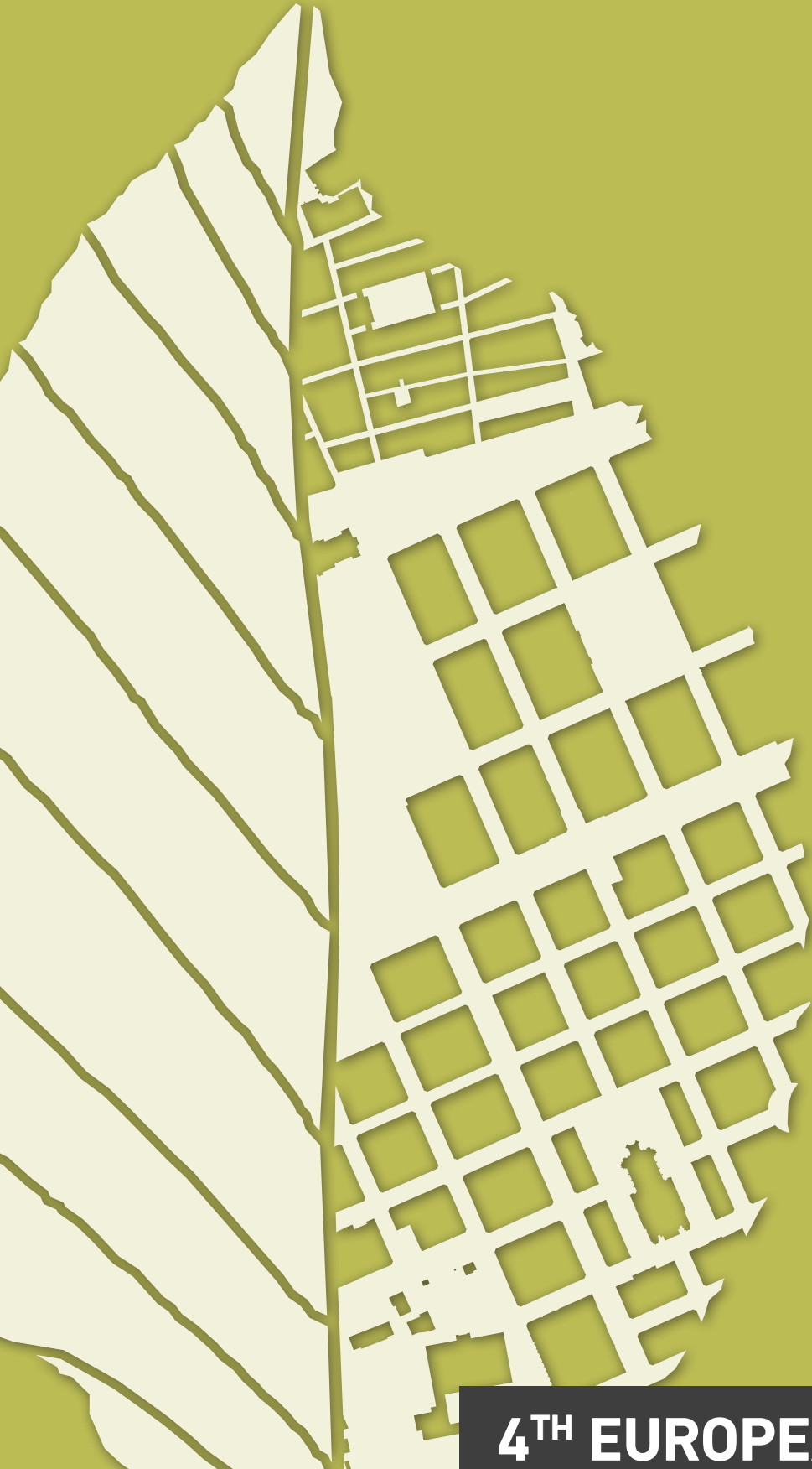


eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



4TH EUROPEAN CONFERENCE ON ENERGY EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY IN ARCHITECTURE AND PLANNING

RUFINO J. HERNÁNDEZ MINGUILLÓN, VÍCTOR ARAÚJO CORRAL, RAFFAELINA LOI (Editors)

EDITORES

Rufino J. Hernández Minguillón
V́ctor Araújo Corral
Raffaelina Loi

DISEÑO Y COORDINACIÓN

V́ctor Araújo Corral
Raffaelina Loi

EDITA

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea,
Servicio Editorial/Argitalpen Zerbitzua , 2013.
ISBN: 978-84-9860-837-3
Depósito legal/Lege gordailua: BI-905-2013

**4TH EUROPEAN CONFERENCE
ON ENERGY EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY
IN ARCHITECTURE AND PLANNING**

4º CONGRESO EUROPEO
SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD
EN ARQUITECTURA Y URBANISMO

Donostia-San Sebastián, 1 - 3 Julio 2013

Reduce, Reuse, Recycle: **Rethink**

XXXII Cursos de Verano / XXXII. Uda Ikastaroak
XXV Cursos europeos / XXV. Europar Ikastaroak

COMITÉ ORGANIZADOR
ORGANIZING COMMITTEE

Rufino J. Hernández Minguillón
Doctor Arquitecto. Escuela Técnica Superior de
Arquitectura de San Sebastián

Raffaelina Loi
Investigadora grupo caviar UPV/EHU

Víctor Araújo
Investigador grupo caviar UPV/EHU

Iñaki Mendizabal
Doctor Arquitecto. Escuela Técnica Superior de
Arquitectura de San Sebastián

COMITÉ TÉCNICO
TECHNICAL COMMITTEE

Sara de Maintenant

Itziar de la Puerta

COMITÉ CIENTÍFICO
SCIENTIFIC COMMITTEE

Servando Álvarez
Universidad de Sevilla

Fernando Bajo
UPV/EHU

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

Víctor Echarri
Universidad de Alicante

Helena Granados
Arquitecta

Agustín Hernández
Universidad Politécnica de Madrid

Rufino J. Hernández,
UPV/EHU

Jose María Sala
UPV/EHU

Matheos Santamouris
Universidad de Atenas

Alvaro Soto
Universidad Politécnica de Madrid

Isabela Velazquez
Arquitecta

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



INDEX

9 **presentación** introduction

comunicaciones papers

- 11 **MARILDA AZULAY TAPIERO**
Espacios verdes litorales: estrategia de regeneración sostenible de los asentamientos turísticos en la costa mediterránea
Green littoral spaces: sustainable regeneration strategy in touristic settlements on the Mediterranean coastline
- 21 **STÉPHANIE BONTEMPS**
Diagnostico energético y evaluación de soluciones para la renovación del barrio de Malartic (France)
Energy diagnosis and solutions evaluation for the renovation of the Malartic district (France)
- 31 **PABLO BRANCHI**
ACORDE: Edificios adaptables. Para un uso eficiente de los espacios, acorde a las necesidades de los ocupantes
Acorde: Adaptable residential buildings. For a full and efficient occupation of spaces, according users needs
- 39 **ANTOINE DUGUÉ**
TOPAZ, herramienta de simulación energética de espacios tampón para ayudar a la concepción en fase inicial de diseño
TOPAZ, thermal modeling tool of buffer zone for helping the conception in early design phase
- 47 **AITZIBER EGUSQUIZA**
Modelo de información multiescala urbana para la gestión y planificación sostenible de la ciudad
Multiscale urban information model for sustainable city management and planning
- 59 **UNAI FERNÁNDEZ DE BETOÑO SÁENZ DE LACUESTA**
Post Oil Euskal Herria. Urbanismo y ordenación del territorio vasco sin petróleo
Post Oil Euskal Herria. Basque Regional and Urban Planning without Oil
- 67 **RAFAEL GARCÍA QUESADA**
Sobre la apertura de rozas y el cumplimiento de la normativa vigente. Una visión rápida sobre la ineficiencia energética
On the opening of chases and the compliance with legal standards. A quick look at energy inefficiency
- 75 **CARLOS GARCÍA TERÁN**
Propuestas de implementación de sistemas de drenaje urbano sostenible en el marco de la recuperación ambiental del Bajo Besaya
Proposed implementation of sustainable urban drainage systems in the context of the environmental recovery of Lower Besaya
- 83 **GEMMA GEIS I CARRERAS**
Las zonas verdes como zonas especialmente sensibles de la ciudad y el principio de no regresión en el urbanismo sostenible
The green areas as particularly sensitive areas of the city and the principle of standstill in sustainable planning
- 91 **IKER GÓMEZ IBORRA**
Gasteizmografía: Mapa Termográfico de las fachadas de Vitoria-Gasteiz
Gasteizmografía: Thermographic Map of the Vitoria-Gasteiz façades
- 101 **IKER GÓMEZ IBORRA**
Mejora de las prestaciones térmicas de una vivienda dentro de un edificio de los años 80 con fachada protegida en Vitoria-Gasteiz; un ejemplo
Improving thermal behaviour of a dwelling from a protected façade 80's building Vitoria-Gasteiz; a case study
- 113 **IGNACIO GRÁVALOS LACAMBRA**
"estonoesunsolar": el re-uso como clave para una regeneración urbana sostenible
"estonoesunsolar": the re-use as a key for a sustainable urban regeneration
- 123 **BEÑAT LANDETA MANZANO**
Motivaciones y resultados para la adopción del estándar de ecodiseño ISO 14006 en el sector de construcción
Motivations and results for the adoption of the ISO 14006 ecodesign standard in the building sector
- 137 **ENRIQUE MÍNGUEZ MARTÍNEZ**
Claves para proyectar espacios públicos confortables. Indicador del confort en el espacio público
Strategies to design efficient public spaces. Comfort indicator in the public space

- 149 **XABAT OREGI ISASI**
SOFIAS_Software de Funciones Integradas para una Arquitectura Sostenible
SOFIAS_Integrated Software for Sustainable Architecture
- 159 **JORGE RODRÍGUEZ ÁLVAREZ**
Energía y forma urbana: visualizando el metabolismo de las ciudades
Energy and urban form: visualizing the metabolism of cities
- 169 **FRANCISCO JAVIER RODRIGUEZ RODRIGUEZ**
Proyectos de edificación acústicamente sostenible: Modelización 3D
Projects of acoustics sustainable building: Modeling 3D
- 177 **CLAUDIA VALDERRAMA ULLOA**
Una metodología de decisión para una evolución sostenible de edificios existentes
A decision methodology for a sustainable evolution of existing buildings
- 187 **PABLO VILLAREJO FERNÁNDEZ**
Análisis del patrimonio cultural edificado en Madrid para el desarrollo de políticas específicas de mejora energética
Analysis of Madrid's heritage building stock for the development of specific energy renovation policies
- 195 **GRACE YÉPEZ-SALMON**
Evaluación medioambiental de proyectos urbanos sostenibles a través NEST, una herramienta desarrollada para los actores del urbanismo de las ciudades
Environmental assessment of sustainable urban projects through NEST, a tool for urban planning actors
- 205 **MICHELE ZINZI**
Caracterización y evaluación de pavimentos de alta reflectancia solar para aplicaciones urbanas
Characterisation and assessment of solar reflective pavements for urban applications

pósters

- 214 **FELIPE PEDRO ÁLVAREZ RABANAL**
Fachadas ventiladas vegetales orientadas a los cuatro puntos cardinales: estudio experimental
Vegetable ventilated facade system oriented towards four points of the compass: experimental study
- 216 **MIGUEL ÁNGEL BLANCO RODRÍGUEZ**
Evaluación energética de una solución constructiva con inercia térmica variable
Energetic evaluation of a building component with variable thermic inertia
- 218 **CARMIÑA DOVALE**
De caserío a escultura. Análisis del caserío Zabalaga restaurado por el escultor Eduardo Chillida
From farmhouse to sculpture. Analysis of the Zabalaga farmhouse restored by the sculptor Eduardo Chillida
- 220 **VANESSA GUILLÉN**
Mapa de criterios de confort para espacios abiertos en Ecuador. Estrategias de proyecto
Map of comfort criteria for open spaces in Ecuador. Project strategies
- 222 **ALBERTO JIMÉNEZ TIBERIO**
Las infiltraciones de aire en edificios de viviendas
Air leakage on residential buildings
- 224 **IKER LASKURAIN**
ISO 50001 y eficiencia energética en la edificación sostenible
ISO 50001 and energy efficiency in sustainable building
- 226 **JOSE M. MASEDA**
Impacto científico y socio-económico de las infraestructuras de investigación en eficiencia energética en edificios
Scientific and socio-economic impact of research infrastructures for energy efficiency in buildings
- 228 **JOSE M. MASEDA**
Optimización del uso de la energía en instalaciones deportivas y de ocio
Optimization of energy use in sport and recreation buildings

Nuestro agradecimiento a las instituciones y empresas que colaboran con la cuarta edición del Congreso:

Our sincere gratitude to all the institutions and companies that collaborate in the fourth edition of the Conference:

Colaboradores institucionales

Institutional partners



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

GIPUZKOAKO CAMPUSEKO ERREKTOREORDEA
VICERRECTORADO DEL CAMPUS DE GIPUZKOA
ARKITEKTURA SAILA
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA



Patrocinadores principales

Main sponsors



Patrocinadores

Sponsors



Media partners



Presentación

Este libro recoge las comunicaciones seleccionadas para el 4º Congreso Europeo sobre Eficiencia Energética y Sostenibilidad en Arquitectura, organizado por el grupo de investigación Calidad de Vida en Arquitectura de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.

El congreso, que se celebra en el marco de los XXXII Cursos de Verano de la UPV/EHU, aborda en esta cuarta edición el tema "Repensar: Reducir, Reutilizar, Reciclar".

Alrededor de este tema general se desarrollan cinco ponencias magistrales, a cargo de Luis Jimenez Herrero (Universidad Complutense de Madrid), Marleen Lodder (Cátedra "Cradle to Cradle para la Innovación y la Calidad"), Javier Serra María-Tomé (Ministerio de Fomento), Víctor Echarri Iribarren (Universitat de Alacant) y Alex Hunt (The Green Building Partnership). Además 29 comunicaciones seleccionadas por el comité científico presentarán trabajos de investigaciones actuales en las sesiones orales y póster.

El Congreso 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 del congreso es 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.

Así mismo, se instaure este año el Premio EESAP a la mejor aportación al Congreso, que tiene como objetivo fomentar y recompensar las presentaciones de calidad. Patrocinado por VEKA, se entregará al autor o autores de la comunicación que, según la valoración por pares realizada el Comité Científico, sea merecedora de tal galardón.

Finalmente queremos agradecer a las instituciones y empresas que colaboran con esta cuarta edición del Congreso: Vicerrectorado del Campus de Gipuzkoa, Departamento de Arquitectura, Gobierno Vasco, Kutxabank, KLH, Soudal, Veka, Cristinaenea Fundazioa, Sedical.

Comité Organizador

Introduction

This book contains the selected abstracts of the 4th European Conference on Energy Efficiency and Sustainability in Architecture and Planning organized by the research group Quality of life in Architecture of the University of the Basque Country.

The Conference is part of the XXXII Summer Courses of the UPV/EHU and raises, in its fourth edition, the topic "Rethinking: reduce, reuse, recycle."

Around this general theme there are five invited speakers: Luis Jimenez Herrero (Complutense University of Madrid), Marleen Lodder (Academic Chair "Cradle to Cradle for Innovation and Quality"), Javier Serra María-Tomé (Ministry of Infrastructures), Víctor Echarri Iribarren (University of Alacant) and Alex Hunt (The Green Building Partnership). 29 abstracts have been selected by the scientific committee and they will present actual research works in the speakers presentations and posters.

The conference wants to benefit of the synergies produced from the intervention of the speakers and from the diverse profiles of the participants to analyze and propose answers to the actual problems.

The purpose of the conferences, at the same time, is to strengthen the investigation lines in energy efficiency and sustainability, of the research and education groups of the Basque Country University (UPV/EHU), involved with this proposal, with the purpose of collaborating in the reinforcement of the I+D+i in its knowledge field, and support the specific raising of the Central and Basque Government, as well as other national and international institutions related to the I+D+i activities in the related fields of the climate change, energy efficiency and environmental sustainability.

In this fourth edition of the Conference, is established EESAP Award, sponsored by VEKA, which will be given to the author or authors of the paper presented at the Congress that is deserving of this award, according to the peer assessment made by the Scientific Committee.

Finally, we wish to thank all the institutions and enterprises which have collaborate with us: Vice - Rectorate of the Campus of Gipuzkoa, Department of Architecture, Basque Government, Kutxabank, KLH, Soudal, Veka, Cristinaenea Fundazioa, Sedical

Organizing Committee



comunicaciones papers

Espacios verdes litorales: estrategia de regeneración sostenible de los asentamientos turísticos en la costa mediterránea

Green littoral spaces: sustainable regeneration strategy in touristic settlements on the Mediterranean coastline

Marilda Azulay Tapiero, Juan J. Tuset Davó, Vicente Mas Llorens ¹

RESUMEN

Los Espacios Verdes Litorales contribuyen a la definición de estrategias de regeneración sostenible de los asentamientos turísticos maduros en la medida en que se manifiestan como parte integrante de un paisaje multifuncional. La investigación particular de los Espacios Verdes Litorales que se está realizando en la Comunitat Valenciana analiza pormenorizadamente los paseos marítimos, las sendas, los espacios naturales protegidos y los campamentos turísticos con el fin de reconocer criterios e indicadores de sostenibilidad urbana. Estos servirán de guía para la redacción de planes urbanísticos, la intervención arquitectónica en el espacio urbano y en proyectos de reciclaje de edificios turísticos. La definición, identificación y análisis de estos Espacios Verdes Litorales presentes en cada municipio litoral muestran que la conectividad y la nodalidad son dos factores favorables para la regeneración sostenible de los asentamientos turísticos de la costa mediterránea.

Palabras clave: paisaje multifuncional, biodiversidad, urbanismo, ecología, naturaleza

ABSTRACT

Green Littoral Spaces contribute to the definition of mature tourist settlements sustainable regeneration strategies to the extent that manifest being part of a multifunctional landscape. The particular research about Green Littoral Spaces that is conducted in the Comunitat Valenciana (Spain) analyzes in detail the waterfronts, natural pathways, protected natural landscapes and tourist camps in order to recognize criteria and indicators for urban sustainability. These will guide the drafting of urban planning, architectural intervention in the urban space and recycling tourist buildings. The definition, identification and analysis of these green Littoral spaces in each coastal town show that connectivity and nodality are two complimentary factors for sustainable regeneration of tourist settlements along the Mediterranean coast.

Key words: multifunctional landscape, biodiversity, urbanism, ecology, nature

(1) Universitat Politècnica de València. Departamento de Proyectos Arquitectónicos. Contact info: mazula@pra.upv.es

Introducción

La concienciación política, social y económica actual de emprender la restructuración de los destinos turísticos maduros para hacerlos más competitivos y sostenibles, con el fin de responder a los nuevos tipos de demanda turística, ha llevado a la Comunidad Valenciana a iniciar un Plan Estratégico Global de Turismo (2010-2020) basado en ocho ejes estratégicos que son el resultado de un trabajo que ha integrado a todas las administraciones, municipios y al sector turístico. Este Plan ha recogido 28 programas de actuación con los que se pretende convertir el territorio valenciano en un producto competitivo en materia de turismo. El Plan de Espacios Turísticos de la Comunidad Valenciana (PET) es el instrumento de gestión y planificación de la actividad turística desde la concepción del territorio como el marco y primer recurso donde el sector turístico debe desarrollarse bajo criterios de sostenibilidad. El PET diseña un sistema turístico desde una perspectiva territorial y, para ello, ha delimitado el territorio en 21 espacios turísticos en los que ha elaborado unas directrices generales y definido otras particulares.¹

El territorio y el paisaje valenciano se consideran un recurso con valor patrimonial desde el año 2004 cuando se implantó la nueva Política de Paisaje de la Comunidad Valenciana.² Con la definición de la Infraestructura Verde o Sistema de Espacios Abiertos, se pretende integrar los espacios no edificados de mayor valor medioambiental, cultural o visual, así como los conectores ecológicos y funcionales que garantizan su estructura como una red continua. La Infraestructura Verde es una red interconectada de fácil acceso formada por espacios abiertos (ríos, zonas húmedas, bosques, parques, espacios agrarios) que conectan los ámbitos rurales centrales y urbanos del litoral para conservar y mejorar los principales valores naturales,

Introduction

The current political, social and economic awareness to undertake the restructuring of mature tourist destinations to make them more competitive and sustainable in order to respond to new types of tourism demand, has led The Comunitat Valenciana to start a Tourism Global Strategic Plan (2010-2020). The Plan is based on eight strategic axes that are the result of work that has integrated all administrations, municipalities and the tourism sector. The Plan has collected 28 programs of action with which it aims to make the Valencian region a competitive product in tourism. The Tourist Areas Plan of the Comunitat Valenciana (PET) is the tool for manage and planning tourism activity from the conception of territory as the frame and first resource where the tourism sector should be developed under sustainability criteria. The PET designs tourist system from a regional perspective and, in doing so, has delimited the territory in 21 tourist areas in which it has developed general guidelines and defined other individuals.¹

The Valencian territory and landscape are considered a heritage value resource since 2004 when started the new Valencian landscape policy.² The definition of Green Infrastructure and Open Space System attempts to integrate together the unbuilt spaces with most environmental, cultural or visual value, as well as ecological and functional connectors that guarantee a continuous network structure. Green Infrastructure is an interconnected network consisting on accessible open spaces (rivers, wetlands, forests, parks, agricultural areas) connecting the inner and central rural areas with coastal urban towns to preserve and enhance the natural, cultural and visual main territory values. The purpose is doing them compatible with the sustainable urban and infrastructure development so that adding new values in urban areas (Fig. 1).

