it is expected to reach satisfactory responses in the shorter term.

Over the next few years the building sector will evolve significantly in the EU. The political context, influenced by the urban and global environmental situation, will involve big changes requiring actions to improve the city quality life and climate change mitigation measures.

The urban and global environment situations, although on different levels, are strictly related: the actions carried out on one, affect the other.

On this relationship, the energy / climate change EU policy pragmatically assumes a certain level of effort to get the less difficult target, believing that the building sector can help more effectively than others to fulfil the three objectives of the European Council for the year 2020: reduction of 20% in energy consumption, below the level of 2005, contribution of 20% of renewable sources, decrease of 20% of Greenhouse Gases (GHG) emissions, below the level of 1990.

With a forecast to 2020, energy saving in EU buildings is estimated to be 140 / 150 Mtoe / year, below 2005 energy consumption, to be achieved by acting on building existing in 2005. Such reduction means an enormous challenge: buildings built in the period 2005-2020, however energy efficient, will increase the amount of energy to save in older buildings. Thus, new buildings have to be very efficient.

As regards to the contribution of renewable energy in buildings, estimated at about 50 Mtoe / year in 2020, it is necessary to act on EU existing buildings in 2005 and on buildings to be built until 2020. This also poses a great challenge, since the inclusion

por poco que consuman, harán que aumente la cantidad de energía a ahorrar en los precedentes. Así pues, los edificios nuevos tendrán que ser muy eficientes, a fin de que el aumento no sea excesivo.

Por lo que respecta a la contribución de las energías renovables en los edificios, estimada en unas 50 Mtep/año para 2020, es necesario actuar tanto sobre los existentes en 2005 en la UE como sobre los que se construyan hasta 2020. Esto también supone un gran desafío, dado que la inclusión de dichas energías presenta mucha mayor dificultad en los actuales que en los de nueva planta.

De las dos premisas enunciadas se concluye que el sector de la construcción está a las puertas de una nueva era, en la que el protagonismo corresponderá a los edificios que aúnen alta eficiencia y abundante dotación de energías renovables. En efecto, estas características son el mejor y más económico medio para alcanzar el objetivo fijado: la reducción permanente de las emisiones de GEI a partir del año 2020.

La UE ha establecido una serie de instrumentos legislativos, tecnológicos y no-tecnológicos a fin de facilitar el cumplimiento del mandato en el sector mencionado, los cuales han de aplicarse conjuntamente. Entre los primeros, la Directiva sobre Funcionamiento Energético de los Edificios (EPBD), afecta en exclusiva a dicho sector. Pero otras directivas Eco-diseño de equipos consumidores de energía final, Eficiencia en el uso de la energía final y de los servicios energéticos, Cogeneración basada en el calor útil , aunque afectan a varios sectores, también son de aplicación intensiva en la edificación. La EPBD, origen en España del Código técnico y de otras obligaciones derivadas, se encuentra en proceso final de revisión, y la versión revisada es bastante más exigente que la actual.

Los instrumentos tecnológicos se desarrollan a través de programas de investigación, por ejemplo, los subprogramas ECOBUILDINGS y CONCERTO. Los proyectos incluidos en éstos son de referencia y tienen doble

of renewable sources is much more difficulty in older buildings than in new ones.

On these considerations it can be concluded that the construction sector is on the threshold of a new era, buildings will have the role to combine high efficiency and rich endowment of renewable energy. Indeed, these features are the best and most economical means to achieve the goal of a permanent reduction of GHG emissions from 2020.

The EU established a legislative — technological and non-technological — amount of instruments, to be applied jointly, to facilitate the implementation of the mandate on such matters. Among them, the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) is exclusive for the building sector. But other directives, Eco-design of end use equipment, energy end-use efficiency and energy services, Cogeneration based on a useful heat demand, although affecting various sectors, are also intensive enforced in the building sector. The EPBD, that originated in Spain the Technical Code for Building, and other normative as well, is in the final process of revision, the revised version is going to demand more than the actual version.

The technological tools are developed through research programs, for example, the sub programs ECOBUILDINGS and CONCERTO. The projects included in them are relevant and have dual purpose: 1) to show that with the support of energy efficiency and renewable energy it's possible to achieve major reductions in conventional energy consumption in buildings and districts, and due to this, 2) the imposition of stricter requirements by various directives.

However, normative and technology are essential tools but insufficient, since in the market there are many non-technological barriers, due to the influence of the dominant actors (certain behaviours / attitudes / perceptions of citizens and other actors of the building sector) and to their low level of education, to the need to change the market to create innovative ways of financing, etc. For these reason the sector

efecto: 1) demuestran que con el concurso de la eficiencia energética y las energías renovables se pueden conseguir grandes reducciones en el consumo de energías convencionales en los edificios y distritos; y en razón a lo anterior, 2) mediante diversas directivas, posibilitan la imposición de obligaciones más estrictas.

Sin embargo, por más que la legislación y la tecnología sean instrumentos imprescindibles son insuficientes, ya que en el mercado hay numerosas barreras no-tecnológicas, debidas bien a la influencia de los actores dominantes (ciertos comportamientos/actitudes/percepciones de los ciudadanos y otros actores del sector de la edificación), bien a su bajo nivel de formación, a la necesidad de modificar el propio mercado, de crear vías de financiación innovadoras, etc. En vista de que todas ellas anquilosan el sector, dificultan o impiden los cambios, la UE ofrece programas de innovación para ayudar a eliminarlas.

Gracias al avance de la técnica hoy es posible construir edificios muy eficientes dotados con gran cantidad de energías renovables, los que, considerado su largo ciclo de vida, son suficientemente económicos. El extra-coste es asumible, aun en mayor medida que el de otras inversiones en actividades productivas, o sea, no especulativas. Por otra parte, las exigencias de diseño, de ejecución, operación y mantenimiento conllevan el que estos edificios realicen su auténtica función que, más allá de dar cobijo a sus usuarios, es la mejora en confortabilidad, en calidad de vida. Todo ello es factible, incluso inevitable, puesto que los edificios juegan un papel esencial a la hora de cumplir las obligaciones políticas apuntadas al principio.

Además, la estrategia basada en obligaciones y desafíos, "per se" válida, tiene otros aspectos beneficiosos. La práctica enseña que todo desafío es fuente de oportunidades, y que cuanto mayor sea el primero, más considerables son las segundas. Así lo refleja la legislación comunitaria, según la cual los Estados Miembros deben implantar Sistemas de apoyo destinados a ofrecer grandes oportunidades a quienes apuesten

stagnates, hindering or preventing changes, and because of this the EU offers innovative programs to eliminate them.

By using new technology is nowadays possible to build highly efficient buildings equipped with renewable energy, cheap enough considering their long life cycle. The extra cost is manageable, even more than other investments in productive not speculative activities. Moreover, the demands of design, implementation, operation and maintenance of these buildings entail that their true role, beyond providing a shelter to its users, is the improvement of comfort and quality of life. This is possible, even inevitable, since buildings play a vital role in fulfilling the obligation policies already discussed.

In addition, the strategy based on obligations and challenges, valid "per se", has other benefits: every challenge is a source of opportunity, the larger the first, the more significant the second. This is reflected in the EU legislation, under which Member States should establish support systems to offer great opportunities for people betting on a new way of acting, in addition to the profitability of investment. Therefore, it is safe to say that soon the inertia and the negative influence of the dominant players in the market and the barriers will be overcame, so to open the path for a new type of buildings combining high efficiency and the use of renewable energy.

But after opening the road, what prevents us to aspire to "much more"? Why not to move forward to make the building self-sufficient, able to meet its own demand without using conventional energy sources, using only renewable sources, energy efficiency and energy storage? Several examples show that this is technically possible and, if operated in an intelligent way, it's a challenge economically conquerable. More, it is intended to impose to the building sector the reduction of GHG emissions. If integrating this responsibility into national legislations, the incentives to encourage compliance with requests will increase, maybe incorporating two of the flexibility mechanisms under

por una nueva manera de actuar, lo que se suma a la rentabilidad de la inversión. Por tanto, no es arriesgado afirmar que pronto se superará la inercia e influencia negativa de los actores dominantes en el mercado, obstáculos que entorpecen la evolución de éste, y se abrirá el camino hacia un nuevo tipo de edificios, que combinarán la alta eficiencia con el uso preferente de energías renovables.

Una vez abierto el camino ¿qué nos impide aspirar a "mucho más"? ¿Por qué no seguir avanzando hasta lograr el edificio autosuficiente, capaz de cubrir su propia demanda sin utilizar energías convencionales, valiéndose sólo de las renovables, la eficiencia energética y el almacenamiento de energía? Múltiples ejemplos prueban que tal figura es técnicamente posible, y si se opera de forma inteligente, es un desafío económicamente superable. A esto hay que añadir lo siguiente: está previsto asignar obligaciones al sector de los edificios en la reducción de emisiones de GEI. Cuando esa responsabilidad se integre en la legislación nacional, habrá que aumentar los incentivos para impulsar su cumplimiento y, quizá, incorporar dos de los Mecanismos de Flexibilidad auspiciados por el Protocolo de Kyoto, a saber, la implementación conjunta y el comercio de emisiones.

Con visión de futuro todavía podemos fijarnos metas más ambiciosas. Dado que todo edificio es no sólo emplazamiento privilegiado para el uso de las energías renovables, sino "lugar natural" para almacenar energía, cabe pensar en convertirlo en "generador neto", es decir, en un elemento productor de mayor cantidad de energía que la consumida por él, y que, utilizando los espacios de almacenamiento, gestione su demanda interna y sus excedentes. Los desafíos expresados por la legislación comunitaria sobre energía/cambio climático y las oportunidades asociadas a ellos, potenciarían tal clase de edificio. Claro es que no se trata de una iniciativa realizable a corto plazo, pero tampoco es quimérica su consecución en 2020.

the auspices of the Kyoto Protocol, the joint implementation and the gas emissions trading.

But looking at the future it's possible to set more ambitious goals. Since every building is not just a privileged site for the use of renewable energy, but also a "natural place" for storing energy, we might consider turning buildings into "net generators", i.e. elements to produce more energy than the amount consumed, and, using storage spaces, able to manage their domestic demand and surplus. The challenges expressed by the legislation on energy / climate change and the opportunities associated with them, would enhance this kind of buildings. It is clear that this is not an achievable short-term initiative, but it is neither chimerical its achievement in 2020.

In any case, the Economic Recovery Plan of the European Union considers that improving energy efficiency in buildings, "green systems" and technologies to limit climate change, offer excellent opportunities to invest public money to reactivate and to renew the economy, and suggest that the new era may lead to net generator building. It also establishes that Member States must encourage the construction of "best buildings", employing important parts of their structural funds (up to 4%), and giving incentives (reduction of fees, such as VAT rebates in property taxes and others).

The speech will detail CONCERTO ECOBUILDINGS programs, treating the rest of the contents of this summary, their interrelation and evolution, explaining the reasons way the current situation may be considered ambitious, but realistic.

En cualquier caso, el Plan de recuperación económica de la Unión Europea considera que la mejora de la eficiencia energética en los edificios, los "equipos verdes" y las tecnologías para limitar el cambio climático ofrecen óptimas posibilidades para invertir dinero público en la reactivación y renovación de la economía, y apunta a que la nueva era puede conducir al edificio generador neto. Además, establece que los Estados Miembros han de favorecer la construcción de "mejores edificios", a cuyo fin deberán emplear partes importantes de sus Fondos Estructurales (hasta el 4%), y añadir incentivos (reducción de tasas, como el IVA, rebajas en impuestos sobre la propiedad y otros).

El ponente expondrá en detalle los programas ECOBUILDINGS y CONCERTO, tratará el resto de los contenidos de este resumen, su interrelación y evolución, y explicará los motivos por los que en la situación actual es posible ser ambicioso, sin dejar de ser realista.

Traducción a inglés **Translation into English** Antonio Serra.

papers

comunicaciones

interés de los ensayos del comportamiento térmico de fachadas y cubiertas en condiciones ambientales

importance of testing the thermal performance of façades and roofs under real conditions

Autor/es: Aitor Erkoreka, Ivan Flores, Cesar Escudero, Dr. Koldo Martin, Dr. Jose Mª Sala

Institución: Departamento de máquinas y motores térmicos. Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea

Abstract

The excellence of architectural projects passes through an optimal complementation of the many technical aspects involved, being the thermal component a factor of great impact on the subsequent occupant comfort, energy consumption and environmental impact of the building.

Thermal laboratory testing of building components are usually carried out in steady state conditions for certification of products, as has been done since a few years ago from the Laboratory for the Quality Control in Buildings (LCCE) of the Basque Government. Using its guarded hot box equipment, thermal transmittance of opaque walls and semi-transparent elements can be measured.

Recently two PASLINK test cells have been set up to measure the thermal transmittance and solar factor of enclosures under real conditions. One of them is capable of testing vertical enclosures (called EGUZKI) and the other one can test both: roofs and vertical enclosures (called ILARGI). Each cell consists of one service room, which places the necessary instrumentation for measurement and control and a test room of 5 m in length, with a square section of 2.7 m x 2.7 m.

A specific test of a ventilated façade will be used to present the testing methodology and make a statement of the main characteristics of these test cells. The results obtained in this test will also be discussed.

Introducción

Muchos países han aprobado recientemente nuevas normas sobre la eficiencia energética de los edificios (edificios nuevos y rehabilitados) aumentando los requisitos de eficiencia energética. Diferentes fabricantes están realizando nuevos desarrollos en fachadas ventiladas, nuevos sistemas de ventanas y cubiertas para cumplir con estas nuevas regulaciones. En este nuevo escenario, se vuelve fundamental el entender el comportamiento térmico e higroscópico de los cerramientos de los edificios. En la mayoría de los casos las leyes físicas de los fenómenos que se producen son bien conocidas. Sin embargo, el comportamiento calculado y real del sistema puede ser muy diferente, debido a las hipótesis de modelado realizadas durante los cálculos.

Algunos de los nuevos sistemas, tratan de maximizar las ganancias solares en los periodos fríos y minimizarlas en periodos calurosos. Esto significa que el sistema posee comportamiento dinámico y utilizar supuestos de estado estacionario para los cálculos y ensayos puede diferir de la realidad.

Este hecho ha llevado al Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación (LCCE) del Gobierno Vasco a estudiar este problema. Después de buscar una solución experimental adecuada para las pruebas en exteriores, se ha decidido construir dos células de ensayo tipo PASLINK. La principal razón de esta elección ha sido la larga experiencia adquirida por sus participantes durante los proyectos PASSYS y PASLINK. Dado que los requisitos de la célula de ensayos y los métodos de ensayo ya estaban desarrollados y mejorados, ha permitido acortar el período de montaje de las instalaciones experimentales.

El objetivo principal de las células de ensayo es ser capaz de medir los flujos de calor a través de la muestra con gran precisión [3,5,7]. Al mismo tiempo, todos los parámetros del ambiente exterior [1,2,4] y los del interior de la sala de ensayos se miden con precisión. Las condiciones interiores de la sala de ensayos pueden de ser

Introduction

Many countries have recently approved new regulations on the energy performance of the buildings (new buildings and buildings to be refurbished) establishing higher efficiency requirements. New developments on ventilated façades, new window systems and roof systems are carried out by different manufacturers to accomplish with these new regulations. In this new scene, it becomes fundamental to understand the thermal and hygroscopic behavior of the building walls and roofs. In most of cases physical laws of the phenomena that occur are well known. However, the calculated and real behavior of the system may be very different because of modeling assumptions during calculations.

Some of the new systems try to maximize the solar gains in cold periods and minimize them in hot periods. This means that the system posses a dynamic behavior so a steady state assumption for calculation and testing may differ from the reality.

This fact has led to the Laboratory for the Quality Control in Buildings (LCCE) of the Basque Government to study this problem. After searching for proper experimental testing solution for outdoors, it has been decided to set up two PASLINK test cells. The main reason for this choice has been the long experience gained during the PASSYS and PASLINK projects. Since the test cell requirements and testing methods had already been developed and improved by them, using this knowledge has shorten the period of setting up a proper outdoor experimental set up.

The main aim of the test cells is to be able to measure the heat fluxes through the sample very accurately [3,5,7]. In the same time, all necessary [1,2,4] outdoor parameters and test room indoor parameters are measured. The test room indoor conditions can be controlled using the existing heating and ventilating system. The test room is basically a calorimeter that measures with high precision heat flows that are exchanged, both gains and losses, between the indoor and outdoor discriminating the heat exchanges

controladas debido al sistema de calefacción y ventilación existentes. La sala de ensayos es básicamente un calorímetro que permite medir con alta precisión los flujos de calor que se intercambian, tanto ganancias como pérdidas, entre el ambiente interior controlado y el exterior, discriminándose los intercambios de calor a través del elemento a ensayar de los que se producen a través del resto de paredes.

Ensayo de un fachada ventilada

El ensayo de la fachada ventilada que se describe a continuación es parte de un proyecto de I + D del "Plan nacional 2005" titulado "Integración de sistemas constructivos industrializables de fachadas ventiladas activas para el aseguramiento de un consumo energético eficiente y de la calidad de aire interior. Aplicación a edificios no residenciales". Este ensayo sido realizado en la célula EGUZKI.

Había dos objetivos principales por parte del LCCE y Universidad del País Vasco en este proyecto:

• Ser capaz de obtener datos valiosos sobre el movimiento del aire en la cámara de aire con respecto a la radiación solar. Estos datos debían ser enviados a los colegas de la "Universidad de Sevilla" para que pudieran modelar el flujo de aire en la cámara y compararlo con los resultados de un modelo utilizando el software "Fluent".

• El ensayo era una oportunidad para obtener información valiosa sobre su funcionamiento bajo condiciones reales antes de que la fachada ventilada fuera utilizada en un edificio..

Ensayos

La red PASLINK establece el número mínimo de sensores necesarios que tienen que ser utilizados en una prueba estándar de PASLINK [1 a 7]. Aunque la célula de ensayo EGUZKI dispone de todos estos sensores, se instalaron sensores adicionales para algunas medidas específicas a fin de validar el modelo matemático de la cámara de aire con el software Fluent.

through the tested element from the ones which occur throughout the rest of walls.

Testing a ventilated façade

The testing of the ventilated façade using the EGUZKI test cell described in this paper is part of an R & D project titled "Integration of industrial construction systems of active ventilated facades to guarantee an efficient energy consumption and indoor air quality. Application to nonresidential buildings" inside the program "Plan Nacional 2005".

There were two main aims from the LCCE – University of Basque Country in this project:

• Being able to obtain valuable data about the air movement in the air chamber regarding the solar radiation. This data should be sent to colleagues from "University of Sevilla". They should model the air flow in the chamber and compare it to a "Fluent" model to validate it.

• This was an opportunity to know, if before a new ventilated façade is used in a building, it can be tested under real conditions to obtain valuable data of its performance.

Tests

The PASLINK network establishes the necessary minimum sensors that have to be used in a standard PASLINK test [1 to 7]. Although the EGUZKI test cell has all these sensors, some additional sensors were also installed to measure some specific parameters in order to validate the mathematical model of the air chamber using the software Fluent.

Façade design

The design of the façade was made between the CAVIAR research group of the School of Architecture in San Sebastian (UPV / EHU) (www.ehu.es / caviar) in collaboration with the architectural firm "A. H. Asociados". As it can be seen in the drawings on Fig. 1, the ventilated façade is made of a 3 mm thick metallic outside skin and a 60 mm inner skin made of polyurethane sandwich panels. The air chamber width was 3 cm.

Test definition and selection of the sensors

Diseño de la fachada

La fachada ventilada fue diseñada entre el grupo de investigación CAVIAR de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de San Sebastián (UPV/EHU) (www.ehu.es/caviar) en colaboración con el estudio de arquitectura "A. H. Asociados". Como puede verse en los planos de la Fig. 1, la fachada ventilada está compuesta de una hoja metálica exterior de 3 mm, una hoja interior de 60 mm de paneles sandwich de poliuretano y cámara de aire de 3 cm.

Definición del ensayo y selección de sensores

A pesar de que el objetivo del ensayo que se describe en [8] era diferente, se ha utilizado como punto de partida para la definición del ensayo de este proyecto.

Debido al tipo de muestra, entre todas las variables medidas, el flujo de aire a través de la fachada, la radiación solar vertical global sobre la muestra y la ganancia de temperatura en la cámara de aire fueron los valores que necesitaban mayor precisión. La radiación solar vertical global ha sido medida por un piranómetro Kypp y Zonen CMP11 (este sensor es parte de los sensores estándar PASLINK). El aumento de la temperatura en la cámara de aire se midió mediante una termopila calibrada con 10

Even though the objective of the test described in [8] was different, it has been used as a starting point for the test definition of this project.

Owing to the type of sample, among all the measured variables, the air flow through the façade, the vertical global solar radiation on the sample and the temperature gain on the air chamber were the values that needed biggest accuracy. Vertical global solar radiation has been measured by a Kypp and Zonen CMP11 pyranometer (this sensor is part of the PASLINK standard sensors). The temperature gain on the air chamber was measured by a calibrated thermopile with 10 joints (5 measuring points on the entrance of the air chamber and 5 measuring points on the exhaust of the air chamber).

The biggest difficulty of the test was to measure accurately the air flow. The first idea was to make a collecting and measuring system in the exhaust of the air chamber that was capable to be controlled by a fan on the end of the tube system (Fig. 2 right). This fan would be controlled just to produce the pressure difference that would compensate the pressure losses of the air collecting system. In this manner the movement of air in the chamber would be solely produced by the natural convection movement produced

Fig 1. Drawings of the ventilated façade to be tested assembled in the test cell. Left: section of the façade with a 30 mm air chamber. Right: front view of the façade installed on the test cell with the air flow collecting device on the top of the façade. By CAVIAR and "A. H. Asociados".

puntos de medida (5 puntos de medición en la entrada de la cámara de aire y 5 puntos de medición en la salida de la cámara de aire).

La mayor dificultad del ensayo era medir con precisión el flujo de aire. La primera idea era hacer un sistema de medición y recogida en la salida de la cámara de aire que fuera capaz de ser controlada por un ventilador en el extremo del sistema de tubos (Fig. 2 a la derecha). Este ventilador debería controlarse para poder producir una diferencia de presión que compensaría únicamente las pérdidas de presión del sistema de recogida. De esta manera el movimiento del aire en la cámara de aire sólo sería el producido por el movimiento de convección natural producido por el sol. Por último, dada la dificultad de garantizar un buen control de la velocidad del ventilador y la diferencia de presión, el procedimiento del ensayo fue cambiado a una velocidad fija y muy baja del ventilador que permitía la obtención de una convección mixta en la cámara. El valor del flujo forzado de aire fue elegido para que tuviera un orden de magnitud similar al de la convección natural, de este modo ambos podrían ser estudiados.

Construcción e instalación de la muestra

La fachada fue construida dentro de las instalaciones del LCCE de acuerdo a los requisitos de diseño de la fachada. Todos los sensores definidos para la validación del modelo se instalaron durante este proceso. Una vez terminada la muestra, se instaló en la celda de ensayo EGUZKI mediante una grúa. Para finalizar se conectó el sistema colector de aire.

by the sun. Finally, due to the difficulty of ensuring a good control of the fan speed and the pressure difference, the test procedure was changed to a fixed very low fan velocity that allowed obtaining a mixed convection on the chamber. The value of the forced air flow was chosen to have a similar order of magnitude of that of the natural convection, so they both could be studied.

Sample construction and installation

The façade was built inside the LCCE facilities according to the façade design requirements. All the sensors defined for the model validation were installed during this process. Once the sample was finished, it was installed in the EGUZKI test cell by a crane. It was then that the air collecting system was connected.

Results

Two different tests were carried out. For both tests the inner test room temperature was left free. The only heat source inside was a fan, dissipating 40 W to avoid air temperature stratification inside the test room. The difference between the tests was the power of the fan that moved the air through the air chamber. In the first test a fan power to ensure 40 l/s base flow was set. In the second one, the fan power was reduced and a new base flow of 18 l/s was established.

Second test was carried out because with the 40 l/s base flow, the convective air flow generated by the solar radiation was between 3 to 4 times smaller than the base flow. With the 18 l/s base flow of the second

Fig. 2: Left: assembling façade to the test cell. Centre: front view of the sample installed with instruments and air collecting system. Right: Exhaust air measuring and controlling duct.

Resultados

Se llevaron a cabo dos ensayos diferentes. En ambos ensayos, la temperatura interior de la sala de ensayos fue dejada libre. La única fuente de calor en el interior de la sala de ensayos era un ventilador axial, disipando 40 W para evitar la estratificación de la temperatura del aire interior. La única diferencia entre los ensayos fue la potencia del ventilador que mueve el aire a través de la cámara de aire. En el primer ensayo el ventilador aseguraba 40 l/s de caudal base a través de la cámara de aire. En el segundo ensayo, la potencia del ventilador se redujo y el caudal base se estableció en 18 l/s.

La segunda prueba se llevó a cabo porque con el caudal base de 40 l/s, el flujo convectivo de aire generado por la radiación solar fue entre 3 a 4 veces inferior al base. Con los 18 l/s de caudal base de la segunda prueba, se obtuvo el mismo peso de los flujos convectivo y forzado (Fig. 3).

Ambas pruebas duraron varios días y las casi 100 señales de los sensores se midieron durante ellos. Todas las señales fueron registradas cada minuto generando un archivo todos los días. Estos datos han sido promediados cada 10 minutos y las medidas más importantes se muestran en las Fig. 3 a 6. Estas figuras muestran los resultados del caso con caudal base de aire de 18 l/s realizados en octubre de 2009 en el laboratorio LCCE. Los días 13 octubre al 18 octubre muestran aumentos del flujo de aire con el aumento de radiación solar estando estos perfectamente correlacionados.

La recuperación global de calor solar de la fachada se puede calcular dividiendo la ganancia de calor del aire por el calor solar incidente durante un día soleado completo. En la tabla 1 se realizan estos cálculos para dos días soleados, uno con en el caudal base de aire alto (40 l/s) y otra con en el caudal base de aire bajo (18 l/s).

Conclusiones

Los datos recogidos fueron enviados junto con la explicación de cada sensor para la validación de los modelos Fluent. Utilizando

test, similar weight of forced and convective air flows was obtained (Fig. 3).

Both tests took several days and during them nearly 100 sensor signals were measured. All of them were recorded every minute generating a file everyday. This data has been averaged every 10 minutes and most important measurements are shown from Fig. 3 to 6. These figures show the results for the 18 l/s base air flow made on October 2009 in the LCCE laboratory. Days 13 October to 18 October show perfectly correlated air flow increases with solar radiation increases.

The overall façade solar heat recovery can be calculated by dividing air heat gain by the solar incident heat during a whole sunny day. In table 1 this calculations are made for two sunny days one in the high base flow (40 l/s) and other in the low base flow (18 l/s).

Conclusion

The collected data was sent together with the explanation of each sensor for the Fluent model validation. Using a mixed convection model a very good temperature correlation between experimental and model result was obtained. But air flow, during peak air flows, had not such a good correlation between measurements and model. It could be due to some assumptions made on the model.

Second objective of testing the ventilated façade was to solve design problems that could occur during operation. Mechanical fixings were tested since the sample was moved in horizontal during assembly and it did not collapse or suffer deformations. A fast heat recovery calculation was made (table 1) to allow the designer decide whether the ventilated façade should be improved or not from the energy recovery viewpoint.

The data from Fig. 6 could be used to calculate, by parameter identification dynamic analysis, the U•A value of the sample, but it was out of the project aim. Also for future tests hygroscopic sensors could be used to understand the hygroscopic behavior of a façade, but longer tests would be necessary.

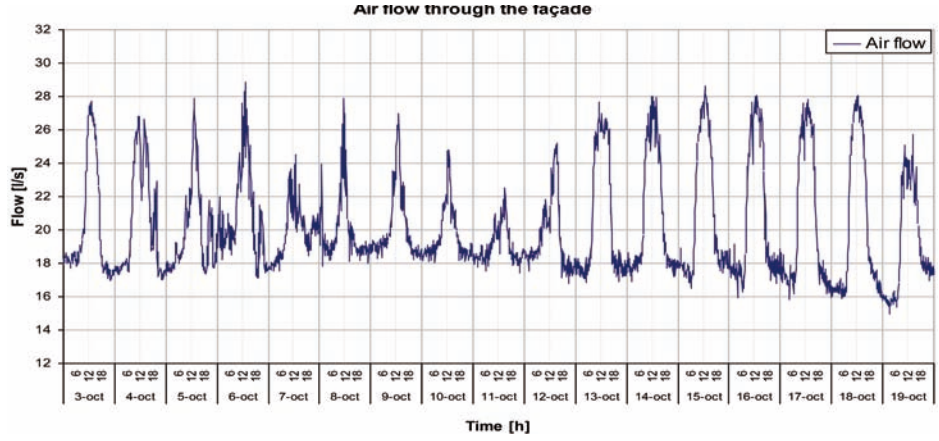


Fig. 3: Measurement of air flow through the façade. The base flow (forced) is 18 l/s, when solar radiation strikes on the outer leaf; the convective effect is notable generating up to a 12 l/s flow increase. The peaks coincide with solar radiation peaks of Fig. 4. Noise is due to incident wind to the air chamber entrance.

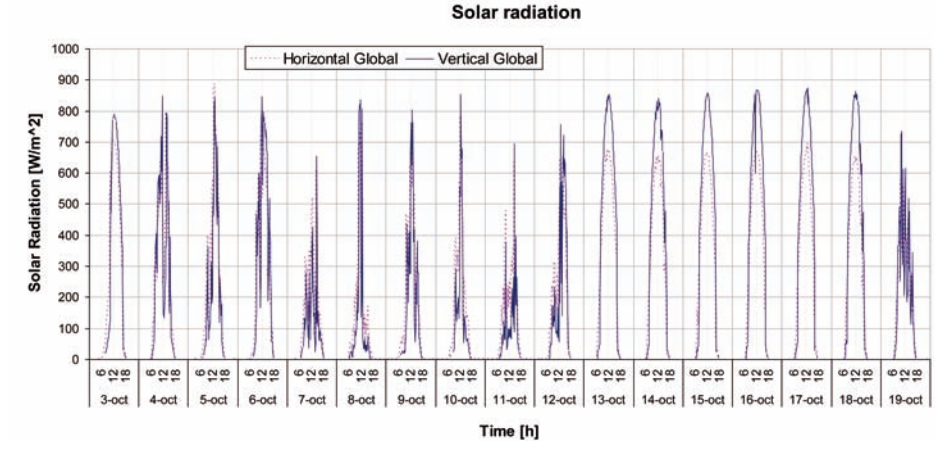


Fig. 4: Global horizontal and vertical global solar radiation. Our interest is mainly the global vertical as they are the W/m2 that incident directly on the outer leaf of the façade.

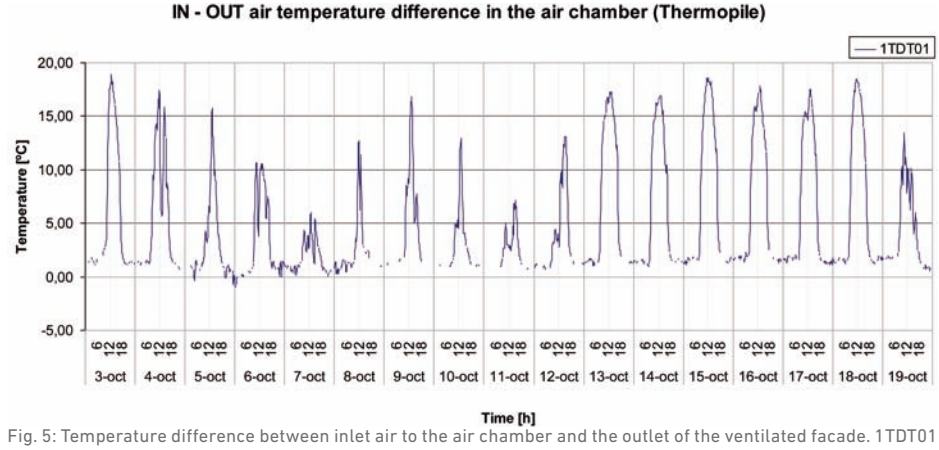


Fig. 5: Temperature difference between inlet air to the air chamber and the outlet of the ventilated facade. 1TDT01 code for thermopile sensor signal.

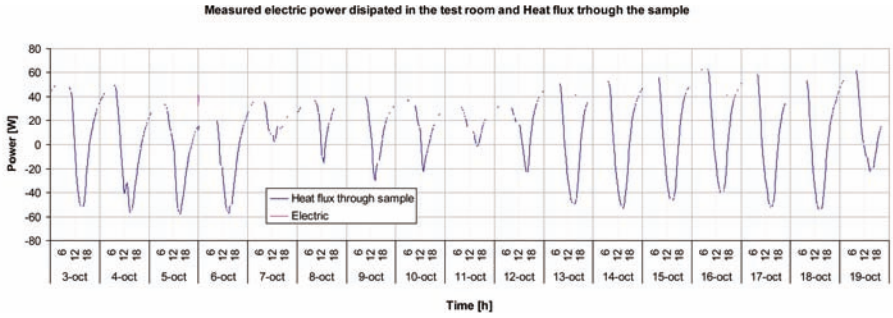


Fig. 6: Electrical power dissipated inside the test room due to consumption of 40 W by the fan (in pink). In blue: heat flow through the inner surface of the tested sample.

	High Base Flow 40 [l/s]	Low Base Flow 18 [l/s]
Test day	6 September 2009	13 October 2009
AIR ENERGY GAIN [J]	19630724	14906905
SOLAR INCIDENT ENERGY [J]	107159018	126881112
ENERGY RECOVERY [%]	**18,32**	**11,75**

Table 1. Solar heat recovery ratio of the ventilated façade for two different base flows. Air properties for calculations were calculated at average air temperature for the day.

un modelo de convección mixta se obtuvo una correlación muy buena entre la temperatura experimental y el resultado del modelo. Sin embargo para el flujo de aire durante los picos de los flujos de aire no hubo buena correlación entre las mediciones y el modelo. Podría ser debido a algunos supuestos del modelo.

El segundo objetivo del ensayo de la fachada ventilada consistía en resolver problemas de diseño que podrían ocurrir durante la operación. Las fijaciones mecánicas fueron sometidas a pruebas desde el momento en que la muestra fue desplazada en horizontal durante el montaje y no se derrumbó ni sufrió deformaciones. Se realizó un cálculo rápido de recuperación de calor (tabla 1) para que el diseñador pudiera decidir si la fachada ventilada debía ser mejorada o no desde la perspectiva de recuperación de energía.

Los datos de la Fig. 6 podrían ser utilizados para calcular, mediante técnicas de análisis dinámico de datos utilizando los métodos de identificación de parámetros, el valor U•A de la muestra, pero estaba fuera del objetivo del proyecto. Para futuros ensayos se podrían colocar sensores higroscópicos para comprender el comportamiento higroscópico de una fachada, pero se necesitarían ensayos más duraderos.

Referencias References

1. Wouters, P. and Vandaele, L. PASLINK Final activity report, WTCB-CSTC, Brussel, 1995.

2. Van Dick, H.A.L. and Van Der Linden, G.P. PASLINK Calibration and component test procedures. TNO, Delf, 1995.

3. Van Dick, H.A.L. and Tellez, F. COMPASS Measurement and data analysis procedures, WTCB-CSTC, Brussel, 1995.

4. Van Dick, H.A.L. Development of the PASSYS test Method, BBRI & European Commission – Directorate - General XII, EUR 15113 EN, Brussels, 1994.

5. Hahne, E. and Pfluger, R. Improvements on PASSYS test cell. Solar Energy, Vol. 58, n 4-6, (1996), pp. 239-246.

6. Saxhof, B. PASLINK calibration manual, Technical university of Denmark, 1995.

7. Van der Linden, G.P., Van Dick, H.A.L., Lock, A.J., van der Graaf, F. Installation Guide for HFS Tiles for the PASSYS test cells, WTCB-CSTC, Brussel, 1995.

8. Bloem, H., Zaaiman, W. Minutes of meeting: PV-HYBRID-PAS. EC DG XII JOULE contract JOR3-CT96-0092, Brussel, 21-22 January 1997.

un enfoque relacional para el diseño preliminar orientado a la sostenibilidad

a relational approach for preliminary design oriented to sustainability

Autor/es: Antonio Serra, Francesco Spanedda.

Institución: University of Sassari, Faculty of Architecture.

Abstract

This paper explains an approach based on the hypothesis that sustainability in architecture needs a systematic and relational approach to design choices that affect not only the energetic behaviour of the building, but also the general quality of the project. On this consideration it's proposed a work flow of a decision support system for preliminary design.

Starting point is the analysis of main processes affecting the energetic behaviour of buildings, from which extracting parameters related and components. Their synchronous computation can overcome a deterministic approach to the project, which becomes open, flexible and dynamic, allowing to overcome the strict application of normative and energetic systems rules. The tool proposed works on refining processes, by the progressive narrowing of the scope of variability up to provide, for certain quantities, a limited range of choices and therefore of possible technologies. In this sense, the technology is the result of a series of subsequent processing and it is contextualized to the project and to its feasibility.

The approach proposed, is not based on a streamlining process to reach optimal solutions but on a relational approach to processes and set of priorities to define improving design hypothesis, strategies and informed possibilities against designer - weighted parameters.

Introducción

A principios de los años 70 varios investigadores del MIT - Massachusetts Institute of Technology, publicaron el libro "The Limits to Growth "[1]. A través de la construcción de modelos matemáticos e informáticos los científicos del MIT empezaron a refutar el modelo de crecimiento exponencial utilizado para explicar la tendencia de desarrollo de los países desarrollados así como su apoyo teórico - ideológico. En conclusión, se afirmó que estas tendencias de crecimiento de la población, de la industria, de la contaminación, de la producción de alimentos y de consumo de los recursos habrían llevado al planeta a su declive en cien años sin un esfuerzo por crear condiciones de estabilidad económica y ecológica.

Esta investigación, aunque no explícitamente, introdujo el concepto de desarrollo sostenible a nivel industrial, financiero, social y medioambiental.

En la arquitectura la "sostenibilidad" es un enfoque al proyecto que minimiza el consumo de recursos, utiliza la energía natural, mitiga los daños ambientales, y mejora la salubridad.

Estas necesidades impulsan la capacidad del proyectista para entender y dominar las técnicas y las tecnologías. Las respuestas a los procesos son los filtros para especificar y determinar las soluciones y para decidir tecnologías adecuadas a las diferentes escalas y orientadas al contexto.

La sostenibilidad en el proyecto arquitectónico necesita de un enfoque multidimensional, multidisciplinar y relacional, por lo que las herramientas utilizadas deben reflejar estas necesidades. Las dinámicas del proceso de proyecto son muy complejas, sobre todo en las primeras etapas, cuando la mayoría de los sujetos no están definidos y el diálogo interno en el equipo de proyecto ocurre en un campo de alta variabilidad.

Las decisiones que afectan a las medidas para reducir el consumo de energía y las prácticas que conducen a la creación de un proyecto de desarrollo sostenible se

Introduction

In the early 70's several researchers at MIT - Massachusetts Institute of Technology, published the book "The Limits to Growth"[1]. Through the construction of mathematical and computer models the MIT scientists began to refute the model of exponential growth, used to explain the development trend of developed countries and as their theoretical - ideological support. In conclusion it was argued that these trends of growth of population, industry, pollution, food production and consumption of resources should have led the planet to decline over a hundred years without an effort to create conditions of economic and ecological stability.

This research, although not explicitly, introduced the concept of sustainable development at industrial, financial, social and environmental level.

In architecture sustainability is an approach to design that minimizes resource consumption, utilizes natural energy, mitigates environmental damages, and improves human health.

These requests push the designer capacity to understand and to master techniques and technologies. The building designed answers to processes are filters to specify and to decide solutions and for choosing technologies, not necessarily the latest, but appropriate at different scales, designed and oriented to the context.

Sustainability in architectural design need for a multidimensional, multidisciplinary and relational approach, the tools used should reflect these needs. The dynamics of the design process are extremely complex, particularly in the early stages, when the bigger part of subjects are not defined and the internal dialogue into the design team works on a high variability field.

Decisions affecting measures to reduce energy consumption and in general practices that lead to the creation of a sustainable project are taken in this stage. Hence the need for tools and decision support systems, closer to project dynamics and able to capture

toman en esta etapa. De ahí la necesidad de herramientas y sistemas de apoyo a la decisión, más cercanos a la dinámica del proyecto y capaz de captar y sintetizar las ideas y las decisiones de diseño en un campo de posibilidades analizadas.

Al mismo tiempo la sostenibilidad requiere nuevos métodos, no es un objeto fijo, estático y por lo tanto siempre definido y claro, pero es un conjunto de instancias, a veces opuestas, un objetivo que se mueve continuamente, que necesita respuestas orientadas y siempre diferentes. Pensar el edificio como el lugar de los procesos físicos y el envoltorio como el filtro a estos procesos permite a pensar de una manera sistemática y relacional.

El desarrollo de un proyecto consiste en actividades[2] técnicas, temporales y sociales, en un flujo de datos, información y sugerencias, y requiere estabilidad de las fluctuaciones potenciales, es un proceso sistémico, integrado por subsistemas que interactúan, y abierta.

El estado en cada nivel de observación es el resultado de los intercambios entre los componentes cuyas funciones no son constantes. De esta manera, los actores construyen una forma de conocimiento compartido a través de la transferencia de conocimientos, o partes de ellos, gracias a la percepción de indicadores, o a la interpretación del comportamiento de los actores mismos: la capacidad de los diferentes actores que actúan conjuntamente en el proyecto depende de su capacidad de dar y justificar sus intereses. En este sentido es esencial la posibilidad, y por lo tanto la capacidad de comunicar, intercambiar y mostrar la información.

El esquema lógico de la herramienta

La herramienta propuesta (Fig. 1) está concebida para facilitar el camino de un proceso de toma de decisiones en las etapas iniciales de diseño arquitectónico, el paso para el análisis de las necesidades relacionadas con la contención del consumo energético, de los requisitos del cliente, y así sucesivamente. Al mismo tiempo es necesario interceptar las dinámicas de

and summarize ideas and design decisions, showing a field of informed possibilities.

At the same time sustainability requires new tools and methods, it is not a fixed object, static and therefore always described and resolved, but it is a set of instances, sometimes opposing, a target that moves continuously, that need always different oriented answers. Thinking the building as the place of physical processes and the envelope as the filter to these processes allow to think in a systematic and relational way to artefacts.

The design activity[2] consists of technical, temporal and social topics, into a stream of data, information and suggestions that require stability from potential fluctuations, it is a systemic process, consisting of sub systems interacting with each other, and open.

The state at each level of observation is the result of exchanges between components whose roles are not constant. In this way actors build a form of shared knowledge through the transfer of skills, or parts of them, thanks to the perception of indicators and their environment, or the interpretation of the behaviour of the actors themselves: the ability of different actors acting jointly in the design depends on their ability to give and justify several interest. In this sense it is essential the possibility, and therefore the ability to communicate and to exchange and display information.

The logical scheme of the tool

The tool proposed (Fig. 1) is conceived to support the path of a decision-making process in early architectural design stages, the step for analysis of needs and requirements to which the project has to answer under different points of view, the customer's requirements, the needs related to consumption containment and so on. At the same time it is necessary to intercept the dynamics of designing steps, to facilitate the exchange and the transfer of knowledge, evaluating and integrating viewpoints, knowledge and different approaches.

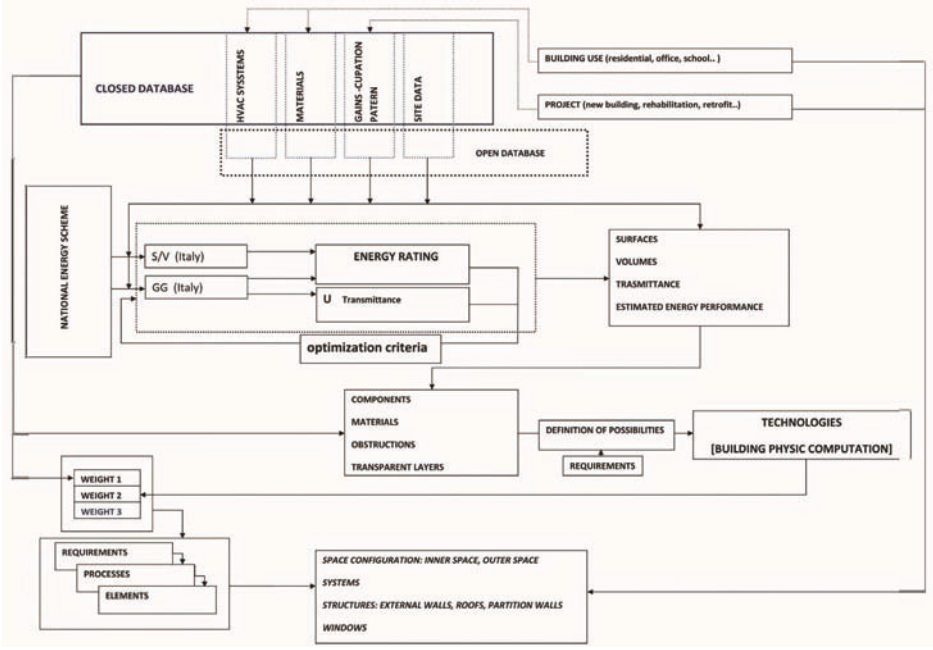


Fig. 1. Esquema lógico de la herramienta propuesta en la investigación Logical scheme of the tool proposed in the research

la evolución del proyecto para facilitar el intercambio y la transferencia de conocimientos, la evaluación y la integración de puntos de vista y enfoques diferentes.

La herramienta se concibe como un "herramienta de apoyo a la decisión"[3] que trabaja sobre procesos de refinamiento, por el estrechamiento progresivo del ámbito de variabilidad hasta prever, para determinadas cantidades, un número determinado de opciones y por lo tanto de tecnologías posibles. En este sentido, la tecnología es el resultado de una serie de elaboraciones sucesivas y se contextualiza con el proyecto y con su viabilidad. Por eso es necesario un instrumento abierto y flexible. En esta etapa, el alcance de las variables no es constante sino que varía dependiendo del tipo de proyecto: algunas están abiertas, otras sólo parcialmente, otras son fijas. Si se asume como objetivo específico el consumo energético es posible trabajar sobre la relación entre las variables geográficas, la relación superficie / volumen y el consumo máximo de energía, según lo

The tool is a decision support tool[3] that works on refining processes, by the progressive narrowing of the scope of variability up to provide, for certain quantities, a limited range of choices and therefore of possible technologies. In this sense, technology is the result of a series of subsequent processing and is contextualized to the project and to its feasibility

In the first instance it is necessary to achieve an open and flexible instrument. In this stage the scope of variables (quantities) is not constant but varies depending on type of projects: some are fully operational (open, still to decide), others are only partially operational, others fixed.

Assuming as a specific goal the energetic consumption it's possible to work on the relationship between geographical variables, ratio surface / volume, energy consumption, as suggested by many European regulations, so working on parameters that determine the consumption with procedures of refining within fixed variation ranges. The parameters can be initially linked to the form factor of

sugerido por muchos reglamentos europeos, o sea trabajando sobre los parámetros que determinan el consumo energético con procedimientos de refinación dentro rangos de variación fijos. Los parámetros pueden ser inicialmente vinculados al factor de forma del edificio, a sus características técnicas y constructivas, su orientación, a las superficies transparentes y así sucesivamente.

En el paso posterior las variables del proyecto definidas en este momento entran en el análisis. El sistema está diseñado para que, en este momento, sea posible introducir las constantes (magnitudes conocidas); para las otras magnitudes la herramienta ofrece una gama de variación a partir de las exigencias de la normativa y con un procedimiento por pasos. Los componentes de las condiciones climáticas son conocidos, las otras variables no son fijas. El sistema, de acuerdo con diversos indicadores, proporciona una gama de relaciones superficie / volumen adecuadas para los indicadores: esto permite determinar la relación óptima S / V dependiente de los grados - día y del consumo. Los resultados de la primera etapa son una serie de variables relacionadas con las estructuras, la orientación, las superficies transparentes y las dimensiones del edificio. El objetivo final no es obtener una optimización de los parámetros individuales, sino seguir el proyecto en los primeros pasos, dando sugerencias y mejoras de algunas soluciones. Proporcionar sugerencias significa definir las oportunidades en lugar de configuraciones estables, procediendo por estrechamientos progresivos y ampliaciones de los campos a fin de tener en cuenta el mutuo impacto de las cantidades analizadas. La herramienta da como resultado alternativas de proyecto y tecnológicas: los límites de los muros, las ventanas, el techo y así sucesivamente, y más, dependiendo de estos, la herramienta proporciona diferentes soluciones impulsadas por los tipos de ocupación, el uso previsto del edificio, el clima. De esta manera es posible hacer diferentes supuestos, por ejemplo en las paredes, con soluciones constructivas con alta inercia si el clima es

the building, to its technical and constructive characteristics, its orientation, transparent surfaces and so on.

In the subsequent step the quantities of the primary project identified at this time enter in the analysis. The system is designed so that, at this moment, it's possible to input the constants (known magnitudes) and for the other magnitudes the tool provide range of variation, starting from the demands of the normative and proceeding by steps. The climatic conditions components are known, the other quantities are not fixed. The tool, according to various performance indicators provides a range of surface/volume ratio suitable for them: this allows to determine the optimal relationship S / V dependent on the degree days and consumption feasible. The output of the first stage is a series of quantities related to structures, orientation, transparent surfaces, and dimensions. The ultimate goal is not to obtain an individual optimization of single parameters essentially independent, but to follow the project in first steps, giving suggestions and improvements of some solutions in terms of its dynamic. Providing suggestions means defining opportunities rather than stable configurations, proceeding by progressive narrowing or enlargement of fields in order to take into account the mutual impact of quantities analyzed. The tool provides as output design and technologic alternatives: limits about walls, windows, the roof and so on, and more, depending on these, the tool provides different solutions driven by occupation patterns, the intended use, and the climate. In this way it's possible to make different assumptions, e.g. on walls, structures with high inertia if the weather is warm, isolated on the outside if it's expected a continuous occupation of the building, with additional external protection systems or ventilated facades for southern exposure and so on.

The choices made upstream allow on one hand to meet the targets that might be called "high level targets", on the other hand to open windows of technological possibilities contextual with those choices.

cálido, aisladas en el exterior si se espera una ocupación continua del edificio, con sistemas adicionales de protección exterior o fachadas ventiladas en exposiciones al sur, y así sucesivamente.

Las decisiones tomadas arriba permiten por un lado, cumplir los objetivos que podrían ser llamados "objetivos de alto nivel", y por otro lado abrir ventanas de posibilidades tecnológicas dependiendo de las opciones.

Es un proceso en "cascada" con definiciones y decisiones tomadas cada vez más estrictamente en función de las opciones y de las intenciones del proyecto e impulsadas por la herramienta. la herramienta consta de una base de datos inicial (materiales, estructuras, tipo de ocupación, sistemas) que proporciona información en la primera parte de la elaboración, es decir, en la definición de las cantidades.

De momento las alternativas previstas por la herramienta son contextuales, esto significa que es un cálculo basado en las opciones definidas por el proyecto y sobre la base de cálculos y datos implícitos en el sistema.

El siguiente paso es la elección de las soluciones adecuadas de entre todas las alternativas previstas por la herramienta.

A partir de la definición de necesidades4, estrategias y procesos es posible asignar pesos a las diferentes posibilidades tecnológicas sobre la base de parámetros y procesos:

Estas relaciones se pueden implementar: de hecho dependen de las primeras hipótesis de proyecto, y en consecuencia, de las selecciones dentro de la base de datos y de las opciones desarrolladas durante las etapas de proyecto.

Ejemplo 1:

Requisitos =*aislamiento térmico por sobrecalentamiento*

Procesos =*ganancias de calor, radiación solar directa…*

Estrategias =*sombreado de ventanas, color y la textura de los muros….*

It's a "waterfall process" with definitions and choices made progressively more stringent depending on the design choices and intentions and driven by the tool. Some databases (materials, structures, pattern of occupation, systems) are provided. The structure of databases is a data layer that provides information to the first part of the elaboration, i.e. in the definition of quantities, open, partially closed and operable to be defined.

Up to now the alternatives provided by the tool are contextual; it means that it is a computation based on choices defined by the design and on the basis of calculations and data implicit in the system.

The subsequent step is the choice of appropriate solutions between all the alternatives provided by the tool.

Starting from the definition of requirements pertaining to all components of the building envelope, like in the analysis of Cristoph Feldtkeller4, of strategies (parameters) and processes it's possible to define a procedure to assign weights to different technological possibilities.

These relations are implementable: in fact they depend on the first design hypotheses, and thus by the selections within the database, and from choices developed during the design steps.

Example 1:

Requirements =*Thermal insulation for overheating*

Processes =*Heat gains, direct solar radiation….*

Strategies =*Shading of windows, clear envelope colour and texture, highweight roof materials…*

The database automatically assigns a first component of a weight according to the tool internal processing, depending on climatic factors, occupation provided, materials used and so on. From elaboration of the first phase is processed a second component of the weight. A third component is allocated by the user. This is necessary because the need

La base de datos automáticamente asigna un primer componente de peso en función de los factores climáticos, la ocupación prevista, los materiales utilizados y así sucesivamente. Desde la elaboración de la primera fase se procesa un segundo componente del peso. Un tercer componente es asignado por el usuario. Esto es necesario porque la necesidad de interacción multidisciplinaria se toma como base para el proyecto en base a las cuestiones medioambientales y energéticas. Maximizar pesos, como en el ejemplo 1, significa que el requisito de "aislamiento" tiene la máxima importancia. Esto significa que los procesos relacionados con el requisito aislamiento tienen la prioridad, es decir, se necesita la máxima protección de la radiación solar, por lo que el suministro de protectores solares en las ventanas, el uso de colores claros en las superficies exteriores, aislamiento con alto rendimiento de paredes y techos es conveniente y así sucesivamente.

El peso da la oportunidad de graduar posibilidades: de nuevo en referencia al ejemplo 1, un menor peso afecta a los protectores externos que podrían ser no aislados, el tipo de aislamiento, el tipo de paredes y techos, materiales a utilizar y así sucesivamente. El proceso de asignación termina cuando todos los pesos han sido asignados.

El siguiente paso es un cálculo sincrónico sobre las relaciones entre los requisitos, procesos y elementos. El funcionamiento de la herramienta es similar a la dinámica del proceso de proyecto, proporcionando una serie de análisis que son fundamentalmente técnicos, abiertos e interactivos, cambiables por la evaluación en todos los pasos, y en una segunda fase más cercana al proyecto a través del análisis de las relaciones entre los espacios, tanto internos como externos, y la envolvente del edificio.

Conclusiones

Las herramientas para apoyar el diseño en sus etapas tempranas, tienen que reflejar la dinámica de esta etapa a través de un enfoque relacional que puede mediar entre

for multidisciplinary interaction is taken as a basis for design careful to environmental and energy issues. Maximize weights, as in the example 1, means that the requirement "insulation" has the utmost importance. This means that the processes related to it have the priority: that is, maximum protection from solar radiation and thermal solar gains, so provision of shields on windows, use of clear colours on the outer surfaces, walls and roofing insulation, use of insulation materials with high performance.

The weight is the opportunity to graduate possibilities: again in reference to Example 1, a lower weight affects external shields that could be non isolated, the type of insulation, type of walls and roofs, materials to use and so on. The allocation process finishes with the assignment of all weights.

The next step is a synchronous computation on the relations between requirements, processes and elements through the analysis of these reports. The tool in practice works close to the dynamics of the design process by providing a series of analysis which are primarily technical and technological, open and interactive, changeable by evaluation in all the steps, in the second moment closer to the project through the analysis of relations between spaces, both internal and external, and shell.

Conclusions

Tools to support design in its early stages have to reflect the dynamics of this stages through a relational approach that can mediate between computational requirements and the continuing evolution of the project. In the tool proposed the contact with the project is in the interactive opening to the designer and in the definition of quantities for progressive refinement. Interactivity allows the simultaneous presence of points of view of experts involved in the project to assess possible directions, optimal and optimized, and suggestions, by intervening at every step of assignments, blocking values as provided by the project, defining and assigning weights, and then values, to possible strategies.

las necesidades de cómputo y la continua evolución del proyecto. En la herramienta propuesta el contacto con el proyecto se da bajo dos puntos de vista: la apertura interactiva para el diseñador y la definición de cantidades para el refinamiento progresivo. La interactividad permite la presencia simultánea de los puntos de vista de los participantes (expertos) en el proyecto para evaluar las direcciones posibles y las sugerencias, y para validar estrategias posibles.

La propuesta presentada en esta investigación trabaja la posibilidad de construir un sistema de apoyo a la toma de decisión, ofreciendo alternativas relacionadas con los aspectos tecnológicos del proyecto arquitectónico, y teniendo en cuenta la complejidad del proyecto y las formas en que estas cuestiones están dentro el proyecto.

The proposal advanced in this research investigates the possibility of having a decision support system to provide alternatives related to technological aspects in architectural design, to take into account the complexity of the project and the ways in which these issues are consistently throughout the project itself.

Notas Notes

1 D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W.W. Behrens III, (1972), Limits to Growth, Potomac.

2. A. Laaroussi, A. Zarli, J. C. Bignon, An approach to modeling the dynamics of the design process in architecture; website http://www.crai.archi.fr/media/pdf/32_laaroussi.pdf

3. W. Zeiler, P. Savanovic, E. Quanjl (2007) Design decision support for the conceptual phase of the design process. IASDR 07

Referencias References

Banham R. (1978), Ambiente e tecnica dell'architettura moderna, Editori Laterza, Bari.

Bertel S., Freksa C. et al. (2004), Aspectualise and conquer in architectural design, Key center of design computing and cognition, University of Sydney.

Bijker W.E., Hughes T.P., Pinch T.J. (1987), The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology, Massachusetts: The MIT Press, Cambridge.

Bleil de Souza C., Knight L. (2007), Thermal performance simulation from an architectural design viewpoint, Building Simulation, 11th International IBPSA Conference.

Caroli, A., (2004), Architettura e sostenibilità. La casa Passiva. Costruzione e Struttura, Librerie Clup, Milano.

Darses F., Falzon P. (1996), La conception collective: une approche de l'ergonomie cognitive. In Coopération et conception, Sous la direction de G. de Terssac et E. Freidberg Octares (eds), Toulouse.

Feldtkeller C. (1989), Der architektonische Raum: eine Fiktion.

Gaitani N., Mihalakakoua G., Santamouris M. (2005), On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces, Building and Environment, vol. 38.

Gregotti V. (2002), Architettura, tecnica, finalità, Editori Laterza, Bari.

Hensen J. Radosevic, D.E., Yahiaoui, M. (2004), Building Performance Simulation for Better Design: Some issues and solutions, The 21st conference on passive and low energy architecture, Eindhoven, Center for buildings and systems, Neverlands. http://www.crai.archi.fr/media/pdf/32_laaroussi.pdf.

Kusuda T. (2001), Building environment simulation before desk top computers in the USA through a personal memory, Building an Environment, vol. 33.

Laaroussi A., Zarli A., Bignon J. C., An approach to modeling the dynamics of the design process in architecture, MacKenzie D., Wajcman J. (1985), The Social Shaping of Technology: How the Refrigerator Got Its Hum Milton Keynes, Open University Press. (eds.).

MacKenzie D., Wajcman J. (1999), Introductory Essay in The Social Shaping of Technology: Second Edition. Open University Press: Buckingham.

Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens III W. W. (1972), Limits to Growth, Potomac Associates, New York.

Mourshed M.K., Kelliher D., et al. (2005), Green Architecture, the need for climate analysis and thermal simulation during the early stages of design, Global Built Environment Review.

Papamichael K., Laporta J., et al. (1998), Building Design Advisor: Automated Integration of multiple simulation tools, Building Technologies Program, Environmental Energy Technologies Division, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley California.

Pinch T., Bijker W. (1984), The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each Other, Social Studies of Science, vol. 14.

Polimeni J.M., Mayumi K., Giampietro M., Alcott B. (2009), The Myth of Resource Efficiency, The Jevons Paradox, Earthscan.

Prichard D., Twinn C. (2001), An integrated design: the Jersey Archive, Design

Santamouris M. (2005), Passive cooling of buildings, Advances of Solar Energy, ISES, James and James Science Publishers, London.

Soebarto V., Williamson T. (1999), Designer orientated performance evaluation of buildings, Building Simulation, 7th International IBPSA Conference.

Spanedda F. (2004), Progetti di territori : la ricerca sul progetto ambientale di Giovanni Maciocco : un approccio multidisciplinare che accomuna un gruppo di architetti e studiosi di diversi saperi, FrancoAngeli, Milano.

Stempfl J., Badke-Suhaub, P. (2002), Thinking in design teams – an analysis of team communication, Design Studies. vol. 23.

Turk Z., Katranuschkov R., et al. (1997), Conceptual Modeling of a Concurrent Engineering Environment, Collection Concurrent Engineering in Construction, Institution of Civil Engineers. London.

Williams R., Edge D. (1996), The social shaping of technology, Research Policy, vol. 25.

importación de tecnologías avanzadas a la arquitectura

avanced technologies importation to architecture

Autor/es: Martín Gómez, César; Mambrilla Herrero, Natalia; Eguaras Martínez, María; Lacilla Larrodé, Elena.

Institución: Grupo de Investigación de Integración de Instalaciones y Energía en Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Navarra.

Abstract

This communication proposes a possible methodology for the efficient technology importation from other areas to architecture with the presentation of different research projects which are actually being developing at the Installations and Energy Section in the School of Architecture of the Universidad de Navarrra. These projects include energetic methane recovery, cell fuels in building and thermoelectric conditioning.

El hombre pasa una importante parte de su vida trabajando, y no siempre en edificios: puede estar en un barco, en una plataforma petrolífera, en un avión o un tren. Estos espacios en los que el hombre trabaja no responden a la definición académica de arquitectura, pero cumplen muchas de sus funcionalidades pues por ejemplo deben proporcionar aislamiento térmico del exterior o mantener la calidad del aire respirado y, como 'máquinas habitadas' que son, deben hacerlo de manera eficiente, evitando derroches energéticos innecesarios. Por tanto, se trata de 'máquinas habitadas' que ofrecen altas prestaciones, que han sido contrastadas en condiciones de uso exigentes y, que por su propia concepción, priorizan la eficiencia energética.

Por otra parte, el arquitecto -como técnico generalista- no debería pretender desarrollar desde cero tecnologías eficientes aplicadas en la edificación, pues supondría el afianzamiento de la endogamia en la arquitectura, que habitualmente no tiende a mirar más allá de lo que considera sus propios deseos de 'innovación', cuando la realidad es que otras áreas del saber llevan décadas de ventaja.

Son muchos los ejemplos de arquitectos que han sabido 'leer' en otras áreas del saber cuáles son los principales avances que debían incorporarse en la arquitectura. Una importación de conocimientos que en el pasado se ha realizado fundamentalmente en el plano constructivo y de montaje, promoviendo la construcción seca y la incorporación de elementos seriados. Tan solo unos breves ejemplos al respecto: En 1964 Jean Prouvé afirmaba que "los cohetes espaciales son maravillosos y el avión, el coche, nuestra bicicleta, nuestra motocicleta, los trenes, las máquinas, las presas, los puentes, nuestros pequeños barcos de vela, etc. No quiero enumerar más; estos logros bastan para constatar que todo el rendimiento científico e industrial es realmente apasionante"[1]; o también se podría recordar la reflexión de Buckminster Fuller cuando decía: "Encontré que todos estos complejos de barcos eran las

Humans expend an important part of their lives working, and no always in buildings: they could be on a ship, oil platform, airplane or train... These spaces do not follow the 'architecture' academic definition, but they achieve many of their functionalities e.g. provide thermal insulation or assure the interior air quality, and theses 'inhabited machines' do it in an efficient way, offering high features contrasted in demanding conditions.

In other way, the architect, as a general technician, must not develop de novo efficient technologies for its appliance in building, then this would be the reinforcement of the architectural endogamy that usually does not look the important technological advances of other areas. It is easy to find different architects who have known 'reading' in other areas what are the main advances to incorporate in architecture. This knowledge importation has been made in the past into the constructive process, promoting e.g. the dry building or the use of serial elements. Only two examples about this. In 1964, Jean Prouvé asserted "rockets are wonderful and the airplane, the car, our bicycle, our motorcycle, the trains, the machines, the dams, the bridges, our little sail ships, etc. I do not want to enumerate more; these achievements are enough to check the amazing industrial and scientific capacities"[1]. Or we can also remember the following Buckminster Fuller reflection: "I found that these complex ships were the upper tools in their respective historical moments"[2].

The installation systems from the aerospace, naval or automotive industries have been developed during decades and cover from total water recycling to heat recovery in combustion fumes for the power generation. Nevertheless, due to extension determining of this communication, we are not going to describe them, but to exemplify this 'knowledge recovery' through three projects which are in developing in the School of Architecture of the Universidad de Navarra.

The first of them refers to the recovery of the existing methane in the housings ventilation systems. It's deal with a project that analyzes

herramientas superiores de sus momentos históricosrespectivos"[2].

Son muchos los sistemas de instalaciones que campos ajenos al arquitectónico, como el aeroespacial, el naval o la automoción, han desarrollado hace décadas y que se continúan utilizando en estos momentos, abarcando desde los sistemas de reciclaje total del agua hasta la recuperación de calor de los humos de combustión para la producción de electricidad. Sin embargo, dados los condicionantes de extensión de esta comunicación, no tiene cabida aquí una descripción detallada, pero sí ejemplificar esta 'recuperación de conocimientos' a través de tres proyectos actualmente en curso en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra.

El primero de ellos se refiere a la recuperación del metano existente en los sistemas de ventilación de viviendas. Se trata de un proyecto que analiza en términos energéticos, constructivos, económicos y normativos, la viabilidad del aprovechamiento del metano que se genera en agrupaciones de viviendas en altura, para su empleo como apoyo para los sistemas de producción de calor (calderas) alimentados por gas natural.

Este metano está localizado en los sistemas de ventilación tanto de la red de tuberías de saneamiento fecal de los edificios como en la red de extracción de aseos y baños. Además ha de considerarse que el ser humano también emite metano -es cierto que en cantidades mucho menores que los rumiantes por ejemplo- pero, en conjunto, se trata de millones de personas que emiten metano como resultado del proceso digestivo fundamentalmente.

Al uso energético que plantea el proyecto, hay que añadir el efecto de dejar de emitir a la atmósfera estas cantidades de metano, ya que atendiendo a distintas fuentes, el metano es un gas catalogado entre los que repercuten en el efecto invernadero de la Tierra, siendo el causante de una tercera parte del calentamiento global. De hecho, se calcula que a finales del siglo XXI el efecto

in energetic, constructive, economic and legal terms, the viability of use the methane that is generated in the groups of height housing, for its use as support for the natural gas fed heating production systems (boilers).

This methane is located in the ventilation systems as plumbing pipelines net of the buildings as in toilettes and bathrooms extraction net. In addition it has to be consider that humans also gives out methane -it is true that in lower amount that for example ruminants- but, as a whole, there are million persons giving out methane as result of the digestive process.

To the energetic use that sets out the project, it has to be add the effect of stopping giving out to the atmosphere this amount of methane. Attending to different sources, the methane is a catalogued gas between those who have reverberate in the greenhouse effect of the Earth, being the causer of a third part of the global warming. In fact, it is calculated that at the end of the 21st century the methane effect will have overcome the carbon dioxide effects.

The second project deal with the advanced integration of fuel cells in buildings, analyzing the technical, energetic, economic and legal implantation of different technologies of fuel cells in different building types in use, the results of this real experiences allow his extrapolation into future projects of implantation of fuel cells in constructed buildings or for constructing.

In Spain there are important groups of investigation that are developing different lines of investigation on fuel cells: PEM, SOFC, with the obtaining hydrogen from renewable energies, use in engines of electricity-generating groups or of vehicles... These groups have realized notables advances in their respective areas, and enclosed some experiences have been implanted in buildings. Nevertheless, there has not set out till now a project of great scale in which all these investigations and experiences, develop integrated in buildings permanently in use (no prototypes) of different size and character, to analyze the massive implantation of these energy

del metano habrá superado al producido por el dióxido de carbono.

El segundo proyecto trata la integración avanzada de pilas de combustible en la edificación, analizando la implantación técnica, energética, económica y normativa de distintas tecnologías de pilas de combustible en diferentes tipologías edificatorias en uso, de modo que los resultados de esta experiencia real permita su extrapolación a proyectos futuros de implantación de pilas de combustible en edificios construidos o por construir.

En España existen importantes grupos de investigación que están desarrollando distintas líneas de investigación sobre las pilas de combustible: PEM, SOFC, con la obtención de hidrógeno a partir de energías renovables, uso en motores de grupos electrógenos o de vehículos... Estos grupos han realizado notables avances en sus respectivas áreas, e incluso algunas experiencias se han implantado en edificios. No obstante, no se ha planteado hasta ahora un proyecto de gran escala en el que estas investigaciones y experiencias se desarrollen integradss en edificios permanentemente en uso (no prototipos) de distinto tamaño y carácter, para analizar la implantación masiva de estos sistemas de producción de energía en nuestro país, así como para continuar la evolución de los distintos tipos de pilas en función de las necesidades energéticas de la edificación.

El último proyecto se refiere a la construcción y monitorización de un prototipo de sistema de acondicionamiento por termoelectricidad aplicado a un espacio habitado. El proyecto consiste en construir un módulo prefabricado, a modo de local habitado simplificado, y monitorizar durante un año el comportamiento de una instalación termoeléctrica que dé servicio a dicho modulo (Fig.1).

La termoelectricidad se basa en el efecto Peltier (descubierto en 1834). Se trata de una tecnología que se ha aplicado a espacios civiles habitados por el hombre, como vagones de tren, y con anterioridad en espacios militares como los submarinos,

production systems in Spain, as well as to continue the evolution of the different types of cells depending on the energetic needs of the building.

The last project refers to the construction and the monitoring of a thermoelectricity air conditioning system prototype applied to an inhabited space. The project consist in build a prefabricated module, like a simplified inhabited place, and monitoring for a year the behaviour of a thermoelectric installation that gives service to the above mentioned module.

The thermoelectricity bases on Peltier effect (overdraft in 1834). It is a technology that has been applied to civil spaces inhabited by humans, as train coaches, and previously in military spaces as submarines, without it has managed to be applied in architecture because of his high price, in spite of the fact that it offers a highest reliability and minimal cost of maintenance.

If the responsibles of the investigation in architecture were taking advantages of these advances to incorporate them in the building, they would not be necessary raised expanses for the fundamental investigation, but the necessary investments would have to be realized -predictably minor- for the adjustment of these existing technologies -already proven- in the architecture and urbanism areas.

If the responsibles of the investigation in architecture were taking advantages of these advances to incorporate them in the building, they would not be necessary raised expanses for the fundamental investigation, but the necessary investments would have to be realized -predictably minor- for the adjustment of these existing technologies -already proven- in the architecture and urbanism areas.

sin que haya llegado a aplicarse en la arquitectura por su alto precio, a pesar de que ofrece una altísima fiabilidad y mínimos costes de mantenimiento.

A modo de conclusión, puede decirse que estos sistemas tomados de otros áreas, aunque no están pensados para ser eficientes ni sostenibles en los términos en que actualmente se conciben en la arquitectura, lo son, ya que han nacido en un contexto de trabajo exigente que prioriza el funcionamiento preciso, fiable y con mínimas necesidades de mantenimiento.

Si los responsables de la investigación en arquitectura se aprovecharan de estos avances para incorporarlos en la edificación, no serían necesarios gastos tan elevados para la investigación fundamental, sino que tendrían que realizarse las inversiones necesarias –previsiblemente menores- para la adaptación de estas tecnologías existentes –y ya probadas- en el ámbito de la arquitectura y el urbanismo.

Notas Notes

1. Peters Nils. "Jean Prouvé", Taschen, 2006, p.7.

2. Fuller, Buckminster. "El capitán etéreo y otros escritos", Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia, 2003, p.199.

Fig. 1. Prototipo de un sistema de acondicionamiento por termoelectricidad.
Thermoelectric conditioning system prototype.

caracterización de un sistema de pulverización de agua para aplicación de enfriamiento evaporativo en aire acondicionado

characterization of a misting system for applications of evaporative cooling in air-conditioning

Autor/es: Eloy Velasco Gómez, Francisco Javier Rey Martínez; Montserrat Villafruela Díez; Ana Tejero González.

Institución: Grupo de Investigación reconocido (GIR) de Termotecnia de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid

Abstract

Among the different alternatives that can be developed to meet the energy savings expected for the building sector, those based in the application of the phenomenon of evaporative cooling are of special interest because they minimize the energy consumption in air-conditioning ensuring a proper comfort level and an adequate indoor air quality, making use of a natural process which can be easily applied. Actually, applications of this phenomenon can be found not only in nature but also all throughout history as a method to cool the environment before the principles of refrigeration by mechanical compression or absorption were developed.

In this particular study, a misting system composed of a high-pressure water pump and a series of nozzles has been analysed. The size of the diameter of the nozzles is varied from 0.2 mm to 0.5 mm, as well as their number and the pressure at the heat pump (from 20 to 70 bar), which are the factors established.

Both the experimental setup and the results obtained from the tests developed are shown. The main target of the study is to optimize the power consumption of the system, considering as criteria the sensible cooling capacity achieved by the system and the power consumption of the heat pump for the different operation cases established, as well as that required by the lamp of UV disinfection.

Introducción

El enfriamiento evaporativo es un fenómeno natural originado siempre que agua y aire no saturado entran en contacto, en el que se logra una disminución de la temperatura de bulbo seco del aire gracias a la conversión de calor sensible de éste en calor latente del agua que pasa a estado de vapor, aumentándose simultáneamente el contenido de humedad del aire y pudiéndose llevar a cabo hasta alcanzar el estado de saturación. Dado que este proceso depende por lo tanto de la humedad relativa del aire ambiente, su aplicación práctica para acondicionamiento de aire es especialmente interesante en climas áridos y calurosos[1, 2, 3].

El presente trabajo está focalizado en la caracterización del funcionamiento de un sistema de pulverización de agua, destinado al acondicionamiento de ambientes por aprovechamiento del fenómeno de enfriamiento evaporativo ocasionado al evaporarse las gotas de agua pulverizada en el seno del aire. De entre las múltiples aplicaciones en acondicionamiento de aire a las que podrían destinarse estos sistemas comerciales, destacan el refrescamiento de espacios al aire libre, cubiertos o al descubierto, en el que se puede reducir la temperatura del entorno notablemente; o la humidificación de invernaderos, aprovechando la posibilidad de controlar tanto la temperatura como la humedad relativa al pulverizar agua en el interior de ambientes cerrados[4].

En particular, el análisis experimental planteado busca caracterizar el sistema para estudiar su aplicabilidad en el caso particular de preacondicionamiento del aire interior en un espacio cerrado para confort humano. Los resultados obtenidos constituirán la base necesaria para el diseño de la instalación de sistemas de este tipo para la aplicación del enfriamiento evaporativo, pudiendo determinarse a partir de ellos los factores de diseño requeridos, como presión suministrada, número y tamaño de boquillas, además de permitir determinar el consumo del sistema y consecuentemente su índice de prestaciones (Coefficient of Performance

Introduction

The evaporative cooling effect is a natural phenomenon that occurs every time that water and non-saturated air are in contact, in which the air dry bulb temperature diminishes as sensible heat from the air is converted to latent heat of water to enable its transformation into vapour, simultaneously increasing the air absolute humidity. This process depends on the air relative humidity, thus being possible until air reaches its saturated state. Consequently, its applicability is specially interesting for dry and hot climates[1, 2, 3].

The present work focuses on the characterization of the operation of a commercial misting system, used for pre-conditioning de air by taking advantage of the phenomenon of evaporative cooling generated when micronized drops evaporate into the air. Among the different applications of these systems, it can be highlighted the cooling of open spaces, in which ambient air can be notably reduced; or the humidification of green-houses, for being possible to control both temperature and relative humidity by spraying water inside these sort of closed spaces[4].

Particularly, the experimental analysis proposed aims to characterize the system in order to determine its applicability in the particular case of pre-conditioning inside air at a closed room for human comfort. The results obtained permit establishing the design fundamentals for the installation of these systems, determining the factors required, such as pressure provided, nozzles size and number. Results will also enable determining the system's power consumption, and consequently its coefficient of performance (COP) in terms of the air mass flow required and the working environmental conditions. The COP will enable its future comparison to conventional air-conditioning systems used for this sort of applications.

Experimental study

The commercial system studied is composed of a water pump that provides water at

COP), en función de los caudales de aire necesarios y de las condiciones ambientales en las que se encuentra. Este último punto permite además su confrontación con otros sistemas de acondicionamiento de aire convencionalmente utilizados en este tipo de aplicaciones.

Estudio experimental

El sistema comercial está compuesto por una bomba que permitirá proporcionar agua a presión de forma controlada entre 0 y 80 bar, un conjunto de boquillas de 0,2 mm, 0,3 mm, 0,4 mm y 0,5 mm de diámetro (dos de cada diámetro) para suministrar distintos niveles de caudal y diferentes tamaños de gota; un filtro para retener impurezas del agua entrante que pudieran obturar las boquillas; así como los elementos de canalización y conexión necesarios[4].

Los factores establecidos en cada ensayo son: la presión suministrada por la bomba, ajustada en 6 niveles de 10 en 10 bar entre 20 y 70 bar; el número de boquillas, fijado en 1, 2, 3, 4, 6 y 7 boquillas; el tamaño de boquilla (4 niveles, ajustados a los diámetros de boquilla disponibles), combinándolos para cada ensayo; y finalmente el orden de éstas. La combinación de ensayos a realizar determinada en el diseño de experimentos se recoge en la tabla 1.

Las variables de interés a medir en los distintos ensayos planteados son el consumo de la bomba y el flujo másico proporcionado por las boquillas. Para poder determinar el

controled pressures between 0 and 80 bar; a set of nozzles sized 0.2 mm, 0.3 mm, 0.4 mm, 0.5 mm (two nozzles of each size), to provide different water mass flows and drop size; a filter, required to retain possible impurities in the supply water that could block the nozzles; as well as the due pipes and connecting devices[4].

The factors established for each test were: pressure supplied by pump, established at 6 levels equidistantly from 20 to 70 bar; the number of nozzles, set at 1, 2, 3, 4, 6 and 7; nozzles's size (4 levels, corresponding to the sizes available), differently combined for each test; and finally the order of the nozzles. The groups of tests performed, determined in the Design of Experiments proposed, is gathered in table 1.

The variables to be determined for each test to characterize the system are the pump power consumption and the water mass flow provided by the nozzles. To determine this last parameter, a group of recipients have been adjusted to the nozzles, in such a way that all the water micronized by each nozzle is retained inside its corresponding recipient. The water mass flow is thus calculated by measuring the water mass retained in a given time interval (figure 1).

Results and interpretation

Among the tests performed, not every of them has provided useful information to study the real power consumption and water mass flow provided by the system, though

Grupo de ensayos (nº boquillas)	Niveles de presión ensayados [bar]	Tamaños de boquillas ensayados* [mm].
A- 1 boquilla	20/ 30/ 40/ 50/ 60/ 70**	0,2/ 0,3/ 0,4/ 0,5
B- 2 boquillas	20/ 30/ 40/ 50/ 60/ 70	0,2/ 0,3/ 0,4/ 0,5
C- 3 boquillas	20/ 30/ 40/ 50/ 60/ 70	0,2-0,3-0,4/ 0,2-0,3-0,5/ 0,2-0,4-0,5/
D- 4 boquillas	20/ 30/ 40/ 50/ 60/ 70	0,2-0,3-0,4-0,5
E- 6 boquillas	20/ 30/ 40/ 50/ 60/ 70	(2x) 0,2-0,3-0,4/ (2x) 0,3-0,4-0,5
F- 7 boquillas	20/ 30/ 40/ 50/ 60/ 70	(2x) 0,2-0,3-0,4/ (2x) 0,2-0,3-0,5/ (2x) 0,2-0,4-0,5/ (2x) 0,3-0,4-0,5

*Se han realizado ensayos para las boquillas indicadas, reordenándolas.
**Los ensayos no se han podido realizar a 70 bar para una boquilla de 0,2, por problemas de recalentamiento.

Tabla 1. Diseño de experimentos

el flujo másico pulverizado por cada boquilla, se han dispuesto una serie de recipientes ajustados a las boquillas, de forma que toda el agua pulverizada por ellas quede retenida en su interior. Se determina el valor del flujo másico de agua proporcionado en cada boquilla pesando cada recipiente en un intervalo de tiempo dado (figura 1).

they have been useful to clarify some aspects of the operation of the device.

For example, for low number of nozzles, and more noticeably for higher pressures, the pump does not operate within its nominal limits. This undesired operation results into a overheating of the system, due to the supplied power fraction dissipated as heat flux for not being totally employed in

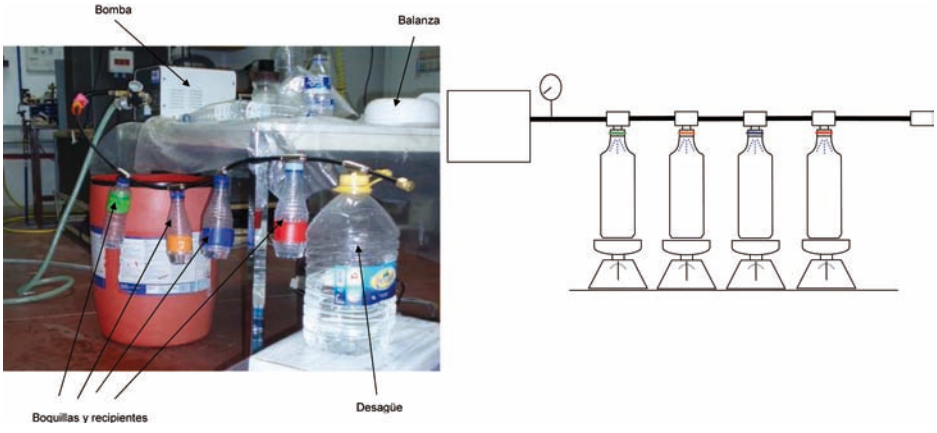


Fig. 1. Esquema e imagen de la instalación y medida de flujos másicos de agua

Resultados e interpretación

De los ensayos realizados anteriormente expuestos, no todos han proporcionado información de utilidad para la determinación de los consumos y caudales proporcionados por el equipo, si bien igualmente han arrojado luz sobre ciertos aspectos del funcionamiento del equipo.