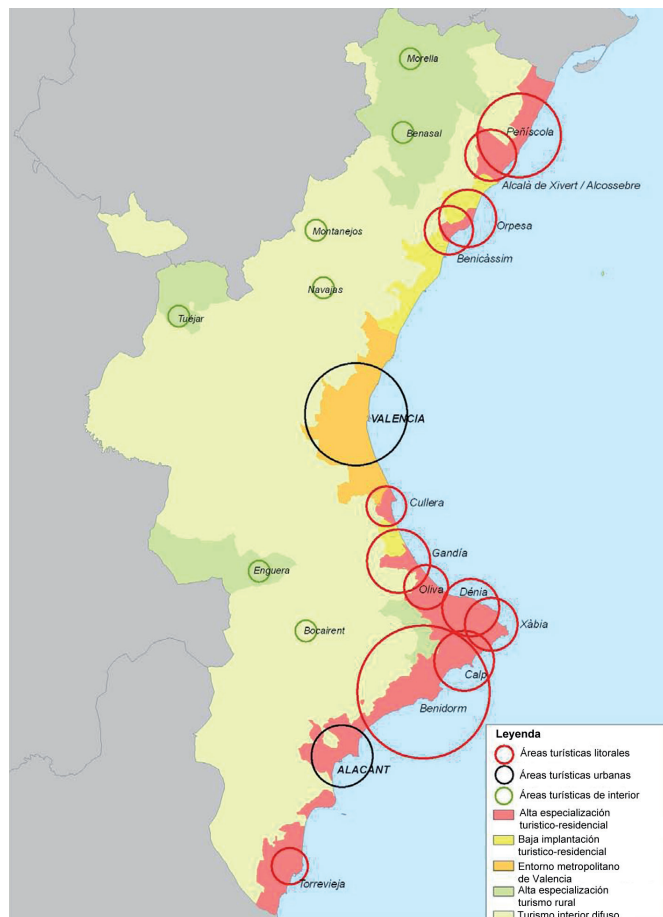


Fig. 1. Áreas turísticas estratégicas de la Comunitat Valenciana 2010-2020. Fuente: Plan Estratégico Global del Turismo de la Comunitat Valenciana .

Strategic tourist areas of Comunitat Valenciana from 2010 to 2020. Source: Global Strategic Plan of Tourism of Valencia.

culturales y visuales del territorio y hacerlos compatibles con un desarrollo urbano y de las infraestructuras sostenibles creando, a su vez, nuevos valores añadidos en las áreas urbanas (Fig. 1).

Los Espacios Turísticos son destinos receptores de turistas que necesitan acometer estrategias de reestructuración para rejuvenecerse en un momento en el que se confía que sean las actividades recreativas quienes impulsen nuevas dinámicas de cambio (Vera, 2011) o que sean los nuevos modelos reestructuración los que surjan de estrategias creativas e innovadoras (Horrach, 2012). Cualquier acción que apueste por la renovación del modelo, debe mantener y cualificar la actividad turística apoyándose en principios de sostenibilidad y competitividad del producto turístico pero también del territorio en el que se realiza. Aumentar la oferta turística debe hacerse de forma racional y adecuada a la capacidad de acogida de los recursos naturales, culturales y de ocio recreativo de cada espacio turístico.

El proyecto de investigación "Estrategias para la regeneración sostenible de asentamientos turísticos en la costa mediterránea (ERAM)"³ tiene como objetivo principal abordar el conocimiento del territorio litoral de Cataluña y la Comunitat Valenciana mediante la identificación y análisis de las diferentes tipologías de asentamientos turísticos costeros considerando sus necesidades de regeneración urbana para, desde ellas, diseñar estrategias de proyecto de actuación futura que sirvan como modelos para la regeneración sostenible urbana y arquitectónica de los asentamientos turísticos del litoral. Dentro de ERAM, el estudio particular de los Espacios Verdes Litorales (EVL) busca áreas de regeneración urbana de gran potencialidad que, desde ellas, sea posible establecer criterios de planeamiento regional y de diseño urbano que elaboren "indicadores de la sostenibilidad urbana" de un asentamiento turístico y sirvan de guía y recomendación para futuros planes urbanísticos o proyectos de reciclaje de edificios turísticos.

La investigación de los EVL se realiza en tres fases: (1) identificación, análisis e interrelación de los EVL, (2) determinación de los objetos de regeneración y (3) estudio de casos. Esta manera de abordar la investigación de los EVL sigue una concepción del Turismo Sostenible como "el enfoque positivo que pretende reducir las tensiones y la fricción creadas por las complejas interacciones entre la industria turística, los visitantes, el medio ambiente y las comunidades que acogen a los turistas. Es un enfoque que supone trabajar por la viabilidad y la calidad a largo plazo de los recursos naturales y humanos. No está en contra del crecimiento pero acepta que éste tiene límites" (Sabaté, 2007).

Espacios verdes litorales: una aproximación disciplinar

El litoral es una zona limítrofe de extrema actividad donde el hombre establece una relación privilegiada con el medio físico. Consecuencia de ello, el litoral deviene en un espacio de gran complejidad: es un área de transición entre los sistemas terrestres y marinos; es una frontera ecológica en la que existen intensos procesos de intercambio de materia e energía; es un ecosistema en constante evolución y cambio, con un alto valor ecológico y considerable diversidad biológica. Empezar el análisis y estudio de los asentamientos turísticos de la costa requiere identificar los factores estructurales y la variedad de agentes que actúan en ellos tanto desde la escala global —acometer la interpretación del territorio— como desde la escala local —valorar su pertenencia a un paisaje cultural. La condición

Tourist Spaces are tourist receptors destinations that need carry out restructuring strategies to renew in a moment which there is a trust in the recreation products to drive new dynamics of change (Vera, 2011) or in the new restructuring models that should arise creative and innovative strategies (Horrach, 2012). Any action that is committed to the renewal of the model must maintain and qualify the tourism activity relying on principles of sustainability and competitiveness of the touristic product but also the territory in which it is done. Increasing tourism offer should be done in a rational way adapted to the embracing capacity of natural, cultural and recreational entertainment resources of every tourist space.

The research project "Strategies for sustainable regeneration in tourist settlements on the Mediterranean coast (ERAM)"³ aims to address the knowledge of the Catalonia and Comunitat Valenciana coastline by identifying and analyzing the different types of coastal tourist settlements considering their needs for urban regeneration. From them, it will be design strategies for future action project to serve as models for sustainable urban and architectural regeneration of coastal tourist settlements. Within ERAM, the particular study Green Littoral Spaces (GLS) seeks urban regeneration areas of great potential that, from them, it will be possible to establish criteria for regional planning and urban design to develop "urban sustainability indicators" of a tourist settlement in order to guide and make recommendations for future development plans or recycling projects in tourist building.

The GLS study is performed in three phases: (1) identification, analysis and interrelation of the GLS, (2) determining the objects of regeneration and (3) case studies. This approach to the investigation of the GLS follows a concept of sustainable tourism as "a positive approach intended to reduce tensions and friction created by the complex interactions between the tourism industry, visitors, environment and the hosting tourist communities. It is an approach that involves working for the viability and long-term quality of natural and human resources. It is not against growth but accepts that it has limits" (Sabaté, 2007).

Green littoral spaces: a disciplinar approach

The coastline is a border area of extreme activity where man establishes a privileged relationship with the physical environment. Consequently, the coast becomes an area of great complexity: an area of transition between terrestrial and marine systems; an ecological boundary where there are intense processes of exchange of matter and energy; a constantly evolving and changing ecosystem with a considerably high ecological and biological diversity. Undertaking the analysis and study of coastal tourist settlements requires identifying structural factors and the variety of actors that play in them from the global scale — tackling the interpretation of the territory— and the local scale —assessing the membership to a cultural landscape. The condition of being Littoral is not explained only by the close presence of the sea but by the complex and close relationship with all the territory. GLS assist to start this task.⁴

The methodology undertook has been the analysis and study of the GLS of Comunitat Valenciana by drawing tables and generating maps for, as Corner (1999) points out, "from scepticism, criticism and invention may arise new operational fields between the studied elements". In parallel with the definition of the typological map of the coastal settlements, assignment of the first phase of ERAM,

de ser litoral no se explica solo por la presencia junto al mar sino por la compleja y estrecha relación existente con todo el territorio. Los Espacios Verdes Litorales (EVL) favorecen a iniciar esta empresa.⁴

La metodología empleada ha consistido en el análisis y estudio de los EVL de la Comunitat Valenciana mediante la elaboración de tablas y la generación de mapas para que, como señala Corner (1999), desde el escepticismo, la crítica y la invención, puedan surgir nuevas asociaciones operacionales entre los elementos estudiados. Paralelamente a la definición del mapa tipológico de los asentamientos litorales, propio de la primera fase del proyecto ERAM, el estudio de los EVL reconoce la capacidad de estos espacios para construir o preservar una identidad municipal/territorial a la vez de ser partes integrantes de un paisaje multifuncional. Abordar la sostenibilidad de los asentamientos turísticos consolidados desde unas estrategias conservativas supone buscar la potencialidad de regeneración de estas áreas a partir de la protección, conservación, recuperación y reconstrucción de los EVL. Para su estudio se han seleccionado cuatro tipos de espacios: 1. Paseos marítimos, 2. Sendas litorales, 3. Espacios naturales protegidos, 4. Campamentos turísticos (Tabla 1).⁵

1. El paseo marítimo es el espacio público que mayor dinamismo aporta a la ciudad litoral según sea su diseño urbano y arquitectónico (Trapero, 1998). En la Comunidad Valenciana, el Plan de Infraestructuras Estratégicas (2010-2020) tiene previsto crear 19 parques litorales y renovar 10 fachadas costeras emprendiendo una remodelación de la franja mediterránea sin precedentes y la creación de zonas verdes junto al mar que se unan a espacios naturales existentes. El paseo marítimo es un elemento crucial para la ordenación urbana del litoral como indican algunos ejemplos de la Costa Blanca (Alfosea, 1997) y para la regeneración de playas urbanas como factor incentivador del turismo (Fig. 2). También aumenta la calidad ambiental, convirtiéndolo en un factor competitivo de los destinos turísticos, integra la movilidad urbana (Agenda 21), transforma zonas portuarias en desuso (Schubert, 2004) o introduce singularidades en el paisaje litoral como parte de los Tour-scapes (Goula, 2013). La perspectiva sociológica del modelo "sol y playa" (Iribas, 2002) deviene en una perspectiva socio-urbana-territorial cuando el binomio paseo/playa urbana se integra con los elementos configuradores del paisaje natural. La inversión en paseos y playas influye en el desarrollo local. Una planificación ambiental y urbanística integrada apuesta por la calidad de los destinos turísticos.

2. El senderismo ha sido reconocido como una forma de turismo capaz de introducir la explotación de los parques naturales (Fariña, 1999) y llevar el desarrollo de un turismo sostenible, que siga las recomendaciones de la Carta de Europa de Turismo Sostenible, a áreas rurales o del interior. El senderismo presenta un sistema de movilidad no agresivo con el territorio que establece una oferta de productos para el ecoturismo (red de sendas GR, PR, LS, rutas BTT, zonas de acampada,...) (Fig.3). La puesta en valor de la amplia red de vías pecuarias y caminos históricos potencia el desarrollo del turismo local: algunos ejemplos de esto lo encontramos en Galicia (Nárdiz, 2008), en el Pirineo Catalán (Guàrdia, 2011) y en la Comunitat Valenciana (Diez, 2011). Este modelo puede ser implantado en el litoral a través de la protección y conservación de las vías agropecuarias de los municipios litorales con el objetivo estratégico de poner en valor las infraestructuras históricas existentes, establecer la conexión entre diferentes asentamientos turísticos o delimitar el territorio en su vinculación de

the study of the GLS recognizes the capacity of these areas to build or preserve local/territorial identity while being integral parts of a multifunctional landscape. Addressing the sustainability of mature tourist settlements from conservative strategies implies to seek the regeneration potential of these areas in the protection, conservation, restoration and reconstruction of the GLS. For the study, we selected four types of spaces: 1. Waterfronts, 2. Coastal trails, 3. Protected natural areas, 4. Tourist camps (Table 1).⁵

1. The waterfront is the public space that most dynamics provides to the coastal town according to its urban and architectural design (Trapero, 1998). In The Comunitat Valenciana, the Plan for Strategic Infrastructures (2010-2020) intends to set up 19 coastal parks and renovate 10 coastal waterfronts undertaking an unprecedented remodeling of the Mediterranean coast and the creation of green areas near the sea to join existing natural areas. The waterfront is a crucial element for coastal urban planning as some examples of the Costa Blanca confirm (Alfosea, 1997) and for the regeneration of urban beaches as tourism incentive factor (Fig. 2). It also increases the environmental quality; makes it a competitive factor of tourist destinations, integrates urban mobility (Agenda 21); transforms disused port areas (Schubert, 2004) and introduces singularities in the coastal landscape as part of the Tour-scapes (Goula, 2013). The sociological model "sun and beach" (Iribas, 2002) becomes into a socio-urban-territorial one when the pair waterfront / urban beach is composed of the elements which define the natural landscape. Investing in waterfronts and urban beaches influence local development. An integrated urban and environmental planning commits to the quality of tourist destinations.

2. Hiking has been recognized as a form of tourism able to introduce the exploitation of natural parks (Farina, 1999) and lead a sustainable tourism development to rural towns that follows the recommendations of the European Charter for Sustainable Hiking provides a non-invasive mobility system with the territory establishing a product offering for ecotourism (Trail networks GR, PR, LS, mountain bike routes, campsites, ...) (Fig. 3). The enhancement of the extensive network of rural trails and historic roads strengthens the local tourism development: some examples of this are found in Galicia (Nardiz, 2008), in the Catalanian Pyrenees (Guardia, 2011) and The Comunitat Valenciana (Diez, 2011). This model can be implemented on the coast through the protection and conservation of the rural roads net of coastal towns with the strategic objective to value the existing historic infrastructure. This establishes the connection between different tourist settlements or delimits the territory in the links of farmland with tourist residential areas. The use of these secondary net connectors with different intensities opens possible ways of sustainable mobility and local articulation.

3. Green Urbanism is a new paradigm of urban design and architectural strategies in postindustrial city that presents different models to address sustainable urban growth (Lehmann, 2011). The influence that nature has on citizens is well known in a global land scale (natural parks and reserves protect biodiversity and ecosystems, flora and fauna that are endangered) but at the urban level remains to explore (Farra, 2002). Public green space has a special importance in the definition of what moves people to an awareness of urban nature, bringing them to an emotional dimension which puts this experience as an important value to keep (Chiesura, 2004). Therefore, any approach to study the natural protected areas system in the sprawl city (megapolis) requires the integration of space and ecological systems in the production of multiscale urban

Espacio Turístico	Zona ERAM	Municipio	Paseos marítimos					Sendas			
			Actividad pral.	Extremo Norte	Extremo Sur	Long. (Km)	Tipo				
2	1	Vinaroz		R	rio	puerto	1,1				
		Benicarló		R/P	huerta	hotel	0,7				
		Peñíscola		R/H	huerta	península	4,7	Colada del Camino de la Raya / Colada Entreterminos	INT		
								Colada del Camino del Pebret	LIT		
		Alcala de Xivert (Alcossebre)		R	urb.	puerto	0,8				
		Torreblanca		H	playa	playa	0,2				
	3	2	Cabanes (Marina d'Or)		R	huerta	Prat	1,3	Colada de la Raya	INT	
					R	prat	rio	3,7	Colada del Camino de la Tall	LIT	
		Orpesa		R/H	marjal	cabo	1,2	Colada Realenga del Mar (Via Verde)	LIT		
		3	Benicasim		R	cabo	playa	0,3			
					R/H	montaña	playa	1,8			
				6	4	Castellón de la Plana		R	playa	puerto	1,7
Almassora						R	puerto	delta	3,2	Cañada Real de la Rambla de la Viuda	INT
Burriana		R	playa			puerto	0,9				
Nules		R	playa			canal	1,2				
Moncofa		R	marjal			playa	2				
Xilches		R	urb.			marjal	1,5	Colada del Camino del Serradal / Cañada del Mar	LIT		
4	Almenara	La llosa		R	playa	1					
				R	canal	playa	1				
				R	playa	1,9					

Existencia de calle
 Presencia de áreas verdes
 Continuidad con la playa

Tabla 1 Análisis de los Espacios verdes litorales en la provincia de Castellón

Analysis of Green littoral spaces in the province of Castellón

Espacio Turístico	Zona ERAM	Municipio	Espacios naturales protegidos		Campamentos turísticos				
			Tipo Protección	Cat					
2	1	Vinaroz	Desembocadura del Rio de la Sénia	Humedal					
		Benicarló	Desembocadura del Rio Cérvol						
		Peñíscola	La Marjal de Peñíscola	Ullal de l'Estany	Humedal	<i>Alegria del Mar</i>	2		
						<i>Bellavista</i>	1		
						<i>Spa Natural Resort-EcoHotel-EcoCamping</i>	1		
						<i>Los Pinos</i>	1		
				<i>El Edén</i>	1				
				<i>Ferrer</i>	2				
	2	Alcala de Xivert (Alcossebre)	Ullal de l'Estany	Sierra de Irtá	PORN / PRUG	<i>La Volta</i>	1		
						<i>Vizmar</i>	2		
			3	Torreblanca Cabanes (Marina d'Or)	Parque Natural Prat de Cabanes-Torreblanca		PORN / PRUG	<i>Riberamar</i>	2
								<i>Torre la Sal</i>	1
							<i>Oasis</i>	1	
							<i>Vorammar</i>	1	
					<i>Bonterra</i>	1			
					<i>Gran Avenida</i>	2			
6	4	Castellón de la Plana	Desembocadura del Rio Mijares	Humedal					
		Almassora	Clot de la Mare de Déu	Humedal					
		Burriana	Marjal de Nules-Burriana	Humedal					
		Nules	L'Estany	Humedal					
		Moncofa			<i>Mediterráneo</i>	2			
		Xilches							
La llosa									
Almenara	Marjal i Estany d'Almenara	Humedal							

Fig. 2. Reflectancia espectral de las muestras de cemento y de los asfaltos convencionales.

Spectral reflectance of concrete samples and conventional asphalts



Fig. 3. Via Verde en Oropesa (Castellón)
Greenway in Oropesa (Castellón)



Fig. 4. Marjal de Peñíscola (Castellón)
Marsh of Peñíscola (Castellón)



Fig. 5. Instalaciones del Camping Mediterraneo en Xilches (Castellón)
Camping Mediterraneo installations in Xilches (Castellón)



los espacios agrarios y las áreas residenciales turísticas. La utilización de esta red secundaria de conectores de diferentes intensidades abre posibles formas de movilidad sostenible y articulación municipal.