Por ejemplo, en los ensayos realizados con número de boquillas bajo, y de forma más destacable a mayores presiones de trabajo, la bomba no opera dentro de su rango nominal. Este funcionamiento fuera de curva supone un recalentamiento del sistema debido al importante incremento de temperatura ocasionado por la fracción de la potencia suministrada disipada en forma de calor al no ser toda ella aprovechable como trabajo, de forma que, de no refrigerarse el sistema durante su funcionamiento, se incurre en daños en los elementos de canalización y conexión. Por lo tanto, los resultados

terms of useful work. Thus, if the system is not refrigerated simultaneously, pipes and connecting devices are damaged. Consequently, results obtained for these tests are not extrapolable when studying the variability of the interesting parameters with respect to the factors established. However, they permit determining that the system's operation is not feasible for less than a given number of nozzles, dependant on the working pressure, as they do not assure the due minimum sprayed water flow.

It should be highlighted that there is a certain variability associated to the water mass flow provided for nozzles of the same size, more noticeable for higher diameters. This fact seems to be due to manufacturing variability, though accepted for being within tolerance limits. However, it should be taken into account when studying the global variability of the experimental study.

obtenidos a partir de estos ensayos no son extrapolables a la hora de estudiar la variación de los parámetros de interés con respecto a los factores establecidos; sin embargo sí permite determinar que el funcionamiento del sistema no es factible con menos de cierto número de boquillas, dependiente de la presión de trabajo, ya que no aseguran un caudal mínimo de pulverización.

Un resultado destacado en la medida de los caudales proporcionados por las distintas boquillas es el hecho de que existe cierta variabilidad en este parámetro entre boquillas de igual diámetro, más acusada a mayores diámetros de boquilla. Este hecho se asocia a variaciones dentro de tolerancia en el diámetro de boquilla generadas en la manufacturación, y deberá tenerse en cuenta a la hora de estudiar la variabilidad global del análisis experimental.

El resultado más destacable ha sido, sin embargo, el hecho de que los consumos parecen depender exclusivamente del nivel de presión proporcionado, y no del número de boquillas ni su ordenación, como podría esperarse a priori. Es por lo tanto clave analizar la correlación caudal – presión, puesto que nos relacionará los caudales proporcionados con el consumo de la bomba. En la figura 2 se puede observar cómo los caudales proporcionados por cada boquilla presentan una dependencia claramente lineal con respecto a la presión suministrada por la bomba. Este resultado nos permite por lo tanto caracterizar los caudales proporcionados por el sistema en las distintas condiciones de trabajo.

Si se comparan los flujos másicos obtenidos en el ensayo de la máquina con los datos proporcionados por el fabricante, dados para unas condiciones de presión de 70 bar, se comprueba que los valores experimentales resultan mucho menores que los especificados (tabla 2). Estas diferencias son del orden del 50%, ligeramente más acusadas en el caso de las dos boquillas de menor tamaño. Esto puede deberse a las distintas condiciones en las que se haya determinado el caudal teórico respecto a las ensayadas,

Nonetheless, the most marked result has been the apparently exclusive dependence on power consumption of the pressure level provided, and neither of the number of nozzles nor their order, as could be initially expected. Thus, it is necessary to determine the correlation between water mass flow provided and pressure, as it will show how mass flow is related to power consumption. Figure 2 shows this correlation for each nozzle's size. It can be noticed that this correlations clearly follow a linear trend. This results enables us characterizing the water mass flow provided by the system for the different working conditions studied.

If water mass flows obtained from the experimental analysis and the values given by the manufacturer are compared, both given for pressures of 70 bar, it can be demonstrated that the experimental values result to be much lower than the theoretical ones (table 2). The differences obtained reach 50%, slightly more noticeable for the two smallest nozzles. This could be due to the different conditions from the ones tried in the particular study, in which the theoretical mass flow was determined. Also the variability of the experimental analysis and the real elements studied can be causes of this difference. An example of this last possibility is the already noted fact that water mass flow provided for nozzles of the same size is not the same.

However, it is important to determine the COP that would be provided by the device operating as a cooling system, as this is the value that will permit its future comparison to conventional devices. This coefficient is defined as the relation between the cooling capacity provided, dependant on the water mass flow sprayed for being a system based in the phenomenon of evaporative cooling, and the pump power consumption. Because the power consumption has been proved to be dependant on the pressure exclusively, and the water mass flow is related to both pressure and nozzles connected, the optimum COP is expected to depend on the pressure level and the kind and number of nozzles.

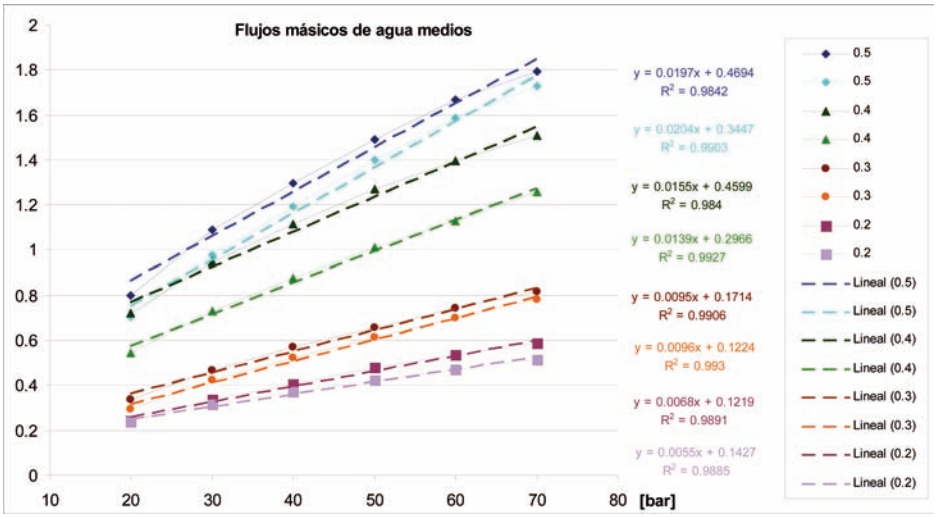


Fig. 2. Correlación flujo másico de agua-presión.

Tamaño de boquilla [mm]/ Nozzle's size	Flujo másico experimental medio (70 bar) [g/s]/ Experimental average mass flow	Flujo másico teórico (70 bar) [g/s]/ Theoretical mass flow	Desviación/ Deviation
0,2	0.6	1.3	54%
0,3	0.8	1.9	58%
0,4	1.5	2.5	40%
0,5	1.8	3.2	44%

Tabla 2: Comparación entre flujos másicos experimentales y teóricos a 70 bar.

además de a la variabilidad en el proceso experimental y en los elementos reales particulares. Un ejemplo de esta última posible causa es la ya mentada variabilidad en el caudal proporcionado por boquillas de igual diámetro, debida posiblemente a tolerancias en la manufacturación.

No obstante es importante determinar el COP que proporcionaría el sistema, actuando como equipo de enfriamiento del aire interior, ya que es el dato que permitiría su confrontación con otros sistemas convencionales. Por la propia definición del COP, éste va a estar determinado por la relación entre la potencia frigorífica suministrada, dependiente a su vez del caudal de agua aportado por estar basado en el fenómeno del enfriamiento evaporativo; y el consumo de la bomba. Dado que, como se

Considering what has been argued above, COP is expected to improve for higher number of nozzles. However, their number is limited not only by the operation or design conditions, but also by the limits of the evaporative cooling phenomenon in which the process is based, as it is closely related to the water mass flow provided and the environmental humidity conditions (notice that the process stops when saturated state of air is reached).

Figure 3 shows, for each group of tests, the correlation between the COP and the pressure provided. Here can be proved that the COP improves for higher number of nozzles simultaneously tried, as well as for higher nozzle's size, as this parameter is directly proportional to the water mass flow

ha visto, el consumo de la bomba depende sólo de la presión, y que el caudal depende a su vez de ésta y de las boquillas conectadas, el COP óptimo va a depender del nivel de presión y del tipo y número de boquillas conectado.

Según lo anterior, se esperaría que el COP mejorara a mayor número de boquillas, Sin embargo, el número de éstas se va a ver limitado no ya por condiciones de operación o diseño, sino por las propias limitaciones del fenómeno de enfriamiento evaporativo asociadas al caudal de agua proporcionado y a las condiciones del ambiente, ya que no se debe alcanzar saturación, además de que debe evitarse la formación de gotas no evaporadas.

En la figura 3 se muestra la correlación entre este parámetro y la presión suministrada, para cada grupo de ensayos de interés. Se comprueba aquí que el COP del sistema es mayor a mayor número de boquillas ensayadas simultáneamente, además de a mayores tamaños de boquilla, ya que este parámetro es directamente proporcional al caudal suministrado y este depende precisamente del número y tamaño de boquillas instaladas.

Se aprecia además cómo, para un mismo número de boquillas instaladas, como son

provided, which depends on the nozzles's number and size.

It is also checked that, for the same number of nozzles connected as in the case of the tests performed with 3 and 7 total nozzles, the COP increases for lower sizes of the non-connected nozzle, because the water mass flow obtained is lower, as expected.

Another point to remark is that the order of the nozzles does not affect. This fact is confirmed by the results obtained for the group of tests tried with 6 total nozzles of 0.2 mm, 0.3 mm and 0.4 mm set in different orders, where the COPs obtained are really closed for the same values of pressure. The same occurs for the tests performed with 6 total nozzles of 0.3 mm, 0.4 mm and 0.5 mm.

Finally, the Coefficient of Performance also increases for higher pressures. However, some cases such as the test performed for 4 nozzles and the one with 3 nozzles without the 0.5 mm sized nozzle, show an inflection point near the maximum pressure tried. Considering this, it is predicable that the COP will not increase indefinitely with the pressure, but that there will be a maximum value for a certain pressure. In any case, for the pressure ranks studied it can not be assured that the maximum is reached

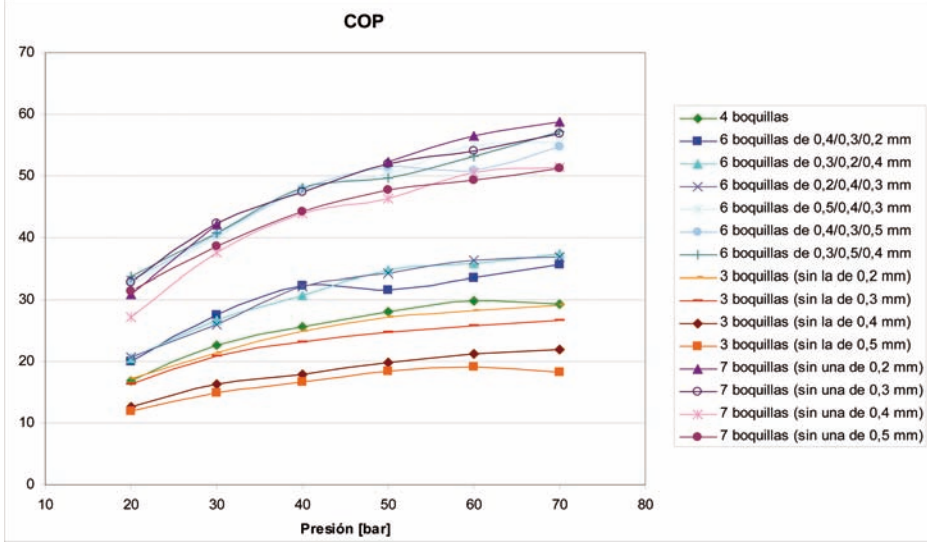


Fig. 3. Correlación COP- presión.

los casos de 3 y 7 boquillas totales, el COP es mayor cuanto menor es el tamaño de la boquilla no instalada en el grupo de ensayos; ya que, como es previsible, el caudal suministrado es mayor.

Se puede observar también cómo el orden de las boquillas no influye, ya que para los ensayos con 6 boquillas totales, de 0,2 mm, 0,3 mm y 0,4 mm de diámetro dispuestas en distintos órdenes, los COP obtenidos son muy próximos a cada valor de la presión. Lo mismo ocurre con los ensayos realizados con 6 boquillas de 0,3 mm, 0,4 mm y 0,5 mm.

Asimismo el COP aumenta con la presión. Sin embargo, se muestra un punto de inflexión cerca de la presión máxima ensayada en algunos casos, como el de 3 boquillas sin la de diámetro 0,5 mm; y el de 4 boquillas. Por ello es previsible que el COP no aumente indefinidamente con la presión, sino que exista un máximo para cierto valor de ésta. En cualquier caso, para los rangos de presión ensayados no puede asegurarse que se haya alcanzado dicho máximo exceptuando para los dos grupos de ensayos en los que se percibe el punto de inflexión.

El máximo error experimental obtenido se observa para el caso de la boquilla de mayor tamaño (0,5 mm) trabajando a la mínima presión (20 bar), y resulta ser del 15%. Este error estará en gran parte influido por las causas ya mentadas de variabilidad en la manufacturación de las boquillas, más acusada a mayor tamaño de boquilla. Sin embargo, la variabilidad del estudio experimental en sí mismo, no evitable, como puede ser la debida a desviaciones en la presión establecida para el ensayo, produce un error inevitable en todas las medidas que no obstante es admisible por mantenerse entorno al 6,8%.

Conclusiones

A partir de los resultados anteriormente expuestos, cabe destacar las conclusiones presentadas a continuación.

• Como se ha visto, el equipo necesita trabajar con un mínimo número de boquillas, a fin de evitar pérdidas de potencia en

except for the two groups of tests in which the existence of an inflection point is proved.

The maximum experimental error obtained was 15%, and was measured for the case of the biggest nozzle (0.5 mm) working at the lowest pressure (20 bar). This error is considerably influenced by the already mentioned fact that there is certain variability in the manufacturing of the nozzles, more important as the nozzle's size increases. Nevertheless, unavoidable variability during the experimental work, such as the deviation possibly caused when setting the established pressure, generates certain level of error however admissible for varying near 6.8%.

Conclusions

The following conclusions can be gathered from the results studied above:

• As seen, the device needs to operate with a minimum number of nozzles, to avoid power losses in terms of heat, which could moreover incur in overheating of the system, and subsequently damage of some elements. It has been proved that the minimum number of nozzles required in the particular case to ensure such water mass flow that the power consumption lost as heat do not generate excessive temperature increments is 3 nozzles, for every pressure tried. Actually, the installation of the water pump in a due place ventilated enough to avoid overheating, is one of the key points in the design of the installation.

• The experimental results have clearly demonstrated the exclusively dependence of the power consumption upon the pressure levels. Thus, and because higher sizes and number of nozzles would not incur in higher consumption but would do in higher water mass flow, the COP will improve for higher sizes and number of nozzles connected.

• The maximum number of nozzles that can be connected depend nevertheless on the water mass flow to be provided, due either to operation and design conditions or to the limits of the phenomenon of evaporative cooling.

forma de calor, las cuales además pueden producir sobrecalentamientos que dañasen el sistema. Se ha comprobado que el número de boquillas mínimo para asegurar en el caso particular que el caudal es suficientemente alto como para que la potencia disipada en forma de calor no suponga incrementos de temperatura excesivos es de 3 boquillas, para todas las presiones ensayadas. De hecho, es un punto clave en el diseño de la instalación el disponer la bomba en un lugar de tamaño adecuado, con suficiente ventilación, para evitar que se produzcan sobrecalentamientos.

• Los resultados experimentales han mostrado claramente la dependencia íntegra de los consumos con los niveles de presión. Por lo tanto, y dado que un mayor número de boquillas no supondría mayor consumo pero sí mayores caudales, y consecuentemente mayores potencias de enfriamiento, el COP mejorará a mayor número de boquillas instaladas, así como a mayor tamaño de las mismas.

• El máximo número de boquillas instalable depende sin embargo del caudal a proporcionar, por limitaciones asociadas a los fundamentos del enfriamiento evaporativo, por ser necesario evitar la formación de gotas no evaporadas o alcanzar el estado de saturación.

• El COP aumenta al aumentar la presión, pues aunque este aumento incurre también en un mayor consumo, es más relevante el incremento de caudal provocado. Sin embargo, aunque en la mayoría de los ensayos planteados no se alcanza un máximo en el COP en función de este parámetro, es esperable que sí exista un punto de inflexión, al verse este hecho reflejado en algunos de los casos experimentales.

• Los resultados experimentales muestran que el orden de las boquillas no afecta al valor del COP obtenido, por no afectar al caudal proporcionado.

• Para la aplicación particular de interés, centrada en el acondicionamiento de ambientes interiores para confort humano, va a interesar trabajar con boquillas de

• The COP increases for higher pressure levels, because although this increase means higher power consumption, the increase in the water mass flow, and consequently in the cooling capacity of the system, is more marked. However, it is expected that a maximum COP would be obtained for a certain pressure in each particular case, as this fact is shown by the results of some tests.

• Results show that the order of the nozzles connected does not affect to the COP obtained, as it does not affect to the water mass flow.

• For the particular application, focused in the air-conditioning of indoor environments for human comfort, it will be more interesting to work with nozzles of 0.2 mm, as they are the ones specifically designed when the humidification achieved should not be excessive, and the immediate vaporization of the whole water sprayed is aimed.

• The particular characteristics of the system's installation may require some kind of ventilation, as in the case of rooms with high ceilings, to ensure the uniformity of the cooling effect, as well as to favour the total vaporization of the water sprayed.

Acknowledgements

This work forms part of the research being carried out within the framework of the "Reduction of energy consumption and carbon dioxide emission in buildings combining evaporative cooling, free cooling and energy recovery in all-air systems", project supported by the Ministry of Science and Technology through the call for scientific research and technological development research projects. Reference number ENE2008-02274/CON.

diámetro 0,2 mm, ya que son las diseñadas específicamente para este tipo de aplicaciones donde el nivel de humidificación provocado no debe ser excesivo, y se busca vaporización completa del agua pulverizada, asegurando tamaños de gota pequeños que reduzcan al máximo el tiempo de residencia en contacto con el aire.

• Por las características de instalación del sistema, puede ser necesario disponer algún tipo de ventilación, como en el caso de locales con techos muy altos, para asegurar la uniformidad del efecto además de favorecer la vaporización del agua pulverizada.

Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado gracias al proyecto de investigación del Plan Nacional de I+D titulado "Reducción del consumo energético y de las emisiones de dióxido de carbono en edificios, combinando enfriamiento evaporativo, free cooling y recuperación de energía en sistemas todo aire". Número de referencia: ENE2008-02274/CON.

Notas Notes

1. Watt J.R.; "Evaporative Air Conditioning Handbook", Editorial Chapman & Hall, New York, 1986.

2. Rey Martínez, F.J., Velasco Gómez E., Álvarez-Guerra M., Molina Leyva, M. Refrigeración evaporativa. El Instalador. 2000.

3. Velasco Gómez E., Rey Martínez F.J., Tejero González A., "The phenomenon of evaporative cooling from a humid surface as an alternative method for air-conditioning", International Journal of Energy and Environment, Volume 1, issue 1, pp. 69-96 (2010).

4. Cuaderno técnico de instalación, sistema Mist&Fog, Termigo Microclimas.

caracterización de colectores solares de aire para ventilación de edificios.

characterization of solar air heaters for ventilation in buildings.

Autor/es: Francisco Javier Rey Martínez, Eloy Velasco Gómez; Ricardo Ramos Valdivieco; Sergio Lorenzo González González; Ana Tejero González.

Institución: Grupo de Investigación reconocido (GIR) de Termotecnia de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid.

Abstract

Solar thermal energy is widely assumed to be interesting to reduce the energy consumption in conditioning the environment inside buildings. The simplest and thus most intuitive way to take advantage of this source is the technology of air solar air heaters, which can minimize the heating demand.

The experimental setup built to characterize the operation of the particular thermal solar air heaters studied in the present work for ventilation is composed of two collectors whose useful surface is 2 m2 each, connected to an Air Hand Unit that permits reproducing the typical outdoor climate conditions during the season of interest, and that is provided with control for the air volume flow and temperature, as well as with the due measurement probes. The irradiance levels have been reproduced by a group of high power lights. Due to the non-natural radiance employed, the irradiance distribution on the surface of the collectors is also determined.

The factors considered in the design of experiments are the air volume flow through the collector, the irradiance and the thermal level of outdoor air. The temperature rise achieved and the energetic performance of the collectors are the two parameters analysed in the experimental characterization of the solar air heaters. With this data it is aimed to determine whether the implementation of these systems is interesting and effective for pre-conditioning the outdoor air for ventilation in buildings. Their advantages and disadvantages could thus be determined in order to discuss the convenience of their installation for ventilation in comparison with other alternatives.

Introducción.

Actualmente existen tres razones importantes que justifican la reducción del consumo de energía en los edificios el elevado coste económico de la energía previsto para un futuro próximo, las perspectivas de escasez energética para las próximas décadas y el elevado impacto medioambiental que el consumo energético origina en nuestro planeta debido al efecto invernadero.

El incremento del grado de bienestar asociado al desarrollo social, provoca un incremento en los consumos energéticos. En el caso de la climatización de edificios, el incremento de los caudales de aire de ventilación y del grado de confort térmico en los locales, provoca un incremento en el consumo energético para la adecuación higrotérmica de los mismos. El uso de la energía solar térmica de baja temperatura se presenta como una alternativa para reducir la demanda de energía para calefactar los espacios en inviernos[1].

El uso de la energía solar de manera convencional se base en instalaciones de colectores solares donde se calienta el fluido caloportador, habitualmente agua glicolada[2], que finalmente mediante sistemas de emisión a baja temperatura como suelo radiante o fancoils, disipan en aire el calor captado en el campo de colectores solares.

Otra alternativa es calentar directamente el aire en colectores de aire e impulsarlo directamente al interior de los locales que se pretenden calefactar, reduciendo los procesos de intercambio energético que deben producirse en los colectores convencionales. El objetivo de este trabajo es presentar la caracterización realizada de unos colectores solares de aire, sometidos a dos niveles diferentes de intensidad radiante, con tres caudales de aire de circulación y para diferentes condiciones de temperatura del aire a la entrada del colector, analizando las diferentes características que permiten adecuar el funcionamiento del sistema a las necesidades de la demanda de calefacción.

Introduction

It is said to be three main causes that justify the importance of the reduction of the power consumption in buildings: firstly, the high economic cost of the energy expected for the short term; the perspectives of energetic shortage in the next decades; and finally the serious environmental impact in which incurs the power consumption due to the green-house effect.

There is an increase in the power consumption due to improvement in social welfare. In the case of the air-conditioning of buildings, the increase in ventilation rates and thermal comfort requirements, causes an increase in the power consumption for the hygrothermal air-conditioning of the spaces. The application of low-temperature thermal solar energy appears as an interesting alternative to reduce the heating demand required during the winter [1].

The convencional use of solar energy is based in installations of solar collectors where a fluid, generally glycol and water [2], is heated; and afterwards the heat retained is dissipated in low-temperature emission ending elements, such as fancoils or underfloor heating.

Another alternative is directly heating the air in solar collectors and then supplying it inside the spaces that are to heat, reducing the processes of heat-exchange required in conventional solar installations. The aim of the present work is to introduce the characterization of air solar heaters working for two different levels of radiation, three air volume flows, and for different outdoor air temperatures, analyzing the different characteristics that enable adequate their operation for the due heating demand.

Experimental device

The experimental device used consists of two solar air heaters, model: TWIN-TOPSOLAR 4.0 provided by the company Grammer Solar [3]; whose dimensions are: 4000 x 1006 x 135 mm with a useful surface of 4 m2, fed with outdoor air by a flexible PVC pipe of 250 mm of diameter. The radiation contribution,

Equipo experimental.

El equipo experimental (figura 1) utilizado consta de dos colectores solares modelo TWIN-TOPSOLAR 4.0 de la empresa Grammer Solar[3], de dimensiones: 4000 x 1006 x 135 mm con una superficie de 4,0 m^2, a los que se alimenta aire a través de un tubo flexible de PVC de 250 mm. El aporte de energía radiante, utilizado para simular la radiación solar, se realiza con dos baterías de 6 focos halógenos de 500 W de potencia cada uno, con una disposición al tres bolillo para realizar una distribución homogénea de la radiación sobre la superficie del colector (figura 2).

Con una unidad de tratamiento de aire (UTA) TROX TechniK, se aporta el aire considerado de ventilación en los locales. En la UTA

performed to simulate the real solar radiation, is generated with two batteries of six halogen lamps of 500W each, arranged staggered to ensure an homogeneous distribution of the radiation on the surface of the collector (figure 2).

The ventilation air requried for the room is provided by an Air Treatment Unit (ATU) TROX TechniK. This unit permits controlling the air volume flow with a potentiometer, and is measured with the aid of calibrated hollow plates equipped with differential pressure probes and manometers Honeywell, model 163PC01D75, 160 PC series. The different conditions of outdoor air temperature are programmed in the ATU and measured with probes Pt100. The data acquisition is made with a registering data device Agilent Technologie, connected to a PC.

Fig. 1. Esquema de la instalación experimental.

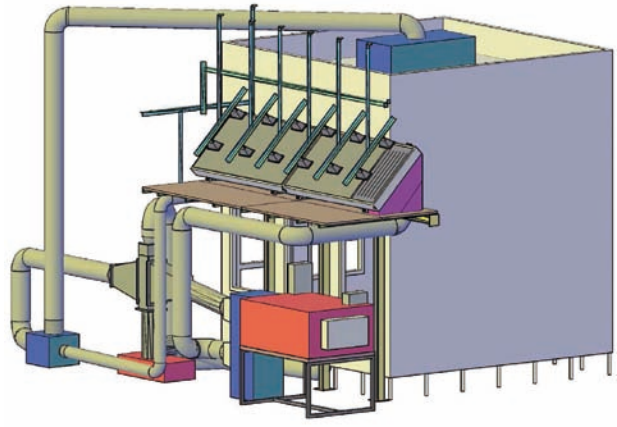
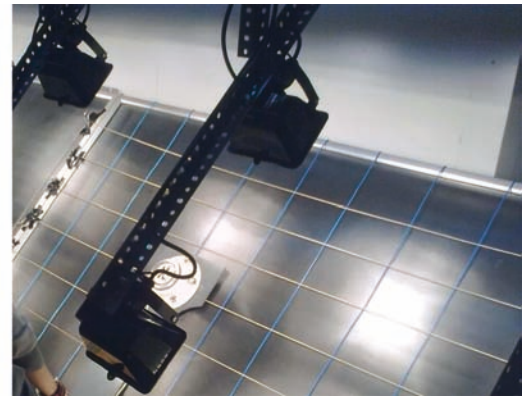


Fig. 2 Fotografías de los colectores de aire, los focos radiantes y piranómetro para medida de la radiación.



se regula el caudal con un potenciometro y se mide en placas orificio calibradas equipadas con medida de presión diferencial y manómetros de la marca Honeywell modelo 163PC01D75 de la serie 160 PC. Las diferentes condiciones de temperatura del aire exterior, se programan en la UTA y se miden con sondas Pt100. La adquisición de los datos se realiza con un registrador de datos marca Agilent Technologie, modelo Conectado a un PC.

La medida experimental de la intensidad radiante recibida por los focos se ha realizado con un piranómetro en las dos configuraciones de radiación ensayadas, con la máxima radiación (todos los focos encendidos) proporcionando 828,4 W/m^2 y con radiación media (la mitad de los focos encendidos) que proporciona una intensidad radiante experimental de 447,9 W/m^2.

Diseño de experimentos, resultados obtenidos e interpretación.

La caracterización del dispositivo se ha realizado para 3 niveles de caudal de aire (C1=100 m^3/h, C2=200 m^3/h y C3=300 m^3/h), 2 niveles de intensidad radiante (I1=828,4 W/m^2 y I2=447,9 W/m^2) y 4 niveles de temperatura (T1=0 C, T2=5 C, T3=10 C y T4=15 C), en la tabla 1 se muestra la configuración del diseño de experimentos realizado.

Dado que la experimentación no permite realizar los ensayos con el valor de los niveles para los factores ensayados, por lo que los valores indicados solo sirven de referencia.

The experimental measure of the radiance intensity provided by the lamps is performed with a pyranometer for both configurations set: maximum radiation, achieved when all lamps are turned on; and half-radiation (only half of the lamps turned on). In the first case an average radiance of 828.4 W/m2 is achieved, whereas for the second case only an average value for the radiation of 447.9 W/m2 is measured.

Design of experiments, results obtained and interpretation.

The characterization of the device has been performed for 3 levels of air volume flow (C1=100 m3/h, C2=200 m3/h y C3=300 m3/h), 2 levels of radiance intensity (I1=828.4 W/m2 y I2=447.9 W/m2) and 4 levels of temperature (T1=0 C, T2=5 C, T3=10 C y T4=15 C). Table 1 gathers the information of the Design of Experiment performed.

The values provided are only for reference, as the experimental setup does not permit establishing such precise levels.

The characteristics analysed have been the temperature drop measured between inlet and outlet airstream, the heat provided to this airstream and the performance cuve of the collector in the different conditions studied. Figures 3 to 5 gather the most relevant results obtained for these parameters in the different conditions of inlet air temperature established, which would actually be the ventilation air provided in the conditions of the outdoor environment.

		FACTOR TEMPERATURA					
		T1	T2	T3	T4		
FACTOR CAUDAL	C1	T1C1I1	T2C1I1	T4C1I1	T4C1I1	I1	FACTOR INTENSIDAD RADIANTE
	C2	T1C2I2	T2C2I2	T4C2I2	T4C2I2	I2	
	C3	T1C3I1	T2C3I1	T4C3I1	T4C3I1	I1	
	C1	T1C1I2	T2C1I2	T4C1I2	T4C1I2	I2	
	C2	T1C2I1	T2C2I1	T4C2I1	T4C2I1	I1	
	C3	T1C3I2	T2C3I2	T4C3I2	T4C3I2	I2	

Tabla 1: Diseño de experimentos.

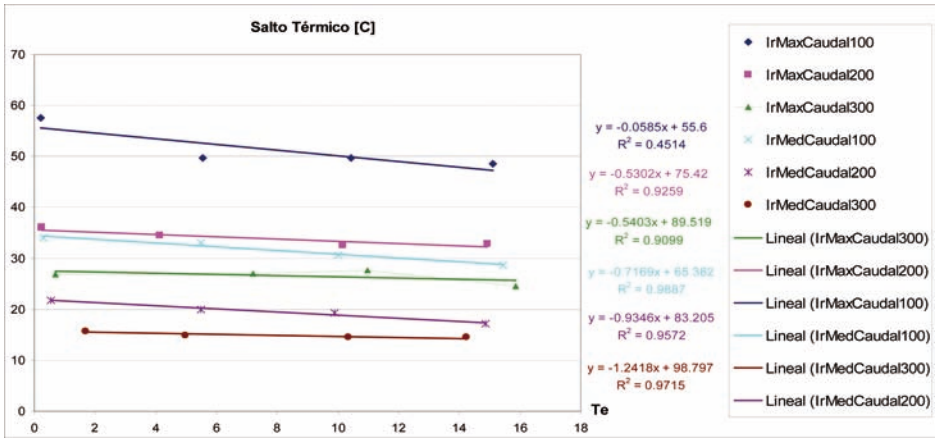


Fig. 3 Resultados de salto térmico del aire y regresión lineal de los resultados.

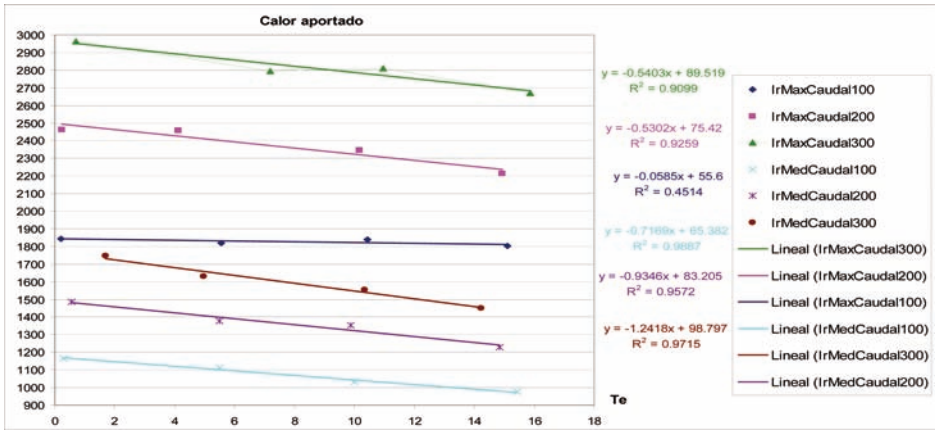


Fig. 4 Resultados del calor aportado al aire por los colectores y regresión lineal de los resultados.

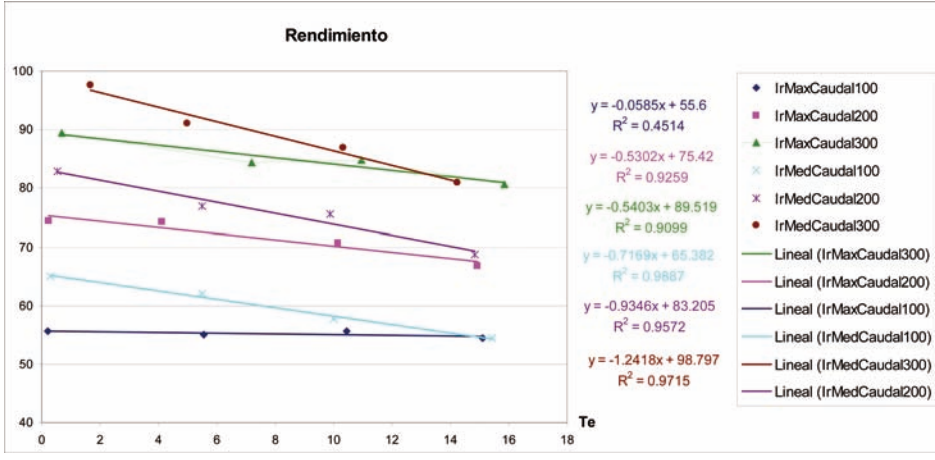


Fig. 5 Resultados del rendimiento de los colectores y regresión lineal de los resultados.

Las características analizadas han sido el salto térmico que experimenta el aire entre la entrada y la salida, el calor aportado al aire y la recta de rendimientos proporcionada por el colector en las diferentes condiciones. En las figuras 3, 4 y 5 se muestran los resultados de estas características obtenidos para los diferentes valores de temperatura del aire a la entrada, que sería el aire aportado de ventilación en las condiciones exteriores.

Los resultados obtenidos muestran como los mayores saltos térmicos se producen cuando la temperatura del aire es la más baja, la intensidad radiante mayor y el menor caudal de aire. Estos resultados se deben tener en cuenta para establecer un control adecuado del caudal de aire que asegure que siempre se aporta aire a temperatura superior a la existente en el interior del local.

El calor aportado por los colectores es mayor cuando aumenta el caudal y la intensidad radiante y disminuye la temperatura de entrada. Por lo tanto, la característica es mayor al aumentar la energía incidente y la capacidad de enfriamiento del aire.

Finalmente, el análisis del rendimiento obtenido en las diferentes condiciones de operación muestra resultados similares expuestos para el calor aportado, pero siendo el factor mas predominante el del caudal. Adicionalmente, los resultados para intensidad radiante media corresponden con rectas con menor pendiente que para el nivel de mayor intensidad, pero siempre los resultados de intensidad mayor proporciona rendimientos superiores, para el rango de temperaturas analizado correspondiente a demanda de calefacción. La extrapolación de estos resultados a niveles térmicos superiores no es representativa del comportamiento porque en esas condiciones no es preciso calefactar los locales.

Conclusiones.

Los resultados de caracterización muestran como debe realizarse el control de la operación de los colectores solares de aire.

Valores de baja temperatura exterior, proporcionan mejores resultados para las

Results obtained show how the highest differences of temperature are produced for the lowest levels of air temperature, the irradiance the highest and the air volume flow the lowest. These results have to be considered to determine the due control for the air volume flow that ensures supply of air always at a higher temperature than that inside the space.

The heat supplied by the solar air heaters increases for higher volume flows and radiance intensity, and decreases with inlet air temperature. Thus, this parameter is higher when the incident energy and the cooling capacity of air increase.

Finally, the analysis of the performance obtained for different operation conditions show similar results to the ones perceived in terms of heat provided, though being the volume flow the most predominant parameter. Moreover, the results for the medium radiant intensity correspond to less-sloped performance curves than for the case of total radiant intensity level. However, for the ranges of temperatures analysed corresponding to the heating demand, results for higher radiant intensities always provide better performances. The extrapolation of these results to higher thermal levels is not representative of the behaviour because at these conditions it is not necessary to heat the buildings.

Conclusions.

The results of the characterization show how the control of the air solar heaters operation should be performed.

Low values of outdoor air temperature provide better results for the parameters analysed as the cooling capacity of the collectors increase, but it is necessary to set the air volumen flow to certain values that ensure that supply air temperature is always higher than that inside the room, in order to ensure that the system works at due conditions.

An increase in the air volumen flow improves the performance and the heat supported by the system of air solar heaters.

características analizadas al aumentar la capacidad de enfriamiento de los colectores, pero para que el sistema funcione en las condiciones adecuadas siempre hay que ajustar el caudal a valores que aseguren que la temperatura del aire aportado al interior es siempre mayor que la existente en el interior. Un aumento de temperatura del aire exterior, reduce todas las características analizadas, pero en estas situaciones también la necesidad de calefacción es inferior y en todo caso este efecto se puede ver compensado por la mayor radiación solar incidente que hay cuando se producen estas condiciones.

Un aumento en la cantidad de aire de ventilación, mejora el rendimiento y el calor aportado por el campo de colectores.

Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado gracias al soporte dado al Grupo de Excelencia GR 181 de la Consejería de Educación, Dirección General de Universidades e Investigación de la Junta de Castilla y León al proyecto titulado "Diseño, fabricación y caracterización de un sistema combinado de climatización de alta eficiencia energética: refrigerador evaporativo semi-indirecto cerámico (RES), captadores térmicos solares de aire (CTS) y bomba de calor (BC).

Ana Tejero agradece a la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León por el apoyo recibido a través de la Estrategia Regional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del Fondo Social Europeo.

Referencias References

1. Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios – RITE. Real decreto 1027/2007 de 20 de julio. Madrid. 2007.

2. Velasco Gómez, Eloy; Rey Martinez, Francisco Javier. "Bombas de calor y energías renovables en edificios". Ed. Thomson – Paraninfo. ISBN: 84-9732-395-5. 2005. Madrid.

3. Grammer Solar. Manual técnico TopSolar, Colector Twinsolar – SLK".

Acknowledgements

This work has been developed thank to the support given to the Excellence Group GR 181 by the Consejería de Educación, Dirección General de Universidades e Investigación of the Junta de Castilla y León, to their project entitled: "Design, manufacturing and characterization of a high-efficient combined system for air-conditioning: semi-indirect ceramic evaporative cooler (SICEC), solar air heaters (SAH) and heat pump (HP)".

Ana Tejero wants to thank the Consejería de Educación of the Junta de Castilla y León for the support provided through the Regional Strategy of Scientific Research and Technological Development of the European Social Fund.

industrialised system: light gauge steel framing

Autor/es: Imanol Aguirre Peña

Institución: LKS Ingeniería.

Abstract

The last few years we have been working on the analysis of industrialised systems, one of these being the "light gauge steel framing" system. This system has experienced full development in Anglo-Saxon and Scandinavian countries as well as Japan due to its improved characteristics over traditional construction especially in the sense of energy efficiency. Moreover, it offers excellent benefits in the speed of construction and in competitiveness.

Thanks to technological advances, methods which were used to build small industrialised buildings are now being adopted for buildings up to 15 storeys. Its application consists in adding layers of claddings and insulations to a light frame structure, in other words industrialised panels in two dimensions. Others form three dimensional modules with higher levels of industrialization.

These industrialised systems offer excellent energy efficient properties. In fact, they are considered to be one of the systems of the future thanks to the properties they exhibit.

The recyclability of steel allows an indefinite use of the material without reducing its properties, but even more important is the possibility for its re-use. The system is based on large thicknesses of insulation and is recognised by various organizations such as the BRE (British Research Establishment) as one of the systems for the future.

La construcción ha admirado el gran desarrollo tecnológico de la industria de la automoción desde que este se industrializó. Un elemento tan complejo como el automóvil requiere de un conocimiento muy profundo de los últimos materiales, técnicas de unión, etc. El grado de industrialización de ese sector es muy alto en relación a la construcción, sin embargo se están dando cada vez pasos más importantes para el desarrollo de nuevo sistemas para la edificación.

Tratar de industrializar la construcción no es algo nuevo. De hecho, se han realizado numerosos intentos durante el siglo XX, aunque hasta el momento no han conseguido el éxito esperado. Uno de los causantes de ese fracaso en el pasado fue la asociación de los sistemas industrializados con la baja calidad. Tras la segunda guerra mundial Europa quedó devastada, existía una necesidad urgente de proporcionar vivienda a millones de familias. Fue entonces cuando los sistemas prefabricados aparecieron con mayor fuerza. Permitían construir con rapidez, a bajo coste, pero también redujeron de una forma notoria la calidad de las viviendas. Con el tiempo empezaron a surgir los problemas por lo que algunas personas continúan asociando prefabricación a baja calidad.

Afortunadamente las cosas han cambiado mucho. Por ejemplo, en Reino Unido, algunos de los sistemas industrializados destacan por su calidad, y de hecho se han

The building industry has always admired the great technological advances that the car industry has taken since its industrialisation. A complicated object like the car requires an in depth knowledge of the latest materials, jointing techniques etc. The level of industrialisation in this sector is therefore a lot greater than that of the building industry; however there is an ever increasing move towards the development of new systems for buildings.

The attempt to industrialise the building industry is nothing new. In fact, there have been numerous attempts during the 20th century; however up to the current day it has not been achieved with the success hoped for. One of the reasons for this failure in the past was the association of industrialised systems with poor quality. Following the 2nd World War, Europe was devastated and there was an urgent need to provide housing for millions of families. It was at this moment that prefabricated systems appeared on the scene with more vigour. They allowed fast construction at a low cost but at the same time the quality of the housing dived notoriously. With time the problems started to appear which still couple prefabrication with low quality.

Fortunately, things have changed a lot. For example, in the UK, there are some industrialised systems that stand out for their quality and in actual fact have become solutions that are more expensive than

Fig. 1.
Ikastola Txantxiku de Oñate (LKS ingenieria y Palmiro SA)
Estructura ligera de acero.

convertido en soluciones más costosas que las tradicionales. La industrialización hace que la construcción sea más eficiente que la construcción tradicional en muchos aspectos: El consumo de energía en el proceso de construcción es menor y se garantiza una ejecución más controlada lo que significa mayor calidad. Además, mencionar otras características como la rapidez de ejecución y seguridad en obra. En definitiva, es más eficiente.

Uno de esos sistemas industrializados de interés se denomina "Estructuras ligeras de acero". Se trata de un sistema de paneles de dos dimensiones con los que se ejecuta la estructura del edificio. Es un sistema de construcción en el que las cargas se trasladan a través de unos paneles formados

traditional methods. Industrialisation makes the construction more efficient than traditional construction in many senses: Lower energy consumption in the construction process and a guarantee of control on site which means an overall greater quality. Furthermore, other characteristics like the speed of construction and on site security should also be mentioned. In short: more efficient.

One of these interesting industrialised systems is the "light steel structures" system. It consists of a system of two dimensional panels which is used as the structure of the building. It is a construction system in which the loads are transferred through panels which are made up of vertical galvanized steel profiles (usually C shaped profiles at

Fig. 2.
Ikastola Txantxiku de Oñate (LKS ingenieria y Palmiro SA)
Edificio terminado. .

Fig. 3.
Ikastola Txantxiku de Oñate (LKS ingenieria y Palmiro SA)
Edificio terminado.

por montantes de acero galvanizado (habitualmente perfiles conformados en C a distancias de entre 45 y 60cm y coronados por una U superior e inferior). Los forjados se resuelven forma análoga sólo que colocados horizontalmente. Una vez colocados los paneles en su posición se procede a cerrar el edificio. Es decir, se reviste esa estructura con materiales que proporcionarán al edificio las prestaciones necesarias. Hacia el interior se reviste con paneles de cartón-yeso, entre los montantes se colocan el aislamiento necesario y en el exterior paneles hidrófugos acompañados en algunos casos con láminas impermeabilizantes.

45-60cm centres and capped with U shaped tube above and below) The floor plates are resolved in a similar way only horizontally. Once all the panels are placed in position the building is then clothed. In other words, the structure is clad with materials that provide the building with the necessary thermal performance. The inner face is finished with plasterboard panels, with the necessary insulation between vertical profiles and closed on the outside with waterproof panels along with a damp proof membrane when needed. Once the performance of the building is resolved with these layers, the exterior cladding is carried out according to

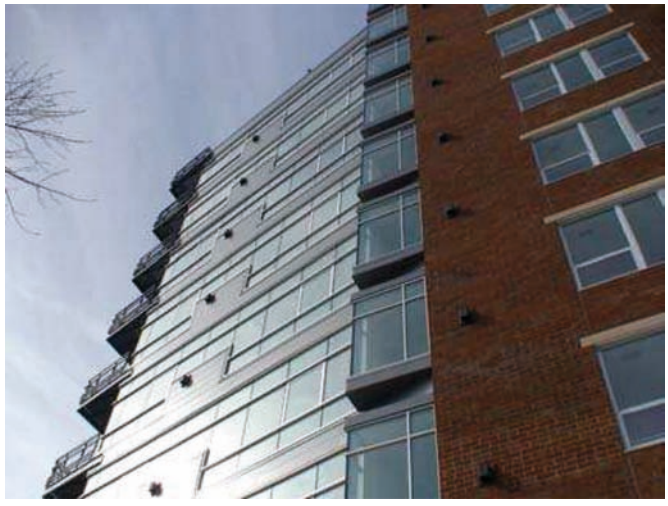


Fig. 4.
Edificio residencial de 10 plantas en Milwaukee (Estados Unidos de América)

Fig. 5.
Edificio residencial en Madison (Estados Unidos de América) .

Una vez resueltas las prestaciones del edificio se reviste exteriormente, según el diseño arquitectónico, con los materiales convenientes.

Nuestra experiencia nos dice que se trata de un sistema que cuenta cada vez con mayor presencia en países donde existe una especial sensibilización respecto al medioambiente. Es cierto que no es el sistema mayoritario y que pasará aún mucho tiempo hasta que puedan desplazar a los sistemas tradicionales. Sin embargo se prevé que la industrialización en la construcción sea más habitual en los años venideros por las mejoras que ofrece en múltiples facetas. Desde el punto de vista energético tienen un comportamiento interesante, lo cual es vital dada la situación en la que nos encontramos. El calentamiento global es un hecho y cada vez hay menos dudas de que el ser humano esté provocando su aceleración, por lo tanto debemos actuar con responsabilidad y estudiar la forma de resolverlo antes de llevar a este mundo hasta el borde del precipicio. Como sabemos, uno de los gases causantes de ese calentamiento es el CO2 que emitimos cuando generamos nuestro gasto de energía. Por lo tanto, cuanta menos energía consumamos mejor será para nuestro planeta. Pero no sólo es importante la energía que consumimos en calefacción e instalaciones, también lo es la que gastamos en el proceso de construcción. Es decir, hay otros parámetros que debemos tener en cuenta. Existen algunos estudios, sobre todo británicos, que realizan un ejercicio de comparación entre sistemas con el objeto de obtener conclusiones claras. Los datos que se facilitarán a continuación provienen de estudios realizados por el BRE (British Research Establishment), la Universidad de Nottingham, el SCI (Steel Construction Institute) y un consorcio de empresas y organizaciones entre las que se encuentran Ruukki, Corus, Cticm, CSM, CTICM, SBI, 3L Fosta. Vamos a ver resumidamente lo más relevante:

• **Materiales y recursos:** La construcción es en sí misma, significa consumo de recursos. Lo que debemos tener en cuenta es qué sucede con esos recursos que

the architectural image required using the appropriate materials.

Our experience shows that it is a system that is increasingly more prolific in countries that have a certain environmental sensibility. It's true that it's not the most common construction system and it will take some time before it could substitute the traditional systems. However, it's predicted that industrialisation in the building industry will be more common in future years due to the multifaceted improvements that it offers. From the energy point of view, industrialised systems have an interesting performance behaviour which proves to be of vital importance considering the current situation that we find ourselves in. Global warming is a fact and there are less and less doubts to whether the acceleration is due to human provocation, therefore we have a duty to act responsibly and study the ways to resolve the problem before pushing the world to the edge of the precipice. As we all know, one of the main gases that causes this warming is CO2 which we emit generating our energy. For that reason the less energy we consume the better for our planet. However, it is not only the energy that we consume in heating and services but also what we consume in the construction process. In other words, there are other parameters to take into account. There are studies, mainly British, which have carried out comparisons between different systems in order to obtain clear conclusions. The following data comes from investigations carried out by the BRE (British Research Establishment), the University of Nottingham, the SCI (Steel Construction Institute) and a consortium of companies and organisations such as Ruukki, Corus, Cticm, CSM, CTICM, SBI, 3L Fosta. We are going to see a résumé of the most important points:

• **Materials and resources:** Construction in itself means the consumption of resources. What we need to take into account is what happens with these resources that we use. In principle, the more material we use in a building, more the impact that we generate. For that reason it would be desirable that our buildings were as light as possible. The most common materials used in traditional

utilizamos. En principio, cuanto más material aportemos a una edificación, mayor impacto generamos. Por lo tanto sería deseable que nuestras edificaciones fuesen lo más ligeras posibles. Los materiales más habituales en una construcción tradicional son los productos cerámicos, productos de cantera, cemento, hormigón y yeso. Si colocamos dos edificios completos y semejantes sobre una balanza, uno con estructura tradicional y otro con estructura ligera, podremos observar que la diferencia de peso entre ambos es aproximadamente del 30%, lo que no es nada despreciable. En el caso de que eliminásemos los revestimientos del edificio y nos quedásemos únicamente con la estructura la diferencia se incrementaría, pasando a ser de un 50% en edificios multifamiliares, y la diferencia es aún mayor en edificios de pequeña altura. Pero la influencia de la masa no es lo único importante, hay que tener en cuenta otros factores relacionados que veremos en los siguientes puntos.

• **Residuos:** No debemos olvidar que en toda construcción se generan residuos. Desde hace no tanto tiempo se ha empezado a contemplar este concepto en los proyectos de edificación. De forma análoga al apartado anterior, la construcción tradicional genera una mayor cantidad de residuos provenientes de los materiales que más intervienen en su construcción. Cuanto más industrializado sea un sistema, menor cantidad de residuos

construction are ceramic products, quarry products, cement, concrete and plaster. If we place two complete and similar buildings on scales, one with a traditional structure and the other with a lightweight structure we would be able to observe that the difference in weight is approximately 30%, which is considerable. If we then remove the claddings of the building and leave only the structure the difference increases to 50% in the case of multiple family housing and even more for singular smaller buildings. However the mass of the building is not the only important issue, other related factors need to be taken into account, which we shall see in the following sections.

• **Waste:** We must not forget that all building construction generates waste. This is a fairly new concept to be contemplated in building projects. Similar to the previous section, traditional building methods generate more waste from the materials that are most commonly used in its construction. The more the system is industrialised, less is the quantity of waste generated. According to various studies that were carried out by the BRE comparing different constructive systems in various situations, it has been certified that the buildings constructed with lightweight steel structures generate 13% less waste. Steel almost generates zero waste, especially if the system is completely industrialised. However, steel

Fig. 6.
Edificio residencial en Canada.

se generará. Según diversas comparaciones realizadas por el BRE entre edificios con diferentes sistemas constructivos en varias implantaciones, se ha certificado que los edificios construidos con estructuras ligeras de acero generan en torno a un 13% menos de residuos. El acero prácticamente no produce residuos, sobre todo si el sistema está completamente industrializado. Pero el acero tiene una propiedad muy interesante, y es que se recicla sin perder sus propiedades físicas de forma que puede volver a ser utilizado para la misma función para la que fue creado. No sucede lo mismo con otros

has a very interesting property which is that it can be recycled without losing its physical properties meaning that it can be used again for the same function as it was created for. This does not occur for other products where recycling consists in re-using them for ground fill or aggregates.

• **Energy:** Apart from the mass of a building there is another vitally important factor to take into account in order to comprehend the suitability of a constructive system: embedded energy. This factor measures the energy consumed by a material from its extraction, transformation, transportation up

Fig. 7.
Centro comercial en Helsinki (Finlandia)
Aplicación del sistema como cerramiento de fachada.

Fig. 8.
Edificio de oficinas (Finlandia)
Aplicación del sistema como cerramiento de fachada.

productos cuyo reciclaje consiste en su utilización como rellenos o áridos.

• **Energía:** Además de la mencionada cantidad de masa aportada en el edificio existe otro factor vital para entender la idoneidad de un sistema constructivo: la energía embebida. Este factor mide la energía que se ha consumido en un material desde su extracción, transformación, transporte, hasta su puesta en obra. Mayor consumo de energía significa más emisiones de gases efecto invernadero. El acero tienen una energía embebida mayor que el hormigón. Sin embargo el acero se recicla, lo cual es muy importante puesto que reduce considerablemente el gasto de energía. Aún así el consumo de energía del acero continúa siendo superior al del hormigón, pero ahora con mucha menor diferencia. No debemos olvidar lo mencionado en el apartado "Materiales" donde se apuntaba que la diferencia de peso entre sistemas ronda el 30%. Mientras un edificio tradicional de dos plantas pesa aproximadamente 975kg/m2 un edificio de estructura ligera ronda los 690 Kg/m2. Lo importante es conocer cual es el producto de la masa por la energía consumida por unidad de masa, lo que nos dará la energía consumida total. El resultado final nos dice que un edificio construido con estructura ligera de acero (5.830MJ/m2). consume menos energía que uno tradicional (6.510MJ/m2). Hay que tener en cuenta que se estima que el 11% del consumo se produce en obra, 40% del transporte y el 49% de la fabricación de los productos. Lo cual significa que el consumo en el transporte es muy importante. Las estructuras ligeras de acero reducen en un 70% ese consumo. Además, mencionar que los cerramientos presentan muy buenas cualidades energéticas pudiendo alcanzar transmitancia de 0,15 W/m2ºC en función de la solución adoptada. La energía en la vida útil del edificio es superior a la consumida en la elaboración de los materiales constructivos, por lo tanto es muy importante que el edificio esté bien aislado.

En definitiva se trata de un sistema que presenta unas propiedades interesantes: buen comportamiento energético,

to the point that it is placed in the building. The higher the consumption of energy the higher the greenhouse gas emissions. Steel has a higher embedded energy than concrete. However, steel can be recycled, which is important given that it greatly reduces the energy consumption. Even so, the energy consumption of steel continues to be higher than concrete although there is less difference. We must not forget the section on "materials" which showed that the difference in weight between the two systems is around 30%. A traditional 2 storey building weighs approximately 975kg/m2 while a similar building with a light structure is around 690kg/m2. It is important to know what the result is of multiplying the mass by the energy consumed per unit of mass, which will give us the total energy consumed. The final result shows that a building constructed with a light steel structure (5.830MJ/m2) consumes less energy than one with a traditional structure (6.510MJ/m2). We have to take into account that it is estimated that 11% of energy consumption takes place on site, 40% in transportation and 49% in the manufacture of the products. This shows that the consumption of the transport is very important. Light structures reduce this consumption by 70%. One should also mention that the envelope offers very good energetic qualities being able to reach up to U-values of 0,15 W/m2ºC depending on the adopted solution. The energy consumed in the life of the building is higher than that consumed in the making of the construction materials so it is very important that the building is well insulated.

All told, it is a system that offers interesting properties: good energy performance, speed, quality and security. With the energetic requirements becoming more and stricter, this type of system will become far more habitual to us; however they will have to cross certain barriers such as the cultural.

rapidez, calidad y seguridad. A medida que las exigencias energéticas se vayan endureciendo sistemas de este tipo serán más habituales entre nosotros, aunque tendrán que salvar otras barreras de entrada como son las culturales.

Bibliografía **Bibliography**

Using Modern Methods of Construction to Build Homes More Quickly and EfficientlyNational Audit Office. UK, 2004

The Construction Industry Mass Balance: Resources use, waste and emissions - Smith R A, Kersey J R and Griffiths R S.Viridis Report VR4 Construction Industry Research and Information Association, London 2002

Environmental Life Cycle Assessment of HousingThe Steel Construction Institute Report 763. UK, 1999

Energy Performance of Buildings Directive by The European Commission

Sustainability of Modular Construction - Widman J. Swedish Institute of Steel Construction, SBI Report 229-2, 2004

EcoHomes: The Environmental Rating for Homes Building Research Establishment. UK, 2003

Sustainable Steel Construction Corus, 2006

Facts of Living Corus, 2004

Benefits of Off-site Steel Construction in Urban Locations The Steel Construction Institute, 2006

Life-cycle Assessment (CCA) for Steel Construction ECSC Report 7210-PR/116, European Commission, 2002

European Lightweight steel-framed construction, Arcelor 2005

The use of modular building techniques for social housing in the UK. Isabel McAllister and Alan Yates. British Research Establishment 2000.

Smart Life: Lessons learned, Paul Cartwright, Emmmanuel Moulinier, Tarwinder Saran, Oliver Novakovic and Karen Fletcher. 2008

Modern Methods of Construction (MMC) in housing, Building Research Establishment. UK, 2007

Excellence in Roll forming, Metsec 2006

ciudad deportiva san jorge. aquavox. piscina cubierta, zona hidrotermal, restaurante y gimnasio

aquavox san jorge sports center. indoor pools, urban spa, gym and restaurant

Autor/es: Jaime Suescun (TYM asociados), David Llorente, (TYM energía)

Institución: TYM asociados, TYM energía.

Abstract

San Jorge's sports center constitutes a singular sustainable project. All measures adopted under ECO-DESIGN criterion have met into an interesting sustainable and energetically- efficient project. As a result, the center has been classified as a ZERO-EMISSIONS thermal installation.

Below are listed the principal measures adopted in this project:

Volume design:
Low form factor volume
Orientations toward "green spaces"

Energy collection and distribution envelope:
Double façades. No thermal bridges.
Radiant solar energy collection through its roof photovoltaic solar panels. Incorporation of sunlight inside the pool building, through its roof-lights.
Solar-control glass.
Continuous insulation envelope.
Cross-ventilation.

Patios and sunlight:
Incorporation of patios to facilitate cross-ventilation and appropriate thermal conditions.

High energetically efficient systems:
Water-to-water heat pump provides complete condensation heat recovery.

Bio-mass energy:
Bio-mass boiler for heat production.

Thermal solar energy:
Use of thermal solar energy for DHW production and pool warming.

Photovoltaic solar energy:

Architectural integration of the 50 kwp installation in the roof.

Lighting management:
Use of efficient light flow-management systems according to sunlight contribution.

DHW consumption rationalisation.

The building has the "A" ENERGY CLASSIFICATION (according to table II of the Annex II, of the Spanish RD 47/2007).

La ciudad deportiva San Jorge constituye un Proyecto singular desde el punto de vista de la sostenibilidad. Todas las medidas impuestas bajo los criterios del ECODISEÑO han confluido en un interesante Proyecto desde el punto de vista energético y sostenible, alcanzándose la caracterización de edificio con CERO EMISIONES en instalaciones térmicas.

Introduccion. Antecedentes.

El Ayuntamiento de Pamplona planificó un desarrollo deportivo-social público, en diferentes fases de ejecución. El proyecto desarrolla un área limítrofe de ciudad, dentro del parque fluvial del río Arga. La parcela dispone de una orientación norte-sur. la edificación se plantea en la zona norte, dejando los espacios soleados para zonas verdes y piscinas estivales. El programa desarrolla espacios de acceso, vestuarios, piscinas, spa urbano, y espacios gastronómico-sociales, en una superficie total de 5600m2.

San Jorge's sports center constitutes a singular sustainable project. All measures adopted under ECO-DESIGN criterion have met into an interesting sustainable and energetically- efficient project. As a result, the center has been classified as a ZERO-EMISSIONS thermal installation.

Introduction. Background.

This project is part of one of the execution phases of the public sports and social planning developed by Pamplona's city council. The project develops a bordering area of the city, as part of the Arga's riverside walkway.

The lot has a north-south orientation. Therefore, the building has been placed in the north side, permitting the sunny south areas become green spaces and summer outdoor pools.

The programme of the building includes access spaces, changing rooms, pools, an

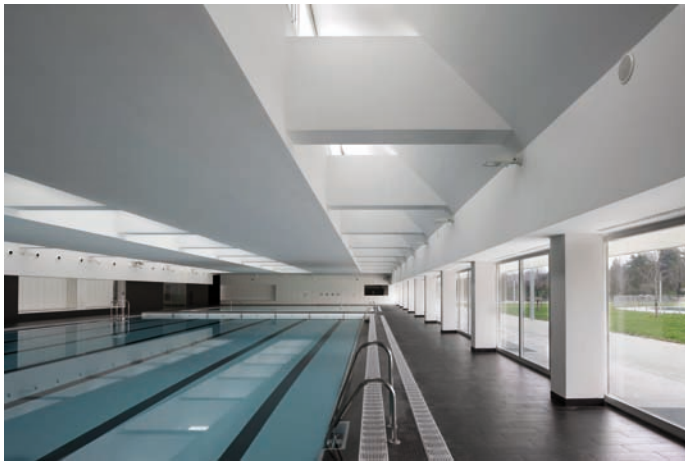


Fig. 1. Imagen del proyecto.

Eficiencia energetica.

A continuación se citan las principales medidas que se han adoptado para este proyecto:

Diseño del volumen:

Volumen con factor de forma bajo.

Se priorizan las orientaciones hacia los espacios "verdes", no generadores de ruido.

Envolventes que captan y distribuyen energía:

Fachadas ventiladas, sin puentes térmicos, que aísla de la temperatura exterior, y capta el calor de la envolvente calentada por radiación. Evacuación de excedentes térmicos en verano a través de la cámara ventilada.

Cubierta que capta la energía solar radiante en sus placas solares fotovoltaicas dispuestas con integración arquitectónica,

urban spa and gastronomic-social spaces, arranged in a total area of 5600m2.

Energy efficiency

Below are listed the principal measures adopted in this project:

Volume design:

Low form factor volume.

Prioritization of orientations toward "green spaces", avoidance of noise generators.

Energy collection and distribution envelope:

Use of double façades, without thermal bridges. They allow the insulation from the outside temperature and collect the heat from the radiated envelope. The cavity wall allows the evacuation of the summer thermal excess.

Radiant solar energy collection through its roof photovoltaic solar collectors.

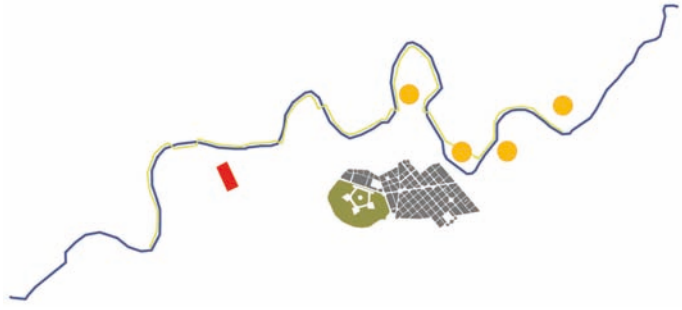


Fig. 2.
Situación instalaciones deportivas pamplona. Relación con el cauce fluvial del Arga.

Fig. 3.
Implantación del complejo deportivo en el parque fluvial.

e incorpora la luz natural al interior de la piscina, mediante lucernarios.

Vidrios de control solar con transmitancia reducida, de K= 1,7 w/mk.

Envolvente aislante continúa de 8 cm de espesor, minimizando la transmitancia de la fachada.

Disposiciones que facilitan en lo posible la ventilación cruzada y con ello la adecuación térmica interior

Patios interiores y luz natural:

La incorporación de patios, además de facilitar la ventilación cruzada y con ello la adecuación térmica, tienen una gran incidencia en el ahorro de consumo eléctrico por iluminación.

Sistemas de alto rendimiento energético:

Bomba de calor agua-agua con recuperación total de calor de condensación.

Energía a partir de biomasa:

Producción de calor a partir de una caldera de biomasa.

Energía solar térmica:

Para la producción de ACS y calentamiento de piscina.

Energía solar fotovoltaica:

Instalación solar fotovoltaica con integración arquitectónica en cubierta. Se produce "lo consumido" por las instalaciones térmicas, de forma, que se pueda hablar de edificio con CERO EMISIONES en las instalaciones térmicas.

Gestión de la iluminación artificial:

Utilización de sistemas eficientes de regulación del flujo luminoso en función del aporte de luz natural y/o presencia. Luminarias de alto rendimiento, equipos electrónicos y lámparas de nueva tecnología eficientes (leds, halogenuros metálicos o fluorescentes).

Racionalización del consumo de ACS

Instalación de pulsadores termostáticos temporizados en duchas y lavabos.

Incorporation of sunlight inside the pool building, through its well-integrated roof-lights.

Solar-control glass with low transmittance (K= 1,7 w/mk).

The continuous 8cm-insulation envelope, minimizes the façade's transmittance.

The layout facilitate cross-ventilations and, as a consequence, the inside thermal comfort.

Patios and sunlight:

The incorporation of patios facilitates cross-ventilation and appropriate thermal conditions. Moreover, it has a great direct influence on the lighting electric consumption saving.

High energetically efficient systems:

Water-to-water heat pump provides complete condensation heat recovery.

Bio-mass energy:

Bio-mass boiler for heat production.

Thermal solar energy:

Use of thermal solar energy for DHW production and pool warming.

Photovoltaic solar energy:

Architectural integration of the installation in the roof. The necessities of the building are fully met. As a result, this can be considered a ZERO-EMISSIONS thermal installation.

Lighting management:

Use of efficient light flow-management systems according to sunlight contribution or presence. High output lamps and new efficient technology in electronic equipment and lamps (LED, metal halide or fluorescent).

DHW consumption rationalisation.

Installation of thermostatic temporized push-buttons in showers and sinks.

Limited-flow shower sprinklers.

Possibility of recirculation system disconnection.

Rociadores de ducha con limitación de caudal.

Posibilidad de desconexión de los sistemas de recirculación.

Aislamiento de 36mm en tuberías de distribución y recirculación.

Utilización de fuentes de energía gratuitas para su producción (calor de condensación de la bomba agua-agua y paneles solares térmicos)

Otras medidas activas.

Compensación de energía reactiva.

Regulación centralizada de los equipos de producción y control en cascada de las diferentes fuentes de energía priorizando las gratuitas y renovables.

Equipos de climatización independientes para cada estancia con regulación individual en la propia estancia.

Circuitos independientes para cada zona del edificio en función de su horario de funcionamiento y/o ocupación. Bombas de caudal variable con clasificación energética A.

Todos los climatizadores dispondrán de free-cooling.

Recuperación total del calor de extracción en el climatizador-deshumectador de piscina.

Incorporación de sensores de ventana para paro de la climatización.

Instalación de manta térmica sobre piscinas.

Control de la ventilación en función de la ocupación. (Fig 04)

El edificio dispone de CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA A (según tabla II Anexo II del RD 47/2007). (Fig 05)

Sistemas eficientes de climatizacion

La simulación dinámica de edificios permite simular el comportamiento térmico que va tener un edificio y estimar con gran exactitud las demandas térmicas simultáneas del edificio. También nos permiten con gran exactitud diseñar las instalaciones de

Distribution and recirculation pipes with a 36mm insulation.

Use of free energetic sources for producing (condensation heat from water-to-water pump and thermal solar collectors).

Other active measures.

Compensation of reactive energy.

Centralized control of production systems and cascade control method for the different energetic sources. Priority to free and renewable energies.

Independent heating and cooling systems in every area, having the possibility of individual regulation.

Independent circuits in every area, according to operating hours and/or occupation.

Changeable flow pumas with A energy classification.

Free-cooling in every heating and cooling system.

Complete extraction heat recovery in the pool cooler-dehumidifier.

Heating and cooling deactivation system with window sensors.

Thermal shroud installed over the pools.

Ventilation control according to occupation. (Fig 04)

The building has the "A" ENERGY CLASSIFICATION (according to table II of the Annex II, of the Spanish RD 47/2007). (Fig 05)

Efficient heating-cooling systems

Building's dynamic simulation provides a thermal behaviour simulation of every building and permits to accurately estimate the simultaneous thermal demands.

This program also allows to accurately designing the heating-cooling installations as well as highly-efficient systems that recover waste energies. As a consequence, the energy consumption, the exploitation expenses and the carbon dioxide associated emissions are minimized.

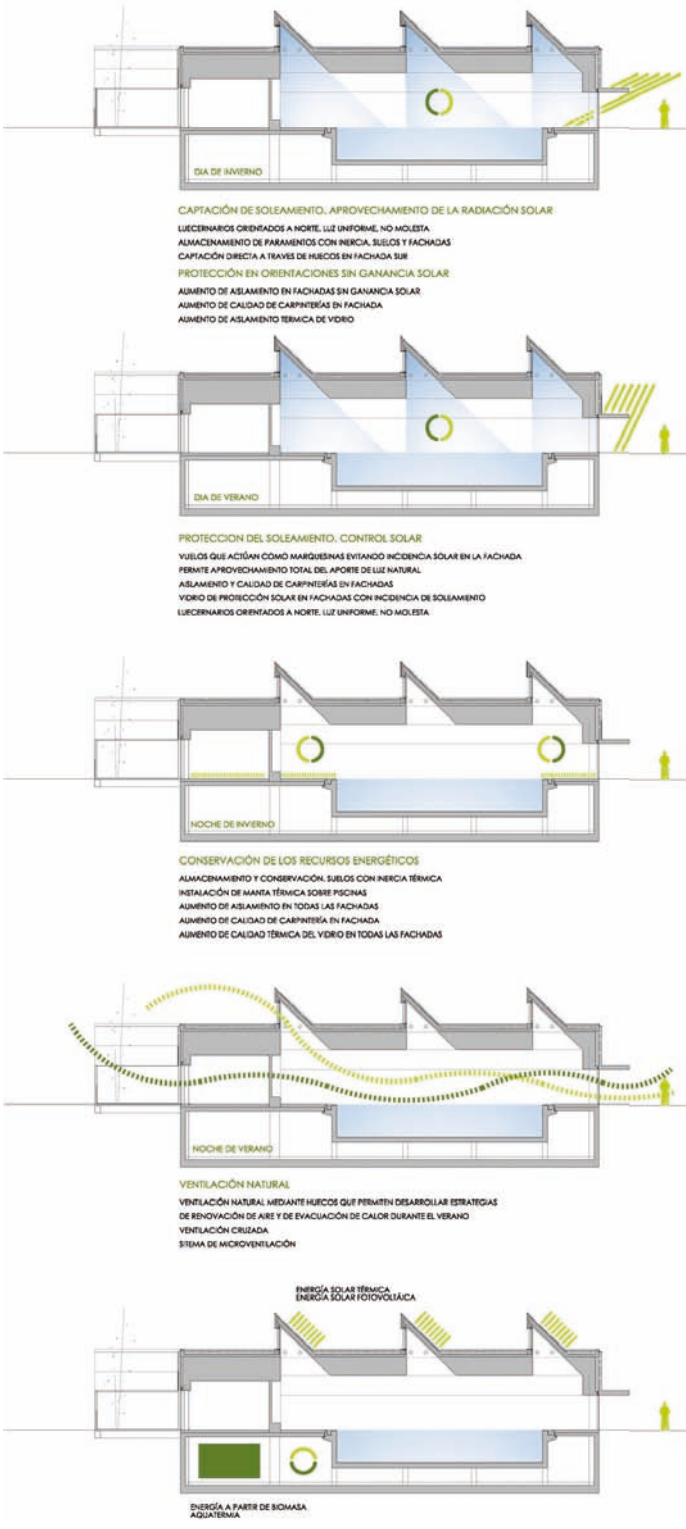


Fig. 4.
Secciones transversales.
Esquemas bioclimáticos.

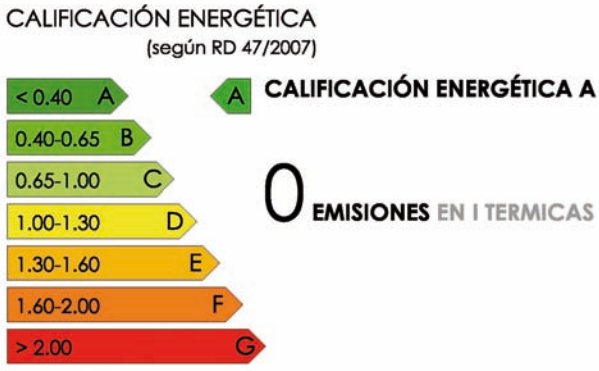


Fig. 5.
Gráfico de clasificación energética del edificio.

climatización, y diseñar sistemas altamente eficientes que recuperan energías residuales minimizando el consumo energético, los gastos de explotación y las emisiones de CO2 asociadas.

Para todo el Complejo deportivo de la Ciudad Deportiva San Jorge se ha proyectado y ejecutado un sistema de climatización eficiente, con una serie de aspectos relevantes que se describen a continuación:

Se ha planteado una central de producción térmica basada en dos bombas de calor agua-agua y una caldera de biomasa.

La coexistencia a lo largo de todo el año de demandas simultáneas de frío y de calor, permite mediante las bombas de calor agua-agua, obtener la producción del frío requerida por la instalación y recuperar totalmente para su aprovechamiento el calor de condensación. Esta solución permitiría obtener un rendimiento (EER) entorno a 8-9, muy superior a cualquier otra posibilidad.

Adicionalmente, como las necesidades de calor son superiores a las cubiertas por las bombas de calor, se ha planteado que fueran cubiertas por paneles solares térmicos (en primer lugar) y por una caldera de biomasa (en segundo lugar).

Para compensar el consumo eléctrico de los equipos de las instalaciones térmicas se ha realizado una producción propia de energía eléctrica mediante paneles solares fotovoltaicos.

Con esta propuesta, las demandas energéticas de las instalaciones térmicas a

The efficient heating-cooling system serving to the entire Sports complex in San Jorge has been designed and executed under a series of relevant aspects, described below:

The thermal production station installed has two water-to-water heat pumps and a bio-mass boiler.

Several simultaneous cool and heat demands coexist along the year. This allows, through the use of the water-to-water heat pumps, to obtain the cold needed by the system and to recover the condensation heat to use it. This solution manages to obtain an output (EER) around 8-9, exceeding all the expectations of any other option.

Besides, the heat necessities exceed the ones met by the heat pumps. Therefore, they have been complemented with thermal solar collectors and a bio-mass boiler.

In order to offset the electric consumption of the thermal installation, the building has also several photovoltaic solar collectors producing the electrical energy needed.

A consequence of this design is that the energetic demands are fully met along the year with renewable energy sources and that the carbon dioxide emissions to the atmosphere are completely eliminated.

The graph below shows the thermal balance along the summer and winter periods, as well as the annual electric balance of the installation. Likewise, the enclosed hydraulic diagram shows a synthesis of the installation's outline. (Fig 06)

lo largo de todo el año se cubren con fuentes de energía renovables y se eliminan por tanto todas las emisiones de CO2 a la atmósfera.

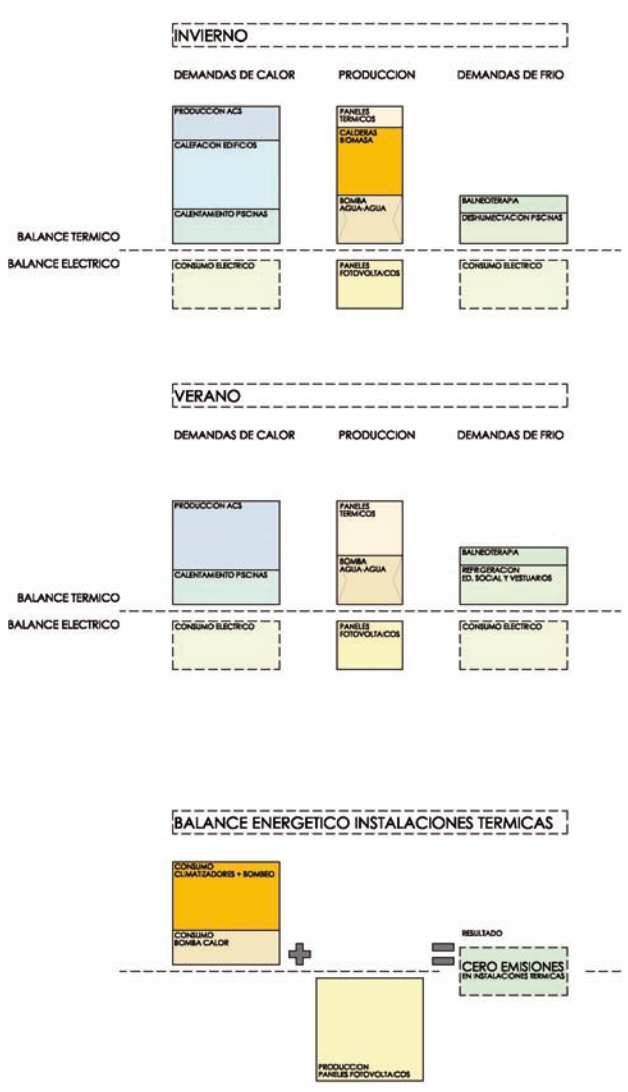
El siguiente gráfico, muestra el balance térmico en los meses de verano e invierno, y el balance eléctrico anual de la instalación. Igualmente, en esquema hidráulico adjunto, puede verse en síntesis el esquema de principio de la instalación.

Bio-mass installation

A centralized heat production from bio-mass energy (pellets) was projected and executed for San Jorge's sports center. While executing this installation in the year 2009, it was one of the biggest ones existing in Spain in the construction sector.

The heating system has an 812kw power and serves to the different buildings of the complex, heats the three indoor pools and produces the DHW (combined with the thermal solar collectors).

Fig. 6.
Balance térmico del edificio. Comportamiento estacional.



Instalacion biomasa

Para todo el Complejo deportivo de la Ciudad Deportiva San Jorge se ha proyectado y ejecutado una producción centralizada de calor a partir de biomasa (pellets). Esta instalación, en el momento de su ejecución en el año 2009, es una de las mayores que se ha realizado en España dentro del Sector Terciario de edificación.

La central de calor tiene una potencia de 812kw y da servicio de calefacción a los diferentes edificios, calentamientos de los tres vasos cubiertos y producción del agua caliente sanitaria (en combinación con placas solares térmicas).

Junto a la sala de calderas de biomasa, situada en planta sótano, se ha realizado de obra un silo para el almacenamiento del pellets. El volumen útil de almacenamiento es de 60m3, que proporciona una autonomía a la instalación de aproximadamente 40 días en el periodo más desfavorable (diciembre-enero-febrero). La carga exterior del silo se realiza mediante un sistema neumático, para lo cual, en una arqueta en suelo se dejaron las tomas de impulsión y extracción donde conecta el camión cisterna que suministra la biomasa.

Para la carga del pellet desde el silo hasta la tolva de la caldera, se han dispuesto dos sistemas alternativos (para mayor seguridad), uno neumático mediante una

The pellets' storage silo was built next to the bio-mass boiler room, located in the basement. Its 60m3 storage capacity gives a 40-days range in the least favorable period of the year (December-January-February). A pneumatic system makes the outside load of the silo. It is for this reason that the impelling and extracting supplies were left on the floor inside a manhole, were the supplying tanker connects.

Loading the boiler with pellets from the silo is easily made by using one of the two systems installed (for safety), one pneumatic consisting of a vacuum pump and one mechanic consisting of a worm gear.

In addition to the economic benefits provided by bio-mass, the projects' environmental advantages were attentively assessed from the very beginning of the projecting process. The graph below represents a comparison of the real carbon dioxide emissions associated to natural gas, fuel oil and biomass. (Fig 08)

Photovoltaic installation

A 56kwp photovoltaic installation was projected and executed for San Jorge's sports center, with special emphasis in the pools and urban spa building's roof. Since the preliminary stage, three longitudinal roof-lights with a triangular section were projected on the roof of the indoor pool building. They were designed with a 35º inclination and a south-east orientation (37º of deviation from

Fig. 7.
Imágenes del sistema de biomasa: aportación carga desde exterior.

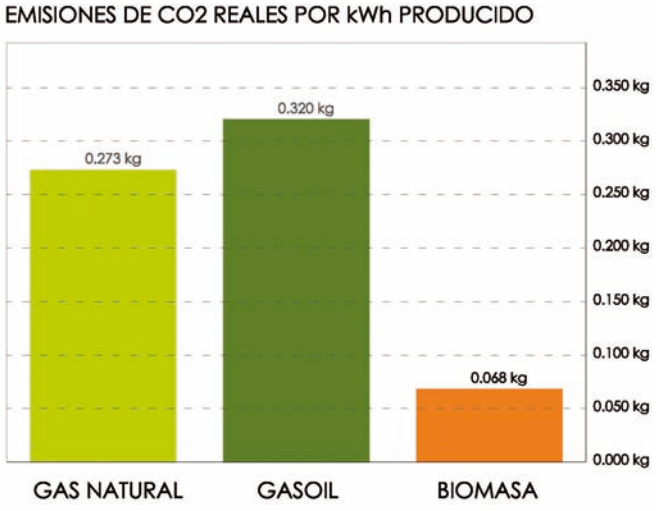


Fig. 8.
Gráfico comparativo emisiones de CO2.

bomba de vacío y otro mecánico mediante un tornillo sinfín.

Además del beneficio económico que presenta la biomasa, en el proyecto se ha valorado desde el inicio del mismote una manera especial sus ventajas medioambientales. El siguiente gráfico representa un comparativo de las emisiones reales de CO2 asociadas al gas natural, gasóleo y biomasa. (Fig 08)

Instalacion fotovoltaica

Para todo el Complejo deportivo de la Ciudad Deportiva San Jorge se ha proyectado y ejecutado una instalación fotovoltaica con una potencia de 56kwp, destacando que se ha realizado sobre la cubierta del edificio de la fase 2 de piscinas y spa urbano. Desde la fase de Anteproyecto, se diseñaron en la cubierta, tres lucernarios longitudinales, de sección triangular, con una inclinación de 35° y una orientación sureste (37° desvío respecto del sur). que permiten la perfecta integración arquitectónica de los paneles fotovoltaicos en el edificio, garantizándose las condiciones óptimas de funcionamiento de la Instalación.

Los objetivos que se han buscado con la ejecución de esta instalación han sido los siguientes:

Fomentar el uso de energías limpias y renovables, como es la fotovoltaica.

the south). These roof-lights allow a perfect architectural integration of the photovoltaic collectors in the building. As a result, the installation's optimum operating conditions are guaranteed.

Some of the objectives pursued with the installation of this system are listed below:

To encourage the use of clean and renewable energies, such as photovoltaic.