3. El Green Urbanism es un nuevo paradigma de diseño urbano y de estrategias arquitectónicas de la ciudad postindustrial que presenta diferentes modelos para abordar el crecimiento urbano sostenible (Lehmann, 2011). La influencia que la naturaleza tiene en los ciudadanos es bien conocida a nivel territorial (los parques naturales como reservas de biodiversidad y de protección de ecosistemas, vegetación y fauna que están en peligro de extinción) pero a nivel urbano todavía está por explorar (Farra, 2002). El espacio verde público tiene una especial importancia en la definición de lo que mueve a la gente a una conciencia de la naturaleza urbana, llevándoles a una dimensión emocional, que sitúa esta experiencia como un valor importante a conservar (Chiesura, 2004). Por tanto, abordar el estudio del sistema de espacios naturales protegidos dentro de la ciudad difusa (sprawl o megalópolis) requiere la integración de los espacios y sistemas ecológicos en la producción de áreas verdes urbanas multiescala que redefinan las relaciones entre la ciudad, la naturaleza y el ciudadano con el fin de crear un sistema de parques para el siglo XXI (Fig.4).

4. El campamento turístico es una de las variedades turísticas que más crecimiento ha experimentado en las últimas décadas en España, tanto en el número de instalaciones que han aparecido como en el número de plazas ofertadas cuya mayor presencia se encuentra en la costa. (Feo, 2003). El camping es un tipo de instalación residencial que genera terrenos delimitados y acondicionados para su ocupación temporal donde se estimula la vida al aire libre con fines estrictamente turísticos a través de un tipo de residencia móvil o transportable. El carácter de este tipo de instalación protege el entorno y contribuye a la formación y delimitación de espacios verdes naturales arbolados (Fig. 5). Es un sistema que permite ser al mismo tiempo una forma de alojamiento y recreo turístico que protege y conserva, en gran medida, el territorio y le da un uso específico que puede ser compatible con los modelos de gestión y ocupación del suelo que buscan frenar y controlar el creciente abandono de muchas hectáreas agrícolas. En el territorio valenciano la formación de tierras baldías ha crecido un 14.5% entre los años 2008 y 2011.⁶

Primeros resultados: sistema en red

La realización de mapas y cartografías particulares de los cuatro EVL analizados en el territorio valenciano, tanto a nivel particular e individualizado como en su comparación e interrelación, evidencian con claridad dos acciones potenciales o factores constitutivos que pueden vehicular estrategias de regeneración sostenible de los asentamientos turísticos a partir de la consideración de los espacios verdes litorales. Estos son:

Conectores. Los paseos marítimos son espacios públicos de gran heterogeneidad que, según su diseño arquitectónico y longitud, en muchas ocasiones presentan una inadecuada conexión del tejido urbano con la playa y el mar. Además, por las condiciones geográficas del sitio, diversos obstáculos (calzadas, pasos estrechos y pequeños desniveles) y la densidad de actividades que albergan (residencial y servicios) se impide su adecuada unión transversal. Sin embargo, el paseo marítimo concebido como un EVL necesita reorganizar sus extremos de inicio y final con el fin de conformar un espacio urbano continuo que permita la movilidad peatonal a lo largo de la Infraestructura Verde, cauces de río, campos agrarios y marjales. También ofrece

green areas that can redefine the relationship between city, nature and citizens in order to create a park system for the twenty-first century (Fig. 4).

4 The tourist camp is one of the tourist varieties that have experienced a fastest growing in recent decades in Spain, both in the number of facilities that have appeared around it and the number of bedplaces offered, whose main presence is on the coast (Feo, 2003). The tourist camp is a type of residential facility that generates enclosed areas for temporary occupation where it stimulates the outdoor life strictly for tourist by a type of mobile or transportable home. The nature of this type of installation protects the environment and contributes to the formation and delineation of a wooded green space (Fig. 5). This system allows being at the same time a form of accommodation and a tourist recreation that protects and preserves largely the land and gives a specific use. It can be compatible with the models of land management and occupation that seek to impede and control the growing abandonment of many agricultural acres. In the region of Valencia wastelands formation grew by 14.5% between 2008 and 2011.⁶

First results: a network system

Mapping the four GLS analyzed in the coastal towns of Comunitat Valenciana and focussing in an individualized, compared and interaction level, two actions clearly emerge to show the potential or the constitutive factors that may guide the sustainable regeneration strategies of the tourist settlements from proper consideration of GLS. These are:

Connectors. The waterfronts are highly heterogeneous spaces, according to its architectural design and length. They often have an inadequate connection with urban fabric the beach and the sea. Furthermore, geographic conditions of the site, various obstacles (roads, narrow passages and small slopes) and the density of the activities they host (residential and services) prevents a proper cross connection. However the waterfront designed as a GLS need to reorganize the start and end edges in order to form a continuous urban space that allows pedestrian mobility along the Green Infrastructure, riverbeds, agricultural fields and marshes. It also offers the possibility of creating unique spaces in ports, peninsulas and beaches.

Coastal paths, cattle trails and historic roads make up a large network of communication that allows a "human scale" union of urban settlement with other parts of the municipality (biodiversities interconnected). These pathways allow connection points along its way around the whole township that make spaces in the territory that are new centralities —node of singularity— of different scales. An example of this is observed in the various existing routes and walking trails in the National Parks.

Nodes. Protected natural areas offer a wide variety of environments and ecosystems that are reservoirs of biodiversity. They are also areas of great potential which enable the implementation of a sustainable tourism model. Some of these spaces are connected to each other, others are discontinuous as islands of different scales which form a territorial pattern of different green spaces that, in some municipalities, play an important role and, in others, are almost nonexistent. Enhancing the delimitation of such areas (diversity) and tackle municipal or territorial connectivity (biological corridors) can undertake two of the main objectives of the Land Strategy Plan of Comunitat Valenciana 2030.

The singularity offered by tourist camps is that small-scale areas generate a system of land occupation generating

la posibilidad de conformar espacios de singularidad en puertos, penínsulas y playas.

Las sendas litorales, junto con las vías pecuarias y los caminos históricos, conforman una amplia red de comunicación que hace posible una unión "a escala humana" del asentamiento urbano con otras partes del municipio (interconexión de biodiversidades). Estas vías permiten puntos de conexión a lo largo de su recorrido por todo el municipio que conforman espacios en el territorio que son nuevas centralidades —nodos de singularidad— de diferentes escalas. Un ejemplo de esto lo observamos en las variadas rutas y senderos turísticos existentes en los Parques Naturales.

Nodos. Los espacios naturales protegidos ofrecen una gran variedad de entornos y ecosistemas que son reservas de biodiversidad y espacios de gran potencialidad, propicios para implantar un modelo de turismo sostenible. Algunos de estos espacios están conectados entre ellos, otros se presentan discontinuos como islas de diferentes escalas que forman un patrón territorial de espacios verdes diversos que, en algunos municipios, desempeñan un papel importante y, en otros, son casi inexistentes. Potenciar la delimitación de este tipo de espacios (diversidad) y abordar su conectividad a nivel municipal o territorial (corredores biológicos) permite acometer dos de los objetivos principales de la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana para el año 2030.

La especial singularidad que ofrecen los campings radica en que áreas de pequeña escala generan un sistema de ocupación del territorio que forman asentamientos, donde es posible una gran variedad organizativa de comunidades temporales "bajo el árbol", las cuales pueden adaptarse a diferentes espacios y entornos. La adaptabilidad a las condiciones geográficas es válida para afrontar el problema del suelo urbanizado vacante, existente en los asentamientos litorales, y proponer otros usos rentables para los terrenos baldíos de estos municipios.

Conclusiones

La conectividad y la centralidad en los asentamientos urbanos litorales conduce al planteamiento de acciones de intervención en los paseos marítimos, las sendas litorales y los espacios naturales protegidos (algunos forman parte de la Infraestructura Verde) y a la formulación de modelos de ocupación del suelo y urbanización parcial que sigan sistemas de organización adaptables al territorio. La capacidad de cambio de los EVL puede establecer estrategias de regeneración sostenible de los asentamientos turísticos. Pero de lo que éstos informan principalmente, es de ser partes integrantes de un paisaje multifuncional.

Un paisaje multifuncional es, por definición, aquel paisaje que provee múltiples funciones. Es el paisaje que incluye los sistemas sociales y humanos (asentamiento urbano) con los sistemas naturales. En los municipios turísticos del litoral donde predomina la estacionalidad de usos, cualquier enfoque a mayor escala debe hacer convivir e integrar estos usos con las dinámicas propias de los sistemas naturales. Esto lleva a entender que el paisaje es una entidad compleja formada por factores dinámicos: bióticos y abióticos. Así que, planificar la regeneración de las áreas de actividad turística con un modelo sostenible significa la construcción de paisajes multifuncionales lo que abre la posibilidad de evaluar, gestionar y crear un tipo de paisaje en el que se integren las actividades recreativas (productos turísticos) y la producción humana y social con

settlements, where is possible a large organizational variety of temporary communities "under the tree", which can be adapted to different spaces and environments. The adaptation to geographical conditions applies to deal with the problem of vacant urban land, existing in coastal settlements, and propose other profitable uses for the wasteland in these towns.

Conclusions

The connectivity and centrality in urban coastal settlements leads to planning intervention actions in the waterfronts, coastal paths and protected natural areas (some are part of the Green Infrastructure) and the formulation of models of land use and partial urbanization that follow adaptive organizational systems to the territory. The ability of change of GLS can establish sustainable regeneration strategies for the tourist settlements. But what they mainly report is being parts of a multifunctional landscape.

A multifunctional landscape is, by definition, a landscape that provides multiple functions. It is the landscape that includes human and social systems (urban settlement) with natural systems. In the coastal tourist towns where the seasonality of uses predominates, any larger-scale approach must make coexist and integrate these uses with the dynamics of natural systems. This leads to understand that the landscape is a complex entity formed by dynamic factors: biotic and abiotic. Consequently, planning the regeneration of the touristic areas with a sustainable model means building multifunctional landscapes which open the possibility to evaluate, manage and create a type of landscape in which recreational activities (tourism products) and human and social production are integrated with the rational land use. This relational urbanism is based on the socio-urban theories of the city-society-network made of nodes and connectors (Borja & Castells, 1998)

One of the consequences of tackling the study of multifunctional landscape is that it requires adaptive design strategies able to present alternative scenarios (Naveh, 2001). Studies that integrate urban systems, territorial and Green Infrastructure with ecological systems can only be done from the interdisciplinary teams. Specific issues like ecology, economy, society and cultural and social perception of the landscape are enriched by the work the architect / planner brings to this team providing "other views" and strategies in which nodes and connectors are indicators of the sustainability of the urban land. From this, the renewal of tourist areas of the coast of Valencia could be built on the potential offered by the superposition of Green Littoral Spaces.

un uso racional del territorio. Este urbanismo relacional tiene su base en las teorías sociourbanas de la ciudad-sociedad-red formada por nodos y conectores (Borja & Castells, 1998)

Una de las consecuencias de abordar el estudio del paisaje multifuncional es que se requiere de estrategias de diseño adaptativo capaces de presentar escenarios alternativos (Naveh, 2001). Los estudios que integran los sistemas urbanos, territoriales y la Infraestructura Verde con los sistemas ecológicos solo pueden abordarse desde la interdisciplinariedad. A las cuestiones propias de ecología, economía, sociedad y percepción cultural y social del paisaje, el trabajo que el arquitecto/urbanista aporta a este equipo se circunscribe a ofrecer "otras visiones" y estrategias en las que los conectores y nodos son indicadores de la sostenibilidad urbana de un territorio. A partir de esto, la renovación de los Espacios Turísticos del litoral de la Comunitat Valenciana podría basarse en la potencialidad que ofrece la superposición de los Espacios Verdes Litorales.

Notas

1. Los Espacios Turísticos son "áreas de territorio cuyas estructuras y actividades turísticas gozan de tal homogeneidad que permiten la ejecución de una política turística común y uniforme para cada espacio". (Título IV de la Ley 3/1998, de 21 de mayo, de Turismo de la Comunitat Valenciana.)
2. Ley 4/2004, de 30 de junio, de Ordenación del Territorio y Protección del Paisaje, de la Comunitat Valenciana.
3. Proyecto I+D+i del Ministerio de Economía y Competitividad coordinado por la Universitat Politècnica de València y la Universitat Ramon Llull (2012-2014)
4. Algunos EVT son: sendas litorales, paseos marítimos, parques litorales, parques naturales, humedales, ríos, acequias, canales, barrancos, acantilados, cordón dunar, bosques litorales, reservas marinas, jardines, espacios de ocio,...
5. Para esta comunicación únicamente se indican los EVL de la provincia de Castellón.
6. Encuesta de Superficies y Rendimientos (ESYR-CE) del Ministerio de Medio Ambiente (MARM). La media española es del 5,4% en el mismo periodo.

Notes

1. Tourist Areas are "areas of land whose structures and tourist activities have such uniformity that allow the execution of a common and uniform tourism policy for each space." (Title IV of Act 3/1998, of May 21, of Valencia Tourism)
2. Law 4/2004, of June 30, Land Planning and Landscape Protection of Comunitat Valenciana.
3. Research Project I+D+i of the Ministry of Economy and Competitiveness coordinated by the Universitat Politècnica de València and the Universitat Ramon Llull (2012-2014)
4. Some GLS are: coastal paths, waterfronts, littoral parks, wetlands, rivers, ditches, canals, ravines, cliffs, dunes, coastal forests, marine reserves, gardens, outdoor leisure areas, ...
5. This paper only indicates the GLS in the province of Castellón.
6. Survey of Area and Yield (ESYREC) of the Ministry of Environment (MARM). Spanish average is 5.4% in the same period.

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

- Borja, J., Castells, M. (1998) *Local y global. La gestión de las ciudades en la era de la información*, Barcelona: Taurus
- Chiesura, A. (2004) "The role of urban Parks for the sustainable city", *Landscape and Urban Planning*, nº 68, pp.129-118
- Corner J. (1999) "The agency of mapping: speculation, critique and invention" En: Denis Cosgrove (ed) *Mapping*, Nueva York: Reaktion Books
- Diez, D. (2011) "La diversificación turística como estrategia clave para la reactivación de destinos consolidados del litoral: la reinención de Cullera (España). Actas Seminario Internacional Renovación y Reestructuración de destinos turísticos consolidados del litoral, Alicante 24-25 Noviembre 2011.
- Farina, J. (1999) "Turismo y uso sostenible del territorio: El senderismo como posibilidad para los pequeños municipios" Cuadernos de Investigación Urbanística nº 28. Madrid: Sección de Urbanismo del Instituto Juan de Herrera (SPyOT), Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- Farra F. (2002) "Parque natural y turismo de masas: ¿compatibilidad?" *Investigaciones Geográficas*, nº 29, pp. 39-56
- Feo, F. (2003) "Los camping en España", *Cuadernos de Turismo* 11, pp. 83-96
- Goula, M.; Spanou, I.; Perez, P. (2012) "Tour-scapes or how to convert mature tourism destinations to complex sustainable landscapes: the strategy of the "second coast". En: Conference of the International Forum on Urbanism. "6th Conference of the International Forum on Urbanism (IFoU): TOURBANISM, Barcelona, 25-27 enero". Barcelona: IFoU, 2012, p. 1-10
- Guàrdia, C. (2011) "La creación de una red de senderos locales como estrategia turística de futuro en zonas de montaña: el caso de Alp" En: Santiago Fernández Muñoz [et al.], XII Coloquio de Geografía del Turismo, Ocio y Recreación, Madrid: Universidad Carlos III, 2011
- Iribas, J. M. (2002) "Una perspectiva sociológica sobre las playas" *OP Ingeniería y territorio* nº 61, pp.78-85
- Horrach, B. (2012) "Diversity, flexibility and identity: mechanisms for recycling mature tourist destinations". En: Conference of the International Forum on Urbanism. "6th Conference of the International Forum on Urbanism (IFoU): TOURBANISM, Barcelona, 25-27 enero". Barcelona: IFoU, 2012, p. 1-10
- Lehmann S. (2011) *The principles of Green Urbanism*, Newcastle: The University of Newcastle
- Nárdiz, C. (2008) "La planificación de una red de sendas para el recorrido del litoral de la provincia de A Coruña" *Revista de Obras Publicas*, Diciembre nº 3.494 pp.23-40l
- Naveh, Z. (2001) "Ten major premises for a holistic conception of multifunctional landscapes" *Landscapes and Urban Planning* nº 57, pp.269-284
- Pié, R.; Vilanova, J. M. (2012). "A century of tourism in Europe: new challenges to the discipline of urbanism". En: Conference of the International Forum on Urbanism. "6th Conference of the International Forum on Urbanism (IFoU): TOURBANISM, Barcelona, 25-27 enero". Barcelona: IFoU, 2012, p. 1-6.
- Sabaté, X. (coord.) (2007): *Turisme sostenible: experiències europees aplicables a Catalunya*. Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible i Departament d'Innovació, Universitats i Empresa. Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- Schubert, D. (2004) "Transformación de zonas portuarias y costeras en desuso: experiencias, posibilidades y problemas" *Ciudades* 8, pp 15-36
- Trapero, J. J. (1998) *Los paseos marítimos españoles: su diseño como espacio publico*, Madrid: Akal Ediciones
- Torres Alfosea, F. J., (1997) *Ordenación del litoral en la Costa Blanca*, Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante

Diagnóstico energético y evaluación de soluciones para la renovación del barrio de Malartic (France)

Energy diagnosis and solutions evaluation for the renovation of the Malartic district (France)

Stéphanie Bontemps¹, Aurélien Henon², Laurent Mora¹, Jérôme Lopez²

RESUMEN

Para ahorrar energía, reducir las emisiones de gases invernaderos y aumentar la comodidad de los ocupantes, el Gobierno francés puso en marcha un gran plan para hacer que los edificios bajos en energía, pasivos y positivos se conviertan en un estándar y para renovar los existentes edificios. En este artículo se presenta un programa global de rehabilitación energética aplicado al distrito Malartic, cerca de Burdeos, en Francia. Este distrito comprende casas casi idénticas, construidas en la década de 1970, con un consumo de energía de 180 kWh/m²/año de promedio. El objetivo es disminuir este consumo a 80 kWh/m²/año.

Así mismo, el artículo muestra cómo fue elegida una muestra de alrededor diez casas las cuales representan todo el distrito en el mejor de los casos, con el fin de ser utilizadas como experimentación. Posteriormente, se presenta un análisis del actual rendimiento energético de las casas comparando simulaciones térmicas dinámicas con medidas. Una vez las simulaciones ajustadas a las medidas, varias soluciones técnicas innovadoras son propuestas, considerando las limitaciones específicas de la estructura particular de las casas (tipo Chalandonnette). Las posibles soluciones se clasifican considerando los aspectos energéticos, ambientales, económicos, y la comodidad.

Cuando las soluciones técnicas seleccionadas estén implementadas en las casas experimentales, el rendimiento real se evaluará supervisando el consumo. Así, se evaluarán las soluciones sugeridas y serán replicadas y/o ajustadas a todo el distrito Malartic y a distritos con tipología similar. Además, se insertarán las soluciones retenidas en una herramienta de toma de decisiones que será desarrollada para los propietarios para que sean capaces de identificar las obras prioritarias según su presupuesto

Palabras clave: Diagnóstico energético, Simulación dinámica, Rehabilitación de edificios, Cooperativa de propietarios de viviendas

ABSTRACT

To save energy, to reduce greenhouse gas emissions and to increase the occupants comfort, the French Government launched a huge plan to make low, passive and positive energy buildings become a standard and to renovate existing buildings. This article presents a global energy renovation program applied to the Malartic district, close to Bordeaux in France. This district comprises almost identical houses, built in the 1970s, with an energy consumption of 180 kWh/m²/year on average. The objective is to decrease it to 80 kWh/m²/year.