To acquire a didactic and educational character facing the society.

To compensate the electric energy consumed by the systems associated to the thermal installations.

To constitute in collaboration with the rest of renewable energies and the bioclimatic measures adopted in this project, a Zero Carbon Dioxide Emissions building with "A" energy classification.

The 62,7MWh/year foreseen electric production means a 40692kg/year saving of carbon dioxide emissions. The investment cost has been 220.000 € and the installation's amortization period is 13 years.

Architecture

The project includes industrialized and prefabricated construction materials and solutions. These are used in different systems

Fig. 9.
Sección constructiva transversal. Integración arquitectónica placas fotovoltaicas.

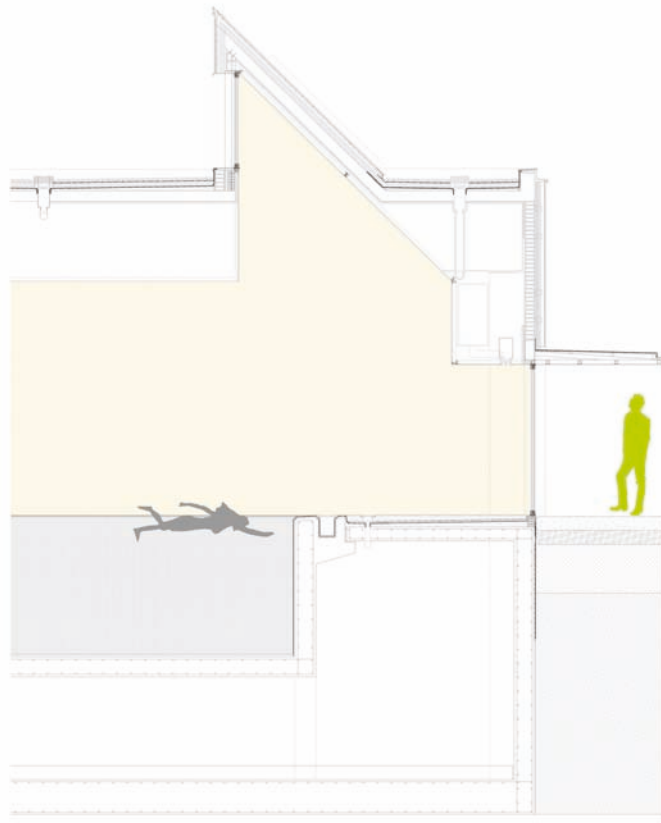


Fig. 10.
Panel didáctico existente en el acceso del complejo deportivo.

Adquirir un carácter didáctico y educativo frente a la sociedad.

Compensar la energía consumida eléctrica por los equipos asociados a las instalaciones térmicas

Conformar junto con el resto de energías renovables y medidas bioclimáticas adoptadas para este Proyecto, un edificio con Cero Emisiones de CO2 y una calificación energética A.

La Producción eléctrica prevista de esta instalación es de 62,7MWh/año y supone un ahorro en emisiones de CO2 de 40692kg/año. El coste de inversión ha sido de 220.000 € y la instalación tiene un periodo de amortización de 13 años.

Arquitectura

El proyecto utiliza materiales y soluciones industrializadas y prefabricadas, en diferentes sistemas como el de sustentación (estructura), envolventes (cubierta y fachada), compartimentación, y acabados. Materiales reciclables vinculados a la fase final del ciclo de vida de deconstrucción del mismo. Un resultado equilibrado, con una economía sostenible con un ratio final de 1000€/m^2 PEC. (Fig 11)

Conclusion

La consecución de una actuación energética sostenible en el ciclo constructivo debe tratar de llevarse a cabo mediante un diseño lógico, y uso controlado de fuentes renovables teniendo en cuenta nuestro entorno. El objetivo debe ser gestionar un sistema de desarrollo combinatorio: ecológico, social, y económico; concienciando a los actores que intervienen en el multidisciplinar proceso constructivo de nuestro entorno.

Un desarrollo sostenido,
un edificio social, una instalación pública,
una piscina, la persona, y su entorno.

such as the support (structure), envelope (roof and façade), compartmentalization and finishes. Recyclable materials linked to the final stage of the building's life-cycle. The consequence is a balanced result of a sustainable economy with a final ratio of 1000€/m^2. (Fig 11)

Conclusion

Achieving a sustainable performance in the constructive cycle, has to attempt to be made by means of logical design and a controlled use of renewable sources available in the surrounding environment. Managing a combining development system must be the objective: ecological, social and economic; making the involved members of the multidisciplinary constructive process aware of our environment.

A sustained development,
a social building,
a public installation,
a pool, a person and their environment.

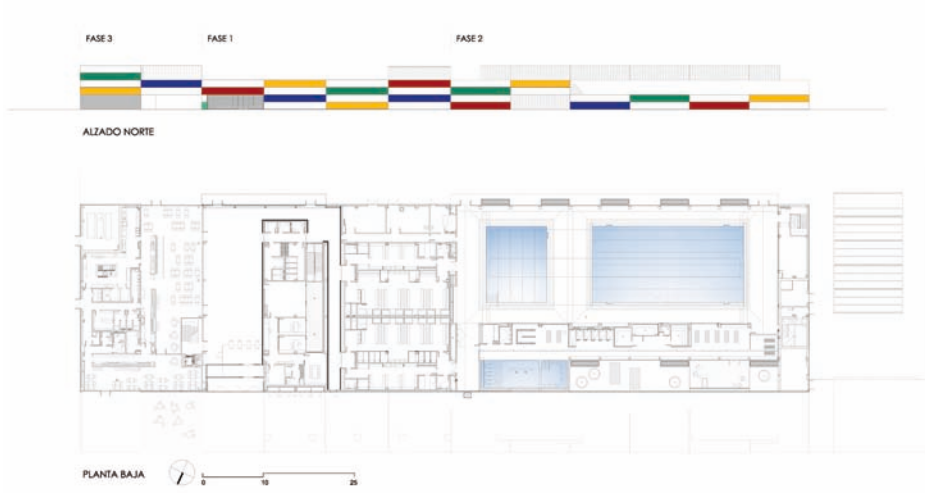


Fig. 11. Planta y alzado principal complejo deportivo.

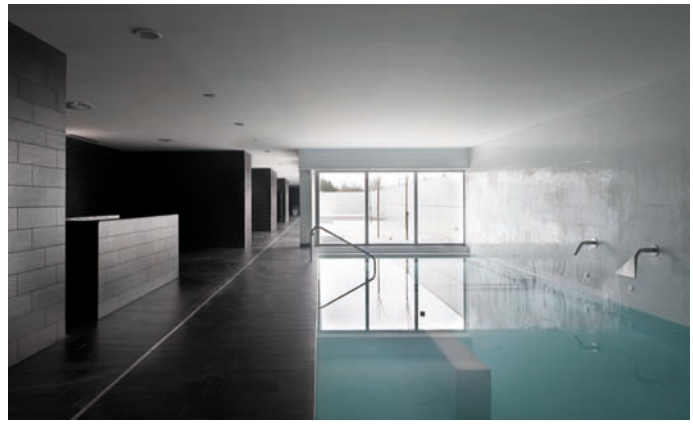


Fig. 12.
Imagen del proyecto.

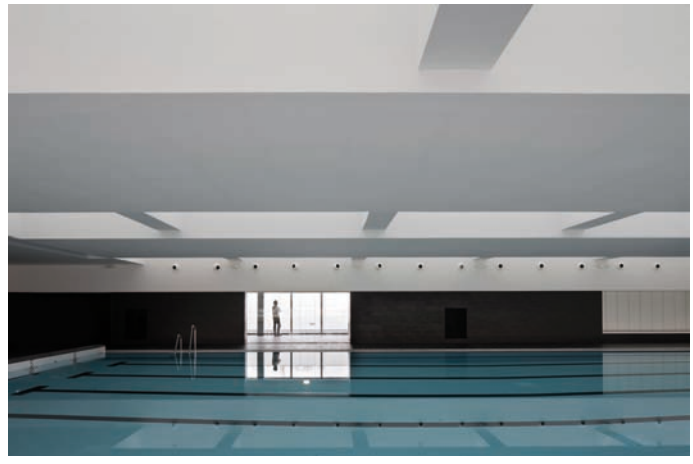


Fig. 13.
Imagen del proyecto.

energy efficient urban planning

eficiencia energética en el urbanismo

Eduardo de Oliveira Fernandes

Professor. Universidade do Porto, Portugal

ciudades sostenibles: ¿cómo hacer frente a lo inalcanzable?

sustainable cities: how to tackle the unreachable

Abstract

More than 50% of the World population and over 70% of the so called developed countries live in cities. Overall, continuous population growth and urbanization put a particular challenge regarding energy as well to the existing as to the new cities if the latter are still to be thought and planned according to the way of thinking of the 'oil culture', an energy culture with no future.

Yet, another perspective would lead to the recognition of the obvious fact that cities are where most of the population live and, therefore, they represent a unique opportunity to tackle the sustainability issue taking advantage of the proximity of citizens and calling upon their participation as actors and not just as users or consumers. So, cities can be seen as proxies for the majority of people's interests and needs, in particular, in what regards energy and environment.

Every single human activity represents always some stress for the environment. The novelty of our times is that a local intervention, as it is the case with the use of fossil fuels, can be cause of stress for the global environment. So, citizens' today´s use of energy is a daily environmental pressure factor linking directly the individual behavior of the energy user with the status of the global environment. That is why future cities cannot be thought without due consideration being paid to the type of energy to be used and to the way it can be used.

Sustainability is a rather new universal threefold value referring to environment, social and economic aspects. But, as it occurs for many other universal values such as justice, environmental sustainability is somehow unreachable as it is global, holistic, integrative and inclusive and not local, sectored, circumstantial or partial. That is why, literally, "sustainable cities" do not and cannot exist. In such a context it is particularly critical to anticipate how sustainability can be tackled when dealing with future cities. For sure, it is a matter of vision, strategy, competence, participation and, above all, of solidarity. In a time of a particular deep global economic, financial and environmental crise it is worth to discuss how cities are called upon to face the energy challenge ahead with such a holistic perspective.

"Los seres humanos son al centro de las preocupaciones para el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la Naturaleza "(Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo) [1]

"Human beings are at the centre of concerns for sustainable development. They are entitled to a healthy and productive life in harmony with Nature" (Rio Declaration on Environment and Development)[1]

Introducción

Más del 50% de la población mundial y más del 70% de la población de los "países desarrollados" viven en las ciudades. El crecimiento de las ciudades existentes, es decir, la expansión de la grandes metrópolis, ha sido motivo de preocupación a causa de los innumerables problemas de naturaleza social y medioambiental en materia de empleo, de seguridad y de calidad de vida, así como de medios y herramientas para la adecuada y responsable gestión de los recursos naturales. En general, el crecimiento demográfico y la urbanización imponen un desafío particular a las ciudades existente, así como a las nuevas si se están todavía ideando y planificando de acuerdo con la mentalidad de la cultura del "petróleo", una cultura energética sin futuro.

Sin embargo, otra perspectiva llevaría al reconocimiento del hecho evidente de que las ciudades se ubican donde vive la mayor parte de la población del planeta y, por lo tanto, representan una oportunidad única para abordar el tema de la sostenibilidad aprovechando la proximidad de los ciudadanos y exhortando su participación como actores y no sólo como usuarios o consumidores.

Así, las ciudades pueden considerarse como representantes de la mayoría de los intereses de la gente y de sus necesidades, es decir, las necesidades relacionadas con los usos del agua, de alimentos, de materiales y energía, para crear las condiciones para un ambiente seguro, protector, satisfactorio y agradable. Siendo las personas los destinatarios finales, las ciudades están llamadas a

Introduction

More than 50% of the World population and over 70% of the so called developed countries live in cities. The growth of the existing cities, namely the expansion of huge metropolis, has been a cause for concern due to the innumerous related problems of social and environmental nature regarding employment, security and quality of life, as well as means and tools for the proper and responsible management of the natural resources. Overall, population growth and urbanization put a particular challenge to the existing as well as to the new cities if they are still to be thought and planned according to the way of thinking of the 'oil culture', an energy culture with no future.

Yet, another perspective would lead to the recognition of the obvious fact that cities are located where most of the Planet population lives and, therefore, they represent a unique opportunity to tackle the sustainability issue taking advantage of the proximity of citizens and calling upon their participation as actors and not just as users or as consumers.

So, cities can be seen as proxies for the majority of people's interests and needs, namely those related with the uses of water, food, materials and energy and to create the conditions for a safe, protective, fulfilling and enjoyable life. With people as the ultimate addresses, cities are called upon to process all resources, in particular energy, to assure well being and productivity conditions. That suggests that cities shall be called upon to play a unique role regarding the space planning and the management of natural resources. This is a critical aspect of

procesar todos los recursos, especialmente los recursos energéticos, para asegurar el bienestar y las condiciones de productividad. Eso sugiere que las ciudades serán llamadas a desempeñar un papel único en relación con la planificación del espacio y la gestión de los recursos naturales. Este es el aspecto crítico de la gestión pública de las ciudades futuras, con respecto a la relevancia instrumental y, por tanto, a su responsabilidad política.

Toda actividad humana tiene siempre algún impacto ambiental. Este es el caso de la conversión y uso de la energía y, en particular, en el caso en que la energía primaria sea de combustibles fósiles. La novedad de nuestros tiempos es que el impacto de algunos factores ambientales de estrés generados por el hombre llega mucho más allá del barrio, de la ciudad, de la región o del país, para adquirir una dimensión global. Las ciudades son los "grandes transformadores" de todos los recursos medio ambientales, del agua a la alimentación, incluyendo la energía, el factor de estrés ambiental responsable de casi el 80% de las emisiones de CO2. Las ciudades nuevas y existentes nacen y se desarrollan en el corazón de la "era del petróleo" se enfrentan al reto de identificar "qué" y "cómo" hacer lo que hay que hacer para seguir adelante con el cambio de paradigma energético y asegurar la transición de la "cultura del petróleo" a una más sostenible. Esto sugiere que las ciudades serán llamadas a la responsabilidad de desempeñar un papel único para un desarrollo sostenible, en particular, en lo que respecta la planificación del espacio y el uso y la gestión de los recursos naturales. Así, las ciudades no pueden ser vistas más que como sistemas de energía que, en cierto sentido, no tienen un intermediario entre ellos y el medio ambiente mundial. La concienciación de las responsabilidades globales asociadas a la acción local ha crecido entre las autoridades locales y ha sido cada vez más reconocida y asumida. Muy recientemente, en febrero de 2009, la Comisión Europea fomentó la firma de lo que llamaron "Pacto de los Alcaldes", suscrito por más de cuatrocientos alcaldes procedentes de las ciudades de todos los

the future cities governance regarding their instrumental relevance and, therefore, their political responsibility, too.

Every human activity has always some environment impact. That is the case for the energy conversion and use, in particular, for the case where the primary energy is fossil fuels. The novelty of our times is that the impact of some man generated environmental stressors reaches much beyond the neighborhood, the city, the region or the country to acquire a global dimension. Cities are the major 'processors' of all environmental resources from water to food including energy, the environmental stressor that is responsible for ca. 80% of the CO2 emissions. Existing and new cities born and developed in the heart of the 'oil era' face the challenge of identifying 'what' and 'how' to do what has to be done to undertake the energy paradigm shift ahead and assure the transition of the 'oil culture' to a more sustainable one. That suggests that cities shall be called to the responsibility of playing a unique role towards a sustainable development in particular in what regards space planning and use and the management of natural resources. So, cities can not to be seen but as energy systems that, in some sense, do not have an intermediate between them and the global environment. The conscience of the global responsibilities associated to the local acting has been growing among local authorities and have been more and more recognized and assumed. Very recently, in February 2009, the European Commission stimulated the signature of what was called a 'Covenant of Mayors' subscribed by over four hundred mayors of cities coming from all Member States of the European Union. The scope of the Covenant is precisely to get municipalities and their cities participating at their level in the effort defined by the European Commission to reach the so called 3 times 20% targets by the year 2020: reduction of 20% of CO2 emissions; increase of 20% of the energy share by renewable; and, increase of the energy efficiency by 20%.

Environmental sustainability suggests the existence of a somehow undisturbed climate

Estados miembros de la Unión Europea. El objetivo del Pacto es, precisamente, obtener que los municipios participantes y sus ciudades, cumplan con el esfuerzo definido por la Comisión Europea para alcanzar los objetivos que se han definido con el triple 20% para el año 2020: reducción del 20% de las emisiones de CO2, aumento de 20% de la cuota de energía renovable, y, incremento en un 20% de la eficiencia energética.

La sostenibilidad medio ambiental sugiere la existencia de de alguna manera, de dinámicas climáticas cíclicas inalteradas. Como para el agua y el carbono, hay también un ciclo para la energía y en este caso, un ciclo abierto para la radiación. La energía radiante recibida del sol se vuelve a enviar al espacio exterior al mismo ritmo, pero con una menor "calidad" en forma de radiación infrarroja térmica de longitud de onda mucho mayor. Si la misma cantidad de energía entrante no abandona la Tierra se crea un problema de calentamiento global. La ciencia muestra que esto ocurre a causa del efecto de algunos gases en la atmósfera, como el CO2, que absorbe totalmente o parcialmente, algunas longitudes de onda larga de la radiación infrarroja, que son dominantes en la radiación de retorno de la Tierra. Y, así, a través del CO2, la energía de fuentes fósiles se convierte en el único factor de presión medio ambiental, lo cual implica una relación directa entre el comportamiento individual y su impacto sobre el medio ambiente mundial.

Las ciudades, convirtiéndose en el mayor procesador de todos los recursos del medio ambiente, en particular de la energía, de acuerdo con el enfoque de los ciclos, no pueden ser sostenibles, al menos en el caso de la energía, porque no aseguran el ciclo. De hecho, la mayoría de la energía utilizada actualmente sigue siendo originada a partir de combustibles fósiles que producen CO2.

Así, las ciudades del futuro no pueden ser pensadas sin tener en cuenta con debida atención los recursos necesarios, en primer lugar, estableciendo la cantidad adecuada de los recursos realmente necesarios para construir y reconstruir la ciudad, así como para mantenerla y asegurar su completo

cycle dynamics. As it happens for water and carbon, there is also a cycle for energy, in this case, an open cycle for radiation. The radiant energy received from the Sun is re-sent to the outer space at the same pace, yet with lower 'quality' under the form of infrared thermal radiation of much higher wave lengths. If the same amount of incoming energy does not leave Earth a problem of global warming arises. Science shows that this happens due to the effect of some gases in the Atmosphere, such as CO2, absorbing partially or totally some wavelengths of long wave infrared radiation which are dominant in the return radiation from Earth. And, so, through CO2, energy of fossil sources becomes the solely environmental pressure factor that implies a direct link between the individual behavior and its impact on the global environment.

Becoming major 'processors' of all environmental resources, in particular, of energy, cities, according to the cycle approach, cannot be sustainable as, at least for the energy case, they do not assure the cycle. As a matter of fact, most of the currently used energy is still originated from fossil fuels that produce the CO2.

So, future cities cannot be thought without due consideration being paid to resources needed, firstly, by setting the proper amount of resources really needed to build and rebuild the city as well as to maintain it and to assure its full running every day; and, second, by identifying where the resources come from, caring about the impact of their use on biodiversity and in terms of CO2 emissions equivalent, i.e., emissions of CO2 but also of other gases that, while in lesser quantity, have, instead, higher impact as absorbers of the returning radiation (long wave length) [2].

Besides, cities cannot be planned to the least detail as if they were a scenario for a theater play. Cities mean dealing with people in a very dynamic way along the time at a very fast pace. The greatest challenge will be though not exactly on 'what' to do to make cities to fit the future but, actually, on 'how' to manage the transformation of cities to

funcionamiento todos los días; y, en segundo lugar, determinando de donde proceden los recursos y el impacto de su uso tendría en la biodiversidad y en términos de emisiones de CO2 equivalente, es decir, las emisiones de CO2, y también de otros gases que, si bien en menor cantidad, tienen, en cambio, un mayor impacto como absorbentes de la radiación de retorno (longitud de onda larga) [2].

Además, las ciudades no pueden ser planeadas hasta el mínimo detalle como si se tratara de un escenario de una obra de teatro. Ciudad significa tratar con la gente de una manera muy dinámica a lo largo del tiempo a un ritmo muy rápido. El mayor reto será pensar no exactamente en "qué" hacer para que las ciudades se adapten al futuro, sino, en "cómo" gestionar la transformación de las ciudades al fin de prepararlas para el futuro para que su transformación se llevará a cabo en sintonía con los principios y los métodos de sostenibilidad. Masdar es una ciudad en construcción en la península árabe. Se afirma que será una ciudad a cero emisiones de CO2. Sin embargo, no se tiene en cuenta la energía incorporada en su construcción.

Ciudades sostenibles, una prioridad

La sostenibilidad es un nuevo valor universal con apenas más de medio siglo desde la primera referencia que fue hecha por Lester Brown, del Instituto World Watch, EE.UU., antes de la consagración del concepto por parte de la Comisión Brundtland en 1987. Presentado hoy en día como un concepto triple que se refiere a medio ambiente y aspectos sociales y económicos, de ahora en adelante no puede dejarse a un lado cada vez que se piensa en la sociedad futura (Figura 1).

Un mundo sostenible significa que el planeta tiene en sí mismo la capacidad de su equilibrio dinámico, para continuar a ofrecer sus recursos y las condiciones de vida sin ningún tipo de discriminaciones, favoreciendo el acceso de toda su población a un mínimo nivel de uso de agua y energía, entre otros elementos y servicios esenciales, que definen y caracterizan la calidad de vida.

prepare them for the future making in sort that their transformation will be undertaken in tune with the sustainability principles and methods. Masdar is a city under construction in the Arabic Peninsula. It is claimed that it will be a zero CO2 city. However, no account is made for the embedded energy in its construction.

Sustainability Cities a #1 Priority

Sustainability is a rather new universal value with barely over half a century since the first reference was made to it by Lester Brown from the World Watch Institute in the USA before the consecration of the concept by the Brundtland Commission in 1987. Presented nowadays as a threefold concept referring to environment and social and economic aspects, it cannot be left aside from now on every time the future society is in question (Figure 1).

A sustainable World means that the Planet has in itself the capacity for its dynamic equilibrium and to continue delivering its resources and provide the life conditions without any kind of discrimination through borders and ages in support to the access of all its population to minimal decent levels of use of water and energy, among other essentials and amenities that define and characterize quality of life.

Sustainability, as a new universal value, is not reachable but its concept suggests and, even, imposes an irrefutable trend on the way to organize the activities towards the future. Sustainability is the last name for ethics and for justice, as it is about the survival conditions for the humanity. Alike justice, sustainability is a universal value of "maximum circle" that cannot be reached or accomplished overnight. There is not an optimum for sustainability, neither a local nor an instantaneous optimum for a territory, an activity or a specific community.

The focus here will be put on environmental sustainability making it the function to optimize once starting from the assumption that the objectives for the socio-economic sustainability have been somehow set and do not loose their character despite

Fig. 01. **Sostenibilidad, un triple valor.** Sustainability, a threefold value

La sostenibilidad, como un nuevo valor universal, no es accesible, pero su concepto sugiere e, incluso, impone una tendencia irrefutable sobre la manera de organizar las actividades hacia el futuro. La sostenibilidad es el último nombre de la ética y de la justicia, ya que trata sobre las condiciones de supervivencia para la humanidad. Igual que la justicia, la sostenibilidad es un valor universal de "círculo máximo" que no puede ser alcanzado de la mañana a la noche. No hay un grado óptimo para la sostenibilidad, ni uno óptimo local instantáneo para un territorio, una actividad o una comunidad específica.

El objetivo se colocará en la sostenibilidad del medio ambiente considerándola una función de optimizar partiendo de la suposición de que los objetivos socio-económicos para la sostenibilidad han sido de algún modo definidos y no pierden su carácter a pesar de ser aplicado a nuevos contextos. La sostenibilidad será el resultado global de un camino coherente, racional y responsable de solidaridad intergeneracional.

Sostenibilidad podría ser bien ilustrada por el modelo experimentado de los ciclos naturales: el ciclo del agua, el ciclo del carbono y, también el ciclo abierto de la radiación térmica proveniente del sol, que vuelve a la estratosfera. La sostenibilidad del medio ambiente está en peligro a causa

being applied to new contexts such as the sustainability one. Sustainability will be the overall ultimate result of a consistent, rational and responsible pathway of solidarity inter-generational.

Sustainability could very well be illustrated by the experienced model of the natural cycles: water cycle, carbon cycle and, in fact, also the open cycle of the thermal radiation coming from the Sun and returning to the Stratosphere. The environmental sustainability is in jeopardy with the growth of CO2 concentration in the atmosphere. CO2 is one of the gases in the atmosphere that, together with other gases and particles, have some interference with the radiation, particularly with the long wave infrared on its returning to the outer space. The CO2 concentration in the atmosphere has been experiencing a permanent growth from 350 ppm in the pre-industrial period to 383ppm, nowadays. That change, attributable to anthropogenic causes, will imply the disturbance of the cycle with a change on the amount of radiation leaving the Earth. The CO2 in excess will modify the greenhouse effect of the atmosphere and will lead to the recognized "global warming" (Figure 2). An estimate of an overheating of +2ºC would correspond to a concentration of 450ppm of CO2. It is from there that various expressions of climate change may occur with climate

del crecimiento de la concentración de CO2 en la atmósfera. El CO2 es uno de los gases en la atmósfera que, junto con otros gases y partículas, interfiere con la radiación, en particular cuando las ondas largas infrarrojas vuelven al espacio exterior. La concentración de CO2 en la atmósfera ha sufrido un crecimiento permanente de 350 ppm del período pre-industrial a 383 ppm, hoy en día. Ese cambio, atribuible a causas antropogénicas, implicará la alteración del ciclo con un cambio en la cantidad de radiación que sale de la Tierra. El CO2 en exceso modificará el efecto de invernadero de la atmósfera y dará lugar al conocido "calentamiento global" (Figura 2). Una estimación de sobrecalentamiento de +2° C correspondería a una concentración de 450 ppm de CO2. Es desde allí que las diversas expresiones del cambio climático, como el aumento del nivel del mar, pueden tener consecuencias.

Por lo tanto, desde el concepto de sostenibilidad y teniendo en cuenta el impacto de algunas sustancias químicas, como el CO2 y algunas más - algunas de las cuales, como el metano, que están presentes en cantidad menor en la atmósfera provocan consequences such as the rise of the sea level.

Therefore, from the concept of sustainability and bearing in mind the impact of some chemical substances such as CO2 and a few more - some of which, such as methane, while in less quantity in the atmosphere have a much stronger greenhouse effect - it results clear that there is an imperative #1 priority that is to reduce CO2 emissions and lower the actual CO2 concentration in the atmosphere.

Such a concern could be a typical issue for different specialized actors and leaders in the society such as politicians, energy cartels, energy suppliers and other energy market operators solicited to deal with new types of markets such as the CO2 market. However, not excluding the role of many mechanisms that can or could be created to regulate and discipline the CO2 emissions, as it was the case on the wake of the Kioto Protocol and with the post-Kioto agreements, still under preparation, the reality shows that there are other opportunities at the city level. Cities can accomplish their role through proper governance and energy management, education and information, and promoting

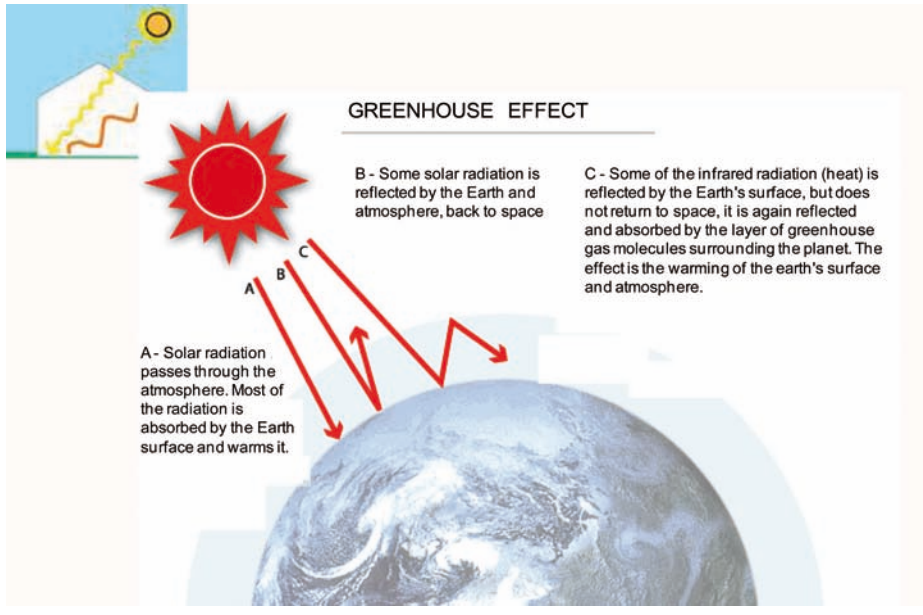


Fig. 02. Medio ambiente global y el ciclo abierto de la energía Global environment and the open energy cycle

un efecto invernadero mucho más fuerte - resulta claro que existe un imperativo de total prioridad para reducir las emisiones de CO2 y su concentración actual en la atmósfera.

Esta preocupación podría ser una particular cuestión para los diferentes actores especializados y líderes de la sociedad como los políticos, los cárteles y los proveedores de energía y otros operadores del mercado energético que deberán trabajar para hacer frente a nuevos tipos de mercados como el del CO2. Sin embargo, no excluyendo el papel de muchos mecanismos que pueden o podrían tener control y disciplina de las emisiones de CO2, tal como fue el caso del Protocolo de Kioto y de los acuerdos post-Kioto, todavía en preparación, la realidad muestra que hay otras oportunidades a nivel de ciudad. Las ciudades pueden cumplir su función a través de una adecuada administración y gestión energética, la educación y la información, y promocionando la participación de los ciudadanos, incluyendo los principales actores y la juventud. Esto era el concepto de la Agenda 21, creado en 1992 en la Cumbre de la Tierra en Río, que terminó siendo un concepto muy difícil de poner en práctica y, como consecuencia, dio lugar a una interpretación inexacta, y por lo tanto, lamentablemente, de alguna manera devaluada.

No sin graves consecuencias, el mundo asistió a lo largo de los años a la construcción de una praxis favoreciendo el consumo energético, incluida la existencia de una comunidad de intereses energéticos y de potentes carteles. Este último condicionó durante muchos años, el progreso científico sobre la conversión energética, la gestión y la innovación de muchas de las iniciativas pertinentes que podrían haber traído por adelantado beneficios para la vida urbana, como la difusión del vehículo eléctrico. Por eso en particular, aprovechando este momento de crisis económica y financiera, es necesario abordar la cuestión de CO2 con iniciativas globales, y también, en paralelo, con iniciativas a nivel de ciudades. Esta perspectiva parece surgir en toda la UE, a un ritmo que parece aumentar

the participation of the citizens, including the key players and the youth. That was very much the concept of the Agenda 21 created in 1992 at the Earth summit in Rio which ended up by being a very difficult concept to put into practice and, as a consequence, resulted misinterpreted and therefore, unfortunately, somehow devaluated.

It was not without heavy consequences that the World assisted through the years to the building of a praxis favoring energy consumption, including the existence of a community of energy interests and powerful cartels. The latter could, even, for many years condition the scientific progress on energy conversion and management and the innovation in many pertinent initiatives that could have brought a much earlier benefit for the urban life, such as the diffusion of the electric vehicle. That is why, in particular taking advantage of this time of economic and financial crise, it is necessary to approach the CO2 issue with global initiatives but also, in parallel, with initiatives at the level of cities. That perspective seems to emerge here and there, namely, all over EU, in a rhythm that seems to increase very rapidly. In this context it is to be underline the referred recent EU initiative of promoting the Covenant of Mayors as a demonstration of the importance that is recognized to the EU cities in political and in practical terms to contribute to the accomplishment of the environmental targets assumed by the EU for 2020 regarding energy, i.e., in tune with the wider EU sustainability goals.

That implies the need for a full understanding of the implications of the nature of sustainability: holistic, integrative, global, without local or instantaneous maxima and the urgency of consideration to be paid to the sustainability concept and method in all decision making processes as it implies a new order in the utilization of natural resources.

Energy and Sustainability

The global environment problem resides on the perturbation of the energy cycle, restraining some radiation from going

muy rápidamente. En este contexto cabe destacar la iniciativa reciente de la UE de promover el "Pacto de los Alcaldes" como una demostración de la importancia que se reconoce a las ciudades de la UE en la política y en la práctica para contribuir al logro de los objetivos medio ambientales asumidos por la UE para 2020 en materia de energía, es decir, en sintonía con los objetivos más amplios de sostenibilidad de la UE.

Esto implica la necesidad de una plena comprensión de las implicaciones de la naturaleza de la sostenibilidad: holística, integrada y global, sin máximas locales o instantáneas, y la urgencia de dar la debida consideración al concepto y al método de la sostenibilidad en todos los procesos de toma de decisiones, ya que implica un nuevo orden en la utilización de los recursos naturales.

Energía y Sostenibilidad

El problema del medio ambiente global reside en la perturbación del ciclo de la energía, que impide a una cierta cantidad de radiación volver a la estratosfera. Eso se debe a la intensa presión causada por el uso de combustibles fósiles, que implica el aumento de la concentración de CO2 en la atmósfera. La energía es, entre todos los factores de presión medio ambiental, el que tiene mayor impacto a nivel mundial. Se establece un vínculo directo entre el individuo "ciudadano", por lo general visto como un simple "consumidor", y la responsabilidad sobre la ciudad de cada individuo, educador, diseñador, manager o actor político (Figura 3).

La energía es, en primer lugar, simplemente la necesidad de calefacción, cocina, iluminación, movimiento, etc. Debe considerarse como la necesidad de todas las personas de vivir confortablemente, para actuar con eficacia y productividad. Eso significa que la energía, desde el punto de vista de la sostenibilidad, debe considerarse desde el lado de la demanda. O bien, dicho con otras palabras, es evidente que la demanda de energía es el primer responsable del calentamiento global. Esto exige una nueva cultura de "suficiencia" y no de consumo.

back to the Stratosphere. That is due to the intense pressure caused by the use of fossil fuels which implies the increase of the CO2 concentration in the Atmosphere. Energy is among all environmental pressure factors, by far, the one with higher impact at the global level. It establishes a direct link between the individual "citizen", usually seen as a simple "consumer", and questions the responsibility of every individual, educator, designer, manager or political actor at the city level (Figure 3).

Energy is, first of all, too simply the need for heating, cooking, lighting, moving, etc. Energy must be seen firstly as the needs of everyone to live with comfort and to act with efficacy and productivity. That means that energy, from the point of view of the sustainability, must be seen first of all, from the demand side. Or, by other words, it is clear that the energy demand is the first responsible for the global warming. That calls for a new culture of 'sufficiency' rather than of consumption.

The energy is not always found in the Nature ready to use. There is then a network of paths of conversion / management of energy between the primary set of natural energy resources, from fossil fuels to renewable, passing also by nuclear raw material and geothermal sources, to the so called useful energy referred above as heating, cooking, mobility, etc. (Figure 4). Such a multifaceted energy picture illustrates the richness of the many options that can be considered to tackle the energy needs and the opportunities for all energy technologies and emphasizes the importance of the energy systems approach which allow for each case of combination supply/demand to identify the best pathway to reconcile the three aspects of sustainability: social, economic and environmental.

If all natural energy resources were renewable the efficiency on their use would have been a minor issue from the sustainability point of view. However, the today´s culture was built based on cheap oil and other fossil fuels that need to be converted into electricity or directly to work or heat to be usable. That requires processes

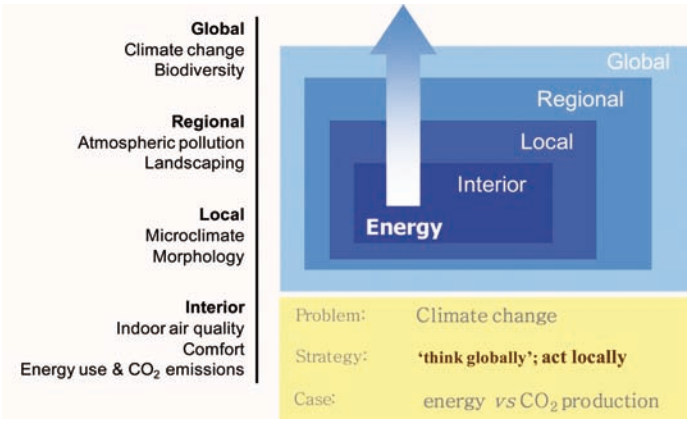


Fig. 03. Energía, la mayor grande causa de estrés para el medio ambiente global. Energy, the major global environment stressor.

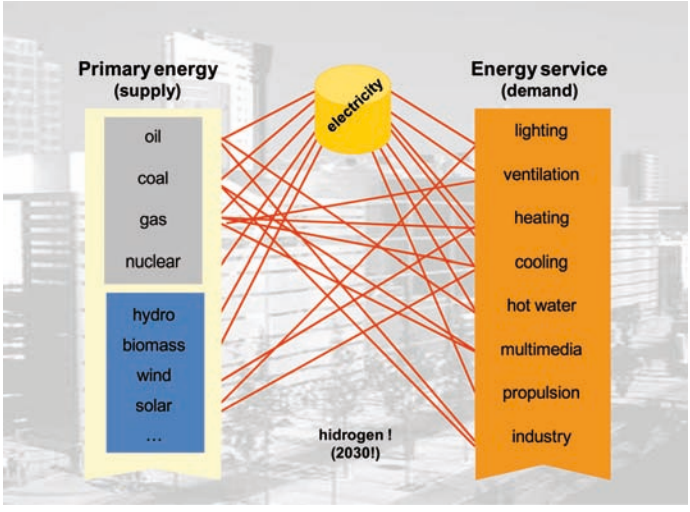


Fig. 04. Energía, desde la fuente hasta el "servicio". Energy, from source to 'service'.

La energía no se encuentra siempre en la naturaleza, lista para ser usada. Hay entonces una red de recorridos de conversión/gestión de energía entre el conjunto primario de los recursos energéticos naturales, a partir de combustibles fósiles a los renovables, pasando también por las materia primas nucleares y fuentes de energía geotérmica, hasta llegar a la energía anteriormente citada, como calefacción, cocina, movilidad, etc. (Figura 4). Este panorama energético multifacético ilustra la riqueza de las varias opciones que se pueden considerar para hacer frente a las necesidades de energía y a las oportunidades para todas las tecnologías energéticas, y hace hincapié en la importancia del enfoque de sistemas energéticos que permiten, para cada caso de

that are, in general, of quite low efficiency, what means that they are high emitters of pollution (heat, gases and particles).

That is why energy efficiency is so important while fossil fuels have a major role in the World energy scene, or in the 'energy mix'. Prospects for the future have shown how a so called 'new' energy form, as it is the new name for energy efficiency can, together with renewable, in the long run, invert the actual proportion for the World of 10% renewable / 90% fossil sources to 90% renewable / 10% fossil (Figure 5).

Thermodynamics tells us which are the goosenecks and, in particular, where those associated to energy conversion processes are. That explains the fact that electricity,

combinación de oferta/demanda, identificar la mejor vía para reconciliar los tres aspectos de la sostenibilidad: social, económico y medio ambiental.

Si todos los recursos energéticos naturales fueran renovables la eficiencia de su uso hubiera sido una cuestión de menor importancia desde el punto de vista de la sostenibilidad. Sin embargo, la cultura actual se construyó sobre la base de petróleo barato y otros combustibles fósiles que necesitan ser convertidos en electricidad o directamente en trabajo o en calor para poder ser utilizados. Eso requiere procesos que son, en general, de muy baja eficiencia, lo que significa que son emisores importantes de contaminación (calor, gases y partículas).

Esta es la razón por la cual la eficiencia energética es tan importante mientras que los combustibles fósiles tienen un importante papel en la escena energética mundial, o en la "combinación energética". Las perspectivas para el futuro han demostrado que la así llamada "nueva" forma de energía, ya que es el nuevo nombre de la eficiencia energética, puede a largo plazo, junto con las energías renovables, invertir la proporción actual en el mundo del 10% de renovables y 90% fuentes fósiles en el 90% de renovables y 10%fósiles (Figura 5).

La termodinámica nos dice cuales son los cuellos de botella y, en particular, donde están aquellos asociados a los procesos de conversión de la energía. Esto explica el hecho de que la electricidad, aunque sea

while being the most clean at the end user level, and easy to use, transport and operate is, nevertheless, one of the forms of energy on the market with the highest emissions of CO2 per energy unit, since its main sources are still fossil fuels. In Portugal, for instance, one simple tea made with electricity emits around the double of CO2 than if it was prepared with natural gas. That suggests the need to be prudent on the consideration of the role of electricity in future cities, namely for mobility through electric vehicles praised to be clean locally but probably not that clean in terms of the overall energy system. This acquires a particular meaning when it is known that previsions point out for a continuous growth of fossil energy use in the next 30 years.

The results of 150 years of use of fossil fuels, a wrinkle in the history of times, show that there are countries like the USA using almost the double of the mean energy per capita of EU and almost three times as much the mean consumption per capita in the World. That, instead of suggesting a competition linking somehow the levels of economic development and quality of life with the quantity of energy used, raises, as a first step, the crucial question of the identification of what is, indeed, the actual energy needed or required. And the answer only can be one: there is enough room to reduce the energy use per capita bearing in mind the panel of resources available and the typologies of the energy uses according to the climate conditions and the

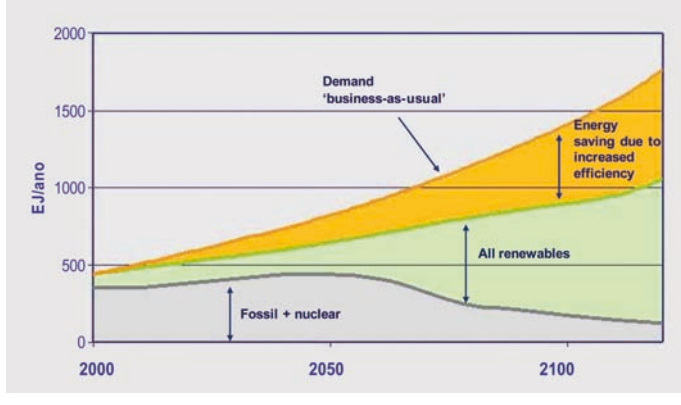


Fig. 05. Perspectivas de la Energía (AIE). Prospects for energy (IEA).

la más limpia para el usuario final y fácil de utilizar, transportar y operar, es una de las formas de energía en el mercado con más altas emisiones de CO2 por unidad de energía, ya que sus principales fuentes son todavía los combustibles fósiles.

En Portugal, por ejemplo, un simple té, preparado con el uso de sistemas eléctricos, emite en total el doble de CO2 que si fuera preparado con sistemas a gas natural. Esto sugiere la necesidad de ser prudentes en la consideración del papel de la electricidad en las ciudades futuras, es decir, para la movilidad a través de vehículos eléctricos considerados a nivel local limpios, que probablemente no son tan limpios en términos de sistema energético global. Esto adquiere un significado especial cuando se sabe que las previsiones señalan un crecimiento continuo del consumo de energía fósil en los próximos 30 años.

Los resultados de 150 años de uso de combustibles fósiles, una arruga en nuestra historia, demuestran que hay países como los EE.UU. que utilizan casi el doble de la energía media per cápita de la UE y casi tres veces más que el consumo medio por habitante en el mundo. Esto, en lugar de sugerir una competición para unir, de alguna manera, los niveles de desarrollo económico y la calidad de vida con la cantidad de energía utilizada, plantea, como primera medida, la cuestión crucial de la identificación de lo que es, la energía actual necesaria o requerida. Y la respuesta sólo puede ser una: no hay espacio suficiente para reducir el uso de energía por habitante teniendo en cuenta el panel de los recursos disponibles y las tipologías de los usos energéticos, de acuerdo a las condiciones climáticas y a las actividades económicas dominantes. Los avances en las tecnologías energéticas, junto con la adecuada diversificación de fuentes y estrategias de gestión de la demanda adecuada, llevando a la identificación de la mejor combinación oferta/demanda, abren un amplio espectro de oportunidades para promover la eficiencia energética, la conversión y el uso de la energía con bajas emisiones de carbono. Sin embargo, en algunos casos, las condiciones estructurales

dominant economic activities. The progress on energy technologies together with the adequate diversification of sources and proper demand side management strategies, leading to the identification of the best matching supply/demand, open up a wide spectrum of opportunities for promoting energy efficiency and low carbon energy conversion and use. Nevertheless, in some cases, structural conditions were created in the past that are strong barriers to reach energy efficiency as it is the case for mobility, for instance, related to space and the urban planning of cities – far from the compact city concept - and activities spread out over the territory as it is precisely the case for the USA.

That is why there are growing expectations on renewable and energy efficiency. The relative advantage for renewable is that, from the environment perspective, the efficiency of their conversion into electricity or heat is not so relevant. It may be relevant from the feasibility perspective of a specific technology or process, as it is the case for solar PV, still very expensive. On the opposite, the pollution associated to the combustion of fossil fuels, which will be as higher as the efficiency is smaller, makes the promotion of energy efficiency a permanent goal for the future by the shifting among energy resources and in favor of cleaner technologies and wiser energy systems. The proper incidence of overcharges on fossil fuels to cope with the externalities associated to their use is also a complimentary type of measures that would equilibrate better the balance in what regards the public support for the different energy technologies and would favor renewable and energy efficiency.

A new energy paradigm is on its way. It will live side by side with the bicentennial "oil culture" paradigm for the next half century or more but great changes will be operated, in particular, after the major recent crisis on the global economy of the World.

The liberalization of markets, the diversification of sources and the decentralization of conversion/management facilities together with a more important

creadas en el pasado constituyen barreras muy fuertes que no permiten alcanzar la eficiencia energética, como en el caso de la movilidad, por ejemplo, relacionada al espacio, la planificación urbana de las ciudades – lejos del concepto de ciudad compacta – y las actividades repartidas en el territorio, como en el caso de los EE.UU.

Es por esto que cada vez hay más expectativas en las energías renovables y en la eficiencia energética. La relativa ventaja de las renovables es que, desde una perspectiva medio ambiental, la eficiencia de su conversión en electricidad o calor no es tan relevante. Puede ser relevante desde la perspectiva de la viabilidad de la tecnología o del proceso específico, como es el caso de la energía solar fotovoltaica, que sigue siendo muy cara. Por el contrario, la contaminación asociada a la combustión de combustibles fósiles, que será mayor cuanto menor sea la eficiencia, hace de la promoción de la eficiencia energética un objetivo permanente para el futuro, cuando los recursos de energía serán menos importantes que las tecnologías limpias y los sistemas energéticos más inteligentes. La incidencia adecuada de los recargos sobre los combustibles fósiles para hacer frente a las externalidades asociadas a su uso, es también una medida que debería equilibrar mejor el presupuesto, para lo que concierne el apoyo público, para las diferentes tecnologías energéticas y debería favorecer las fuentes renovables y la eficiencia energética.

Un nuevo paradigma energético está por llegar. Convivirá con el paradigma bicentenario de la "cultura del petróleo" durante el próximo medio siglo o más, pero se producirán grandes cambios, en particular, después de la gran y reciente crisis de la economía global.

La liberalización de los mercados, la diversificación de las fuentes y la descentralización de las instalaciones de conversión/gestión, junto con el importante papel dado a la gestión de la demanda, bajo las condiciones generales de eficiencia energética y adecuación medio ambiental,

role given to the demand side management, under the overall conditions of energy efficiency and environmental adequacy, are the characteristics that define the new energy paradigm.

Cities as Energy Systems

The above approach is a challenge for cities as energy systems in the sense that they offer opportunities for several ways of exploring the matching supply/demand and for energy storage and other means of efficient energy management, in particular, the potentialities of the demand side management approach. As the concept of sustainability favors the integrated and systematic approach, cities couldn´t fit better the profile of energy systems with a great potential for sustainability.

As a result of all possible combinations of supply sources and useful energy forms, the CO2 emissions can change significantly from city to city (Figure 6) and workout as a relevant indicator for the energy performance of a city.

There are many examples of those combinations such as: the exploration of the urban co-generation to produce electricity and also heating and, sometimes, cooling fluids; the use of solar for electricity but also for water and air heating; interventions at the demand side management by appropriate space and urban planning (Figure 7) and by adopting adequate technologies, both active and passive to buildings, etc.

The results for a given urban system can be anticipated as there are models to simulate urban energy systems and so the results can be quantified (Figure 8).

That being said, it is clear that, strictly speaking, sustainable cities do not exist and cannot exist. Cities process all resources addressed to the final users, i.e., the inhabitants of cities. Water, energy and materials, including food are not literally consumed. They are processed and downgraded. Cycles function, at least, from the demand side perspective in terms of quantity. The energy as well as the water

son las características que definen el nuevo paradigma energético

Las ciudades como sistemas energéticos

El planteamiento anterior es un reto para las ciudades como sistemas energéticos, en el sentido de que ofrecen oportunidades para las diferentes formas de explorar la coincidencia entre oferta y demanda y para el almacenamiento de la energía y otras medidas de gestión eficiente, en particular, las potencialidades del enfoque de la gestión de la demanda. Dado que el concepto de sostenibilidad favorece el enfoque integrado y sistemático, las ciudades no podrían ajustarse mejor el perfil de los sistemas energéticos, con un gran potencial para la sostenibilidad.

Como resultado de todas las combinaciones posibles de las fuentes y formas útiles de energía, las emisiones de CO2 pueden cambiar significativamente de una ciudad a otra (Figura 6) y funcionar como importante indicador para el rendimiento energético de una ciudad.

Hay muchos ejemplos de estas combinaciones, como son: la exploración de los sistemas de cogeneración urbana para producir electricidad y calefacción y también,

brought to the city will leave almost at the same instant with the difference that after the service has been rendered the resources leave the city downgraded, as sewage for the case of the water and thermal and chemical pollution for the energy.

The footprint concept helps here to reconcile the city with the portion of the territory that supports the city needs in natural resources. To respond to that a great effort of rationality, sobriety and efficiency in the use of those resources must be put into action from the cities side. So, cities, more than being sustainable, what is unreachable anyway, shall express their solidarity towards the supporting territory and the World in general in the sense that they shall use the best way they can all resources. For that, cities need to start by reducing upfront their needs up to the reasonably "necessary" level and being efficient with the solutions and processes.

That calls upon a close contact with the populations through information and by soliciting them to face their city challenges trough their participation, by exercising transparency and democracy, in order to have the whole city to act as truly a proxy for their inhabitants or citizens on the way towards the sustainable development. Cities that are

	Ton CO_2/capita	GJ/capita	Ton CO_2/TJ
Vaxjo	3,8	101,8	37
Stockolm	3,9	95,9	41
Malmoe	4,9	105,0	46
Victoria-Gasteiz	6,4	102,0	63
Porto	5,5	85,3	64
Bizcaia	6,4	101,2	64
Pori	11,7	165,7	70
Burgos	8,0	115,0	70
Barcelona	2,8	38,6	71
Parma	8,4	103,6	81
Pavia	6,0	71,2	84
Tampere	8,1	94,8	85
Ancona	6,3	73,1	86
Provincia Torino	7,6	87,1	87
Verbania	8,6	97,1	89
Maribor	8,4	93,7	90
Nord Milano	8,8	89,8	98
Catarina	5,0	49,9	100

City of Växjö received Sustainable Energy Europe Award 2007 during the European Sustainable Energy Week.
Fossil Fuel Free Växjö is an overall programme initiated by the City of Växjö to reduce human impact on the global climate change. In 1996, Växjö politicians decided unanimously to strive towards a fossil fuel free municipality. The share of renwable energy is now over 50%.

Nature of primary energy is critical!

Fig. 06. CO2 y la mezcla de energía primaria en las ciudades. CO2 and the primary energy mix in cities.

a veces, los líquidos de refrigeración, el uso de la energía solar para la electricidad, y también para la calefacción de aire y agua, las intervenciones sobre temas de gestión de la demanda, a través espacios adecuados y la planificación urbana (Figura 7) y mediante la adopción de tecnologías adecuadas, tanto activas como pasivas en los edificios, etc.

Los resultados de un determinado sistema urbano pueden ser anticipados, ya que hay modelos para simular los sistemas energéticos urbanos de tal manera que los resultados se pueden cuantificar (Figura 8).

Está claro que las ciudades sostenibles no existen y no pueden existir. Las ciudades procesan todos los recursos para los

managed at the light of the sustainability concept, can claim to have made the good choice if they keep coherent, consistent and persistent and are able to involve their citizens with a transparent management and a participated formulation of solutions.

There are many good examples of cities, among many others that are not so, that claim being sustainable. An example for a methodology on how to tackle sustainability is the EXPO'98 of Lisboa [3]. It has shown an approach of the energy issues starting from the early stage of the planning process, taking the new urban project as a whole energy system, trying to match energy demand and supply, and exploring all potentialities

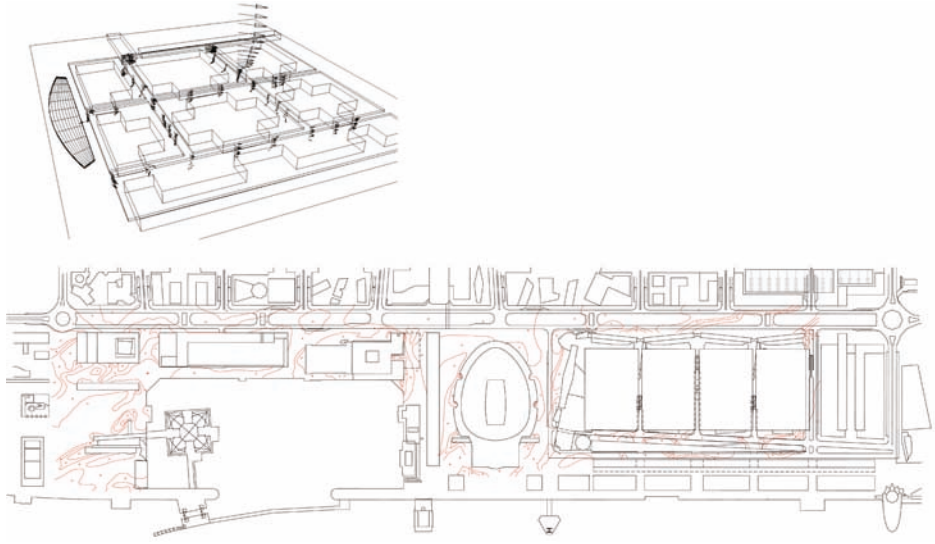


Fig. 07. Expo'98 - Sistema energético urbano. Expo'98 Lisboa – Urban energy system.

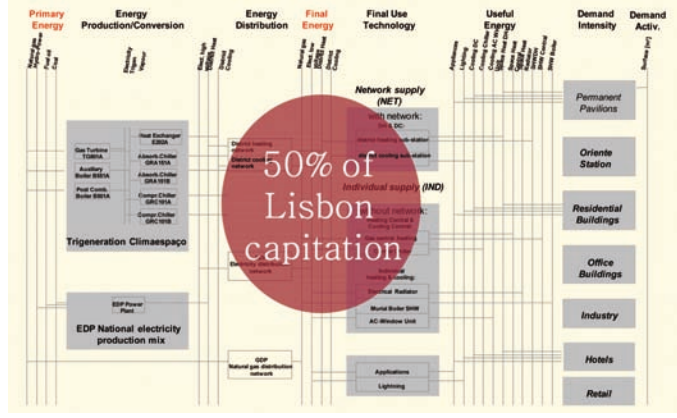


Fig. 08. Sistema Urbano de eficiencia energética. Urban energy system performance.

usuarios finales, es decir, los habitantes de las ciudades. Agua, energía y materiales, incluidos los alimentos que no son literalmente consumidos. Estos se procesan y se degradan. Los ciclos funcionan, por lo menos, desde la perspectiva de la demanda en términos de cantidad. La energía y el agua llevadas a la ciudad la dejarán casi en el mismo instante, con la diferencia de que, tras prestar el servicio los recursos abandonarán la ciudad degradada, como aguas residuales en el caso del agua, y contaminación térmica y química en el caso de la energía.

El concepto de huella ayuda aquí a reconciliar la ciudad con la porción del territorio que satisface las necesidades de recursos naturales de la ciudad. Para responder a esto, se debe poner en acción por parte de las ciudades un gran esfuerzo de racionalidad, sobriedad y eficiencia en el uso de estos recursos. Así, las ciudades, más que ser sostenibles, cosa que de todas formas no pueden alcanzar, expresarán su solidaridad hacia sus territorios y el mundo en general, en el sentido que usarán de la mejor manera posible todos los recursos. Para esto las ciudades necesitan iniciar la reducción de sus necesidades hasta niveles razonablemente "necesarios" y ser eficiente en soluciones y procesos.

Esto requiere un estrecho contacto con las poblaciones mediante la información

of knowledge and technology to promote energy efficiency and clean energies [4].

Another example of an integrated "sustainable like" project took place in recent years in Alessandria (Piemonte – Italy). The installation of PV cells in a social housing district became a clear example responding positively to the three aspects of sustainability: a) environment - PV electricity reduces electricity so far obtained from fossil fuels; b) social - such an installation opened up the site to many visitors and increased the self-esteem of the residents implicating an obvious added social value; and c) economic – the electricity produced, whatever amount would have it been, alleviated the meager monthly budgets of the generality of those families (Figure 9).

Conclusion

Sustainability is a rather new universal three fold value referring to environment, social and economic aspects. But, as it occurs for many other universal values such as justice, environmental sustainability is somehow unreachable as it is global, holistic, integrative and inclusive and not local, sectored, circumstantial or partial. That is why, literally, "sustainable cities" do not and cannot exist. In such a context it is particularly critical to anticipate how sustainability can be tackled when dealing

Fig. 09. Proyecto Sostenible.
Sustainable project.

y la concienciación, involucrandolas en los desafíos a través de la participación y mediante el ejercicio de la transparencia y la democracia, con el fin de que toda la ciudad pueda actuar como representante de sus habitantes o ciudadanos en el camino hacia el desarrollo sostenible. Las ciudades gestionadas siguiendo el concepto de sostenibilidad, pueden decir que han hecho una buena elección si se mantienen coherentes, consistentes y persistentes, y si son capaces de implicar a sus ciudadanos con una gestión transparente y una formulación participada de soluciones.

Hay muchos buenos ejemplos de ciudades, entre muchas otras que no lo son, que se declaran sostenibles. Un ejemplo de metodología sobre cómo abordar la sostenibilidad es la EXPO'98 de Lisboa[3]. Ésta mostró un enfoque hacia las cuestiones energéticas a partir de la fase inicial del proceso de planificación, considerando el nuevo proyecto urbano como un sistema energético en su conjunto, tratando de satisfacer la demanda y el suministro de energía, y explorando todas las potencialidades de conocimientos y tecnología para promover la eficiencia energética y las energías limpias [4].

Otro ejemplo de un proyecto integrado "sostenible" tuvo lugar en los últimos años en Alessandria, (Piemonte - Italia). La instalación de células fotovoltaicas en un barrio de viviendas sociales se convirtió en un claro ejemplo de cómo responder positivamente a los tres aspectos de la sostenibilidad: a) medio ambiente – la electricidad fotovoltaica reduce la cantidad de electricidad obtenida a partir de combustibles fósiles, b) social – por ejemplo esta instalación abrió el sitio a muchos visitantes y aumentó la autoestima de los residentes, implicando un evidente valor social añadido, y c) cooperación económica – las cantidad de electricidad producida alivió los bajos presupuestos mensuales de la mayoría de las familias (Figura 9).

with future cities. For sure, it is a matter of vision, strategy, competence, participation and, above all, of solidarity. In a time of a particular deep global crises, economic, financial and environmental, it is worth to discuss how cities are called upon to face the energy challenge ahead with such a holistic perspective and to exploit what existing as well new cities can do to contribute for the sustainability of the Earth, truly the #1 priority ahead.

Conclusión

La sostenibilidad es un nuevo triple valor universal referido a aspectos medio ambientales, sociales y económicos. Sin embargo, como ocurre para muchos otros valores universales, como la justicia, la sostenibilidad medio ambiental es de alguna manera inalcanzable, ya que es global, holística, integral e inclusiva y no local, sectorial, circunstancial o parcial. Es por eso que, literalmente, no existen ni pueden existir "ciudades sostenibles". En tal contexto, es particularmente difícil anticipar cómo la sostenibilidad puede ser abordada cuando se trata de ciudades futuras. Por supuesto, es una cuestión de visión, de estrategia, de competencia, de participación y, sobre todo, de solidaridad. En tiempos de un particular y profunda crisis global, económica, financiera y medio ambiental, vale la pena discutir cómo las ciudades están llamadas a enfrentarse al desafío energético que tienen por delante, con una perspectiva holística para explorar qué pueden hacer las nuevas ciudades y las existentes para contribuir a la sostenibilidad de la Tierra, que es realmente la mayor prioridad.

Referencias **References**

1. Rio Declaration on Environment and Development, UN, 1992

2. Byrne J., Y. D. Wang, H. Lee and J. D. Kim. (1998). An equity- and sustainability-based policy response to global climate change. Energy Policy 26 (4), 335-343.

3. E. de Oliveira Fernandes et al – Energy and Environment in Cities – A Global Strategy for EXPO'98 – EXPO'98/THERMIE Brochure, 1997.

4. E. de Oliveira Fernandes - Principles and Tools for the Management of Energy and Environment in Cities – 5th European Conference on Solar Energy in Architecture and Urban Planning, Bonn, May 27-30, 1998.

Traducción a español **Translation into Spanish** Antonio Serra, Raffaelina Loi, Víctor Araújo.

papers

comunicaciones

planeamiento de estructuras verdes para la mejoría de la calidad de vida urbana – lecciones del plan verde de bragança (portugal)

planning green infrastructures as a mean to improve urban quality of life – lessons from the bragança (portugal) green plan.

Autor/es: Artur Gonçalves, António C. Ribeiro, João Azevedo, Ana Carvalho y Manuel Feliciano.

Institución: Instituto Politécnico de la Bragança, Universidad Politécnica de Madrid.

Abstract

Green spaces are regarded as essential elements in urban sustainability, performing diverse social, environmental and economical functions. Moreover, they are key elements in urban structure, as they can help balancing interactions between the landscape and urban artificial element. Braganca's Green Plan is an innovative initiative consisting on a multidisciplinary and integrated approach to urban greening. Its methodology covered the following stages: firstly, a multidisciplinary study addressed local inner and outer city characteristics; secondly, a local green structure was defined including three central elements: an essential structure, a secondary structure and a network of green corridors, this proposal also relates to a Local Green Spaces Strategy; finally, a best practice guide was developed, oriented to the local reality, in order to support both institutions and inhabitants in their daily management of green spaces. As a result, a set of tools for land use planning and management are defined helping to promote a greener and sustainable future.

Los Espacios Verdes y la Sostenibilidad Urbana

El acentuado incremento en el proceso de urbanización en Portugal, que decore de modo más significativo en las últimas décadas, con la casi duplicación de la población urbana entre 1950 (31,2%) y 2005 (57,6%)[1], genera una presión correspondiente sobre el medioambiente urbano, comprometiendo la calidad de vida en las ciudades.

Para enfrentar estos problemas se están imponiendo políticas que pugnan por la sostenibilidad urbana[2], por la integración de un conjunto de dimensiones fundamentales, que promuevan la calidad de la vida de los residentes y la preservación de los recursos. En este contexto, los espacios verdes son elementos fundamentales para la sostenibilidad urbana contribuyendo para el equilibrio entre sus dimensiones fundamentales (Fig.1): medioambiental, social e económica.

Los beneficios medioambientales de los espacios verdes urbanos son muy relevantes y son perceptibles en distintos niveles [3,4,5,6,7]: en la atenuación del fenómeno de isla de la calor, ayudando a aproximar la temperatura de la ciudad a la de los espacios de su entorno, por acciones como la absorción de la radiación solar y la liberación de la vapor de la agua (enfriamiento); en la regularización del ciclo hidrológico, disminuyendo la

Green Spaces and Urban Sustainability

The recent increase in the rate of urbanization in Portugal, between 1950 (31,2%) and 2005 (57,6%)[1], doubling-up the proportion of the urban population, generates a consequent increase on urban environmental quality, threatening the quality of life in cities.

To face this problems new policies are been developed focusing in urban sustainability (2), by means of integration between diverse fundamental dimensions that can enhance quality of life of inhabitants and resource preservation. Under this context, green spaces are essential elements in urban sustainability balancing the three essential dimensions (Fig.1): environmental, social and economic.

Environmental Benefits of urban green spaces are very relevant and are perceptible at different levels[3,4,5,6,7]: they can help to cool the urban heat island process, helping to narrow the temperature gap between the inner-city and the surroundings, by such mechanisms as radiation absorption and water vapor emissions (cooling effect); hydrological cycle regulation, decreasing the waterproof area and contributing to the reduction of erosion effects; noise reduction, working as acoustical barriers; slowing or directing wind, by means of generating barriers or channels; air purification or filtering, by such processes as CO_2 collection

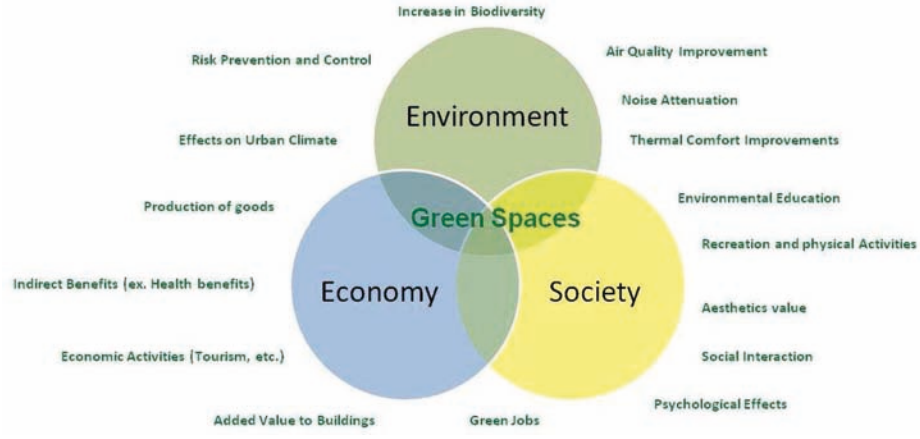


Fig. 1. Las Dimensiones de Sostenibilidad en los Espacios Verdes

área de suelo urbano impermeabilizado y contribuyendo para la reducción de los efectos erosivos; en la reducción de los niveles de ruido en la ciudad, porque pueden funcionar como barreras acústicas; en la reducción de la velocidad o canalización del viento, debido al efecto de barrera o de canal; en la purificación y en el filtraje del aire en la ciudad, por la absorción de la CO_2 (y liberación de la O_2), además de la absorción, fijación y transformación de gases potencialmente peligrosos en formas más benignas o en la fijación del polvo; en otra vertiente, la presencia de espacios verdes en el contexto urbano contribuye para diversificar la fauna y la flora y, de este modo, incrementan la biodiversidad urbana.

Del punto de vista social, los espacios verdes desarrollan también una importante función que, según Freire[8], complementa, o incluso substituye, progresivamente los antiguos espacios públicos (plazas y calles) como locales de relación y de encuentro social, al permitir que una población sometida a rutinas diarias y confinadas a espacios interiores pueda practicar actividades de ocio o ejercicio físico, de pausa y/o de relaciones. Además, con los espacios verdes la calidad paisajística urbana tiende a mejorar, generando sensaciones de bienestar y tranquilidad, que valorizan el paisaje urbana. Se reúnen entonces condiciones para una mejor calidad de vida, con beneficios

(and O_2 production), alongside with the absorption, fixation or transformation of potentially threatening gases or by dust fixation; on a different perspective, they can also help to ensure biodiversity, by incorporating diverse flora and fauna.

In a social perspective, urban green spaces play an essential role, which according to Freire[8], completes, or even progressively substitutes, the more traditional public spaces as spaces of relaxation and social encounter, allowing the population, often used to enclosure routines, to come outside and practice exercise, relax or have conversations. Moreover, the landscape quality of green spaces often generates feelings of peacefulness and wellbeing, increasing the quality of the urban landscape. As a consequence it can be argued that green spaces help improving the physical and psychological wellbeing of the populations, with implication to the urban quality of life.

Economical Benefits are probably the least evident, but are undoubtedly equally important. They include direct benefits, such as the real estate increase in profit, resulting from the environmental quality of the surroundings[9], although sometimes, if green spaces aren´t properly managed or are considered dangerous, can result in lowering property prices[10]. Other direct benefits, that demand action, are the profit from entrance tickets or from renting equipments

Fig. 1. Sustainable Development Dimensions in Urban Greening

directos para la salud y el bienestar físico y psicológico.

Los beneficios económicos son, quizás, los menos evidentes de este conjunto, pero presentan igualmente innegable importancia. En este dominio se incluyen los beneficios directos, como las plusvalías inmobiliarias, resultantes de la valorización medioambiental, relacionadas con la calidad del espacio exterior[9], aunque pudiendo en algunos casos determinar la devaluación del edificado, si los espacios se encuentran en mal estado de la conservación o son focos de la marginalidad[10]. Otros beneficios directos, que exigen acción, son la obtención de la provechos resultantes del cobro de entradas y de alquiler de equipamientos. Indirectamente surgen beneficios económicos más difíciles de cuantificar, como los que resultan, por ejemplo, de mejoría de la eficiencia energética en edificios o de la salud de los residentes en las ciudades (relacionable con los gastos de salud)[3].

La combinación de las distintas funciones puede además conferir a las ciudades una mejor capacidad de la adaptación a las alteraciones climáticas, porque la acción de los espacios verdes es coincidente con algunos de los presumibles impactes climáticos: regulación de las inundaciones, regulación térmica o incremento de la humedad en el aire y en el suelo [11,12].

Por todas estas razones, los espacios verdes poseen una importancia incontestable, razón por la cual deben ser objeto de la una política consistente de defensa y de valorización, contraria a ser relegados para un nivel secundario, ocupando suelos inaptos o sobrantes del proceso de edificación o de construcción carreteras, de formas irregulares y diminutas, como ocurre no raras veces en el contexto generalizado de la realidad urbana.

El Plan Verde de la Bragança

Los Planes Verdes pueden interpretarse como instrumentos suplementarios a los planos tradicionales, aplicados a una fracción de usos de suelo urbano, considerando en particular los espacios libres (o abiertos) de

(boats, bicycles, etc.). Indirect benefits must however be considered and may include the effects on energy consumption in cities or the improvement in health conditions of the population (related to heath expenses) [3].

The combination of the different benefits can make cities more adaptable to climate change, as green spaces interact positively with most of its presumable impacts: flood control, thermal regulation, increase in air or soil humidity [11,12].

From all of the stated reasons, green spaces are undeniably relevant, that being the reason why they must be addressed by consistent enhancing and protective policies, opposite to being relegated to a secondary level, with irregular and small shapes, has often seen in many cities.

Bragança's Green Plan

Green Plans are supplementary tools to traditional land use plans as they apply to a fraction of the urban space, focusing on open spaces. This spaces include all non-built and non-paved surfaces, that can be seen as opportunity spaces. Often addressed by construction and infrastructure providers, they can in some extent be useful as green spaces (here seen as open spaces with a functional purpose - relaxation, sports practicing, cultural, etc.), to develop such spaces also poses some challenges to urban planning and management. The search for solutions in this complex urban puzzle must however begin with solutions that can properly match the landscape potential with the adequate land uses and activities.

Bragança's Green Plan aims at achieving a vision for green spaces, under the framework of Local Agenda 21:

Reinsure Bragança's role as a leading city for green spaces, with high levels of public use, in spaces ideal for recreation and contact with nature.

With this vision, multiple objectives were defined including: to increase in green spaces and in interconnections within the green structure; to increase the use of adapted vegetation; to promote the increase

la ciudad. Estos espacios incluyen todos los suelos sobre los cuales no fue construida cualquier edificación y que no se encuentran asfaltados o pavimentados, por definición, espacios de oportunidad, sobre los cuales se ejerce una presión constructiva que procura responder a las necesidades de nuevos edificios y de infra-estructuras. Concurriendo con este tipo de la elementos, está la creación de espacios verdes (que comprenden los espacios libres con utilidad funcional - lúdica, deportivas, cultural, etc.), que coloca igualmente desafíos a la gestión y al planeamiento urbano. La búsqueda de una solución en el complexo puzle del ordenamiento debe, en cualquier caso, partir de un enfoque integrado y de una búsqueda constante de soluciones orientadas a una adecuada correspondencia entre las potencialidades do territorio y los usos y actividades que sobre este se desarrollan.

El Plan Verde de Bragança se plantea alcanzar una visión para la ciudad, desde la perspectiva de los espacios verdes y en el marco de la Agenda 21 Local, que consiste en:

Reafirmar Bragança como una ciudad de referencia en materia de espacios verdes, con un elevado grado de uso por la población, en espacios ideales para el recreo y el contacto con la naturaleza.

Compatible con esta Visión están múltiples objetivos que incluyen: el incremento de área verde y de las conexiones en la estructura verde; el potenciar el uso de especies vegetales adaptadas; Potenciar el incremento de la biodiversidad; Potenciar el uso social, Proteger os espacios de elevado valor paisajístico y natural; Encorajar la introducción de espacios verdes en las propiedades privadas; Promover el uso racional del agua; Promover la gestión sostenible de los espacios verdes urbanos, entre otros.

Metodología del Plan

El Plan Verde, como proyecto integrado, se asumió desde un primer momento como incorporando un elevado número de elementos de estudio de contexto, algunos

in biodiversity; to encourage social use; to protect valuable natural landscapes; to foster the introduction of green spaces in public properties; to promote a sustainable management of urban green spaces; amongst others.

Plan Method

The Green Plan, as an integrated project, assumed the necessity for the development of a large number of context studies, some of them unusual to traditional land use planning (Fig. 2). Under this perspective, diverse environmental studies were conducted evaluating the context in which land use development takes place, considering particularly the present condition of open spaces. Adding to this study, inhabitants perceptions and attitudes were evaluated by means of a questionnaire survey. On the spatial perspective, indicators were developed and applied to accurately describe the present condition, concerning quality and quantity of green spaces, from two diverse perspectives: local and neighborhood scales. The gathered information was then used to build a set of maps that can be used by the local municipality. Amongst the documents developed at this stage, the *Green Spaces Book*, documenting present characteristics of green spaces, including its history and main attributes, must be seen as one of the most relevant.

The combined data analysis was the foundation to the Green Plan proposal, which includes two essential elements: the definition of the urban green structure and the plan strategy. This elements will be presented further ahead in this paper.

As a mean to support public and private green spaces management, a *Good Practices Manual* was also developed, integrating a large number of aspects including: landscape evaluation, selection of species, irrigation, plague and diseases control, amongst others.

Green Structure Proposal

The Green Structure Proposal follows the recommendations from the Portuguese Government[13], in a two layers model:

de los cuales no usuales en la planificación urbana (Fig. 2). Bajo esta perspectiva, se buscó describir las condiciones medioambientales en que se desarrollan el uso del suelo y la ubicación de los espacios libres, en particular. Añadiendo elementos a el estudio, las percepciones y actitudes sociales fueron estudiadas por intermedio de cuestionarios. En la componente espacial se trabajaron los datos para concretizar indicadores cuantitativos que describen la situación de referencia en lo que concierne a la cantidad, calidad y proximidad de los espacios verdes, en un análisis con enfoque a dos escalas: la escala urbana y la escala de Barrio. Esta información, recogida y cartografiada se constituye como información relevante para la actuación futura del Municipio. Entre los documentos elaborados en esta Fase, se destaca la elaboración del *Libro de Espacios Verdes de la Ciudad de Bragança,* que documenta las características de los espacios existentes, con apuntes sobre su historia y valor simbólico.

El análisis combinado de datos permitió concretizar una propuesta de Plan que comprehende dos vertientes fundamentales: definición de la estructura verde urbana y

- The *Main Green Structure* which includes elements related to the traditional landscape, integrating the continuity of nature within cities, and also considers the ecologically relevant spaces, protected by Land Use Plans, in what can be considered the Urban Ecological Structure. In these spaces connections with the urban surroundings should take place, enhancing the relations with the countryside, helping to improve the quality of environmental systems and facilitating the exchanges of nutrients and species.

- The *Secondary Green Structure* includes all other spaces that exist in the proximity of buildings and infrastructures, such as gardens, patios, amongst others, that most be seen as primordial assets for the daily use by populations.

In addition to this model, and trying to avoid a rather diffuse approach, linear structures are added denominated *Green Corridors*. Such elements are developed to ensure continuity along paths, inside and outside of green spaces, in structures ideal for walking and cycling, as they are designed to include vegetation and to offer a proper environmental and landscape context.

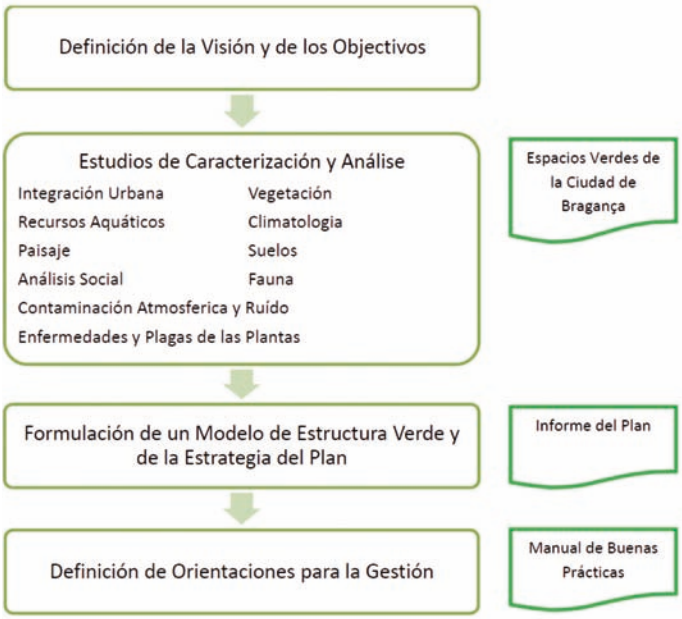


Fig. 2. Metodología General del Plan

estrategia del Plan. Estos elementos serán presentados más adelante.

Como forma de apoyar la gestión de los espacios verdes, públicos y privados, se desarrollo un *Manual de Buenas Prácticas para Espacios Verdes*, que integra un conjunto alargado de temáticas incluyendo cuestiones como el análisis del entorno, la selección de especies, la riega, las enfermedades y plagas, entre otras.

Propuesta de Estructura Verde Urbana

En la propuesta de Estructura Verde, el modelo adoptado sigue las recomendaciones del Gobierno Portugués[13], en una formulación a dos niveles:

• El de la *Estructura Verde Principal*, que incluye elementos representativos del paisaje anteriormente existente, incorporando aquellos espacios que resultan de la integración de la continuidad de lo natural en las ciudad, y comprehende los espacios ecológicamente relevantes, salvaguardados por los Planes Territoriales, en la denominada *Estructura Ecológica Urbana*. Estos espacios son la base para las conexiones con el entorno extra-urbano,

Under these assumptions they can be seen as sustainable mobility vectors, helping to reduce the use of private automobile.

Green Plan Strategy

The Plan Strategy under final revision, includes four essential lines:

• Accessibility and Diversity – Actions that will increase in the average green area available per habitant, while ensuring an increase in the diversity of spaces characteristics, offering good access different scales and fostering sustainable mobility by everyone.

• Natural and Landscape Heritage Prevention and Promotion – Actions that will apply to existent urban spaces, while ensuring that urban expansion protects the most significant heritage;

• Local Community Engagement – Actions that encourage the local population to participate in the green spaces planning and management;

• Green Spaces Integrated Management – Developing structures and tools that will support the Plan implementation.

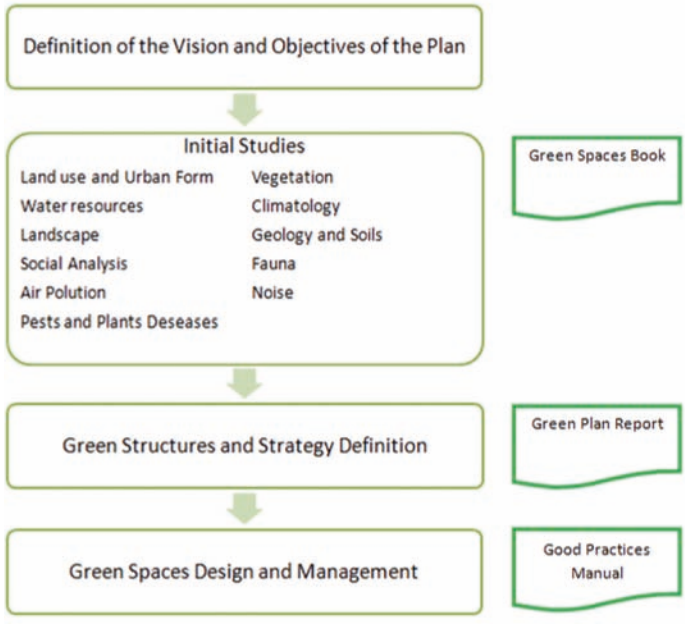


Fig. 2. General Methodology

potenciando la relaciones con los espacios rurales, aportando calidad al funcionamiento de los sistemas medio-ambientales y facilitando los intercambios de nutrientes y especies.

• La *Estructura Verde Secundaria* comprehende los espacios en la proximidad del edificado, como sean jardines, patios, entre otros, asumiendo una filosofía de uso diferenciada, en la que potenciar la utilización en el cuotidiano de las poblaciones se asume como el requisito predominante.

En adicción a este modelo, y contrariando una lectura pulverizada, se diseñan además estructuras lineares, denominadas de *Corredores Verdes*. Estos elementos se constituyen como suporte à la continuidad de los recorridos dentro y fuera de los espacios verdes, configurando estructuras ideales para a circulación peatonal o en bicicleta, diseñados para incluir vegetación y ofrecer a sus utilizadores un contexto medio-ambiental y paisajístico de calidad. En esta perspectiva pueden considerar-se vectores de movilidad sostenible, mientras contribuyen para el menor uso del automóvil particular.

La Estrategia del Plan

La estrategia del Plan, en fase de conclusión, se está diseñando con base en cuatro líneas esenciales:

• Diversidad y Accesibilidad – Con la promoción del incremento del área verde disponible por habitante, mientras incrementando la diversidad de tipologías de espacios, con una mayor garantía de asequibilidad a diversas escalas, en un enfoque dirigido a la movilidad sostenible y para todos.