Moreover, the article shows how a sample of nearly ten houses, which represents at best the entire district, was made in order to be used as experimentation. Then, an analysis of current houses energy performance comparing dynamic thermal simulations to measurements is presented. Once the simulations adjusted to measurements, various innovative technical solutions were proposed, considering specific constraints brought by the particular structure of the houses (Chalandonnette type). Possible solutions are then ranked with energy, environmental, economic, and comfort assessments.

Once selected, technical solutions will be implemented on experimental houses, actual performance will be assessed by consumption monitoring. Thus, the suggested solutions will be evaluated and replicated and/or fixed to the whole Malartic district and to districts with similar typology. Furthermore, the retained solutions will be inserted into a decision-making tool that will be developed for homeowners to make them able to identify priority works according to their budget.

Key words: Energy diagnosis, Dynamic simulation, Building renovation, Homeowners cooperative

(1) Université Bordeaux

(2) Nobatek – Plateau. Contact info: stephanie.bontemps@u-bordeaux1.fr

Introducción

Con el 44% del consumo total de energía[1], el sector de la construcción es el primer consumidor de energía en Francia. También es uno de los más contaminantes, con 25% del total de las emisiones nacionales de CO₂ [1]. Por lo tanto, es un sector clave para enfrentar el calentamiento global y la rarefacción de los combustibles fósiles. Para reducir su consumo de energía, el gobierno francés introdujo un importante programa para la construcción de edificios bajos en energía, pasivos y positivos y un amplio programa de renovación [2]. En este contexto, un proyecto de innovación técnica, organizativa y financiera se puso en marcha en el distrito Malartic, en Gradignan cerca de Burdeos, en Francia, para hacer una renovación energética global de varias casas. Para demostrar que este tipo de operaciones se pueden generalizar, el proyecto debe demostrar la factibilidad técnica, la aceptabilidad social y económica de la operación.

Este artículo describe los primeros resultados de este proyecto con la presentación de la asociación "DES FOURMIS DANS LE COMPTEUR" y del proyecto. A continuación se presenta una descripción de las diferentes casas del distrito, antes de explicar cómo se tomó una muestra de 7 casas con el fin de ser utilizada como experimentación. Finalmente, se presentan simulaciones del rendimiento energético de las casas actuales y una metodología para seleccionar soluciones técnicas para mejorar su rendimiento.

La asociación «des fourmis dans le compteur» y el proyecto «fourminergie»

Desde la construcción del barrio Malartic a principios de 1970, existe una importante red asociativa. En 2005, dos presentaciones organizadas por una asociación de barrio en el tema del ahorro de energía provocaron el interés de propietarios que decidieron crear la asociación "DES FOURMIS DANS LE COMPTEUR" en 2006[3]. Sus objetivos son:

- Promover las tecnologías sostenibles para las personas y el medio ambiente;
- Informar y participar en obras de control de los flujos (energía, agua, residuos ...) sobre la vivienda y las condiciones de vida;
- Promover y desarrollar iniciativas colectivas.

Desde su creación, ya se discutieron varios temas, gracias a los grupos temáticos que trabajan en torno a la información y reflexión del ahorro de energía. Algunas acciones concretas, basadas en la realización de operaciones individuales y colectivas, se llevaron a cabo. En 2007, se realizaron 39 auditorías energéticas[4]. Gracias a un acuerdo de dos años de colaboración firmado con Gaz de Bordeaux, la investigación sobre soluciones de aislamiento se llevó a cabo, y obras fueron realizadas en dos casas, entre 2010 y 2011. En 2010, un taller de 10 días fue organizado con la Maison de l'Architecture d'Aquitaine y ENSABx (Escuela Nacional Superior de Arquitectura y Paisaje de Burdeos) con el fin de poner en marcha una discusión técnica y arquitectural sobre obras a hacer.

Así, desde 2006, esta asociación ya llevó a cabo varias acciones colectivas y de bajo costo. Además, los miembros de la asociación han sido educados en el tema de la renovación energética global durante muchos años y están listos para tomar, de forma individual, el riesgo de un funcionamiento colectivo.

Introduction

With 44% of the total energy consumption[1], the building sector is the first energy consumer in France. It is also one of the most polluting with 25% of the total national CO₂ emissions[1]. Thus, it is a key sector to tackle global warming and fossil fuels rarefaction. To reduce its energy consumption, the French government introduced a huge program of construction of low, passive and positive energy buildings and an extensive renovation program[2]. In this context, an innovative technical, organizational and financial project was launched in the Malartic district, in Gradignan close to Bordeaux in France, to do a global energy renovation of several houses. To prove that such operations can be generalized, the project aims to demonstrate technical feasibility, economic and social acceptability of the operation.

This article describes the first results of this project with a presentation of the "DES FOURMIS DANS LE COMPTEUR" association and of the project. Then, a description of the different houses in the district is provided before explaining how a sample of 7 houses was made in order to be used as experimentation. Finally, simulations of current houses energy performance and methodology to select technical solutions to improve their performance are presented.

The «des fourmis dans le compteur» association and the «fourminergie» project

Since the construction of the Malartic district in the early 1970s, there has been a significant associative network. In 2005, two presentations organized by a district association on the theme of energy savings triggered the interest of 40 homeowners who decided in 2006 to create the "DES FOURMIS DANS LE COMPTEUR" association[3]. Its goals are to:

- Promote sustainable technologies for people and the environment;
- Inform and engage works on flows control (energy, water, waste...) in the field of housing and living conditions;
- Promote and develop collective initiatives.

Since its creation, several items have already been discussed thanks to thematic groups working on information and reflection on energy savings. Some concrete actions based on the achievement of individual and collective operations were implemented. In 2007, 39 energy audits were performed[4]. Thanks to a two years partnership agreement signed with Gaz de Bordeaux, research on insulation solutions was carried out and works on two houses were conducted, between 2010 and 2011. In 2010, a 10-day Workshop was organized with the Maison de l'Architecture d'Aquitaine and ENSABx (National School of Architecture and Landscape of Bordeaux) in order to launch technical and architectural discussion on works to engage.

Thus, since 2006, this association has already carried out several collective and inexpensive actions. Moreover, the association members have been highly educated on the subject of global energy renovation for many years and they are ready to take, individually, the risk of a collective operation.

In this context the "Fourminergie" project, which is the cause of the work described below, was launched in 2012. Its various steps are as follows:

En este contexto, el proyecto "FOURMINERGIE", que es al principio de este trabajo que se describe a continuación, se puso en marcha en 2012. Sus etapas son las siguientes:

- Primero, el objetivo es llevar a cabo un análisis detallado de los diferentes tipos de viviendas en el barrio y un análisis del rendimiento energético actual mediante simulación dinámica.
- Después, una metodología para mejorar la eficiencia utilizando una importante renovación energética se definirá. Además, una herramienta de toma de decisiones se ofrecerá a los propietarios para ayudarlos a identificar las prioridades de obras.
- Plan financiero y legal para asegurar la realización de cada proyecto individual de rehabilitación, dentro de un proyecto global de desarrollo.
- Operaciones de renovación en las casas experimentales.
- Seguimiento y feedback con la creación de una herramienta de control del consumo y la redacción de fichas para cada solución con los puntos fuertes y débiles. Pocos datos están disponibles sobre el feedback de operaciones de rehabilitación de alto rendimiento energético y bajo impacto ambiental a gran escala. El distrito Malartic podría ser un sitio piloto.
- Comunicación/Formación/Reproducción enfocando hacia las salientes del proyecto en términos de educación de los diferentes actores profesionales y usuarios. La publicación de los resultados es esencial para preparar la replicación en el distrito y fuera.

El barrio de malartic

El distrito Malartic cuenta con 716 viviendas en una superficie total de unas 100 hectáreas. Estas casas, construidas en la década de 1970, antes de la primera regulación térmica, son casi idénticas. Hay 3 tipos de casas: Alicante (similar a Baléares y Bermudes) (Fig.1), Castilla (Fig.2) y Cérac (Fig.3), cada una en 2 o 3 versiones dependiendo del número de habitaciones.

Las casas están hechas de acristalamiento simple con un marco de madera y tienen muchos puentes térmicos. De hecho, una prueba de infiltraciones realizada durante la auditoría en 2013 reveló una tasa de infiltración de $n_{50}=8.13\text{vol/h}$. Cada casa está equipada con una caldera para calefacción y producción de agua caliente y además, algunas tienen una estufa de madera. El intercambio de aire es proporcionado por la infiltración, el conducto de calentamiento y dos entradas de aire. La Tab.1 muestra detalles relativos a la constitución de las paredes de la casa Alicante estudiada cuando construida.

Selección de una muestra que va a ser utilizada como experimentación

Con las entrevistas que se llevaron a cabo con todos los cooperativos fue posible tener una primera visión general de los parámetros que parecían relevantes para caracterizar el comportamiento energético de las casas.

Tuvimos que seleccionar un número reducido de casas a estudiar en un nivel más detallado. El número adecuado para esta «muestra» de casas se determinó gracias al análisis de parámetros que son los que tienen más impacto en la comodidad y el rendimiento energético. La muestra debe ser lo más representativa de todas las casas de los cooperativos, y en gran escala, en el distrito.

- First, the objective is to conduct a detailed analysis of the different types of houses in the district and an analysis of the current energy performance using dynamic simulation.
- Then, a methodology to improve the performance using significant energy renovation will be defined. Moreover, a decision making tool will be offered to homeowners to help them to identify priorities works.
- Financial and legal set-up to ensure the realization of each individual rehabilitation project but within an overall development project.
- Renovation operations achievements on the experimental houses.
- Monitoring and feedback with the establishment of a consumption monitoring tool and writing of factsheets by solution, with strengths and weaknesses. Few data on the feedback on rehabilitation operations with high energy efficiency and low environmental impact on a large scale are available. Malartic district could be a pilot site.
- Communication/Training/Duplication focusing on the progress of the project in terms of training for different professional actors and users. Publication of results is essential to prepare the replication to the district and outside.

The malartic district

The Malartic district comprises 716 houses on a total area of about 100 hectares. These houses, built in the 1970s, before the first thermal regulation, are almost identical. There are 3 types of houses: Alicante (similar to Baléares and Bermudes) (Fig.1), Castilla (Fig.2) and Cérac (Fig.3), each available in 2 or 3 versions depending on the number of rooms.

The houses were all made of single glazing with wood frame and have many thermal bridges. Indeed, a blower door test performed during the audit in 2013 revealed an infiltration rate of $n_{50}=8.13\text{vol/h}$. Each house is equipped with a gas central heating and, some are also equipped with a wood stove. The air exchange is provided by infiltration, heating duct and two inlet air vents. Tab.1 gives details concerning the wall constitution of the Alicante studied house when built.

Selection of a sample to be used as experimentation

Interviews carried out with all the cooperating residents made possible to have a first overview of the parameters that seemed relevant to characterize the respective energy performance of the houses.

Then, we had to select a reduced number of houses to be studied at a more detailed level. The adequate number for this «sample» of houses was determined thanks to the analysis of the parameters that are most discriminating for the comfort and the energy performance. This sample has to be as representative as possible of the cooperating houses, and at a larger scale, of all the houses in the district.

Four parameters were considered to have a large impact:

- The compactedness of the building: we observed that the ratio between the external envelope area and the gross floor area is greater for the "L" shaped houses, leading to greater thermal losses.

Fig. 1. Plan de una casa Alicante (6 habitaciones).
Alicante (6 rooms) plan.

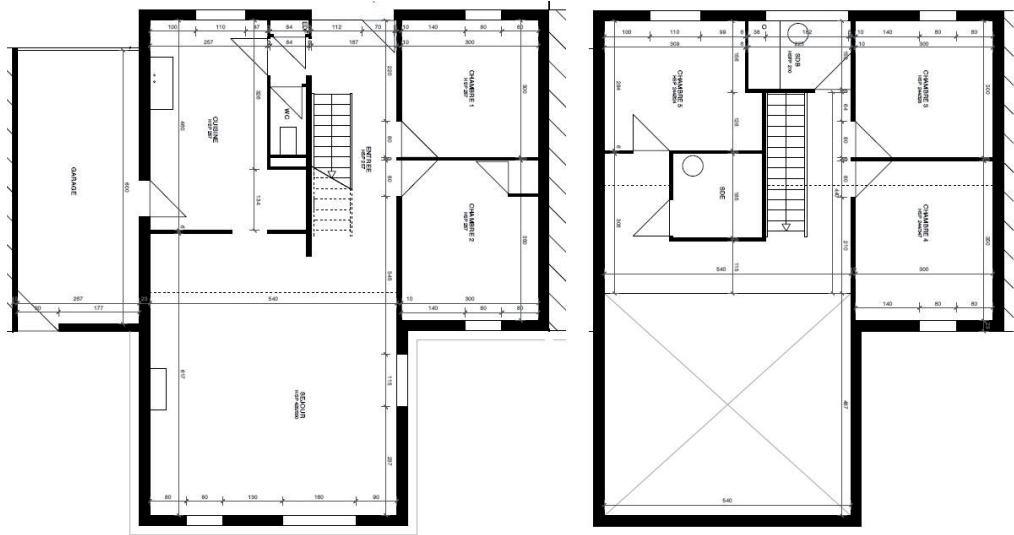
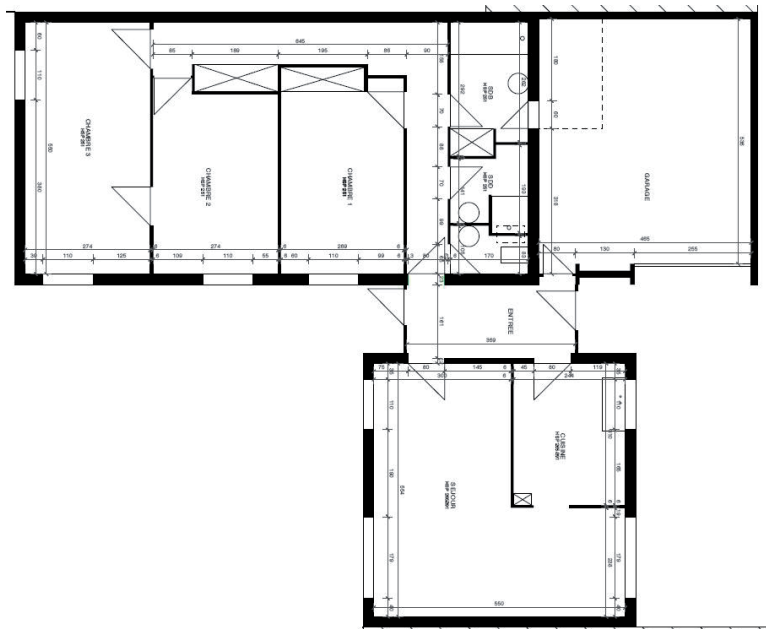


Fig. 2. Plan de una casa Castilla (6 habitaciones).
Castille (6 rooms) plan.



Fig. 3. Plan de una casa Cérac (4 habitaciones).
Cérac (4 rooms) plan.



Type of walls	Materials	Thickness (m)	Conductivity (W/m.K)	Density (kg/m ²)
Vertical walls	Coating	0.01	1.150	17
	Brick	0.14	0.500	97
	Air gap	0.04	0.250	0
	Brick	0.04	0.500	28
	Coating	0.01	0.800	16
Floor	Reinforced concrete slab	0.10	2.300	235
	Mortar	0.03	1.150	60
	Tiled floor	0.02	1.700	46
Intermediate floor	Wood fiber	0.05	0.150	40
	Shingle	0.01	0.500	17
Roof	Wood particle board	0.025	0.150	20
	Polyurethane foam	0.07	0.050	5
	Linex	0.044	0.063	13

Tabla 1. Building characteristics of Alicante house (6 rooms) (from outside to inside).

Características de construcción de la casa Alicante (6 habitaciones) (de exterior hasta interior)

Se consideraron que cuatro parámetros tenían un gran impacto:

- La compacidad del edificio: observamos que la relación entre la superficie del envoltorio externo y la superficie de suelo es mayor en las casas en forma de "L", lo que lleva a mayores pérdidas térmicas.
- La tasa de paredes medianeras: identificamos 2 niveles en función de si la casa compartió más o menos de 2 paredes.
- La orientación de la casa: se consideraron 2 tipos de exposición: favorable y desfavorable a las ganancias solares, dependiendo de la parte de la superficie exterior y de las ventanas orientadas al sur, y teniendo en cuenta las máscaras radiativas del entorno.
- El rendimiento del envoltorio estimado más o menos teniendo en cuenta el nivel de aislamiento térmico, la hermeticidad, y los puentes térmicos. Se identificaron 3 categorías: buena, regular, mala.

Finalmente, después de la evaluación de las 16 casas que cooperaron, se seleccionaron 5 casas representativas para luego ser propuestas como prioritarias para los siguientes pasos del estudio. Se consideraron 2 casas más como relevantes para ampliar la base de datos técnicos para el análisis del rendimiento energético del barrio.

Simulación del actual rendimiento energético de las casas

Una vez las casas experimentales seleccionadas, fue necesario empezar por la estimación del rendimiento energético actual de las casas. Como casi todas las casas fueron objeto de obras desde su construcción, un estudio de caso por caso fue necesario.

Para evaluar el actual rendimiento energético de la casa Alicante descrita anteriormente, utilizamos las auditorías energéticas de 2007[5] y 2013, entrevistas con los propietarios en el año 2012, las encuestas de termografía de infrarrojos de 2012 y 2013 y un estudio realizado por una firma de arquitectos que participan en el proyecto. Así, tuvimos las supuestas composiciones de las paredes cuando construida (Tab.1), las obras realizadas desde la construcción, la tasa de infiltración, las posibles ubicaciones de los puentes térmicos, la potencia de la calefacción, de la iluminación y del electrodoméstico y el uso de la estufa. También pudimos deducir el funcionamiento del

- The rate of common walls: we identified 2 levels, depending on if the house shared more or less than 2 walls.
- The orientation of the house: we considered 2 types of exposure: favourable and unfavourable to solar gains, depending on the part of external surface and windows oriented to the south, and taking into account the radiative masks of the environment.
- The performance of the envelope, roughly estimated according to the level of thermal insulation, airtightness, and thermal bridges. 3 categories were identified: good, average, poor.

Finally, after the evaluation of the 16 cooperating houses, 5 houses were selected and then proposed as priorities for the following steps of the study. 2 more houses were considered as relevant to broaden the technical database for the energy performance analysis of the district.

Simulation of the current houses energy performance

Once the experimental houses selected, it was necessary to start by estimating the current houses energy performance. Since almost all the houses have undergone works since their construction, a case-by-case study is necessary.

To estimate the current energy performance of the Alicante house described above, we used energy audits carried out in 2007[5] and in 2013, interviews with owners in 2012, infrared thermography surveys of 2012 and 2013 and a study done by an architectural firm involved in the project. Thus, we had the supposed walls composition when built (Tab.1), the works done since the construction, the infiltrations rate, the likely locations of thermal bridges, heating, lighting and household appliances power and the stove use. We were also able to deduce the building functioning using temperature measurements (Fig.4), temperature instructions and house occupancy between 2006 and 2011.

The building was modeled in Pléiades+Comfie (Fig.5), a dynamic thermal simulation software[6]. Various simplifying assumptions had to be made, like:

- The house was simulated with several thermal zones (Fig.5).
- Radiative and convective heat transfers were taken into

Fig. 4. Medidas de temperaturas en la casa Alicante estudiada.

Temperature measurements in the Alicante studied house.

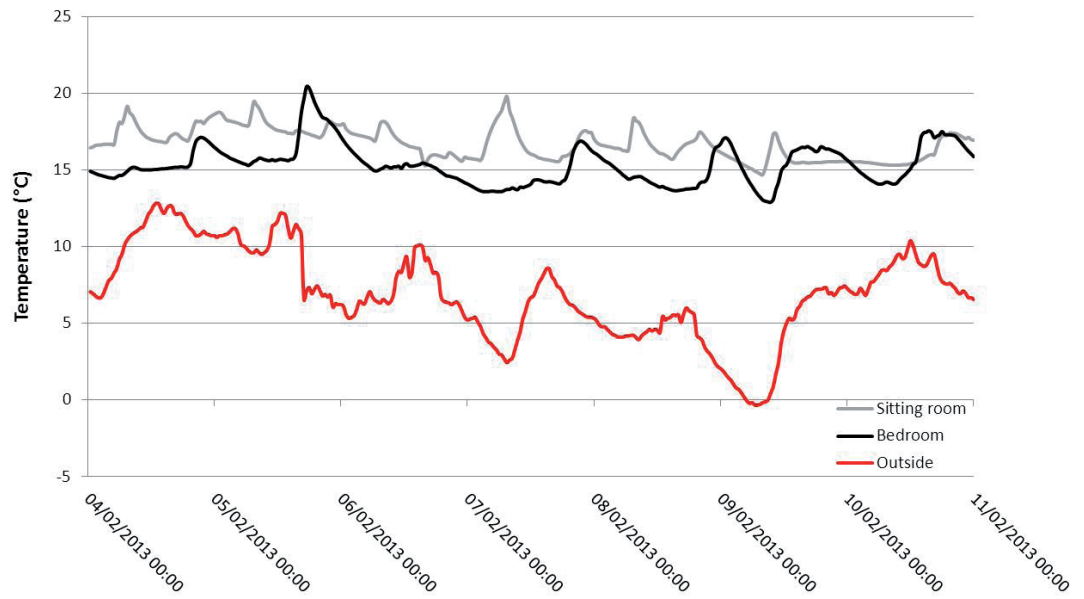
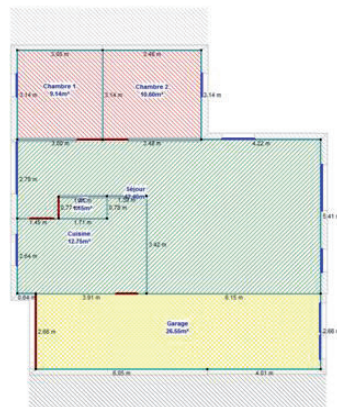
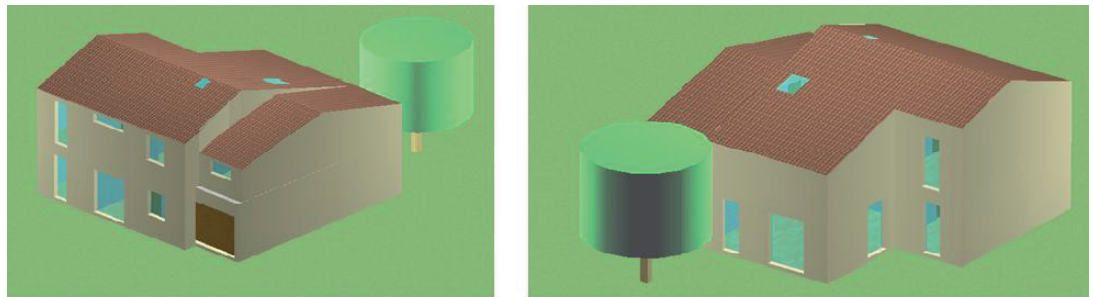


Fig. 5. Modelo de la casa Alicante en Pléiades+Comfie.

Alicante house model on Pléiades+Comfie.



edificio utilizando mediciones de la temperatura (Fig.4), las instrucciones de la temperatura y la ocupación de la casa entre 2006 y 2011.

El edificio se modeló en Pléiades+Comfie (Fig.5), un software de simulación térmica dinámica[6]. Varias hipótesis simplificadoras tuvieron que ser hechas, como:

- Se modeló la casa con varias zonas térmicas
- Transferencias radiativas y convectivas de calor fueron tomadas en cuenta en un coeficiente constante global. Este último depende de las propiedades angulares y ópticas de las paredes, además de la exposición al viento en el exterior[7].
- Los valores de los puentes se eligieron de acuerdo con los valores de regulación térmica incluidos en el software.

Después, evaluamos el consumo de energía para la calefacción desde el consumo de gas y madera. Así,

account in a global constant coefficient. It depends on the angle and optical properties of the walls, in addition to wind exposure outside[7].

- Thermal bridges values were chosen according to the thermal regulation values included in the software.

Then we evaluated heating energy consumption from the gas and wood consumption. For this, we considered a 80% energy efficiency for the boiler and of 60% for the stove. The distribution losses were supposed to be insignificant because used to heat the building, likewise for cooking gas. In terms of gas consumption associated with the production of hot water, we assumed that 30% of the total consumption of water was the hot water consumption[8] and that water was boiled at 55°C. Thus, on total average energy consumption (gas and wood) of 21277 kWh/year we estimated average actual consumption of heating of 13170 kWh/year between 2006 and 2011. This value can be compared to the heating requirements obtained on

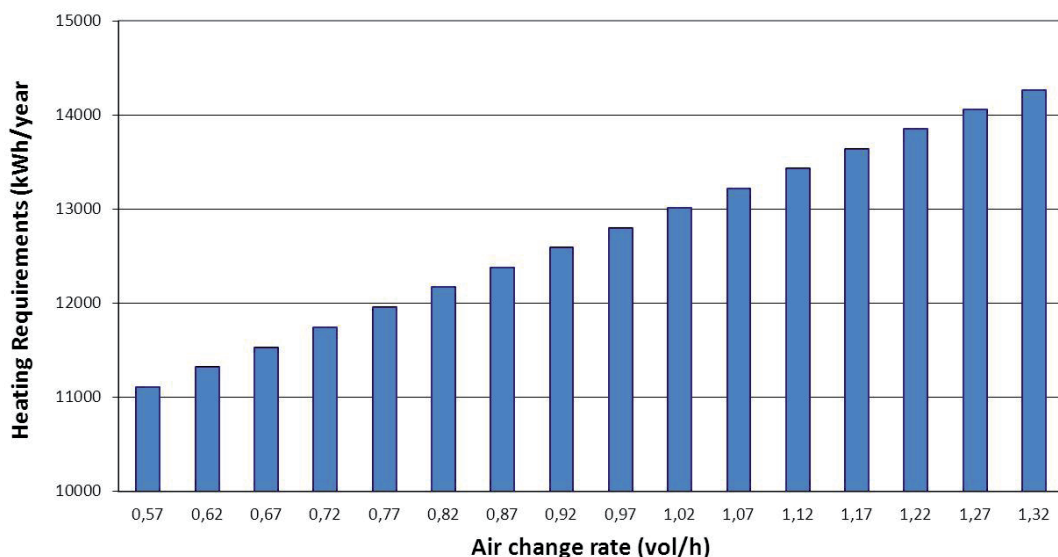


Fig. 4. Estudio paramétrico del coeficiente de circulación de aire.

Parametric study of the air change rate

consideramos un rendimiento energético del 80% para la caldera y del 60% para la estufa. Se supuso que las pérdidas de distribución eran despreciables porque eran utilizadas para calentar la casa, igualmente para el gas de cocción. Para el consumo de gas asociado a la producción de agua caliente se asumió que el 30% del consumo total de agua fue el consumo de agua caliente[8] y que el agua se hirvió a 55°C. Entonces, en un consumo de energía promedio total (gas y madera) de 21277 kWh/año se estimó el consumo real de la calefacción de 13170 kWh/año por término medio entre 2006 y 2011. Este valor puede ser comparado con los requisitos de calefacción obtenidos en Pléiades+Comfie que son de 13223 kWh/año.

La diferencia entre el real consumo y el modelado está muy pequeña pero para mejorar el modelo, se pueden explorar varias pistas. Por un lado, el archivo de datos meteorológicos es un archivo con medias de datos meteorológicos de Burdeos entre 1996 y 2005. Pronto tendremos mediciones por hora de la estación de Mérignac para los años 2003 a 2012, lo que sin duda va a mejorar el modelo. Por otra parte, sólo se utilizó el envejecimiento de los materiales para los ladrillos. Podría ser interesante tenerlo en cuenta en otros materiales. El coeficiente de circulación de aire fue una variable de ajuste para calibrar el modelo. Con un estudio paramétrico, podemos ver que tiene una influencia significativa en los requisitos de calefacción estimados con Pléiades+Comfie (Fig.6). Así, se debe estimar este parámetro con mayor precisión, ya que es importante para el ajuste.

Selección de las soluciones técnicas para mejorar el rendimiento energético

Con el fin de mejorar el rendimiento energético de las casas se desarrolló una metodología la cual permite elaborar el escenario para la renovación global. Dicha metodología trata los tres modelos típicos de casas y la dificultad consiste en limitar el número de soluciones entre las numerosas variantes de soluciones técnicas. Las diferentes etapas de esta metodología son:

- Primero, tenemos que seleccionar las distintas soluciones posibles basándose en las que se podrían implementar en las casas del barrio Malartic teniendo en cuenta sus limitaciones específicas, como las restricciones de techo de gran peso. Además, para definir las soluciones nos basaremos en las entrevistas hechas a los propietarios en las que pudimos ver sus

Pléiades+Comfie which are of 13223 kWh/year.

The difference between the real consumption and the one modeled is very small but to improve the model, several trails can be explored. On the one hand, the weather file is a file using meteorological averaged data of Bordeaux between 1996 and 2005. Soon we will have hourly measurements of Mérignac station for the years 2003 to 2012, which will certainly improve the model. Moreover, the ageing of materials was only used for bricks. It might be interesting to consider it on other materials. The air change rate was an adjustment variable to calibrate the model. With a parametric study, we can see that it has a significant influence on the heating requirements estimated with Pléiades+Comfie (Fig.6). Thus, this parameter should be more accurately estimated as it is important for the adjustment.

Selection of technical solutions to improve the energy performance

In order to improve the houses energy performance a methodology to elaborate the scenario as part of a global renovation was developed. It covers the three typical models of houses and the difficulty is to limit the number of solutions among numerous variants of technical solutions. Here are the different steps of the applied methodology:

- First, we have to select the different possible solutions based on the ones that could be implemented in the houses of the Malartic district taking into account its specific constraints, such as heavy weight roof constraints. Moreover, to define the solutions we will base our analysis on interviews with the owners for which we could see their expectations in terms of works and their feelings of comfort both in summer and winter.
- Then, only single solutions concerning the insulation of the envelope with the integration of a single flow ventilation will be evaluated. They mainly deal with the following items: wall, roof, floor and windows. Each item can be refurbished with two or three different variations (interior/exterior insulation, replacement of just the glass or of all the opening). An estimation of the cost of these individual solutions will complete the energy and comfort indicators calculated with Pléiades+Comfie. A solution is estimated to be technically valid with the collaborative work of an architect and an energetic engineer completed by the assessment work of an

expectativas en términos de obras y sus sensaciones de confort tanto en verano como en invierno.

- A continuación, solo se evaluarán las soluciones individuales sobre el aislamiento del envoltorio con la integración de una ventilación simple flujo. Refieren principalmente a los siguientes elementos: paredes, techo, suelo y las ventanas. Cada elemento puede ser renovado, con dos o tres variantes diferentes (aislamiento interior/exterior, la sustitución de sólo el acristalamiento o de toda la ventana). Una estimación del coste de estas soluciones individuales completará los indicadores de energía y confort calculados con Pléiades+Comfie. Se estima que una solución es técnicamente válido con la colaboración de un arquitecto y un ingeniero energético completado por el trabajo de evaluación de un experto en economía de la construcción.
- Se pueden establecer combinaciones de soluciones técnicas individuales, pero no todas las combinaciones. Debemos tener cuidado porque las combinaciones de cada mejor solución pueden conducir a combinaciones incoherentes. Por ejemplo, un elemento seleccionado puede utilizar el aislamiento interior y el otro el exterior, lo cual entra en conflicto con el objetivo de envoltorio hermético. Los escenarios propuestos son la combinación, globalmente uno por el exterior y el otro por el interior, de dos o tres soluciones de aislamiento de los tres elementos principales del envoltorio (pared, ventanas y el techo, no el suelo debido a problemas técnicos).
- Se incluirá la ventilación de doble flujo con recuperación de calor sólo cuando se renueva todo el envoltorio.
- Hay dos alternativas relativas al sistema de calefacción. La primera solución consiste en mantener la solución actual, pero incluyendo el equilibrio del sistema de distribución y la adición de válvulas termostáticas. La otra solución es la sustitución de la antigua caldera de gas y de todo el red de distribución, pero sólo cuando la demanda de calor se reduce significativamente.

Conclusion

En este artículo, presentamos las primeras etapas del proyecto "FOURMINERGIE", realizado en el barrio Malartic, cerca de Burdeos, en Francia. Una vez las casas experimentales seleccionadas, un primer trabajo de calibración se llevó a cabo para conseguir el modelo lo más representativo de la realidad utilizando el real consumo de energía de las casas. Esta etapa es esencial, ya que los resultados de las simulaciones de renovación dependerán mucho de esta calibración, por eso, merece un examen más detenido. Entonces se propusieron planes de renovación. Ahora van a ser simulados con el fin de elegir las soluciones técnicas innovadoras a implementar en las casas experimentales, con una evaluación energética, comodidad, ambiental y económica.

Una vez las simulaciones llevadas a cabo, se evaluará el rendimiento real de estas casas experimentales, como las soluciones sugeridas que serán replicadas y/o ajustadas a todo el distrito Malartic y a distritos con tipología similar. Además, se insertarán las soluciones retenidas en una herramienta de toma de decisiones que será desarrollada para los propietarios para que sean capaces de identificar las obras prioritarias según su presupuesto.

expert in construction economy.

- The combinations of single technical solutions can be stated up, but not all the possible combinations. We have to take care because the combinations of each best single solution can lead to incoherent combinations. For example a selected item can use interior insulation while other one per exterior, which is in conflict with the goal of envelope airtightness. The proposed scenarios are the combination, globally one solved per exterior the other per interior, of two or three solutions concerning the insulation of the three main items of the envelope (wall, windows and roof, not the lower floor because of technical problems).
- Dual flow ventilation with heat recovery will be included only when the entire envelope is renovated.
- There are two alternatives concerning the heat supply system. The first solution is to maintain the present solution, but including supply system balancing and thermostatic valves addition. The other solution is to replace the old gas boiler and all the supply system, but only in the case where the heat demand is significantly reduced.

Conclusion

In this article, we presented the first stages of the "FOURMINERGIE" project conducted in the Malartic district, near Bordeaux in France. Once experimental houses selected, a first calibrating work was conducted to have the most representative model of reality using actual houses energy consumption. This step is essential because the results of renovation simulations will largely depend on this calibration, hence it merits further consideration. The methodology to determine the renovation scenarios was then exposed. Now they will be simulated in order to choose the innovative technical solutions to implement on the experimental houses, with energy, comfort, environmental and economic assessment.

Once the simulations performed, the actual performance of the experimental houses will be assessed and the suggested solutions will be evaluated and replicated and/or fixed to the whole Malartic district and to districts with similar typology. Furthermore, the retained scenarios will be inserted into a decision-making tool that will be developed for homeowners to make them able to identify priority works according to their budget.

Remerciements

The authors wish to thank the ERSOL firm for their survey work and plans but also Colin Dorignac and Théophile Mertz for their work on the simulation of existing building energy performance and possible technical solutions.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer la empresa ERSOL por su trabajo topográfico y los planos, sino también Colin Dornignac y Mertz Théophile por su trabajo en la simulación del rendimiento energético de las casas existentes y en las soluciones técnicas posibles.

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

1. ADEME, Chiffres clés bâtiment 2011, (2012).
2. Les objectifs du Plan Bâtiment Grenelle - Le Grenelle Environnement, <http://www.legrenelle-environnement.fr/Les-objectifs-du-Plan-Batiment,974.html> .
3. DES FOURMIS DANS LE COMPTEUR, Fourmilien Cahier 0 Démarche de l'association mode d'emploi, (2008).
4. Des fourmis dans le compteur - Accueil, <http://www.fourminergie.fr/> .
5. DES FOURMIS DANS LE COMPTEUR, Fourmilien Cahier 2 Bilan énergétique des maisons du quartier de Malartic à Gradignan, (2008).
6. Pleiades+COMFIE, <http://www.izuba.fr/logiciel/pleiadescomfie>.
7. Barraud, G., Optimisation de l'implantation d'une double cellule expérimentale dans le site EDF des Renardières, (1987).
8. La consommation d'eau chaude sanitaire, <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11314>.



Construcciones
Pallás, S.A.
Empresa Constructora de Osona
porfiria mas de 60 años de experiencia
Ramón Llobera

alterMATERIA
EDIFICACION EN PANEL CONTRALAMINADO



LA FORMA SOSTENIBLE DE CONSTRUIR LA CIUDAD

Distribución y Oficina Técnica en España: alw@klh.es +34 687 747 653 KLH Massivholz GmbH • A 8842 Katsch/Mur 202
Tel. +43 (0) 3588/8835-0 • Fax +43 (0) 3588/8835-20 • www.klh.es

Edificio de viviendas de 6 plantas de altura en la c/ Cavallers (Lleida). Arquitecto Ramón Llobera

ACORDE: Edificios adaptables

Para un uso eficiente de los espacios, acorde a las necesidades de los ocupantes

ACORDE: Adaptable residential buildings

For a full and efficient occupation of spaces, according users needs

Pablo Branchi¹, Ana Iraizoz¹, Ignacio Matías², Carlos Fernández²

RESUMEN

La tendencia actual, gracias a normas y tradiciones, es la de diseñar edificios pensados para un solo uso y tan rígidos que les resulta muy difícil adaptarse a las necesidades cambiantes del usuario. Durante nuestro proceso de investigación, se detectaron numerosos cambios sociales y demográficos: la disminución de las familias numerosas y el crecimiento de familias unipersonales, así como la composición cambiante de la familia a lo largo de la vida útil de la vivienda, generando que espacios vacíos, gracias a una concepción rígida de los edificios.

Los principios desarrollados por el ACORDE representan una filosofía nueva y eficiente en el marco del *open-building*, buscando la máxima adaptabilidad de los espacios. Este proyecto pretende maximizar la flexibilidad en la configuración espacial, previendo unidades funcionales como espacios legalmente independientes que pueden conectarse o desconectarse fácilmente con instalaciones tipo *plug-in* que pueden gestionarse de forma remota, de manera que permitan cambios futuros, generando edificios puedan adaptarse a las necesidades futuras de sus usuarios. Con cambios rápidos y económicos en su configuración, el usuario decide cómo utilizar el espacio adquiriendo o segregando las diferentes unidades funcionales. Esto proporciona beneficios económicos a los usuarios a través del mejor rendimiento de la energía y un óptimo uso del espacio. Este modelo no sólo permite la adaptación a cualquier configuración formal y regulatoria, sino también un posible cambio del uso principal de los edificios. La ocupación eficiente del espacio conduce a un uso eficiente de la energía, minimizando costes de mantenimiento y garantizando la calidad de vida de sus ocupantes.

Palabras clave: Adaptabilidad, Flexibilidad, Cambios demográficos, Eficiencia Energética, Sistemas Plug&Play.

ABSTRACT

Present tendency, due to different regulations and traditions, is to design buildings specifically thought for a single use, and even in that case, so rigid that it becomes very difficult to adapt it to the forthcoming user or owner's needs. During the research process, we detected numerous social and demographic changes, the large family homes decline and the appearance of reduced housing models -like nuclear families- rises, which involve changes in housing composition over its useful life, generating remaining empty spaces, contrasting to the tendency in design and construction, that hasn't changed along.

The principles developed by ACORDE represent a new, efficient philosophy within the open-building framework, regarding maximum flexibility and adaptability of spaces. This project seeks to maximize configuration flexibility, by envisioning functional units as legally independent spaces that can be connected to or disconnected from each other with easy, patented plug-in facilities, which can be managed remotely, in a way that permits future changes and allows our buildings to be adapted to future needs. With the possibility of quick and inexpensive changes in spatial configuration, the user decides how to best utilize the space by acquiring or separating functional units. This provides economic benefits to users through increased energy performance and optimal use of space. This model not only allows adaptation to any formal configuration and regulatory directive, but also permits a possible change of its main use. The efficient occupancy of space leads to an efficient use of energy, minimizing maintenance costs and guarantying the quality of life of their occupants.

Key words: Adaptability, Flexibility, Demographic Changes, Energy efficiency, Plug&Play facilities.