• Protección y Promoción del Patrimonio Natural y Paisajístico – Orientada a la protección y promoción de espacios existentes, mientras garantizando que la expansión urbana salvaguarda el patrimonio más relevante;

• Envolvimiento activo de la comunidad local – Con acciones que favorezcan la participación de la población, a distintos

Final Remarks

Bragança's Green Plan is an innovative tool in the Portuguese context and may become a predecessor to a new perspective on open spaces, aiming at increasing the benefits resulting from the presence of those spaces in urban daily life, while helping to build sustainable cities.

Although the work developed so far is an essential contribute to the existent knowledge and intervention on the complex urban reality, it will be the implementation of the Plan, in both its spatial and strategic dimension, that will ultimately determine this plan outcome. Local Municipality active engagement with this initiative, can be seen as a positive and relevant sign that this project can be successful.

niveles, de la planificación hasta el cuotidiano de los espacios verdes.

• Gestión Integrada de los Espacios Verdes – Con la definición de herramientas de apoyo a la concretización del Plan Verde, en un contexto de sostenibilidad.

Consideraciones Finales

El Plan Verde de la ciudad de Bragança se asume como un instrumento innovador en el contexto Portugués y podrá constituirse como un elemento precursor de una nueva lectura sobre los espacios libres, orientada a incrementar el valor funcional de estos espacios en el cuotidiano urbano, en beneficio de sus poblaciones y de la construcción de ciudades sostenibles.

Aunque el trabajo realizado hasta el momento sea en sí mismo una importante contribución para la comprensión y intervención en la compleja realidad urbana, será la ejecución practica del mismo, en sus vertientes espacial y estratégica, que de cierto determinará el grado de suceso de esta iniciativa. Debe, en todo caso, realzarse que desde el primer momento el Municipio de Braganza se asume como el promotor y principal entusiasta de esta iniciativa.

Referencias **References**

1. UNEP (2007) World Urbanization Prospects: the 2007 Revision. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat. New York [Acedido em 2 de Junho de 2008].http://esa.un.org/unup/.

2. Madureira, H., (2005). Paisagem Urbana e Desenvolvimento Sustentável - Apontamentos sobre uma Estreita Relação entre Geografia, Desenvolvimento Sustentável e Forma Urbana. Em Actas do X Colóquio Ibérico de Geografia. 22 a 24 de Dezembro de 2005, Evora.

3. Bolund P, Hunhammar S, (1999). Ecosystem services in urban areas. In Ecological Economics 29, 293–301.

4. Douglas, I., (1983) The urban environment. Edward Arnold, London.

5. Givoni, B., (1991) Impact of Planted Areas on Urban Environmental Quality: a review. Atmospheric Environment Part B. Urban Atmosphere 5(3), 289-299.

6. Oke, T., (1987) Boundary layer climates. Routledge, Second Edition, London & New York.

7. Melo, O., (2000) Ambiente urbano e espaços verdes: uma perspectiva geográfica sobre a cidade do Porto. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto.

8. Freire, R., (2005) Los espacios verdes urbanos en A Coruña. In Instituto Universitario de Estudios e Desenvolvemento de Galicia (ed.) Documentos de traballo de xeografia, Universidad de Santiago de Compostela Nº17, 7-54.

9. Tyrväinen. L., (1996). The amenity value of the urban forest: an application of the hedonic pricing method. In Landscape and Urban Planning, 37, 211-222.

ESAZU. hacer acera

Autor/es: Claudia Pennese, Olatz Grijalba, Amaia De la Calle

Institución: Grupo de Investigación Calidad de Vida en Arquitectura, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Abstract

This paper deals with a different way of city making, evaluating the existing city and over all having into account the citizens. We will present our proposal developed for "Repensar Bon Pastor" idea contest, for zero eviction and participatory remodelling of this popular district of Barcelona.

The main objective was to create new ways of knowing and massive participation as base for neighbourhood rehabilitation. We proposed participatory model starting with specific acts for the inauguration and to spread the information in order to involve all residents in a long-term process.

At the same time, as a result of the analysis of physical and anthropological information provided by the organizers of the competition, we set out the challenges and opportunities in the neighbourhood defining the base objective for rehabilitation. We formulated the guidelines for a participatory iterative city making processes focused on urban improvements and housing renovation based on self-construction.

El contexto físico y social

El trabajo que se presenta, nace en el contexto del Concurso Internacional de Ideas Repensar Bon Pastor, convocado por la Alianza Internacional de Habitantes, en el marco de las Jornadas Mundiales Cero Desalojos 2009.

Se trata de una remodelación participativa y con cero desalojos del barrio Bon Pastor de Barcelona, España. El concurso propone una acción reflexiva e investigadora sobre las posibilidades de intervenir en la ciudad y transformarla, no desde una posición externa, que impone "soluciones" a los habitantes y los relega a un papel de usuario, sino desde el interior de las características identitarias del barrio: carácter histórico, arquitectónico, urbanístico y socio-antropológico.

Así, la propuesta se compone de una fase de toma de conciencia y conocimiento de la situación actual del barrio, desde el punto de vista físico y social; de la definición de la estructura de un proceso participativo que sustente, a corto plazo, la rehabilitación del barrio y, a largo plazo, la (auto)gestión de su mantenimiento y de su transformación; y, por último, de una propuesta urbanístico/ arquitectónica que se propone como "incompleta", abierta a ser modificada por la intervención activa de toda la ciudadanía implicada.

El Barrio de Bon Pastor está situado en el distrito de Sant Andreu, en el límite norte de Barcelona, en la orilla del río Besós. Se trata de un barrio de Casas Baratas compuesto por 784 viviendas de protección oficial en alquiler, que fueron construidas en 1929 por el Instituto Municipal de la Vivienda para realojar a los inmigrantes españoles de los años 30 asentados en chavolas de las laderas de Monjuic. Eran casas construidas con materiales de poca calidad y situadas a las afueras de la ciudad en entornos sin urbanizar. (Fig.1)

Durante todos estos años, mediante el trabajo conjunto de los vecinos, se han arreglado las calles y el espacio publico en general. Las casas, sin embargo, se han ido rehabilitando de manera dispar, generando

The physical and social context.

The work presented here, was born in the context of the International Competition of Ideas Rethinking Bon Pastor, organized by the International Alliance of Inhabitants, in the framework of the World Zero Evictions 2009.

This is a participatory remodelling and with zero evictions of Bon Pastor district in Barcelona, Spain. The contest offers a reflexive action and research on the possibilities of intervening in the city to transform it, not by an external, imposed "solutions" to inhabitants and relegated to a user role, but from the inside of the neighbourhood's identity characteristics: historical, architectural, urban, and socio-anthropological.

The proposal consists of a phase of knowledge of the current situation in the neighbourhood, from a physical and social point; from the definition of the structure of a participatory process to support the short-term rehabilitation of the neighbourhood, and in the long term, the auto maintenance management and processing; and, finally, a urban / architectural proposal given as "incomplete", and (able to be altered by the active participation of all citizens involved.

Bon Pastor Neighbourhood is located in the district of Sant Andreu, on the northern edge of Barcelona, on the bank of the river Besos. (This is) It's a neighbourhood of cheap housing made up of 784 housing units for rent, (which were) built in 1929 by the Municipal Institute of Housing to relocate the Spanish immigrants settled in the 30 shacks on the slopes of Montjuic. Houses were built with low quality materials and they were situated on the outskirts of the city, without any urban service.

During these years, the combined efforts of neighbours managed the streets and public spaces in general. The houses, rehabilitated unevenly, created an imbalance between the tenants: after the war, many residents rehabilitated their own homes independently and helping each other; others rehabilitated them later with the help of the administration,

Fig. 1. Bon Pastor hoy Bon Pastor today

así una situación de desequilibrio entre los arrendatarios: después de la guerra, muchos vecinos rehabilitaron sus propias casas autónomamente y ayudándose mutuamente; otros los rehabilitaron mas tarde con ayuda del Patronado, comportando esto un aumento del alquiler a pesar de la dudosa calidad de las obras; y en los años 80, algunas de las casas que no habían sido rehabilitadas quedaron vacías y fueron destinadas al realojo de inmigrantes de distintos países, con alquileres muchos más altos con respecto a los originarios, a pesar de las malas condiciones de las viviendas.

También al tejido social, actualmente es sensiblemente diferente con respecto al original: una parte de su población está constituida por los descendientes de los primeros ocupantes, y un alto porcentaje, por gitanos e inmigrantes extracomunitarios llegados en los años 70 y 80. Por otra parte, el crecimiento de la ciudad ha hecho que el barrio se incorpore a la trama urbana de Barcelona (ha llegado el metro), revalorizándose así el barrio y su entorno.

En este contexto de desigualdad y tensión, llegó la propuesta del Ayuntamiento de derribo integral de las casas baratas y de realojo de los vecinos en pisos de nueva construcción de bloques en altura. La oferta económica para la adquisición de las nuevas viviendas resultó ser muy desfavorable para los actuales habitantes, así que un grupo de vecinos se reunió en una asociación en contra del Plan de Remodelación: Avis del Barri. Esta asociación se contrapuso a la Asociación de Vecinos que apoyó el Plan de derribo y, de esta confrontación, nació una consulta popular no vinculante que llamó a

producing a rent increase despite the questionable quality of the works.

During the 80s, some of non rehabilitated and empty houses were used for the resettlement of foreigner immigrants with higher rents compared to the original, despite the poor conditions of housing.

Also to the social structure is nowadays significantly different from the original: parts of its population is descendants of first occupants, and a high percentage, gypsies and immigrants arrived in the 70s and 80s. Moreover, the growth of the city incorporated the district into the urban fabric of Barcelona, by the metro line, for instance, appreciating the neighbourhood and its surroundings.

In this context of inequality and tension, the City government proposed the integral demolition of cheap houses and the relocation of residents in newly built flats. The financial offer for the purchase of new housing was very unfavourable to present inhabitants, so a group of neighbours gathered in a partnership against the Redevelopment Plan: Avis of Barri. In opposition, another neighbourhood association supported the demolition plan. In this confrontation context, it was proposed a non-binding referendum for the acceptance or rejection of the demolition plan.

The proposal for the demolition won, but we must consider that the "radicalism" of the vote, "YES or NO", leaved out thoughts, attitudes and moods much more complex and varied. More, it was not representative of the social reality of the neighbourhood and of the specific wishes of the neighbours, as demonstrated later in the anthropological study conducted

Fig. 2. ¿conflictos?
conflicts?

contestar con un SI o con un NO, la aceptación del plan o su rechazo. (Fig.2)

Ganó el SI, pero hay que considerar que la "radicalidad" del voto, "SI o NO", dejó fuera pensamientos, posturas y estados de animo mucho más complejos y variados. No solo esta consulta no fue vinculante, sino tampoco representativa de la realidad social del barrio y de los deseos concretos de los vecinos, tal y como se ha demostrado después, en el estudio antropológico realizado en el barrio.

En realidad, algunos vecinos no quieren perder la calidad de vida que la tipología del barrio supone: una casa individual en directa relación con el espacio público a escala humana, compartido por todos los vecinos, que impulsa la convivencia y las relaciones vecinales, muy difíciles de conservar en la tipología planteada por el Ayuntamiento.

La propuesta HACER ACERA se compone de la individualización y definición de un proceso participativo no convencional y abierto, y define una "solución" urbanístico/ arquitectónica acorde con este espíritu plural, inclusivo, no definitivo, siempre discutible y modificable.

El proceso participativo

El proceso participativo que se propone huye de los modelos finalistas que caracterizan las propuestas institucionales, y persigue prácticas "contra corriente" para la definición de una "metodología" capaz de abrir nuevas,

In fact, some of the inhabitants did not want to lose the quality of life that this type of neighbourhood gave them: individual houses in direct relation with public human-scale space shared by all neighbours, promoting coexistence and neighbourly relations, very difficult to preserve in the typology proposed by the City Council.

The proposal HACER ACERA (to make sidewalk) consists of the individuation and of the definition of a unconventional and open participatory process, and defines an urban / architectural "solution" in accord with this plural, inclusive, open, arguably and always modifiable spirit.

The participatory process

The participatory process that we propose flees from the final model that characterized the proposals and the regulations of municipalities and institutions, and pursues "upstream" practices to define an open "methodology" able to open new, unpublished and manifold possibilities. It starts from some of the problems identified with the aim of lifting and enhancing the opportunities involved.

Residents of Bon Pastor voted "yes" to the referendum because of the lack of information, for the sense of imposing transmitted by the plan, for the distrust in institutions, caused by generational and ethnic conflicts exploited by the authorities,

inéditas y múltiples posibilidades. Parte de los problemas detectados, con el objetivo de potenciar las oportunidades que conllevan.

Los vecinos del Bon Pastor aceptaron la propuesta de derribo por falta de información, por la sensación de imposición que le transmitía el plan, por su desconfianza en las instituciones, por problemas generados por los conflictos generacionales y étnicos instrumentalizados por las autoridades, por el nivel de inseguridad que la alta tasa de paro determina en mujeres y hombres, por estar acostumbrados a que las intervenciones "publicas" respondan a los requerimientos del capital, por falta de formación sobre al derecho a participar y a la conciencia de una participación que sea ciudadana y no individual.

Partimos de estos problemas en busca de oportunidades. La oportunidad de plantar, en este terreno revuelto, una semilla de conciencia colectiva, un germen educador, para que broten plantas y para que estas puedan florecer y difundirse con el cuidado necesario, en este caso a través de un proceso participativo abierto. Para ello se propone un proceso compuesto de cuatro fases entrelazadas entre si: fiesta, información, organización, realización.

Uno de los objetivos mas importantes es lograr una participación masiva, que todo el vecindario este informado, que se involucre, y se sienta orgulloso de lo que se va ha hacer. Este proceso debe comenzar olvidando la crispación y la decepción creadas por la situación anterior. Debe ser constructivista, positivo, y unir a los vecinos. Por tanto, se comenzará con una gran fiesta, que ocupe físicamente todo el barrio. Una fiesta como

for the level of insecurity determined by high unemployment rate, because they were used to consider the public intervention as a capital requirement, and for the lack of information on the right to participate and on the conscience of a plural and not individual participation.

These were the problems. For this project it is important to consider problems as opportunities: the opportunity to plant in this troubled land, a seed of collective consciousness, a educator germ, to sprout plants that could flourish and spread with the needed care, through an open participatory process. We proposed a process composed of four phases intertwined with each other: party, information, organization, and implementation.

One of the most important objectives is to achieve mass participation, so that the whole neighbourhood can be fully informed, get involved, and proud of what is going to do. This process should start forgetting the tension and disappointment created by the previous situation. It must be constructive, positive, and it must connect neighbours. Therefore, it starts with a big party, physically occupying the entire neighbourhood, as a symbolic moment of occupying the public space.

What is proposed with the other stages is a methodology for self-management of the neighbourhood and self building of its public and private spaces, where the citizenry is an active and creative entity, and not a passive recipient, giving more value to the use of spaces than to the property of spaces and considering needs and wishes as a positive power to develop.

Fig. 3. hacia una conciencia colectiva... towards a collective consciousness...

momento simbólico de toma del espacio público. (Fig.3)

Lo que se propone, a través de las demás fases, es una metodología para la autogestión del barrio y la autoconstrucción de sus espacios públicos y privados, en donde la ciudadanía es un ente activo y creador y no un receptor pasivo, y donde se premia el valor de uso con respecto al valor de propiedad, considerando necesidades y deseos como potencia positiva a desarrollar.

Para lograr que todo esto funcione, la toma de conciencia inicial, la fiesta, es un momento necesario pero ampliamente insuficiente. Lo que se necesita es un proceso formativo e informativo continuo que involucre no solo a la ciudadanía sino a técnicos y administradores directamente implicados. No se trata de simple información ni de consultas de opiniones, sino de que cada decisión sea tomada de forma compartida después de un proceso de conocimiento de los problemas a afrontar y de las alternativas existentes. Los diferentes agentes tienen que interactuar para definir adonde quieren llegar, concientes de que "la solución" no existe, y que cada alternativa tiene que contener una síntesis de los datos técnicos, cuestiones económicas, decisiones políticas y exigencias sociales. Solo de esta forma la participación, la autogestión y la autoconstrucción se pueden desarrollar como procesos de aprendizaje continuos y pueden llegar a definir soluciones abiertas e incluyentes, capaces de satisfacer los deseos de todas y todos.

El lugar físico de referencia de todo el proceso es el taller vecinal. Se trata de un espacio común desde donde mantener viva la participación y la implicación vecinal. Aquí se organiza y gestiona la rehabilitación del barrio a corto y largo plazo, controlando el mantenimiento de los espacios públicos y de las viviendas en el tiempo; se almacenan materiales, recogidos sobretodo de las fábricas abandonadas de alrededor que se prevé derribar, para poder reemplearlo en "amueblar" el espacio público y ampliar las viviendas. Constituye, además el punto de referencia para las cooperativas de trabajo

The festival, like a moment to build the initial awareness, is necessary but far from sufficient. What is needed is a continuous training and information process that involves not only citizenship, but also technicians and managers directly involved. It is not just information or consultation of opinions, but each decision has to be taken on shared basis, after a process of understanding problems and alternatives existing. The different actors have to interact to define where they want to arrive, knowing that the "solution" does not exist, and that each alternative must contain a summary of technical and economical data, political decisions and social requirements. Only in this way the participation, the self-management and the self-construction can be developed as a continuous learning process and it is able to define open and inclusive solutions capable of satisfying the wishes of everyone.

The physical place of reference of the whole process is the neighbourhood workshop. It is a common area where the citizens keep alive the participation and neighbourhood involvement. Here it is organized and managed the rehabilitation of the district in the short and long term, controlling the maintenance of public spaces and housing.

In the workshop are stored materials, mainly collected in abandoned factories, to be used to "furnish" the public space and to expand housing.

It is also the benchmark for cooperatives that will give employment to the residents, retirees and unemployed, each one free to contribute with his knowledge and to share skills in a collective and paid work. In the neighbourhood workshop different events are organized: lectures, discussions, workshops, joint work on models and plans with the objective of information, education and continuous learning and to achieve a real self-management, conscious and never arbitrary.

The project

The urban / architectural "solution" proposed wants to shape a polyphonic

que darán empleo a los vecinos, jubilados y desempleados, cada uno libre de aportar sus conocimientos y compartir sus habilidades con los demás en unas labores colectivas, pero remuneradas, de auto construcción del propio hábitat. Con este objetivo de información, educación y aprendizaje continuo, en el taller vecinal se organizan eventos diferentes y perpetrados en el tiempo: charlas, debates, talleres, trabajos comunes sobre maquetas y planos...hacia una autogestión real pero, al mismo tiempo, conciente, nunca arbitraria.

El proyecto

La "solución" urbanístico/arquitectónica propuesta pretende configurar un espacio polifónico y transformable, que potencie la formación y conservación de una conciencia colectiva. En lugar de definir una forma de vivir para imponérsela a los usuarios, propone una posibilidad de ser un espacio a completar por la ciudadanía. El espíritu general de la propuesta, de indefinición, de adaptabilidad a exigencias y deseos diferentes y variados, de autogestión y autoconstrucción, influye a nivel urbanístico y a nivel arquitectónico.

A escala de barrio se liberan las calles de los coches y se restituyen a los peatones a través de la construcción de dos aparcamientos subterráneos y de la consiguiente creación de la supermanzana. El suelo público así "liberado", es tratado con un acabado de desechos, zonas verdes y partes inacabadas a transformar por los vecinos, y se extiende por todo el barrio constituyendo su nuevo tejido conectivo. Un tejido entrelaza física y socialmente todo Bon Pastor y establece relaciones inéditas y abiertas entre los edificios y las personas que lo habitan.

El proceso de rehabilitación de las viviendas se compone de unas intervenciones comunes a todas, que solucionarían los problemas de salubridad de las casas, pero que, por otra parte, tiene en cuenta la posibilidad de que cada una sea diferente de las demás. Cada vecino puede personalízala, ampliarla y adaptarla a sus necesidades especificas con la ayuda de los demás a través de la

and transformable space, to enhance the formation and maintenance of a collective consciousness. Instead of defining a way of life to be imposed on users, it offers a chance for a space modifiable by the people. The general spirit of the proposal, the uncertainty, the adaptability to different needs and desires, the self-management and the self-construction, have an influence on the architectural and urban level.

At the neighbourhood level the streets are free of cars, pedestrians ways are restored through the construction of two underground car parks and the subsequent creation of superblock. The public "liberated" land is treated with building demolition material recycled for pavements, while green spaces and unfinished parts will be transformed by the neighbours, extending all around the neighbourhood to form a new connective fabric. A fabric that intertwine physically and socially all Bon Pastor and provides unprecedented and open relationships between buildings and people who live there.

The rehabilitation process of the housing consists of different interventions, some of them common to all, as to solve sanitary problems of the houses, and on the other hand taking into account the possibility that each house is different from the other. Each resident can customize his house, expanding and adapting it to specific needs with the help of others through cooperative work. In this way it's possible to obtain, at urban level, diversity in the uniformity, reinterpreting the homogeneity of the houses representative of a culture of control, segregation and approval.

Each resident can distribute, in this way, the ground floor and extend his home on the first floor, in accordance to his needs, desires and means. Thus, the structure of new houses is based on the culture of self-management, self-construction and cooperation between neighbours.

Eventually, streets and original buildings will mutate according to the nuances existing among its inhabitants; the district will turn into polyphonic, and on the streets it will sound a melody that speaks of accepting

cooperativa de trabajo. De esta forma se obtiene, a nivel urbanístico, una diversidad en la uniformidad característica de los barrios obreros, que reinterpreta la homogeneidad de las viviendas, representativa de una cultura de control, segregación y homologación. (Fig.4)

Cada vecino puede ahora distribuir la planta baja y ampliar su casa en la planta primera en acorde a sus exigencias, disponibilidades económicas y deseos. De esta forma la estructura misma de las nuevas viviendas participa de la cultura de autoconstrucción y colaboración entre vecinos. (Fig.5)

Con el tiempo, calles y edificios originarios mutarán de acorde a los diferentes matices que se dan entre sus habitantes; el barrio se hará polifónico, y en sus calles sonará una melodía que nos habla de la acogida de la diversidad y de su puesta en valor como potencialidad positiva.

diversity and of its value as a positive potential.

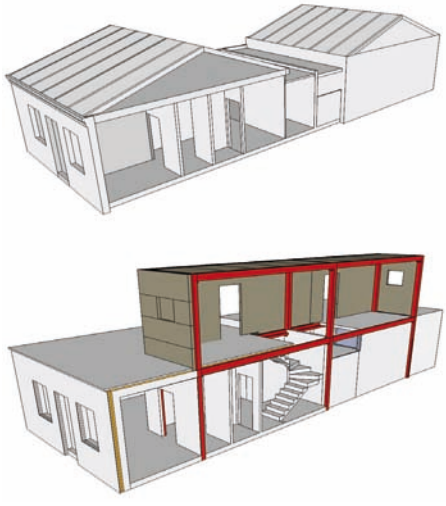


Fig. 4. Esquema de la rehabilitación básica para las viviendas. Basic house rehabilitation scheme..

Fig. 5. Transformando...
Transforming...

análisis de sostenibilidad de un barrio urbano residencial y propuestas de mejora de cara a su rehabilitación. Barrio “Pintores montañeses” santander

sustainability analysis of an urban residential district and improvement proposals towards its rehabilitation. “Pintores montañeses” district. santander

Autor/es: Cruz Rivas Fachal, Javier Romero Soto y Elena Valenzuela García.

Institución: Arquitectos

Abstract

We study an urban housing district in Santander city from the point of view of sustainability and propose rehabilitation solutions.

CURRENT CONDITION

680 social housings from the seventies, a clearly defined linear east-west district, north slope. Two types of buildings with semibasement, ground and three floors: a square one (4 housings/floor), and a linear one (2 housings/floor attached portals).

SUSTAINABLE REHABILITATION PROPOSAL

• Mobility: traffics and parking rationalization, accessible pedestrian itineraries, ramps and elevators for buildings.

• Free spaces: green zones, permeable soil and sunny exterior stays increases, sustainable gardens.

• Uses: small business premises in ground floors, useful surface increase (galeries).

• Bioclimatism: greenhouse effect, crossed ventilation, day and night estrategies for winter and summer.

• Construction: walls, lower floor and roofs isolation (cellulose), semibasements waterproofing, double glass windows.

• Instalations: rainwater tanks, “district heating” thermal power station, pneumatic residues withdrawal.

• Renewable energies: solar panels and biomass for thermal comfort and water heating, miniwind and photovoltaic for elevators and pneumatic withdrawal.

• Residues: selective withdrawal, organic compost.

Conclusions:

• Comparing sustainability results in current and proposal conditions, the action efficiency level is high.

• We can´t extrapolate the solutions, but the metodology can be used for other districts.

Hemos estudiado desde el punto de vista de la sostenibilidad el estado actual de un barrio existente de la ciudad de Santander, teniendo en cuenta todos los factores, y propuesto soluciones de rehabilitación, concluyendo en qué grado se lograría la mejora si éstas se llevaran a cabo.

We have studied from the point of view of sustainability the current condition of an existing district in the city of Santander, bearing in mind all its factors, and proposed rehabilitation solutions, concluding in what degree the improvement would be achieved if they were carried out.

Fig. 1. Foto aérea de la zona de actuación..
Air photo of the action zone.

Se trata de un barrio residencial de viviendas de protección oficial de los años 70 de la ciudad de Santander. Tiene una clara definición como barrio, para trabajar en todos los grupos de factores que mejorarían la sostenibilidad. La "edad" de la actuación, con los cambios en la ciudad, las normativas aplicables en la construcción y las necesidades de la sociedad desde que se desarrolló, hace necesaria su mejora de cara a una adecuación al entorno y a la calidad de vida exigible para su mantenimiento como barrio.

This is a residential district with social housings built during the seventies in the city of Santander. It is very clearly defined as a district, so we can work on every group of factors that would improve the sustainability. The "age" of the action, with the changes in the city, the applicable regulations in construction and the society needs since it was developed, makes necessary its improvement in order to an adequacy to the environment and the demanded life quality for its mainteinance as a neighborhood.

El Análisis Del Estado Actual

Los datos de partida se desprenden del trabajo de campo y del proyecto original. Nos centramos en la tipología de bloque longitudinal: dos viviendas por portal, doble orientación con fachadas norte y sur.

Los accesos son por el sur, a donde se orientan la cocina y 2 dormitorios, mientras el salón, un dormitorio, el baño y el tendedero dan al norte. La planta semisótano ha sufrido varias reparaciones, motivadas por la humedad y problemas con el saneamiento. Se utiliza calentador de butano para el ACS, no hay calefacción. Las carpinterías de madera están deterioradas.

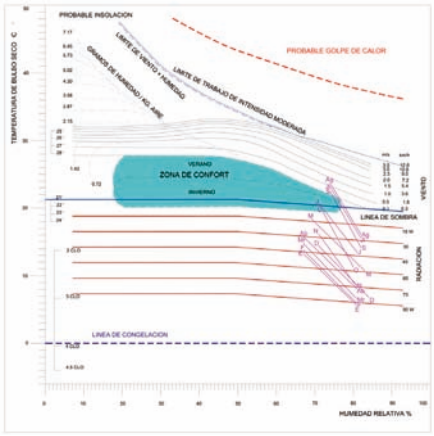
The current condition analisys

The basis information comes from the fieldwork and the original project. We centre in the longitudinal block tipology: two housings per portal, double orientation with north and south fronts.

The accesses are south, where the kitchen and two bedrooms are orientated, whereas the living-room, one bedroom, the bathroom and the clothes lines face north. The semibasement floor has had several repairs, caused by the dampness and drainage problems. They use a butane water-heater, and there is no heating system. The wooden window frames are spoilt.

Climogramas

Climograms



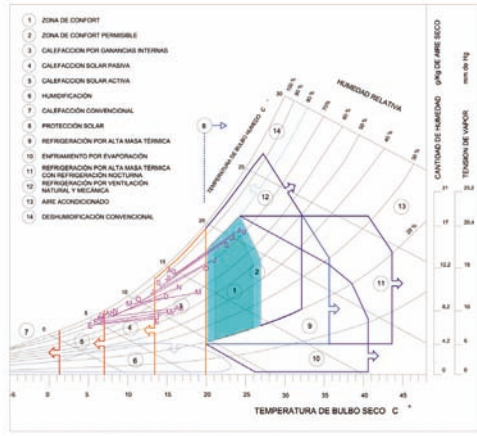


Fig. 2.

OLGYAY: ambiente exterior.

Meses fríos:

Necesitamos radiación solar para alcanzar el confort.

Meses cálidos:

En los mediodías de junio necesitamos sombreamiento.

En las horas centrales y mediodías de los meses de julio, agosto y septiembre necesitamos sombreamiento y en algunas horas ventilación natural.

OLGYAY: exterior environment.

Cold months:

We need solar radiation to reach comfort.

Hot months:

In the middays of June we need shading.

In the central hours and middays of the months of July, August and September we need shading and sometimes natural ventilation.

GIVONI: ambiente interior.

Meses fríos:

Necesitamos calefacción solar pasiva.

En las noches frías de enero, febrero, marzo y diciembre necesitamos también calefacción solar activa.

Meses cálidos:

Necesitamos protecciones solares los mediodías y las horas centrales de julio, agosto y septiembre, y mediodías de junio.

Durante las horas centrales de mayo, junio, octubre, y mediodías de marzo y abril, llegaremos al confort mediante las ganancias térmicas internas debidas a la ocupación.

GIVONI: interior environment.

Cold months:

We need solar passive heating.

During cold nights of January, February, March and December we also need solar active heating.

Hot months:

We need solar protections in the middays and central hours of July, August and September, and middays of June.

During central hours of May, June, October, and middays of March and April,we reach comfort with the thermal internal earnings due to occupation.

Vientos

Observamos las rosas mensuales de frecuencias del viento en los meses de enero y julio, representativos de las condiciones extremas de invierno y verano:

Meses fríos: dirección predominante sur-suroeste, de fuerza variable. Porcentaje de calmas: 33 %.

Winds

We observe the wind frequency monthly roses in the months of January and July, representative of winter and summer extreme condicions:

Cold months: predominant direction south-southeast, variable force. Calmness percentage: 33 %.

Meses cálidos: dirección predominante nor-noreste, abundantes brisas. Porcentaje de calmas: 21 %.

Soleamiento en edificaciones

Se ha analizado el soleamiento de las fachadas para ver las posibilidades de captación solar, en los 2 bloques tipo: de 1ª línea y de 2ª línea. Sacamos las tablas de horas de sol que reciben las distintas fachadas en cada planta en fechas representativas. Toda estancia debería recibir al menos dos horas de radiación solar al día.

Hot months: predominant direction north-northeast, abundant breezes. Calmness percentage: 21 %.

Solar capture in buildings

The sun in fronts has been analyzed to see the solar capture possibilities, in both block types: 1st line and 2nd line ones. We extract the schedules of sunny hours received on different fronts in each floor in representative dates. Any stay room should receive at least two hours of solar radiation each day.

Fig. 3. Tablas de horas de soleamiento por fachadas y plantas de 22 de diciembre y 22 de junio en bloques de 2ª linea.
Sunny hours schedules for each front and floor in the 22nd of December and the 22nd of June in 2nd line blocks.

• Las viviendas de los bajos en bloque de 2ª línea en diciembre no reciben sol.

• Gracias a la doble orientación el calor captado por el sur se lleva al resto de estancias. Sin embargo el salón-comedor está al norte, mientras habitaciones y cocina dan al sur.

Soleamiento en urbanización

Elegimos para su análisis dos zonas de estancia exterior, extrayendo las "máscaras" de sombreamiento a lo largo del año:

• The housings in the ground floors in 2nd line blocks don´t receive sun in December.

• Due to double orientation the captured heat from the south is lead to the other rooms. However, the living-room is in the north, while bedrooms and kitchen are in the south.

Solar capture in urbanization

We choose and analise two exterior stay zones, extracting the shading "masks" along the year:

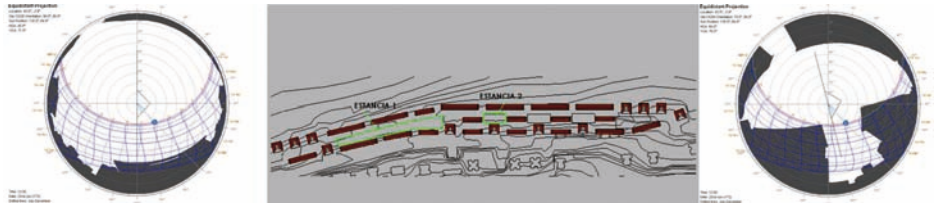


Fig. 4.

Estancia 1:

DICIEMBRE Y ENERO: sol 15:00-16:30.

FEBRERO Y NOVIEMBRE: sol 14:30-16:50.

DE MARZO A OCTUBRE: los edificios de la primera línea no proyectan sombras significativas.

Stay 1:

DECEMBER & JANUARY: sun 15:00-16:30.

FEBRUARY & NOVEMBER: sun 14:30-16:50.

MARCH TO OCTOBER: the first line buildings don´t make significative shadows.

Estancia 2:

DICIEMBRE Y ENERO: sol 10:00-13:00, discontinuo.

FEBRERO, MARZO, OCTUBRE Y NOVIEMBRE sol 10:30-13:30.

ABRIL, MAYO, JUNIO, JULIO, AGOSTO Y SEPTIEMBRE: sol 11:00-13:00 y unas 2 horas por la tarde, aumentando hasta el solsticio de verano, con soleamiento continuo 11:00-19:20.

Stay 2:

DECEMBER & JANUARY: sun 10:00-13:00, discontinuous.

FEBRUARY, MARCH, OCTOBER & NOVEMBER: sun 10:30-13:30.

APRIL, MAY, JUNE, JULY, AUGUST & SEPTEMBER: sun 11:00-13:00 and 2 hours in the afternoon, growing until summer solstice, with continuous sun 11:00-19:20.

Urbanización en su conjunto

El estado general de conservación del barrio es aceptable. No hay mezcla de usos. La proporción de espacios libres es adecuada, pero con zonas muy divididas y arbolado escaso. Destacan dos amplias zonas verdes, cuyo uso no se gestiona adecuadamente. Aparcamiento en tramos en batería en fachadas sur, y en hilera en traseras de semisótano. También hay un recinto reservado a aparcamiento.

Circulación viaria: el tráfico rodado es exclusivamente interno, hay un sólo vial de acceso con circulación a partir de él hacia los dos lados, y un solo sentido salvo en fondos de saco para aparcamiento. El acceso a la parte nororiental se produce por un vial estrecho que cuesta localizar.

Accesibilidad y movilidad: dada la pendiente transversal, hay pocos itinerarios peatonales accesibles. Los edificios tienen escalones incluso a planta baja. Hay 5 paradas de autobús.

Energías e instalaciones: no existe calefacción, aprovechamiento de las aguas de lluvia ni reciclaje de aguas grises. La evacuación de aguas pluviales y fecales se unifica en semisótano.

Residuos: la recogida de residuos sólidos se realiza en contenedores selectivos. El acceso de los camiones entorpece el tráfico y es fuente de contaminación acústica.

Urbanization as a whole

The general mainteinance condition of the district is acceptable. There is no uses mixture. The free spaces proportion is good, but with highly divided zones and not enough trees. Two big green zones stand out, but their use is not correctly managed. Battery parking by south fronts, and in row beside semibasements. There is also an enclosure reserved for parking.

Road circulation: the vehicules traffic is exclusively internal, there is only one access road with circulation from it to both sides, one way except in no way out roads for parking. The access to northeast zone is a very narrow road that is difficult to find.

Accessibility and mobility: because of the transverse slope, there are a few accesible pedestrian itineraries. The buildings have stairs even for ground floors. There are 5 bus stops.

Energies and installations: there is no heating, rainwater utilization or gray waters recycling. The sewage of rainwater and faecal water go together from semibasement.

Residues: the withdrawal of solid residues is done in selective containers. The trucks access obstructs traffic and causes acoustic pollution.

Edificación

El estado general es bueno. No hay accesibilidad para personas con movilidad reducida. No se produce un buen aprovechamiento térmico de la radiación solar. Las plantas semisótano están en malas condiciones, con humedades y deficiencias en el saneamiento. No hay aislamiento térmico.

Tipología de vivienda: salones y tendederos al norte. Un baño para 3 dormitorios. Superficie escasa.

Comportamiento energético: NO cumpliría con el CTE: hay cerramientos y particiones que sobrepasa la máxima transmitancia térmica admisible, la permeabilidad de huecos supera la máxima permitida, y existe riesgo de condensaciones superficiales. Certificación energética: clase E.

La propuesta de reforma

Estrategias derivadas del estudio bioclimático

Edificación: modificar los repartos, con los salones al sur. Colocar galerías al sur (invernadero). Pequeños locales comerciales en las plantas bajas que no reciben radiación solar.

Urbanización: mover el vial de las estancias analizadas al sur, desplazándolas hacia el norte. Introducir arbolado apropiado para control de vientos y sombras.

Building

The general condition is good. The buildings are not accessible for persons with a reduced mobility. There is not a good thermal utilization of solar radiation. The semibasement floors are in a bad condition, with damness and sewage deficiencies. There is no thermal isolation.

Housing tipology: living-rooms and clothes lines are in the north. One bathroom for 3 bedrooms. Little area.

Energetic behaviour: it WON´T pass CTE requirements: there are closings and partitions that exceed the maximum established thermal transmission, the openings permeability overcomes the maximum allowed, and there is risk of superficial condensations. Energetic certification: class E.

The reform proposal

Strategies derived from the bioclimatic study

Building: modification of the distributions, with the living-rooms in the south. Addition of galleries in the south (greenhouse). Small business premises in the ground floors that don´t receive solar radiation.

Urbanization: movement of the road of the analyzed stays to south, displacing them to north. Introduction of proper woodland to control winds and shades.

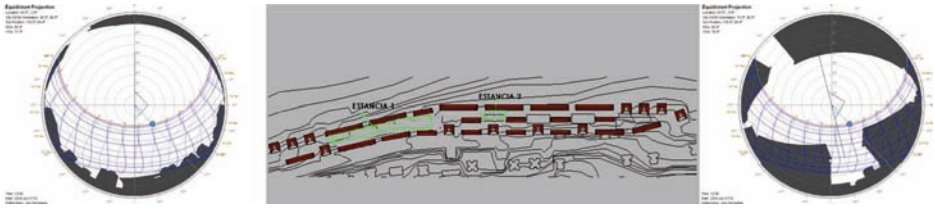


Fig. 5.

Estancia 1 desplazada
En invierno mejora exposición al sol en horas centrales del día.

Stay 1 displaced
In winter the sun exposure improves in the central hous of day.

Estancia 2 desplazada
No es posible mejorar el soleamiento en invierno.

Stay 2 displaced
It´s not possible to improve sun exposure in winter.

Urbanización en su conjunto

Se revitalizan los usos del espacio público, mejorando la calidad y la participación.

Viario: conectar la salida norte hacia el barrio colindante. Nuevo vial para mejorar el acceso a parte trasera oriental y parcela vacía de este extremo. Mejorar la señalización. Aparcamiento en la margen sur del viario, dejando la norte para uso peatonal. Pavimentar los aparcamientos con celosía de hormigón, para aumentar la superficie permeable al agua. Conseguir más itinerarios accesibles. Crear una galería registrable de instalaciones para las nuevas conducciones.

Urbanization as a whole

Public space uses are revitalized, improving its quality and participation.

Roads: connection of the north exit with the adjacent district. New road to improve the access to the back eastern part and the empty plot there. Improve the signposting. Parking in the south margin of the road, leaving the north one for pedestrian use. Paving of the parkings with concrete lattice, in order to increase the surface permeable to water. Obtaining more accessible itineraries. Creation of a registrable installations gallery for the new conductions.

Fig.6
Plantas de urbanización inicial y propuesta.
Initial and proposal urbanization plans.

Espacios libres: convertir el recinto para aparcamiento en zona verde. Espacios más unitarios. Zona deportiva y zona de juego de niños que sustituya la del extremo occidental en que ubicamos los "huertos sostenibles". Parcela libre oriental para las centrales de las instalaciones que introducimos.

Energías e instalaciones: nuevas instalaciones, con energías renovables. Colocar paneles solares térmicos. Central térmica de biomasa "district-heating". Alimentar los ascensores con energía minieólica / fotovoltaica. Recogida de agua de lluvia. Evacuación separativa.

Residuos: recogida neumática (energía compartida con ascensores). Compostaje de orgánicos.

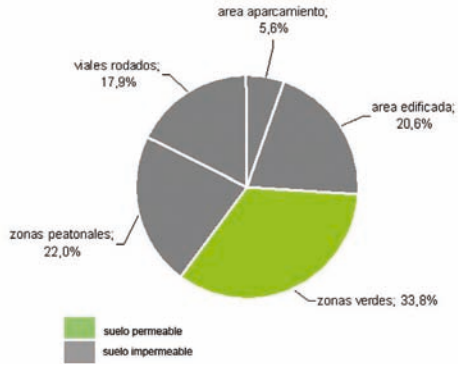
Principales parámetros urbanísticos: comparación con los iniciales:

Free spaces: change of the parking enclosure into a green zone. More unitary spaces. Sports zone and children´s games zone that substitutes the one in the west part in which we place the "sustainable gardens". East free plot to locate the new installations we introduce.

Energies and installations: new installations with renewable energies. Placement of solar thermal panels. Biomass power station "district-heating". Supply of the elevators with miniewind / photovoltaic energy. Rainwater withdrawal. Separative sewage.