(1) Architect, ACORDE ESPACIOS ADAPTABLES S.L. Contact info: branchi@espaciosacorde.com

(2) Engineer, public university of navarre. spain

Introducción

El siglo veinte presenta nuevos retos a partir de los fallos derivados de políticas pasadas, así como por los cambios en las estructuras sociales y familiares, asociadas a la creciente concentración urbana, todo lo cual apunta hacia la necesidad de acercarse de otro modo a los problemas. El objetivo de este estudio es demostrar la ineficiencia de los esquemas tradicionales en el proceso de planeamiento, diseño y construcción de edificios residenciales, a la vez que proponer un nuevo modelo de viviendas, enfocado hacia un modo más eficiente de ser ocupados, resultando en una optimización de los recursos energéticos, tanto en el proceso de construcción como de uso de los edificios. Esto se consigue tanto por la eficiencia de sus sistemas y envolventes como por el uso y ocupación más adecuados.

Aspectos demográficos

En la actualidad existe una tendencia creciente a nivel global de los hogares unipersonales. En 1980, el número de este tipo de hogares en España representaba el 8,5% del total, mientras en 2007 alcanzó el 17,6%. En este sentido, las familias de 5 o más miembros pasaron del 29,1% al 7,3% en el mismo período.

La tendencia demográfica en España no parece presentar cambios respecto de este modelo de familia, pero tampoco en cuanto a la evolución de la pirámide de población, la cual no sólo enseña una figura regresiva, sino que en un corto período de tiempo equivalente a los próximos 10 años, perderá su potencial pico de fertilidad que existe en función de la población actual.

Introduction

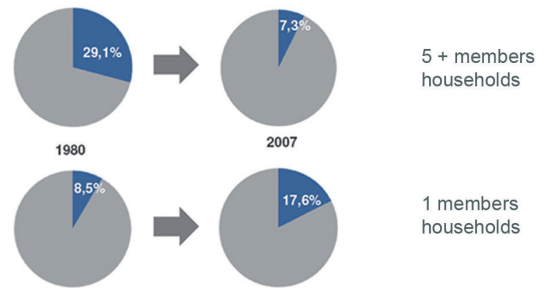
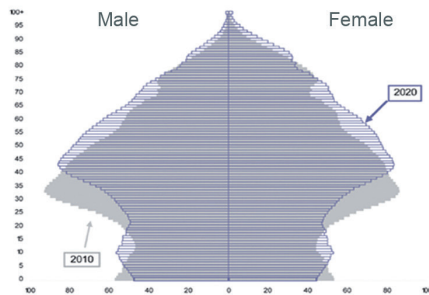
The twenty-first century presents new challenges resulting from the failures of past policies and major changes in family structure of citizenship, coupled with increasing urban concentration, point to the need for new methods to confront old problems. The aim of this study is to demonstrate the inefficiency of traditional patterns in the process of planning, design and construction of a residential building, while proposing a new housing model, to plead for a more efficient system of occupation, which results in an optimization of energy resources both during construction and utilization of buildings. This must be given both by the effectiveness of their systems and enclosures, and through proper use and occupation.

Demographic issues

At present there is a growing worldwide tendency of one-person households. In 1980 the number of single-member households in Spain represented 8.5% of the total, while in 2007 reached the 17.6%. In that way, families with 5 or more members in the same year were 29.1%, and they are currently only 7.3%. Demographic trends in Spain do not seem to present changes to this new family model, but neither about the evolution of the population pyramid, which shows a figure not only regressive but, in the short term of next 10 years, will miss the potential peak of fertility that currently exists.

On the other hand, houses designed regarding too rigid urban and architectural regulations and closed models belonging to the past, do not allow their adaptability to the

Fig. 1. Pirámide de población del año 2010 superpuesta con la del año 2020: Envejecimiento de la población y reducción de las tasas de natalidad, así como una fuerte preponderancia de familias con menos miembros. 2010 pyramid overlaid with the projection to 2020: population aging and declining birth rates, and a strong preponderance of households with few members.



Por otro lado, las viviendas siguen siendo diseñadas en función de regulaciones demasiado rígidas, tanto en lo urbano como en lo arquitectónico, pensados con modelos desactualizados, lo cual no permite su adaptabilidad hacia las necesidades reales de los ocupantes en cada momento, quienes deben vivir en viviendas "estándar" de dos o tres dormitorios, que ha sido el modelo más desarrollado en los

real needs of the occupants in every moment, who must live in a "standard" housing of two or three bedrooms, the most developed in recent years.

When we began developing this initiative, we set a fundamental objective: to study the more frequent type of housing in Spain, but modifying the approach under which construction industry has been faced in our country.

HOUSING			HOMES / FAMILIES				
% (+)	Accumulated	Partial	Typology	Composition	Partial	Accumulated	% (+)
0,5%	76.748	76.748	Studio	1 person	2.876.572	2.876.572	20%
3%	422.407	345.659	1 D	2 people	3.582.177	6.458.749	46%
13%	1.782.933	1.360.526	2 D	3 people	3.004.375	9.463.124	67%
33%	4.621.059	2.838.126	3 D	4 people	3.048.274	12.511.398	88%
71%	10.033.649	5.412.590	4 D	5 people	1.099.963	13.611.361	96%
91%	12.845.139	2.811.490	5 D	6 people	366.248	13.977.609	99%
100%	14.184.026	1.338.887	The rest	The rest	209.560	14.187.169	100%
		14.184.026	Total	Total	14.187.169		

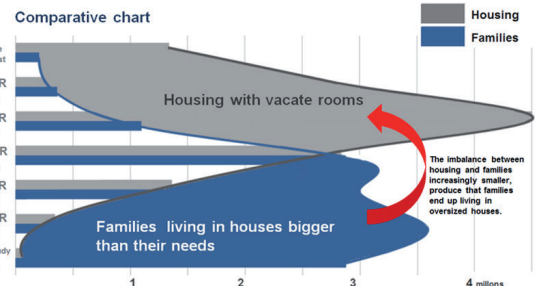


Fig. 2. Ddatos agregados de acuerdo al censo del INE del 2001, basado en la muestra de las 14 millones de viviendas existentes en España de uso habitual, y cruzando esos datos entre el tipo de Vivienda y el modelo de familia. Se demuestra claramente que las familias ocupan viviendas mucho más grandes que sus necesidades.

Aggregated data according to the INE Census of 2001(National Statistical Institute) based on the 14 million Spanish homes of habitual use, and crossing data between housing and families, becomes clear that there are families occupying dwellings much larger than their needs..

años más recientes.

Cuando comenzamos con esta iniciativa nos propusimos un objetivo fundamental: estudiar el modelo residencial más habitual en España, pero modificando el enfoque al que se estuvo enfrentando la industria de la construcción en nuestro país.

Considerando el porcentaje acumulado de tipologías de viviendas tipo estudio, uno y dos dormitorios, -que es de sólo el 13% del stock total edificado-, comparado con el número de familias de uno, dos o tres miembros, que supuestamente habitarían dichas tipologías -que alcanza el 67% del total-, se percibe una enorme brecha entre el tipo de vivienda y las familias que deberían vivir en ellas.

Este desfase genera que en España haya más de 18 millones de habitaciones vacías (o al menos, no ocupadas con usos vitales como dormir y comer). De todos los edificios residenciales, el 70% están en ciudades. Esto implica un derroche energético, tanto por su mantenimiento como por su climatización e iluminación, que equivale a 2.520 millones de euros anuales en la totalidad del conjunto de viviendas construidas. Por ello se vislumbra con claridad en la población vive en un esquema residencial pensado para familias de otras épocas.

De todo lo anterior no se debe concluir rápidamente que desde ahora se deban construir viviendas más pequeñas, sino que debe apostarse por la flexibilidad y adaptabilidad: esquemas residenciales abiertos, donde los ocupantes puedan decidir cómo habitarlos, qué superficie necesitan en cada momento y qué configuración espacial se adapta mejor a su estilo de vida, tanto en el momento de adquirir su vivienda, como a lo largo de su vida útil.

Solución propuesta

El sistema que se propone aparece como un ejercicio de racionalidad para la sociedad futura, a través de una especialización inteligente de un bien conocido: la vivienda, que actualmente se diseña bajo el paradigma de la inmovilidad, que ha sido dado por bueno durante décadas, pero debe ser cuestionado. Las distribuciones de las viviendas son rígidas, resultando espacios sobre o sub ocupados si la composición de los hogares que las habitan cambian. En las condiciones normativas actuales así como por los estándares de diseño, los espacios vacíos no pueden ser alquilados o adquiridos de forma independiente. Este proyecto de investigación presenta entonces una nueva tipología residencial que, desde su génesis, incorpora conceptos de flexibilidad y adaptabilidad, haciendo que la vivienda se ajuste a la evolución natural de las familias.

El proyecto de innovación ACORDE propone una modularidad legal y funcional que permite comprar, vender o alquilar lo que realmente se necesita. Al mismo tiempo,

Considering the accumulated percentage of studio type, and one or two bedroom dwellings, which represent only 13% of the total housing stock edified. Meanwhile, the number of families with one, two or three members -who are supposed to inhabit these types of apartments-, reaches a running total of 67%, which creates an obvious gap between the houses and families who live in them. This mismatch generates in Spain more than 18,000,000 unoccupied rooms in the houses of regular use (or at least they are not being occupied with vital uses such as eating and sleeping). From all these dwellings, 70% are built in cities. This entails a waste of energy, both for maintenance and for heating and lighting, which is equivalent to 2,520 million euros annually in the overall housing built. Then clearly, people inhabit housing models designed for families of former times.

From all the above and the figures we do not have to conclude that from now on only smaller houses have to be designed and constructed, but flexibility and adaptability can be chosen: open residential models where the occupants could decide how to inhabit, which surface they need at every moment and what is the spatial configuration that best suits their lifestyle, either at the time of purchasing their house, as throughout their life.

Proposed solution

The proposed system appears as an exercise of rationality for the future of society through a smart specialization of a well-known asset: the housing, which currently is designed under the paradigm of immobility, which was approved for decades, but must be questioned nowadays. The current distributions of housing are rigid, resulting in overcrowded or under-loaded spaces if the course of the household composition changes. In the current conditions of regulations and design standards, no extra spaces can be rented or sold separately. This research project presents a new type of housing that since its genesis incorporates concepts of flexibility and adaptability, making the dwelling fit the natural evolution of the families.

The innovation project ACORDE proposes a legal and functional modularity that allows buying, selling or renting what is really needed. At the same time, it may improve the life cycle of buildings, optimizing the previous phases of design and construction, -where the structure, facilities and enclosures can endure forever-, while extending its utilization phase with interior distributions that may be modified at any time.

A system like this not only can adapt the type of apartment to the user's needs when it is designed and built, but also the acquirer can transform his home throughout its life and according to its social, economic and familiar needs. Moreover, it may entail an economic improvement at some

Fig. 3. La tipología estándar de núcleo central y doble orientación que da servicio sólo a dos viviendas, creando medianeras entre las diferentes unidades, que no permiten variaciones en función de la evolución familiar, resultando espacios sub o sobre ocupados.

A standard typology of central core and double orientation that serves just two housing, creating party walls between the different units, which does not allow variation over evolution of families, resulting in under or over occupied spaces.



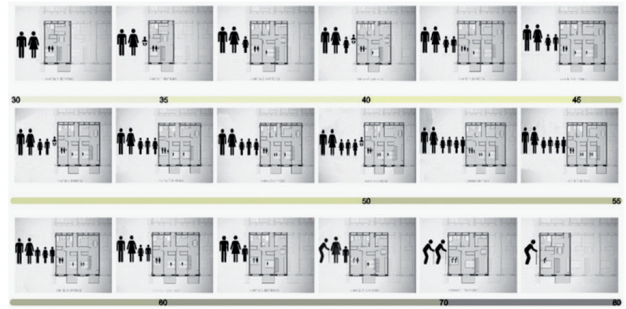


Fig. 4. El esquema propuesto consiste en un corredor central que sirve a una serie de módulos legales independientes que permiten su adaptación espacial a las necesidades de las familias. La configuración espacial de los edificios es abierta, tanto en el momento de construirse como a lo largo de su vida útil.

The scheme proposed provides a central corridor that serves a number of independent legal and clusterable modules, which allow full adaptability of spaces to family's changes. The spatial configuration of the residential building is open, both at the time of construction and during the life of the building..

Fig. 5. La adición o segregación de módulos legales permite diferentes programas residenciales, tanto en la fase inicial como en los futuros cambios que requieran sus habitantes.

The addition or segregation of legal modules allows different residential programs, on initial sale phase, and in the future changes that may need the inhabitants.

esto permite mejorar el ciclo de vida de los edificios, optimizando las fases previas de diseño y construcción -en las que la estructura, las instalaciones y la envolvente podrán durar para siempre-, extendiendo la fase de utilización con distribuciones interiores que pueden ser modificadas en cualquier momento.

Un sistema como este no sólo puede ser adaptado a las necesidades del usuario en el momento de ser diseñado o construido, sino que también puede ser modificado por el adquiriente a lo largo de su vida útil de acuerdo a sus necesidades sociales, familiares o económicas. Incluso puede conseguir una rentabilidad económica en determinados momentos de su vida, gracias a la venta o alquiler parcial de las áreas que no utilice, a la vez que puede ampliar su vivienda adquiriendo unidades que sus vecinos ya no utilicen.

Se le presta especial atención a las áreas comunes de distribución, previendo la escalabilidad de las instalaciones y un planteamiento estructural diáfano, permitiendo que tanto los edificios como sus viviendas estén listas para ser modificadas ante cualquier cambio programático. La agrupación o segregación independiente de módulos legales permiten configurar al edificio tanto como lo requieran las personas que lo habitan.

Un edificio ACORDE ofrece la posibilidad de vender o alquilar los espacios no utilizados de cada apartamento, permitiendo obtener ingresos adicionales a la economía familiar. Por ejemplo, teniendo en cuenta la pensión media en España alquilar un apartamento de 45 m2 (dos módulos legales) segregado de uno inicial de 90 m2 (cuatro

point in their lives, through the partial sale or rental of certain areas from the potential segregation, at the same time that would be able to expand his home by purchasing spaces to their neighbors.

Special attention is given to common distribution areas, foreseeing the facilities' scalability and an open-plan structure, so that both the buildings and their dwellings are ready to be modified and adapted to possible changes in further programs. The independently grouping or segregation of legal modules allows configuring the building as needed by the people who inhabit them.

An ACORDE building offers the possibility of selling or renting the unused portion of the apartment, allowing to obtain additional income to the household economy. For example, taking into account the average pension, renting a 45 sqm. apartment (two legal modules) segregated from a greater 90 sqm. apartment (four modules), would mean an increase for the owner's income equivalent to 40% on initial ones.

Similarly, a young couple with no children might consider buying more modules than they initially need, and keep the unused portion for rent, but at the moment they have children, they can occupy the four modules apartment totally. Then, re-rent it again once the children leave home.

Facilities

To make all of this possible, should be considered: a rational distribution for facilities to allow quick and easy

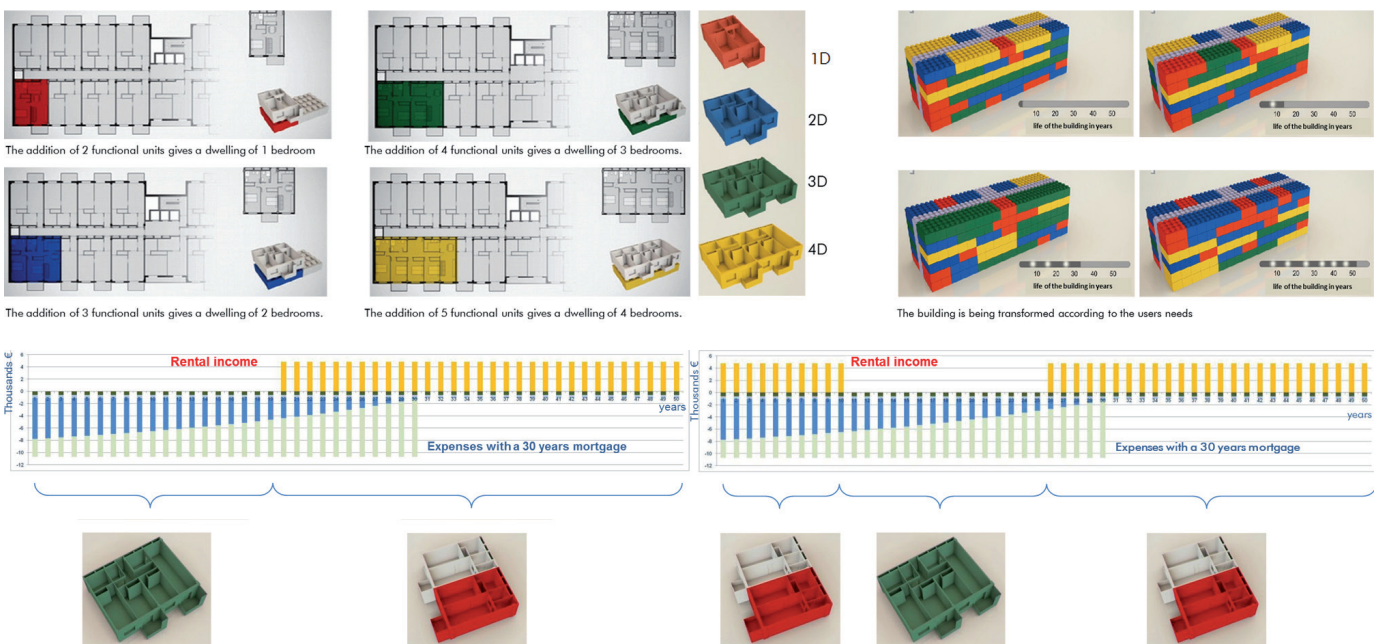


Fig. 6. Dependiendo del modo en que se ocupe el apartamento, puede generar ingresos antes que gastos. Depending on the occupation of the apartment, it may be generating income rather than expenses.

módulos), puede implicar una mejora de un 40% en la economía familiar de unas personas mayores a las que ya se le han ido los hijos de casa.

Del mismo modo, en el caso de una joven pareja sin hijos, puede considerar adquirir los cuatro módulos iniciales, alquilar dos de ellos mientras no tengan niños, vivir luego en la totalidad cuando los tengan y volver a alquilar dos módulos cuando los hijos ya no vivan en casa.

Instalaciones

Para que todo esto sea posible, se debe considerar: una distribución racional de las instalaciones que permita rápidas y sencillas transformaciones de los espacios interiores, una estructura diáfana y bien ordenadas, y una envolvente sólida y energéticamente eficiente que garantice durabilidad, mínimo mantenimiento y óptimo aislamiento. Al mismo tiempo, buscando un óptimo consumo energético, se deben estudiar muchos más factores tales como la disposición de las fachadas y los huecos de carpinterías, la orientación, los espesores de aislamiento y, sobre todo, las renovaciones de aire. Hemos desarrollado unos prototipos de los sistemas de tipo plug&play que, para alcanzar la máxima adaptabilidad y transformabilidad de las diferentes unidades, tienen que ser capaces de conectar o desconectar cada espacio legalmente independiente: por un lado, con o de las redes generales, pero por el otro, para ser unidos o segregados entre sí.

Este sistema patentado de instalaciones puede, además, ser gestionado de forma remota. En colaboración con el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Pública de Navarra, se ha desarrollado un modelo para analizar todas las transformaciones posibles del proyecto ACORDE, estudiando los múltiples escenarios que los usuarios pudieran requerir. Algunos parámetros podrán ser gestionados a través de dispositivos tipo Tablet o Smartphones, tales como: la iluminación, el confort térmico, la actuación sobre persianas y las alarmas, controlando

transformation of the interior spaces, a transparent and well-ordered structure, and a solid and energy efficient enclosure to ensure durability, minimal maintenance and optimum insulation. At the same time, in order to achieve optimal energy consumption, must be studied many more factors such as the disposition of façades and windows, orientation, thickness of insulation, but above all, the air renewals.

We have developed prototypes of the facilities systems with "plug & play" concepts. This means that, for the full adaptability and transformability of different units, those should be able to connect or disconnect each legally independent space: on the one hand, from or to general networks, but on the other, to be joined or segregated from each other.

This patented "plug & play" facility system, which can be managed remotely. In collaboration with the Electrical and Electronics Engineering Department of the Public University of Navarra, a model has been developed to analyse all the feasible transformations of ACORDE project and to foresee the multiple backgrounds that users might require. Some parameters to be managed through a smartphone or a tablet are; lighting, thermal comfort, acting on shutters and alarms, whether against intrusion or to control events such as smoke detection or floods.

Due to this, all the elements of the house can be controlled, and a message or email will be sent when it detects an alarm (intruder, fire or flood), so the user will always be informed about everything that happens in their house in real time. Among other possibilities, it also allows, for example, to set scenes in which groups of elements would be controlled simultaneously, or to simulate presence in periods in which the user is not at home, with the dissuasive effect that this entails.

Finally, remark that depending on the organization and number of modules to be established for each of the houses, this program can be easily reprogramed with the

Fig. 1. Sofias Diagram.



Fig. 7. Módulos completos con el sistema de doble anillo interior/exterior, y el módulo intermedio de conexión para cada unidad. Modelo de la aplicación Acorde para gestión remota.

Complete modules with the dual ring network interior/ exterior, and the intermediate connection equipment for each unit. Acorde App. model for remote management.

eventos tipo inundaciones o control de incendios, a la vez que garantizando la seguridad anti-intrusión.

Gracias a este sistema, pueden controlarse todos los elementos de la Vivienda, y al detectarse una alarma (de intrusión, incendio o inundación), enviarse un mensaje o correo electrónico al usuario, con el objetivo de que esté siempre informado sobre lo que sucede en su vivienda en tiempo real. Entre estas posibilidades, el sistema también permite, por ejemplo, establecer escenas en las que los diferentes grupos de elementos puedan controlarse simultáneamente, o bien simulaciones disuasorias de presencia en períodos en los que el usuario no esté en casa. Finalmente, remarcar que, dependiendo de la organización y número de módulos que se establezcan para cada una de las viviendas, este programa puede ser fácilmente reprogramado para adaptarse a la nueva composición.

different composition of the new provision.

Prototype building

Is shown an example in which the ACORDE system has been used entirely in a development of social housing in Pamplona (Spain), by designing a building with the best energy performance, high environmental awareness and a strong social conscience.

Incorporating a transparent ground floor with communal equipment and separating from adjacent buildings in order to interfere as little as possible in their shading, the building was initially designed with 10 social housing units, being the vast majority 3 bedroom apartments. However, the building configuration allows a maximum for up to 18 apartments with 1 bedroom, and can also become 2 bedroom units. The

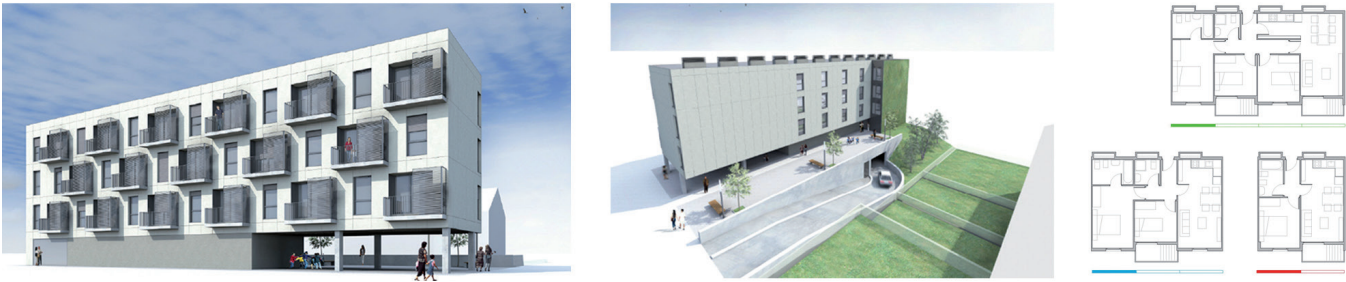


Fig. 7. Hacia la fachada sur, se abren todas las estancias, para aprovechar las ventajas de la luz natural y teniendo una relación más directa con el espacio público. En la cara norte, se colocan todas las áreas de servicio tales como circulaciones de acceso, el área ajardinada privada y el acceso al garaje. El esquema residencial se organiza en apartamentos de uno, dos y tres dormitorios además de su salón, y será el proceso de venta el que defina la disposición final.

South facade of the building: where all the rooms opens, to take advantage of sunlight and to have a better relationship with public space. North side: which are placed all service areas as the circulations of access to the apartments, the private areas of the gardened plot and the access to the garage level. The housing layout can be organized in both apartments of living room plus

Prototype building

Se muestra a continuación un ejemplo en el que el sistema ACORDE ha sido íntegramente utilizado en un desarrollo de viviendas de protección oficial en Pamplona (España), diseñando un edificio con la más alta eficiencia energética, mínimo impacto medioambiental y una fuerte consciencia social.

Con la inclusión de una planta baja diáfana en el proyecto se integra un equipamiento comunal y el edificio se separa lo más posible de los edificios colindantes para no interferir en sus vistas y soleamiento. El edificio se diseña con un planteamiento inicial de 10 viviendas mayoritariamente de 3 dormitorios, pero puede llegar a tener 18 de 1 dormitorio, y variables intermedias de 2. La configuración final dependerá del proceso de venta del desarrollador y la demanda del mercado (actualmente en proceso)

El aspecto fundamental tenido en cuenta para la elección del sistema de particiones fue la minimización de la energía incorporada, la sostenibilidad y la economía de los sistemas constructivos. Se eligió un sistema multi-capa de estructura metálica ligera y placas de cartón-yeso con aislamiento de lana de roca.

Energy efficiency

Este primer edificio se desarrolló bajo sistemas BIM (Building Information Modeling). El análisis energético se realizó con el programa Energy Plus (v.6), y se modeló con Design Builder. De este estudio se dedujo que las variables relacionadas con la materialidad y los espesores del aislamiento de toda la envolvente, así como el tamaño y factor solar de las carpinterías generan, en el mejor de los casos, ventajas equivalentes a entre 10 y 20 Kw/h/m² por año o, dicho de otro modo, una mejora de entre el 15 y el 30%. Sin embargo, cuando se analizaron las renovaciones de aire y el control de infiltraciones, este aporte podría alcanzar una mejora de 30 Kw/h/m² respecto de lo marcado pro normativa, especialmente si se coloca ventilación mecánica con recuperación de calor. Esto implica un ahorro económico en energía de 15 € por persona/año en sistemas pasivos, y de 30 € por los sistemas de control de infiltración y renovaciones activas, considerando la ocupación completa del edificio.

Para este edificio se decidió utilizar sistemas constructivos industrializados con altos espesores de aislamiento y una óptima resolución de los puntos singulares, eliminando puentes térmicos. En cuanto a equipamiento activo, se colocan paneles solares en cubierta para ACS e intercambiadores de calor en los sistemas de renovación de aire. El edificio alcanza una calificación energética "A" y se diseñó teniendo en cuenta los protocolos de BREEAM-ES, alcanzando una certificación EXCELENTE.

Conclusion

final configuration of these units depends on the developer selling process and the real demand of end users (now in process).

The basic aspects that have been taken into account when adopting the partitioning system were the minimization of embodied energy, sustainability aspects and the economy of building systems. It has adopted a light steel framing partitioning system made by galvanized steel and plasterboard with a mineral-wool-based isolation.

Energy efficiency

This first building is being developed under BIM (Building Information Modeling) methodology. The energy efficiency analysis was developed with Energy Plus (v.6), and modeling has been made with the Design Builder. From this analysis can be deduced that the variables of materiality and insulation thickness of the entire enclosure, the size and solar factors of glass for windows, etc., can generate, at best, some advantages equivalent to 10 to 20 Kw/h/sqm. per year or, in other words, an improvement between 15 and 30%. However, regarding the air renewals and uncontrolled infiltration, the differential regarding to the minimum posed by regulations can reach 30 Kw/h/sqm., especially if placed mechanical ventilation systems with heat recovery. This implies, about an average energy savings of 15 € per person/year, and about 30 € per person / year by the control of infiltration and air renewals, considering full occupation of the building.

For this building it was decided to be used industrialized building systems with large insulation thicknesses and an optimal solution of singular points, avoiding thermal bridges. Regarding the active equipment, solar panels are placed for the domestic hot water and heat exchangers for ventilation and air renewal. The building reaches the energy certification "A" and is designed taking into account the protocols BREEAM-Spain, achieving a rating of EXCELLENT.

Conclusion

Environmentally, this system serves to show that, among other factors such as insulation, solar control and ventilation, is much more efficient the rational use of spaces and systems technologically adapted to the user, where most effective and plausible energy savings can be achieved. In addition, if the building guarantees the possibility of full occupation, the impact of any action in the envelope and in the systems will have most direct impact to occupants, and the economic return will be more immediate. Therefore: the building will be better if it could be best used and occupied.

In this model, legally, functionally and technologically patented, every space can adopt different uses and configurations, in contrast to rigid, standard models. With the possibility of quick, inexpensive changes in building configuration, the user decides how to best utilize the

Medioambientalmente, este sistema sirve para mostrar que, además de factores como el aislamiento, el control solar y la ventilación, es mucho más eficiente un uso racional de los espacios y los sistemas tecnológicamente adaptados al usuario, donde se puede garantizar unos mayores ahorros de energía. Además, si el edificio garantiza la posibilidad de ocupación plena, el impacto de cualquier actuación en la envolvente o los sistemas tendrán un impacto más directo en los ocupantes, con un retorno económico más inmediato. Por lo tanto: el edificio será mejor si es mejor usado y ocupado.

En este modelo, legal, funcional y tecnológicamente patentado, cada espacio puede adoptar diferentes usos y configuraciones, en contraste con los esquemas rígidos tradicionales. Con la posibilidad de rápidos y económicos cambios en la configuración del edificio, el usuario decide cómo utilizar mejor el espacio, adquiriendo o segregando unidades funcionales. Esto garantiza beneficios económicos a los ocupantes a través de una mejorada performance energética y un óptimo uso de los recursos espaciales. La ocupación eficiente de los espacios decanta en un uso eficiente de la energía, minimizando los costos de mantenimiento y previniendo la climatización de habitaciones no utilizadas. Con el objetivo de alcanzar los máximos niveles de versatilidad y garantizar la calidad de vida de sus ocupantes, los edificios ACORDE están preparados para los futuros cambios en su configuración, teniendo en cuenta la tecnología disponible en cada momento, buscando alcanzar la gestión más eficiente.

Agradecimientos

Al CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial), Gobierno de Navarra, ACR Grupo, Universidad de Navarra (UN), Universidad Pública de Navarra (UPNA)

space by acquiring or separating functional units. This provides economic benefits to the user through increased energy performance and optimal use of spatial resources. The efficient occupancy of space leads to an efficient use of energy, minimizing maintenance costs and preventing the heating and cooling of unused rooms. In order to achieve maximum levels of versatility and guarantee the quality of life of their occupants, ACORDE buildings allow for possible future changes in configuration, while at the same time taking into account the technology available at each moment in order to achieve the most efficient management.

Aknowledgements

To the CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial), Navarre Government, ACR Grupo, University of Navarra (UN), Public University of Navarra (UPNA)

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

- 1 Datos del INE (Instituto Nacional de Estadística) para todo el territorio Español.
- 2 HABRAKEN, J. (2000): "El diseño de Soportes". Gustavo Gili reprints. Barcelona (primera edición en holandés, 1962)
- 3 KLINENBERG, E. (2012): "Going solo, the extraordinary rise and surprising appeal of living alone". The Penguin Press. New York.
- 4 MIGNUCCI, A. y HABRAKEN, N. J. (2009): "Soportes: Vivienda y Ciudad / Supports: Housing and City". Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.
- 5 MONTANER, J.M., MUXÍ, Z. Y FALAGÁN, D.H. (2011): "Herramientas para habitar el presente, la vivienda del siglo XXI". Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.



EL NERVI DE UNA NUEVA PREFABRICACIÓN

Distribución y Oficina Técnica en España: alw@klh.es +34 687 747 653 KLH Massivholz GmbH • A 8842 Katschy/Mur 202
Tel. +43 (0) 3588/8835-0 • Fax +43 (0) 3588/8835-20 • www.klh.es

Edificio corporativo de Algues del Prat. Arquitectos J. Juan Mtez. Larriba y J. Manuel del Llano

TOPAZ, herramienta de simulación energética de espacios tampón para ayudar a la concepción en fase inicial de diseño

TOPAZ, thermal modeling tool of buffer zone for helping the conception in early design phase

Antoine Dugué^{1,2}, Aurélien Hénon², Philippe Lagière^{1,2}, Denis Bruneau¹

RESUMEN

Ante la dificultad de la consideración y valoración de los espacios tampón tales como fachadas con doble-piel, invernaderos o atrios, se ha desarrollado la herramienta TOPAZ. Esta herramienta está diseñada para proveer información que ayudará en la fase de diseño de un proyecto. Se basa en un método rápido y fácil de uso que provee informaciones para facilitar la toma de decisiones y la comunicación entre los diseñadores y los clientes.

Todas las entradas de la herramienta son simples. La geometría se limita a formas paralelepípedicas con diferentes tipos de techos. Otras entradas (elección de la composición de las paredes, ventanas, sistemas, consignas de temperatura...) se hacen con opciones dentro de menús propuestos cuyas características se almacenan en una base de datos abierta.

El motor de cálculo se basa en una simulación del comportamiento térmico del espacio en momentos característicos de algunos días de verano y de invierno, considerando las transferencias de calor por conducción, radiación y convección así como los aportes internos. La ventilación natural y sistemas de calentamiento y de enfriamiento pueden ser evaluados.

Como salidas, además de la temperatura del aire y las demandas energéticas, también la herramienta ofrece orientaciones para la ayuda de diseño.

Una comparación con simulaciones hechas con EnergyPlus de casos sencillos han dado buenos resultados.

Palabras clave: Espacio tampón, concepción, simulación térmica

ABSTRACT

Given the difficulty of the consideration and assessment of buffer zones of buildings such as greenhouses, double skin façades and atriums, the tool TOPAZ has been developed. The tool is designed to provide information to assist in the design phase of projects including such a buffer zone. It is based on a fast and easy to use method that leads to usable results to facilitate decision-making and communication between designers and building owners.

All entries are simple. The geometry is limited to parallelepipedic forms with different types of roofs. Other inputs (choice of the walls composition, windows, systems, temperature setpoints ...) come from options lists proposals which characteristics are stored in an open database.

The calculation engine is based on a simulation of the thermal behavior of the space for characteristic few days of summer and winter, considering the heat transfer by conduction, convection and radiation, and the internal gains. Natural ventilation and heating and cooling systems can be evaluated. As outputs, in addition to air temperature and energy demands, TOPAZ also provides features for design assistance.

A comparison for a simple case simulated with EnergyPlus gives good results.

Key words: Buffer zones, designing, thermal simulation

(1) Arts et Métiers ParisTech, Univ. Bordeaux, I2M, CNRS, I2M, France. Contact info: adugue@nobatek.com

(2) NOBATEK, Anglet, France

NOTACIONES

Letras romanas

Cp	Capacidad térmica másica	J/kg
E	Flujo solar radiativo normal	W/m ²
G	Factor solar	-
I	Termino inercial	J/m ³
Q	Caudal de aire	h ⁻¹
S	Superficie	m ²
t	Tiempo	s
U	Coefficiente de transmisión térmica	W/m ² .K
V	Volumen	m ³

Letras griegas

P	Masa volumica	kg/m ³
Φ	Potencia	W

Indices

	Relativo
air	el aire y sus propiedades
amb	el interior del espacio tampón
edif	el edificio asociado
cd	la conducción
cv	la convección de aire
ext	el exterior
f	las fuentes de calor internas
fug	las fugas por la estanqueidad
int	el interior del edificio
nat	la ventilación natural
s	el suelo
ps	las protecciones solares
rad	los intercambios radiativos
ser	la envolvente del espacio tampón
s	el suelo
sun	el sol
v	el vidrio
E, N, W, S, H	las orientaciones (Este, Norte, Oeste, Sud, y Horizontal)

Introducción

La herramienta TOPAZ, presentada en este documento, tiene el objetivo de caracterizar el comportamiento térmico de los espacios tampón para facilitar el proceso de diseño de tales espacios.

Los espacios tampón son extensiones de edificios que normalmente no tienen sistemas de calefacción o de enfriamiento. Los atrios, las fachadas con doble piel, las verandas son ejemplos de tales espacios tampón, integrados al edificio, con una superficie vidriada alta, con un uso propio y que de manera clásica son ventilados naturalmente.

Al nivel energético, el valor de estas áreas se basa en el hecho de que son templadas y por lo tanto pueden desempeñar un papel de amortiguación térmica. Eso, a la manera de una veranda que tiene el papel de invernadero en invierno para calentar el aire que entra en el edificio y limitar las pérdidas cuando no hay ganancia solar. En verano el papel es más complejo, se trata de limitar las ganancias solares y evitar el sobrecalentamiento, evacuando el calor con una ventilación sencilla.

El desarrollo de la herramienta TOPAZ se inició considerando dos observaciones: la creciente integración de estos espacios en la construcción o renovación, y la falta de métodos rápidos para modelizar estas áreas.

Esta herramienta está diseñada para proveer información a los diseñadores, y así facilitar la toma de decisiones y la comunicación entre los actores del proyecto.

Idea inicial, facilidad de uso y de explotación

Esta herramienta está diseñada para los diseñadores e industriales. Tiene que proveer datos sencillos para ayudar la toma de decisión en la fase de diseño de un proyecto de construcción o renovación de edificio. Su uso debe ser rápido, y los datos de entradas deben ser accesibles en

Introduction

The TOPAZ tool presented in this paper aims at characterizing the thermal behavior of buffer spaces to facilitate the design process.

Buffer zones are extensions of buildings which normally do not feature heating or cooling. Atrium, double skin facades, verandas are such buffer zones, those are integrated within the building, with a high glass surface, and proper use. They and generally are ventilated by natural means.

The thermal benefit of these spaces is based on the fact that they are tempered and therefore can play a thermal buffer role. In the manner of a veranda that has the role of a greenhouse in winter to insulate the building and possibly to heat the incoming air. In summer the role is more complex, it is to limit solar gains and prevent overheating by evacuating the heat with ventilation.

The development began considering two observations: the increasing integration of these spaces in constructions or renovations, and the lack of fast methods to assess the efficiency of these areas.

This tool is designed to provide information to designers in order to facilitate decision-making and communication between project stakeholders.

Fig. 1. Perspectives of the atrium of the IEP building, Pessac, France.



esta etapa del proyecto. Por esa razón, la geometría se limita a formas paralelepípedicas con diferentes tipos de techos. Otras entradas (elección de la composición de las paredes, ventanas, sistemas, consignas de temperatura...) se hacen con opciones dentro de menús propuestos cuyas características se almacenan en una base de datos. Además, la herramienta deja la posibilidad al usuario de completar la base de datos de forma flexible.

Como salidas, se necesitan informaciones para la ayuda a la concepción. Deben ser sencillas, gráficas para que sean fácilmente comprensibles.

Modelización térmica

El motor de cálculo se basa en una simulación del comportamiento térmico del espacio.

En lugar de realizar un análisis considerando todo el año, elegimos analizar periodos críticos y característicos. Así, en verano se consideran 3 días seguidos con alta radiación solar y alta temperatura, para evaluar la capacidad del espacio a no sobrecalentarse. En invierno, se considera una secuencia de un día con radiación solar y luego tres días con poca radiación solar. De tal manera, se puede analizar la capacidad a almacenar energía solar, y luego, a limitar las pérdidas térmicas. Un archivo climático correspondiendo a una ciudad ha sido creado e integrado.