Residues: pneumatic withdrawal (energy sharing with elevators). Organic residues compostage.

Main urban development parameters: comparison with the initial ones:



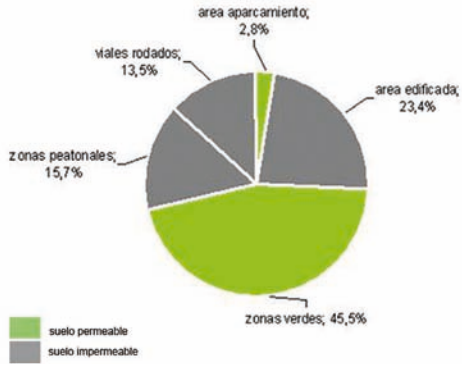


Fig. 7.

ESTADO INICIAL: 680 viviendas, 114 viv. / Ha
INICIAL CONDITION: 680 housings, 114 housings. / Ha

REFORMA: 648 viviendas, 109 viv. / Ha
REFORM: 648 housings, 109 housings. / Ha

Edificación

Drenaje e impermeabilización de semisótanos, sistema de evacuación separativo.

Aislamiento térmico: celulosa procedente de reciclado. Fachadas: insuflado en cámaras (5 cm.). Forjados: proyectado (6 cm., 10 cm. p. baja). Cubierta: mantas sobre forjado horizontal (10 cm.). Carpinterías de aluminio anodizado con r.p.t. y vidrios dobles.

Nuevo elemento adosado a fachadas sur sobre estructura independiente: funcionamiento bioclimático y conexión de nuevas instalaciones y fuentes de energía con las viviendas. Galería acristalada: acceso, expansión de salones y cocinas, invernadero (acumulación de calor de radiación solar y transmisión al interior). Con lamas en su extremo para tendedero. Parte superior con los paneles solares térmicos. Caja de ascensor: depósitos de acumulación de solar térmica, miniaerogeneradores y paneles fotovoltaicos para ascensores y recogida neumática. Lleva la conducción vertical del agua caliente procedente del intercambio de calor con la térmica de la central de biomasa.

Tipología de vivienda

Plantas semisótano con plazas de garaje de acceso norte y nuevas instalaciones (intercambiadores).

Building

Drainage and waterproofing of semibasements, separative sewage.

Thermal isolation: cellulose proceeding from recycling. Fronts: blown in chambers (5 cm.). Floors: projected (6 cm., 10 cm. ground floor). Roof: blankets on upper floor (10 cm.). Anodized aluminium window frames with break of thermal bridge and double glass.

New element leaned to south fronts on independent structure: bioclimatic functioning and connection of new installations and energy sources with the housings. Glazed gallery: access, living-rooms and kitchens expansion, greenhouse (solar radiation heat accumulation and transmission to the interior). With muds in the end for the clothes lines. Upper part with the solar thermal panels. Elevator shaft: tanks for solar thermal accumulation, miniwind generators and photovoltaic panels for elevators and pneumatic withdrawal. It shelters the vertical hot water conductions from the heating exchange with the one coming from the biomass power station.

Housing typology

Semibasement floors with north access parking lots and new installations (interchangers).

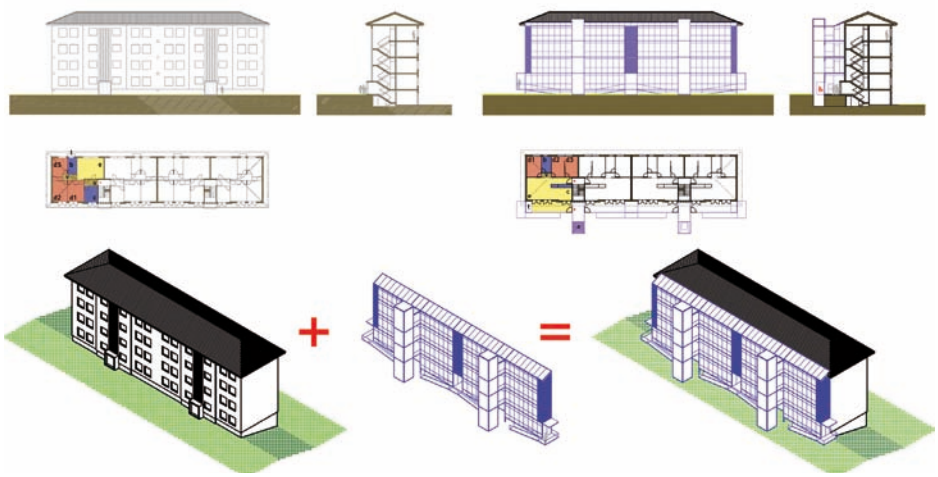


Fig.8
Edificación inicial y propuesta.
Inicial and proposal building.

Distribución de las viviendas: salones al sur, habitaciones al norte. Dos opciones de reforma, con uno ó dos baños. Posibilidad de habitaciones separadas por división móvil, aumentando la flexibilidad.

Accesibilidad: al nivel semisótano mediante rampas, ascensor exterior.

Comportamiento energético

No consideramos las galerías, que van a favor del ahorro energético. SÍ se cumpliría con el CTE. Certificación energética: clase A.

Valoración de sostenibilidad de estado inicial y propuesta de reforma

Para valorar de manera integral la sostenibilidad de la actuación, hemos utilizado la "Guía de la edificación sostenible para la vivienda en la Comunidad Autónoma del País Vasco", ya que recoge una extensa relación de buenas prácticas aplicables. A cada una de las medidas, desarrollada en una ficha, se le da una puntuación en varias áreas de impacto ambiental, y la suma de puntos otorgados permite obtener una valoración. Se pueden utilizar 7 tablas, según la fase a analizar.

Housings distribution: living-rooms in the south, bedrooms in the north. Two reform options, with one or two bathrooms. Possibility of mobile partition to separate bedrooms, increasing flexibility.

Accessibility: ramps for the semibasement level, exterior elevator.

Energetic behaviour

We don´t consider the galleries, and they are in the side of energy saving. YES, we would pass CTE. Energetic certification: class A.

Sustainability valuation of inicial condition and reform proposal

In order to value in an integral way the action´s sustainability, we have used the "Sustainable building Guide for housings in the Vasc Country", because it gathers an extensive list of applicable good practices. Each measure, developed in a card, gives a punctuation in some environmental impact areas, and the sum of granted points allows us to obtain a valuation. We can use 7 schedules, according to the phase to analyze.

We consider that all the measures would be applicable, and we value all the phases. We come to another indicator, the percentage

Consideramos que todas las medidas serían aplicables, y valoramos en todas las fases. Deducimos otro indicador, el porcentaje de la suma de puntos obtenidos sobre el total de puntos posibles a obtener, para hacer la comparación.

El planteamiento del barrio en su conjunto recibe una puntuación alta en lo que a su diseño general se refiere, ya que ha acertado en factores de ubicación, orientación, densidad...Las mayores deficiencias nos las encontramos en el campo de lo energético, ya que ni constructivamente ni a nivel de instalaciones se cumple con las medidas que procurarían buena puntuación. Así, tenemos una buena base para rehabilitar el barrio de manera sostenible, ya que las estrategias de mejora no son acciones drásticas sino soluciones muy directas sobre las construcciones y la estructura del barrio existentes.

of the sum of obtained points over the total possible points to obtain, so that we can compare.

The district as a whole exposition recives a high punctuation refering to general design, because it has succeeded in factors like location, orientation, density...Major deficiencies are in the field of the energetic thing, because not constructivly not at installations level it has the measures that would give a good punctuation. So, we have a good base to rehabilitate the district in a sustainable way, because the improvement strategies are not drastic actions but very direct solutions on the existing buildings and district structure.

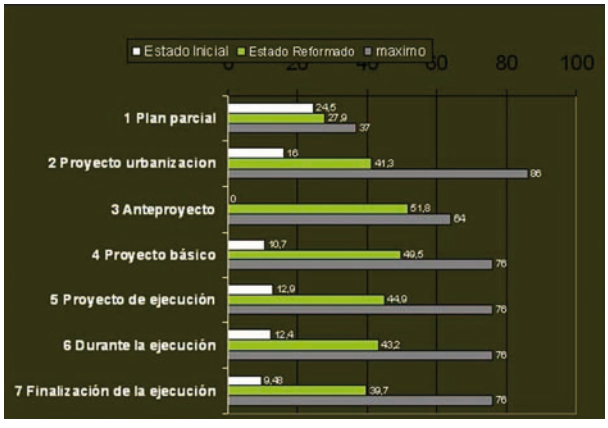


Fig.9
Tabla comparativa de resultados de la Guía para los estados inicial y reformado.
Comparative schedule of results of the Guide in inicial and reform conditions.

Conclusiones

Los mejores resultados son los de las tablas 1 y 3, correspondientes a plan parcial y anteproyecto. Hemos sido más capaces de aplicar medidas de sostenibilidad a nivel constructivo y urbano, y menos en cuestiones de ejecución. El resultado de conjunto es muy bueno.

Conclusions

The best results are in schedules 1 and 3, corresponding to urban planning and preliminary design. We have been more able to apply sustainability measures in construction and urbanization, and less in execution questions. The general result is very good.

zonas 30: una herramienta de urbanismo al servicio de la nueva cultura de la movilidad

30 km zones: an urban planning tool serving the new mobility culture

Autor/es: Miguel Mateos Arribas.

Institución: GEA21, S.L.

Abstract

Global warming, energy efficiency and sustainable development are major concerns shared by most European countries, with mobility as one of the main field for action to cope with these issues. Aware of it, the European Commission has recently highlighted the need to change towards a new mobility culture, which claims for a safer, more attractive and enjoyable public space where people are able to live, play, work and socialize. Urban planning is considered a major tool to achieve this vision, able to provide environments where people are put at first.30-kph-zones are seen as a promising tool, combining traffic management and urban design elements in order to slow traffic and provide safer and more attractive streets. Many cities are implementing 30-kph-zone strategies. Among them, Donostia-San Sebastian has recently started a plan to implement a network of 30-kph-zones and safe neighborhoods in the city. This plan is part of the CIVITAS-ARCHIMEDES project.

Introducción

El debate acerca de los límites de la velocidad del tráfico motorizado presenta dos posturas claramente diferenciadas. Por una parte estaría la concepción circulatoria del espacio urbano, que prima la circulación motorizada sobre el resto de funciones, vinculando los límites de la velocidad a la idea de maximización de la capacidad de flujo. Esta corriente es característica de una primera época tras la aparición del automóvil (Sanz, 2008), cuyos principios son aún hoy fácilmente observables en numerosas ciudades de nuestro entorno.

Frente a ésta se sitúa una visión basada en criterios de urbanidad, en la que el espacio público es entendido como un lugar también para la estancia, el juego y la socialización, y que por tanto aprecia en la velocidad, además de un incremento del peligro, una amenaza para dichas funciones (Sanz, 2008). Recientes interpretaciones de esta visión postulan que la limitación por defecto en las vías urbanas sea aquella que las hace compatibles con su función socializadora (20-30 km/h), debiéndose justificar cualquier intervención que contemple mayores velocidades (Living Streets, 2009).

Esta visión de los límites de la velocidad compatibles con lo urbano se sitúa en el corazón de lo que se ha venido a denominar la nueva cultura de la movilidad, surgida de la mano del concepto de sostenibilidad y su interpretación profunda en el ámbito del transporte.

La nueva cultura de la movilidad

La nueva cultura de la movilidad surge como reacción a la crisis ambiental, social y económica de las pautas de desplazamiento de personas y mercancías imperantes en la mayoría de los ámbitos urbanos. Con ella se pretende abordar los problemas de la movilidad desde una perspectiva transformadora que se extienden no sólo a los aspectos físicos, infraestructurales o técnicos sino también a las raíces sociales, económicas, psicológicas y comportamentales que conforman los problemas asociados al modelo vigente

Introduction

The discussion about the speed limits of motorized traffic accounts for two confronted perspectives. On the one hand there is a circulatory conception of urban space which prioritizes motorized traffic over the rest of its functions, linking speed limits to the idea of maximum capacity for traffic flows. This perspective is typical from a beginning stage after the appearance of automobiles (Sanz, 2008), and their principles can be easily seen today in a wide number of cities around us.

Confronted to it, there is a vision founded on urbanity criteria in which urban space is seen as a place also for staying, playing and socializing, and therefore speed is perceived, as well as a potential danger, a threat to those functions (Sanz, 2008). Recent interpretations of this vision claims that the default speed limit in urban areas should be that one that makes traffic compatible with the socializing function (20-30 km/h), and any intervention including speed limits above this should be conveniently justified (Living Streets, 2009).

This vision of speed limits compatible with urban life is at the heart of the so called new mobility culture, emerged from the sustainability concept, as a result of a deep interpretation of it within the transport sector.

The new mobility culture

The new mobility culture emerged as a reaction to the environmental, social and economical crisis of passengers and freight mobility patterns in most urban areas. Its aim is to approach mobility problems from a comprehensive transforming perspective reaching not only the physical, infrastructural and technical aspects of it but also the social, economical, psychological and behavioral dimension of the problems associated to actual mobility patterns (Sanz, 2008). With the sustainability concept as a reference, in the framework of the new mobility culture it is unavoidable to reflect about mobility limits itself. This reflection should be made bearing in mind the environmental and social

(Sanz, 2008). Con el paradigma de la sostenibilidad como referencia, la nueva cultura de la movilidad entiende como insoslayable una reflexión acerca de los propios límites de nuestra movilidad. En esa reflexión se han de tener en cuenta las consecuencias medioambientales y sociales, desde un enfoque transversal y participativo.

Las líneas maestras del nuevo modelo son (Sanz, 2008):

- Protección del peatón: mediante la aplicación del concepto de itinerarios peatonales

- Fomento de la bicicleta: partiendo de su aceptación institucional como modo de transporte

- Potenciación del transporte colectivo: dándole prioridad y aumentando su atractivo

- Restricción del automóvil: al aparcamiento y su circulación, pero también a disuadir de su posesión

- El control de la velocidad: reconociendo con ello la peligrosidad del automóvil en el ámbito urbano

La idea de una nueva cultura de la movilidad, defendida desde hace tiempo en ámbitos técnicos y sociales, está siendo crecientemente abrazada en la esfera institucional. Entre las iniciativas más destacadas está la aprobación por parte de la Comisión Europea del Plan de Acción que desarrolla el Libro Verde: "Hacia una nueva cultura de la movilidad urbana", documento preparatorio de lo que la propia Comisión ha denominado *una verdadera política europea de movilidad urbana*, estableciendo un nuevo modelo que reconcilie el desarrollo económico de las ciudades y su accesibilidad con la mejora de la calidad de vida y la protección del medio ambiente, en el que el espacio para la circulación del automóvil debe ser reducido y reasignado, la circulación de este modo restringida y su velocidad limitada (Comisión Europea, 2007).

Beneficios de la moderación del tráfico

La moderación del tráfico que la nueva cultura de la movilidad reclama tiene

consequences of mobility from a cross-cutting and participative approach.

The main guidelines of this model are (Sanz, 2008):

- Promote walking: by applying the pedestrian itinerary concept

- Promote cycling: starting with its institutional recognition as a transport mode

- Improve collective transport: providing it with priority and increasing its attractiveness

- Restrict car use: its parking and circulation, but also dissuading its ownership

- Speed control: recognizing the potential danger of car use in urban areas

The vision of a new mobility culture, supported in technical and social spheres for several years, is now being embraced by institutional spheres too. Among the main initiatives it should be highlighted the approval of an Action Plan associated to the Green Book "Towards a new mobility culture" issued by the European Commission as a preparatory document of what the Commission has called *a real European policy on urban mobility*, defining a new model which reconciles economic development of urban area and its accessibility with quality of life and the protection of the environment; in which the urban space dedicated to motorized traffic should be reduced and designated to other uses, car use should be restricted and its speed limited (European Commission, 2007).

Benefits from traffic calming

One of the main streams of action in the moderation in car use claimed by the new mobility culture is speed limitation, but not the only one. A comprehensive approach to traffic calming also includes a reduction in the number of motorized vehicles. Only an interpretation in this sense will maximize the associated benefits and prevent from undesired effects.

A reduction in traffic speed may contribute to alleviate congestion, since it is estimated that the maximum capacity is achieved on a 45 km/h speed regime. That being a continuous

en la reducción de la velocidad un eje fundamental de actuación, pero no el único. Una interpretación global de la idea de moderación del tráfico conlleva la limitación no sólo de la velocidad sino también del número de vehículos. Sólo una interpretación en este sentido maximiza los beneficios y evita efectos indeseados.

Una disminución de la velocidad de circulación puede ayudar a aliviar la congestión viaria, estimándose en torno a los 45 km/h el régimen de velocidad que maximiza la capacidad. Eso en caso de que éste sea continuo, puesto que en regímenes discontinuos (con intersecciones y regulación semafórica), se estima que la máxima capacidad se alcanza entre 14 y 16 km/h (Sanz, 2008).

Desde una perspectiva ambiental y social, el principal beneficio tiene que ver con la disminución de la peligrosidad de la circulación y la percepción de riesgo por los usuarios de las vías, lo que favorece la movilidad no motorizada y permite recuperar la función de socialización y juego del espacio público.

Las zonas 30

Se denomina Zona 30 al conjunto de calles en las que se aplica una limitación de velocidad de 30 km/h, haciéndose efectiva tanto por la señalización correspondiente como por la disposición de elementos físicos en el diseño del viario que inducen a reducir la velocidad por debajo de este límite.

Las Zonas 30 persiguen la creación de un entorno amable y tranquilo en el que los ciudadanos desempeñen sus actividades sin la presión permanente del tráfico (Abadía y Hernández, 2007). A diferencia de las áreas de coexistencia de tráficos, las Zonas 30 mantienen la separación física entre calzada y banda de circulación peatonal, lo que las hace indicadas para zonas en las que los flujos peatonales no son altos. No obstante, permiten el cruce en cualquier punto del viario, aunque sin prioridad sobre el resto de vehículos. Pero, como veremos más adelante, los desarrollos normativos no son

regime, since in the case of discontinuous regimes (characterized by intersections and traffic lights) it is estimated that the maximum capacity is reached at 14-16 km/h (Sanz, 2008).

From an environmental and social perspective, the main benefit is a decrease in the potential danger of traffic as well as a reduction in the perceived risk by other users of the street, favoring non-motorized mobility and the recovery of the socializing and playing function of public spaces.

30-kph-Zones

30-kph-zones are defined as city areas within which a speed limitation of 30 km/h applies in all streets. In these zones, speed limits are made effective both by means of the corresponding traffic signals and by street design, introducing physical elements which induce car user to drive below this limit.

The aim of 30-kph-zones is to create a friendly and quite environment where citizens are able to develop their everyday activities without a permanent pressure from traffic (Abadía and Hernández, 2007). In opposition to coexistence areas, in 30-kph-zones there is a physical segregation between motorized traffic lanes and pedestrian areas, therefore being indicated in areas where pedestrian flows are not high. Nevertheless, pedestrians are allowed to cross everywhere along the street, even though they are not given priority. But, as we will see below, legislation is not always clear enough in this regard.

As for motorized traffic, 30-kph-zones are indicated, basically, in local streets providing access to residential and service areas, where through traffic is not recommended and traffic flows are below 5.000 vehicles per day (Abadía and Hernández, 2007).

The urban configuration of the streets and the introduction of design elements are very important factors in the definition of 30-kph-zones, in order to provide the pursued friendly environment as well as to inform drivers of the special characteristics of the area, prevent them from not complying

Fig. 1. Zona 30 en Berlín

Fig. 2. Puerta de entrada a Zona 30 en Londres (Foto: ITDP)

siempre los suficientemente claros a este respecto.

En cuanto al tráfico motorizado, el ámbito de aplicación de las Zonas 30 es, fundamentalmente, el viario de acceso local a viviendas o a actividades terciarias, en el que se desaconseja el tráfico de paso y la intensidad del tráfico no supera los 5.000 vehículos diarios (Abadía y Hernández, 2007).

La concepción de las Zonas 30 deposita especial importancia en la configuración urbanística del viario y la introducción de elementos de diseño que, además de propiciar el entorno amable que se persigue, informe a los conductores sobre las características

with the driving rules and favor a slow driving attitude. This special configuration should be extended to the perimeter of the 30-kph-zones, and even their adjacent areas, favoring the needed transition from/to the main arterial streets. This transition takes place at the so called 30-kph-zone gates, where physical interventions are highly recommended in addition to the corresponding traffic signals.

30-kph-zones regulation: legislation and signing

Currently, most European countries account for specific regulation regarding 30-kph-zones. Although there are differences in

especiales de la zona, eviten la indisciplina vial y propicien una conducción a bajas velocidades. Esta especial configuración debe alcanzar perímetro de las Zonas 30, e incluso sus áreas adyacentes, favoreciendo la transición desde o hacia el viario principal, que ha de hacerse efectiva en las puertas de entrada, dónde además de señalización adecuada, se aconseja la utilización de algún elemento físico.

La regulación de las zonas 30: normativa y señalización

Actualmente, la mayoría de los países europeos cuentan con una normativa específica para las Zonas 30. Las normativas existentes presentan algunas divergencias en cuanto a su enfoque y alcance, pero revelan importantes puntos en común. Entre los más destacados, el énfasis en la necesidad de ir más allá de la mera señalización y dotar a las calles de un tratamiento que haga la limitación de velocidad efectiva, el carácter local de las vías sobre las que se aplica, y la diferenciación respecto a las zonas de coexistencia, donde el peatón prevalece sobre la circulación de ciclistas y vehículos motorizados. Algunos países han desarrollado, además, normativas de detalle relativas al diseño del viario y la utilización de dispositivos reductores de velocidad.

En España, sin embargo, no existe tal reglamentación específica, siendo el Reglamento General de Circulación quién, desde el ámbito de la seguridad vía, introduce en 2003 este concepto por la vía de la señalización. Pero introduce cierta confusión, propiciando interpretaciones que se separan de los elementos comunes resaltados arriba, al definirlas como la *"zona de circulación especialmente acondicionada que está destinada en primer lugar a los peatones. La velocidad máxima de los vehículos está fijada en 30 kilómetros por hora. Los peatones tienen prioridad"*

Respecto a la señalización, ésta se suele limitar a la señalización vertical de los puntos de inicio y fin de los tramos del viario inscritos en la Zona 30, reforzada en ocasiones por señalización horizontal.

this legislation, there are also significant common elements in them. Among others, the emphasis in the need to go beyond the mere signalization of these areas and include street design elements that make the speed limitation effective; the local character of the street in which this concept applies; and the need to clearly differentiate them from coexistence areas, where pedestrians are given priority over cyclists and motorized vehicles. Several countries have also developed detailed legislation referred to street design and the use of traffic calming devices.

In Spain there is not such a specific legislation, being the General Driving Rules who introduced in 2003 this concept within the traffic signal regulation. But its definition also introduced certain level of confusion in terms of its approach, allowing for a diverting interpretation from the above referred common elements, defining 30-kph-zones as special areas where pedestrian traffic is considered in first place. In these areas the speed limit for vehicles is 30 km/h and pedestrians are given priority.

As for the traffic signals, in most cases it is limited to vertical signs at the 30-kph-zones gates, and sometimes accompanied by horizontal signing along the streets within the area.

Contribution of 30-kph-zones to the new mobility culture

30-kph-zones may result in significant improvements in the mobility patterns of the urban areas where they apply and therefore in its quality of life. But its effect would only achieve the real transforming character that the new mobility culture claims for if they are integrated in a comprehensive strategy considering the whole urban transport system and all associated fields. When this is the case, the potential benefits of 30-kph-zones include the following aspects:

Improved road safety

A reduction in speed limits to 30 km/h reduces accident risk by 50% (Abadía and Hernández, 2007), while the consequences

Contribución de las zonas 30 a la nueva cultura de la movilidad

Las Zonas 30 pueden tener importantes repercusiones positivas sobre el patrón de movilidad de las áreas urbanas, y por ende sobre su habitabilidad. Pero sus efectos sólo alcanzarán un verdadero calado transformador si se integra en una estrategia global que aborde todos los ámbitos del sistema. Cuando esto sucede así, el potencial de mejora de las Zonas 30 abarca los siguientes aspectos:

Mejora de la seguridad vial

La disminución de la velocidad máxima de circulación a 30 km/h reduce el riesgo de sufrir un accidente en un 50% (Abadía y Hernández, 2007), mientras que las consecuencias de los accidentes se ven notablemente moderadas. De acuerdo con estudios realizados en el Reino Unido, la posibilidad de sobrevivir a un atropello a 20 millas/hora (32 km/h) es del 90%, mientras que en el caso de que la velocidad sea de 30 millas/h (48 km/h) esta probabilidad se reduce al 50% (ROSPA, 2005).

También en Reino Unido, un estudio reciente sobre las zonas 30 de Londres ha evidenciado que éstas han logrado reducir el número de accidentes en un 42% respecto a la tendencia general observada, siendo los accidentes en los que están involucrados niños y con resultado de muerte o lesiones graves los que más descienden (Grundy et al, 2008). Además, el estudio ha demostrado que los efectos se amplían más allá de sus límites, con una reducción del 8% en las zonas adyacentes.

Recuperación de la función socializadora del espacio público

Un estudio realizado en Basilea (Suiza) ha revelado que la socialización en las calles aumenta a medida que disminuye la velocidad del tráfico, con un 24% de residentes en barrios con limitación a 50 km/h que declaran entretenerse con otros vecinos en las calles, frente a un 37% de los residentes en Zonas 30 (Sauter y Hüttenmoser, 2006). Análogamente, una

of accidents are significantly moderated. According to studies in the UK, there is a 90% chance of surviving a pedestrian struck at 20 mph (32 km/h), while at 30 mph (48 km/h) this figure decreases to 50% (ROSPA, 2005).

Also in the UK, a recent study on London 20-mph-zones has revealed how this policy has resulted in a 42% reduction in the number of accidents compared to the overall tendency in the whole network, being those accidents with children involved and resulting in deaths or severe injuries where this reduction is higher (Grundy *et al*, 2008). Moreover, the study has demonstrated how the benefits of 20-mph-zones go beyond their physical borders, with an 8% reduction in the adjacent areas.

Recovery of the socializing function of public spaces

Research from Basel (Switzerland) has shown that the sociability of streets increases as street traffic speeds decreases, with a 24% of residents in 50 km/h streets saying that they linger in streets with their neighbors, while this figure increases to 37% in the case of resident of 30 km/h streets (Sauter and Hüttenmoser, 2006). Also, a research from Bristol (UK) has revealed that residents in streets with high traffic accounts for less than 25% the number of friends in their neighborhood compared to residents in streets with low traffic flows (Hart, 2008).

Promotion of non-motorized mobility

30-kph-zones provide safer and more comfortable conditions to pedestrians and cyclists. They favor the coexistence of motorized and bicycle flows in the streets, limiting the need for segregated bicycle lanes.

In 1992 Graz was one of the first cities to introduce a 30 kph limitation to the overall road network within its urban area. As a result, in 2001 the city experienced a 17% increase in the number of cyclists while cycling casualties significantly decreased (Atkins WS, 2001). In Hilden (Germany) a 30 kph speed limit was introduced over most of the road network complementing the implementation of a bicycle lanes network.

investigación en Bristol (Reino Unido) ha demostrado que los residentes de calles con tráfico intenso tienen menos de un 25% del número de amigos en su barrio que los residentes en calles sin tráfico intenso (Hart, 2008).

Fomento de la movilidad no motorizada

Las Zonas 30 proporcionan unas condiciones más cómodas y seguras para la marcha a pie y el pedaleo. Éstas favorecen la compatibilidad de la circulación ciclista por la calzada, limitando la necesidad de infraestructuras exclusivas para la bicicleta.

En 1992, la ciudad de Graz fue una de las primeras en introducir Zonas 30 en el conjunto de la red viaria de su entorno urbano. Como resultado, en 2001 la ciudad había experimentado un aumento del 17% en la movilidad ciclista, al tiempo que su accidentalidad se ha visto disminuida (Atkins WS, 2001) En la ciudad alemana de Hilden también se introdujo el concepto de Zonas 30 en la mayoría de la red viaria del municipio, acompañado de una red de vías ciclistas. Como resultado, en la actualidad, en torno al 60% de los desplazamientos al centro se realizan a pie o en bicicleta (Living Streets, 2009).

Disuasión del uso del automóvil privado

La reducción de la velocidad y la creación de recorridos poco directos (e incluso circuitos cerrados) que propicia la implantación de Zonas 30, disuade del uso del viario interno a las mismas por parte del tráfico de paso. Cuando esta medida se acompaña de actuaciones coherentes de promoción de la movilidad no motorizada y el transporte público, el resultado puede ser una disminución del atractivo y competitividad del coche, disminuyendo su uso en términos globales.

Reducción de emisiones y mejora de la eficiencia energética

Investigaciones llevadas a cabo en Alemania han evidenciado que la conducción a una velocidad estable entorno a 30 km/h provoca una reducción en las emisiones, al limitar las aceleraciones y frenadas (Living

As a result, currently around 60% of the trips to the city center are made on foot or cycling (Living Streets, 2009).

Dissuade the use of car

The speed reduction and the creation of non-direct itineraries (including dead-ends) provided by 30-kph-zones dissuade car users from using streets within these areas, avoiding through traffic. If this measure is accompanied by coherent interventions to promote public transport and non-motorized modes, it may result in a significant decrease in the attractiveness and competitiveness of car, reducing its use in overall terms.

Emissions reduction and improved energy efficiency

Studies from Germany has revealed that a driving at a steady 30 km/h is able to reduce vehicle emissions as braking and accelerating between junctions and other obstacles decreases (Living Streets, 2009). The effects on noise reduction are clearer, since this impact is directly related with, among others, vehicle speed. Anyway, the real reduction in emissions and the improved energy efficiency provided by 30-kph-zones is driven by its effectiveness in the reduction of overall traffic levels in the urban areas where they are implemented.

30-Kph-zones in spain. The case of Donostia-San Sebastián

Over the last years several municipalities across Spain have developed 30-kph-zone schemes. Contrary to most European countries, these schemes are not the result of a national or regional strategy. Moreover, in most cases they are the result of the local government's will.

That is the case of Donostia-San Sebastián, a leading municipality in Spain as regards of traffic calming measures and the promotion of non-motorized modes, including a few experiences in decreasing speed limits to 30km/h. Currently, the city of Donostia-San Sebastian is developing a plan to implement a network of 30-kph-zones and safe neighborhoods in the city. This plan is part of the ARQUIMEDES project within the

Streets, 2009). Más claros son los efectos sobre la disminución del ruido, directamente dependiente, entre otros, de la velocidad de circulación. En cualquier caso, la verdadera reducción de las emisiones y la mejora de la eficiencia energética que propician las Zonas 30, proviene de su eficacia como herramienta para la disminución del número de vehículos en circulación.

Las zonas 30 en españa. El caso de san sebastián

A lo largo de los últimos años, han sido varios los municipios españoles que han desarrollado iniciativas de puesta en marcha de Zonas 30. A diferencia de otros países europeos, estas campañas no han venido propiciadas por estrategias de ámbito nacional o autonómico, sino que en la mayoría de los casos responden a la iniciativa de los propios gobiernos locales.

Es el caso de Donostia-San Sebastián, municipio pionero en España en la implantación de medidas de pacificación del tráfico y fomento de los modos no motorizados, incluyendo alguna experiencia de limitación a 30 km/h. Ahora, el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián, en el marco del proyecto ARCHIMEDES de la iniciativa CIVITAS (en el que colabora con otras 24 ciudades europeas), ha puesto en marcha un plan para desarrollar una red de Zonas 30

CIVITAS initiative (in which Donostia-San Sebastian cooperates with 24 European cities). Following the experience in Nuevo Gros neighborhood, the municipal plan involves the conversion of three wide areas of the city into 30-kph-zones. These areas are located in the Centro, Gros and Antiguo neighborhoods. The plan includes the implementation of safe cycling connections between these neighborhoods and the rest of the city, acting over more than 50 junctions.

In addition to the provision of a safe and friendly environment for pedestrians in these areas, one of the objectives of the plan is the promotion of bicycle use as a mode of transport in the city. In this framework, 30-kph-zones are considered as a continuity measure for bicycle lanes within the concerned neighborhoods, guaranteeing the coexistence of motorized and bicycle traffic in its streets.

30-kph-zone schemes consist of an improvement in street design, mostly at junctions, where traffic calming devices will be implemented; as well the implementation of 30-kph-zone gates from/to the main arterial streets, where the corresponding signals will be accompanied by physical interventions (lowered curb crossing the street, red pavement).

Fig. 3. Tráfico calmado en el barrio donostiarra de Gros.

y barrios seguros en la ciudad. Siguiendo los trabajos realizados en Nuevo Gros, el plan del Ayuntamiento supone la conversión en Zona 30 de tres grandes áreas de la ciudad, en los barrios de Centro, Gros y Antiguo; e incluye la realización de conexiones ciclistas seguras, con actuaciones en al menos 50 intersecciones.

Entre los objetivos del plan destaca, además de la creación de un entorno amable y seguro para los peatones en dichos barrios, la promoción de la movilidad ciclista en la ciudad, propiciando conexiones seguras entre los barrios objeto del plan mediante vías ciclistas segregadas, entendiéndose las actuaciones de amortiguación de la velocidad como una herramienta para la continuidad de dichas conexiones ciclistas, de manera que se garantice la compatibilidad del tráfico motorizado y ciclista.

La intervención en las Zonas 30 consistirá en una mejora del diseño del viario, fundamentalmente de las intersecciones, en las que se emplearán dispositivos reductores de velocidad; además de la creación de puertas de entrada y salida de las mismas desde el viario principal, en las que se acompañará la colocación de señalización con intervenciones físicas (banda de bordillo rebajado atravesando la calzada como señal de cambio de zona y una franja perpendicular de pavimento rojo).

En conclusión, con esta actuación del proyecto CIVITAS-ARCHIMEDES se extiende la red ciclista de la ciudad de los 35 km existentes en la actualidad a 41 km, y se transforman los barrios de Centro, Antiguo y Gros en Zonas 30 que permitirán la coexistencia de peatones y bicicletas con los vehículos a motor, en condiciones de seguridad y comodidad, con objeto de mejorar la seguridad vial y promover el uso de la bicicleta como medio de transporte, facilitando así la movilidad sostenible.

As a conclusion, with this measure of the CIVITAS-ARCHIMEDES project the cycling network of Donostia-San Sebastián will be increased from the existing 35 km to 41 km, and the Centro, Gros and Antiguo neighborhoods will be transformed into 30-kph-zones providing safer and more comfortable conditions for pedestrians and bicycle users, allowing for an improved coexistence with motorized modes. The main goal is to improve traffic safety and promote the use of the bicycle as a mode of transport in the city, contributing to the achievement of a sustainable mobility.

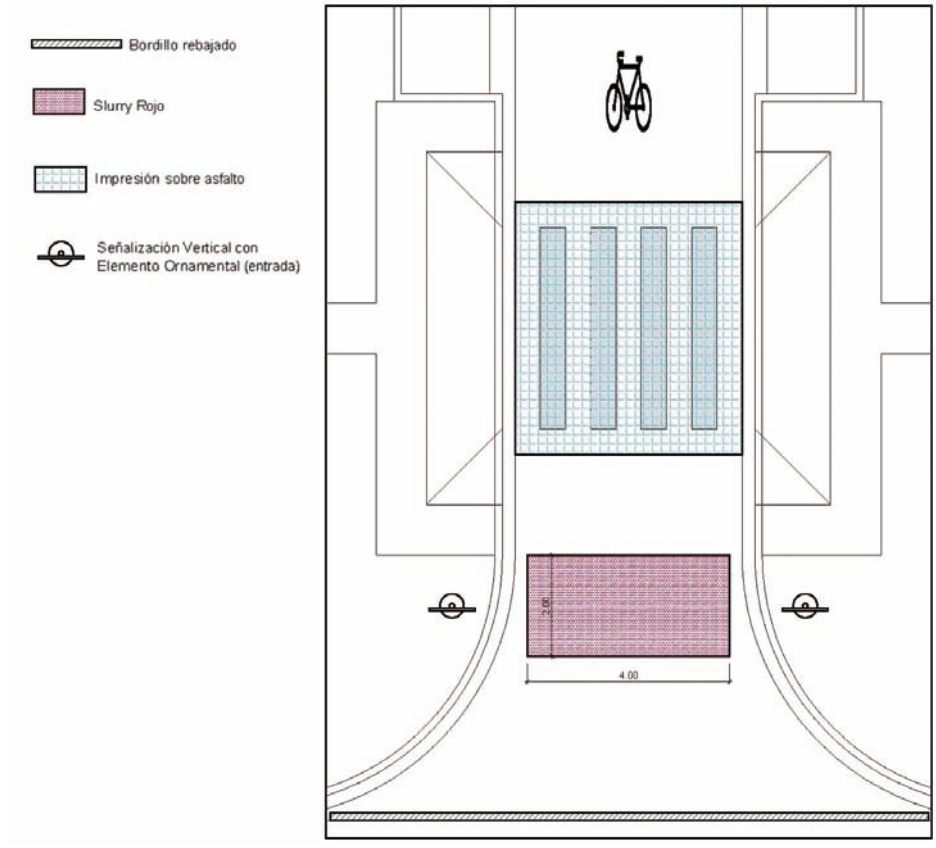


Fig. 4. Actuación tipo en puerta de entrada de Zona 30, Donostia-San Sebastián.

Bibliografía References

Abadía, X. y Hernández, E. (2007) *Criterios de Movilidad: Zonas 30. Una herramienta de pacificación del tráfico en la ciudad.* Fundación RACC.

Atkins WS. (2001) *European Best Practices in the Delivery of Integrated Transport. Summary Report.*

Buchanan, C.D. (1963) *Traffic in Towns*. Penguin Books, London

Comisión Europea (2007) *Libro Verde. Hacia una nueva cultura de la movilidad urbana.* COM(2007)551 final. Bruselas

Grundy C, Steinbach R, Edwards P, Wilkinson P and Green J. (2008) *20 mph Zones and Road Safety in London: A report to the London Road Safety Unit.* London: LSHTM

Hart, J. (2008) *Driven to excess: impacts of motor vehicle traffic on residential quality of life in Bristol, UK.*

Living Streets (2009) *20 mph brings streets to life. Policy Briefing 02/09.*

Real Decreto 1428/2003, de 21 noviembre. BOE núm. 306. Martes 23 diciembre 2003.

ROSPA (2005) *Helping Drivers Not To Speed – Policy Paper.* The Royal Society for the Prevention of Accidents.

Sanz, A. (2008) Calmar el tráfico. *Pasos adelante hacia una nueva cultura de la movilidad urbana.* Ministerio de Fomento

Sauter, D. y Hüttenmoser, M. (2006) *The contribution of good public spaces to social integration in urban neighborhoods.* National Research Programme NRP 51 "Social Integration and Exclusion". Swiss National Science Foundation.

poster session

sesión de póster

poster session

sesión póster

Desing for sustainability and refurbisment. Apartments for elderly people in a building designed as a retirement home

Luis Ortiz Fernández *LKS Ingeniería*

Reciclaje total - Fontanería y Saneamiento

Genni Cavalleri / Amanda Indart / Marcelle Mardón Glanville/ Ana Esnaola / Silvia García

Cogeneración

Cruz Rivas Fachal/ Ana Fernández De Mendia De Mandojana / Mateo García Gutierrez/ Ane Miren Zabala Madinagoitia / Maximino Maruri San Vicente

Producción de calor con biomasa

Cristina López Jimenez/ Macarena Farias Orellana / Elena Campo Herrera/ Alejandra Zambrana Castillo/ Marta Arrieta Mateo / Eliane Correia de Lima

Producción de electricidad

Andrés Fernández Fernández / Maite Mendizábal Condon/ Ander Lana Algorta/ Aitzol Aurrekoetxea Pujana

Puntos de carga para vehículos eléctricos asociados a la edificación

Alberto Ramírez Calvo / Joaquín Pereira Cendan

Monitorización de consumos energéticos y de agua

Elías Beitia Fernandez/ Daniel Parra Llorca/ Eneko Uranga Santamaria/ Raffaelina Loi

Sustitución de los sistemas de acondicionamiento térmico en viviendas construidas

Débora de Miguel Landaribar / Naiara Sudupe Sesoian/ Rafael Elósegui Irurtia/ Izaro Huegun Galarraga/ Carlos Díaz Navarro

COLABORAN
COLLABORATORS

eman ta zabal zazu
Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea
ARKITEKTURA GOI ESKOLA TEKNIKOA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA
ARKITEKTURA SAILA
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA
GIPUZKOAKO CAMPUSEKO ERREKTOREORDETZA
VICERRECTORADO DEL CAMPUS DE GIPUZKOA

kutxa

cristinaenea
fundazioa
Donostiako Ingurumen Baliabideen Etxea
Centro de Recursos Medio Ambientales de San Sebastián

SAN SEBASTIAN
DONOSTIA 2016

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
INGURUMEN ETA LURRALDE ANTOLAMENDU SAILA
DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

PATROCINADORES
SPONSORS

anhivel
soluciones anhidrita

P.A.
POLIURETANOS AISMAR S.L.

bio aislamiento

www.ehu.es/caviar
www.architecturalsustainability.eu

www.ehu.es/caviar

www.architecturalsustainability.eu

eman ta zabal zazu

Universidad del País Vasco

Euskal Herriko Unibertsitatea

ARKITEKTURA SAILA

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA

UPV/EHU caviar

calidad de vida en arquitectura

quality of life in architecture