El balance térmico del espacio se consigue teniendo en cuenta las transferencias de calor por conducción, radiación y convección, los aportes internos y la inercia del espacio. En el balance intervienen todas las transferencias consideradas, y la variación de energía. Se formula:

$$I_{ser} \frac{dT_{amb}(t)}{dt} = \phi_{cd\ ser \rightarrow ext} + \phi_{cd\ ser \rightarrow bat} + \phi_{cd\ ser \rightarrow sol} + \phi_{rad\ CLO,ser} + \phi_{rad\ GLO,ser} + \phi_{v,hug} + \phi_{cv,nat} + \phi_f \quad (E1)$$

Transferencias por conducción

Diferenciamos tres tipos de transferencias por conducción: del espacio tampón hacia el exterior ($\phi_{cd\ ser \rightarrow ext}$), hacia el suelo ($\phi_{cd\ ser \rightarrow s}$), y hacia el edificio asociado ($\phi_{cd\ ser \rightarrow edif}$). Se calcula el coeficiente de transmisión térmica por superficie con los datos de los elementos de envolventes elegidos. Por ejemplo la transferencia por conducción entre el espacio tampón y el exterior se formula:

$$\phi_{cd\ ser/ext} = U_{ser/ext} * S_{ser/ext} * T_{amb} - T_{ext}$$

Transferencias por radiación, onda corta e onda larga

Las ganancias solares se calculan considerando la orientación de cada fachada del edificio, el porcentaje de esta en vidrio, el factor solar del vidrio elegido y el factor solar de la protección solar que el usuario elige como entrada (también define el uso con los horarios de ocupación). Cabe destacar que se sustrae la parte que esta transmitida hacia al edificio principal a la parte que entra en el espacio tampón.

La ganancia solar del espacio tampón se formula:

$$\phi_{rad,ext \rightarrow ser} = \sum_{E,N,W,S,H} G_{v,ser} * (E_{sun,i} * r_{v,ser,i} * S_{ser,i} * G_{ps})$$

Initial idea, easy to use characteristic

This tool is designed for designers and industrials. Thus, it must provide straightforward data to help decision making in the design of a building. Its use should be fast, and the input data must be accessible at this stage of the project. For that reason, The geometry is limited to parallelepipedic forms with different types of roofs. Other inputs (composition of the walls, windows, systems, temperature setpoints...) are chosen within proposed lists and which features are stored in a database. Additionally, the tool lets the user the possibility to complete the database flexibly.

Outputs have been studied to be as helpful as possible aiming at the decision making process, so they are simple and graphic to be easily understood.

Thermal modeling

The calculation model is based on a dynamic simulation of the thermal behavior of the space.

Instead of considering the analysis throughout a whole year, we chose to analyze critical and characteristic periods. In summer, 3 days with high solar radiation and high temperature are considered in order to assess the ability of the zone to avoid overheating. In winter, a sequence of a day of high solar radiation and then three days with little sunlight is used. Thus, we can analyze the zone capacity to store solar energy, and then, to limit heat loss. A climate file corresponding to a city was created and integrated.

The thermal balance of the space is achieved considering the heat transfers by conduction, radiation and convection, the internal heat source and the space thermal inertia. We can write this thermal balance as:

Conductive heat transfers

We distinguish three types of transfers by conduction: from the buffer zone to the outside ($\phi_{cd\ ser \rightarrow ext}$), to the ground ($\phi_{cd\ ser \rightarrow s}$), and to the associated building ($\phi_{cd\ ser \rightarrow edif}$). The heat transfer coefficient is calculated from the chosen envelope elements. For example the transfer by conduction between the buffer zone and the outside space is written as following:

Radiative heat transfers, short-wave and long-wave

The solar gains are calculated by considering the orientation of each facade of the building, the percentage of glazing, the glass solar factor and the solar factor of the sunscreen the user chose as input (the user also defines the use with occupancy schedules). The part transmitted to the main building is subtracted to the part entering the buffer zone.

The solar gain can be written as:

El otro tipo de transferencia por radiación es el intercambio en longitud de onda larga, es decir con el ámbito externo y el cielo. El balance radiativo entre las superficies vidriadas y el cielo (que tiene una temperatura baja) es una pérdida de energía considerable para un volumen que tiene una gran superficie vidriada.

Transferencias por convección

Para determinar la transferencia debido al caudal de renovación del aire a cada momento, se consideran diferentes tipos de ventilación. Primero, la renovación higiénica de aire del espacio tampón y del edificio asociado, la ventilación es mecánica, el caudal y los horarios elegidos. Luego, las fugas de aire a través de la envolvente del espacio considerando el nivel de estanqueidad.

En invierno, se ofrece la posibilidad de ventilación conectada: tal como usar el aire presente en el espacio tampón para ventilar el edificio asociado.

Finalmente, en verano, el caudal de renovación de aire por ventilación natural se calcula con ecuaciones de movimiento de aire debido al efecto de chimenea térmica.

Para el caudal definido, la transferencia asociada se escribe:

$$\phi_{cv} = (Q_{ser} / 3600) V_{ser} \rho_{air} C p_{air} * (T_{amb} - T_{ext})$$

Aportes internos y sistemas

La cantidad de personas define la potencia disipada por metro cuadrado de superficie. El usuario puede considerar termostatos bajo y alto que corresponden a sistemas de calefacción y de enfriamiento. Las demandas energéticas a cada espacio de tiempo son calculadas y luego integradas para obtener la demanda energética de la secuencia considerada. Luego, las demandas energéticas anuales pueden ser extrapoladas de las calculadas con el método de "grados-día".

Inercia térmica

La inercia térmica interviene en el balance de calor (E1). Consideramos que el aire del espacio tampón está en equilibrio térmico con los elementos sólidos en contacto. La masa térmica es la suma de la masa térmica del aire, de las masas térmicas superficiales del piso, del techo y de los muros entre el espacio tampón y el exterior, y el edificio asociado, así como la masa térmica de los muebles de la zona.

Resultados y validación del modelo

Las salidas primarias de la herramienta son las evoluciones de las diferentes transferencias que componen el balance energético, la evolución de la temperatura y del caudal de renovación de aire por ventilación natural. La demanda energética anual (si sistemas de calentamiento y/o de

The other radiative transfer is the exchange in long wavelength ($\phi_{cd ser \rightarrow edif}$), ie with the external field and the sky. The radiative balance between the glass surfaces and the sky (which has a low temperature) is a significant energy loss for a volume that has a large glazing surface.

Convective heat transfers

To determine the transfer due to the flow of air exchange at every moment, different types of ventilation are considered. First, the hygienic air renewal of the buffer zone and of the associated building, which is mechanical ventilation, the flow and the schedule has to be chosen. Then, the air leakage through the envelope of space considering the level of tightness.

In winter, it offers the possibility of complex mechanical ventilation: such as using the air from the buffer zone to ventilate the associated building.

In summer, the air change rate by natural ventilation is calculated based on equations of air motion due to the thermal stack effect, as proposed by Allard (Allard, 98)

For the defined flow, the heat transfer is written:

Internal source of heat and systems

Density of occupation defines the power dissipated per square meter. The user may enter low and high thermostats values corresponding to heating and cooling. The energy demand is calculated at each time step, and then integrated to obtain the energy demand of the period. Then the annual energy demands can be extrapolated from those calculated, using the "degree days" method.

The thermal inertia

The thermal inertia is involved in the heat balance (E1). We consider that the air of the buffer zone is at thermal equilibrium with the solid elements in contact. Thermal mass is the sum of air thermal mass, thermal mass of the floor, the ceiling and the walls between the buffer and outer space, and between the associated building, and the thermal mass of the furniture in the area.

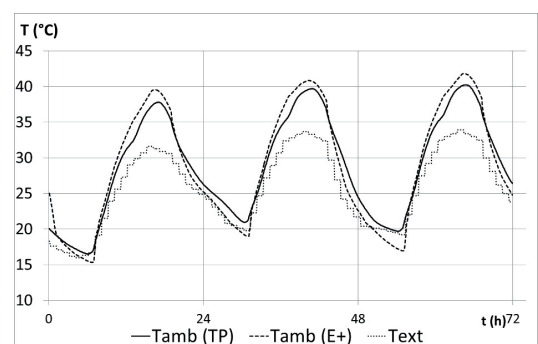
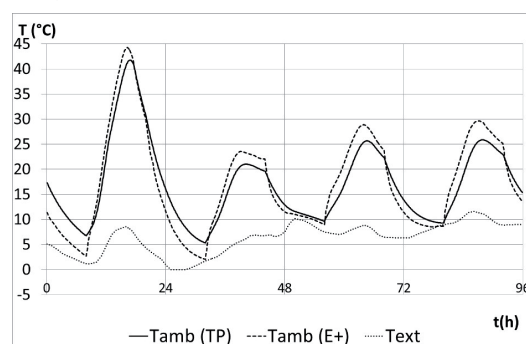
Outputs and validation of the modeling

The primary outputs of the tool are the evolution of the different heat transfers that are part of the energy balance, the evolution of the temperature and flow rate of air exchange by natural ventilation. Annual energy demand in the case of heating or cooling systems is presented too.

A modeling of a greenhouse has been made with the thermal simulation software for buildings Design Builder

Fig. 2a, 2b. Comparación de los resultados obtenidos con TOPAZ con EnergyPlus. a. 4 días de invierno, y b, 3 días de verano.

Comparing the results obtained with EnergyPlus TOPAZ. a. Four days of winter, and b, three days of summer.



enfriamiento son integrados), también, es presentada.

Una modelación de un invernadero ha sido hecha con el programa de simulación térmica de edificios Design Builder que utiliza el motor de cálculo EnergyPlus. El caso de estudio es un invernadero botánico.

Los resultados son concluyentes, como se puede ver en los gráficos 2a y 2b, que muestran las evoluciones de la temperatura del aire del espacio tampón, calculados con TOPAZ y EnergyPlus, en invierno y verano respectivamente.

Salidas avanzadas

Otras salidas de TOPAZ permiten realizar un análisis más avanzado. Todos los gráficos y datos siguientes corresponden al caso de estudio del atrio del edificio IEP de Pessac (Francia) (fig 1) presentado en la parte final.

La primera es la repartición de las ganancias solares por las diferentes fachadas del edificio en un día soleado, en invierno, verano, y verano con el uso de las protecciones solares. La meta es de maximizar las ganancias en invierno y minimizarlas en verano, para eso, se puede modificar la ubicación de las aberturas, el tipo de vidrio y el tipo de protección solares.

La segunda es el impacto energético que tiene el espacio

which exploits EnergyPlus thermal model. The case study is a botanical greenhouse.

The results are conclusive, as seen in Figures 2a and 2b, which show the evolution of the air temperature buffer space, calculated with TOPAZ and EnergyPlus, in winter and summer respectively.

Advanced outputs

Other TOPAZ outputs allow more advanced analysis. All graphs and data below correspond to the case study of the atrium of the IEP building in Pessac, France (fig 1) presented in the final part.

The first one is the distribution of solar gains through the different facades of the building on a sunny day in winter, summer, and summer with the use of sunscreens. The designer's goal is to maximize solar gains in winter and minimize them in summer. Influential parameters that can be changed are the location of the openings, the type of glass and the type of solar protection.

The second is the energy impact the buffer zone has on the associated building. In fact, the buffer zone reduces direct solar gain of the building but minimizes its losses by its envelope. Also, ventilations systems can be connected. These data are presented in a bar graph, Fig 4.

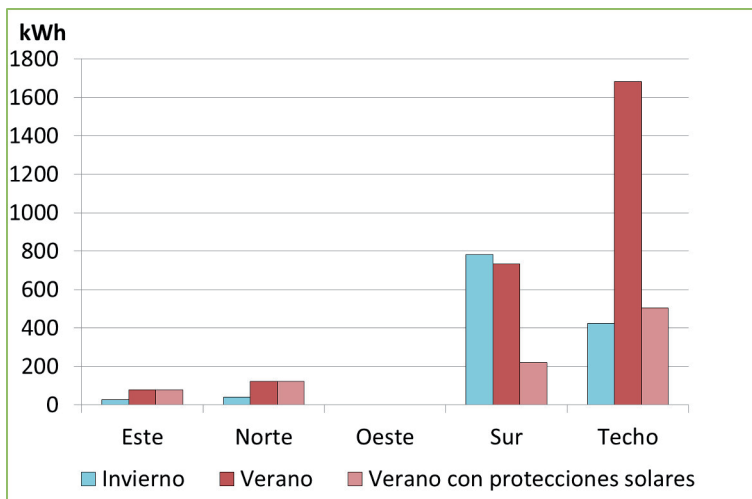


Fig. 3. Repartición de las ganancias solares por orientaciones en un día soleado, en invierno, en verano, y en verano con protecciones solares.

Distribution of solar gains for each orientation on a sunny day in winter, in summer, and in summer with sunscreens.

tampón sobre el edificio asociado. De hecho, el espacio tampón reduce las ganancias solares directas del edificio pero minimiza sus pérdidas por su envolvente. Además, las ventilaciones pueden ser conectadas. Estos datos son presentados en un gráfico en barras, fig 4.

Then, the data associated with comfort are presented. The assessment method chosen corresponds to the special use of these areas. It is considered as comfortable in winter when the temperature is higher than the outside temperature in degrees plus a margin (the margin is a simulation input, which is 4 ° by default), and a formula of

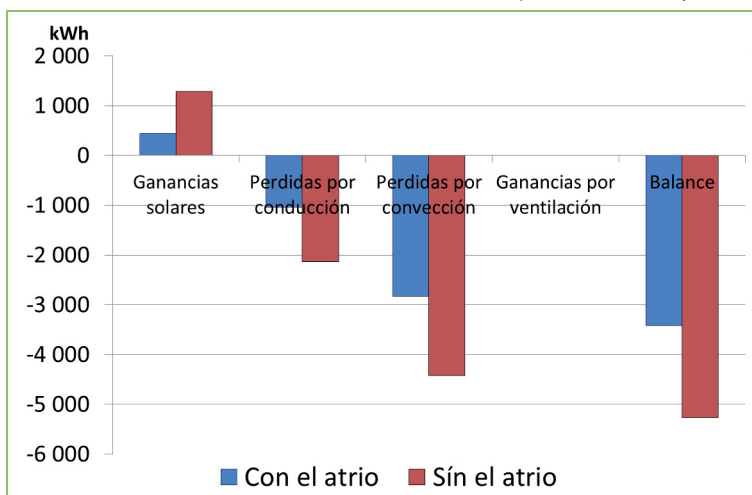


Fig. 4 Impacto energético del atrio del IEP sobre el edificio por los 4 días de invierno considerados.

Energetic impact of the atrium on the building for 4 days of winter .

Luego, los datos asociados al confort son presentados. El método de evaluación elegido corresponde al uso especial de estas zonas. Se considera como confortable en invierno cuando la temperatura interior es superior a la temperatura exterior más un margen en grados (el margen es una entrada de simulación, que es de 4° por defecto), y una fórmula del mismo tipo para el verano.

Caso de estudio, el atrio del IEP

Como caso de estudio, utilizamos el edificio IEP de Pessac, en Francia. Una parte es renovación y otra una construcción nueva. Integra un gran atrio que permite el vínculo entre dos partes distintas del edificio.

Cabe destacar que los arquitectos eligieron enfocar el atrio, por lo que participa a la imagen del edificio, que debe tener un uso propio, como un espacio de transición entre el exterior y el interior ya que es un edificio que tiene mucha circulación.

Al inicio, las preguntas de los clientes eran relacionadas con las temperaturas que se alcanzarían en verano e invierno dentro del atrio. Y las demandas de los diseñadores trataban sobre la ubicación de las aberturas para la ventilación natural y de las protecciones solares.

El atrio fue modelizado. Elegimos trabajar con tres parámetros. El primero es el tipo de vidrio, simple vidrio (SV) o doble vidrio (DV), y el segundo, es el tipo de piso, el aislante puede estar colocado arriba o debajo de la losa de hormigón, de tal manera que la inercia es baja (Ib) o alta (Ia) respectivamente. El tercer corresponde al dimensionamiento de aberturas, pueden ser de 12m^2 lo que es un tamaño grande (Ag) o de tamaño más pequeño, 4m^2 (Ac).

Simulaciones de invierno

Para las simulaciones de invierno, estudiamos el impacto del tipo de vidrio y de la inercia.

En el primer caso (SV Ib) cuyas ventanas son simples, las ganancias y pérdidas son mayores lo que se traduce por variaciones de temperatura interior muy amplias. En el segundo caso (DV Ib), el doble vidriado permite bajar las pérdidas, de tal manera que los días no soleados, la temperatura interior es más alta que por el primer caso. Luego, el hecho de añadir inercia (DV Ia), se traduce en una amortiguación de las variaciones.

the same type for the summer.

Study case, the IEP atrium

As a case study, we use the IEP building in Pessac, France. It is partly a renovation and a new construction. It integrates a large atrium that allows the link between two different parts of the building.

The architects chose to notably focus on the atrium, as it carries the image of the building. This space must have its own proper use, is described as a transitional space between the outside and the inside, whose importance comes from the fact that it is a building that has a lot of circulation.

Initially, the questions of the building owners were related to the expected temperatures reached in summer and winter in the atrium. And the demands of the designers dealt with the position of openings for natural ventilation and with the choice of the shading devices.

The atrium was modeled. We chose to work with three parameters. The first one is the type of glazing, simple (SV) or double (DV), and the second is the type of floor, the insulation can be placed above or below the concrete slab, so that the inertia is low (Ib) or high (Ia) respectively. The third one corresponds to the sizing of openings for natural ventilation which may be of 12m^2 which is considered as large (Ag) or smaller 4m^2 (Ac).

Winter simulations

For winter simulations, we study the impact of the type of glass and inertia.

In the first case (SV Ib) the glazing is simple, gains and losses are higher which results in quick variations of the indoor temperature. In the second case (DV Ib), the double glazing can minimize losses, so that for the non-sunny days, the internal temperature is higher than for the first case. Next, the fact of adding inertia (DV Ia), results in a damping of the variations.

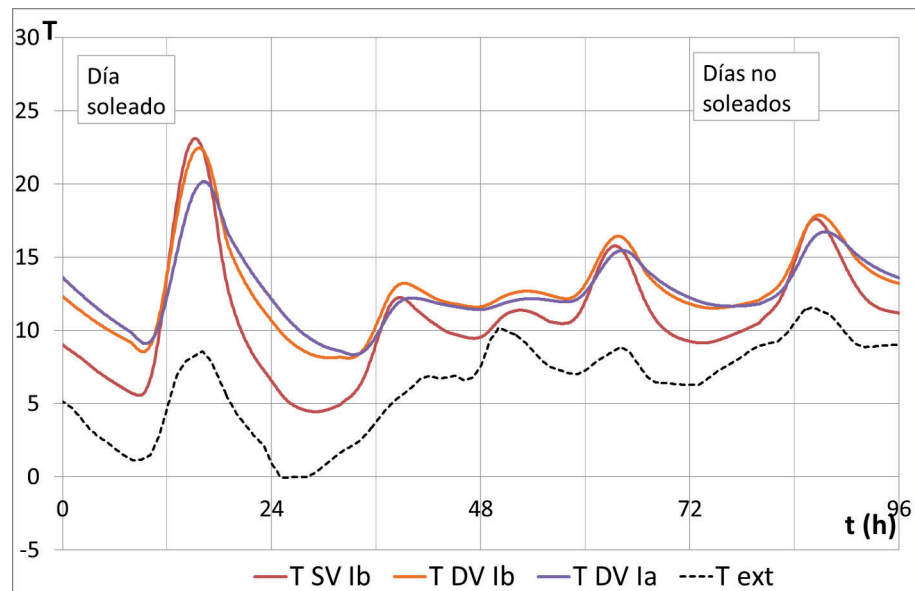
Summer simulations

For summer simulations, we consider the DV glazing, and effective sunscreens (solar factor is 0.3), and we evaluate the efficiency of the two solutions of openings (Ab and Ag).

In Figure 6, solar gains are equal; the only difference is the ability to dissipate the heat with natural ventilation. It is

Fig. 5 Evoluciones de las temperaturas del aire en el atrio durante la secuencia de invierno por los tres casos (SV Ib), (DV Ib), (DV Ia).

Evolutions of air temperatures in the atrium during the winter sequence for the three cases (SV Ib), (DV Ib), (DV Ia) .



Simulaciones de verano

Para las simulaciones de verano, consideramos como tipo de vidrio el DV, y que las protecciones solares son eficientes (factor solar igual a 0,3), y evaluamos la eficiencia de las dos soluciones de aberturas (Ac y Ag).

noted that the air flow is 3 times more important with large openings (Ag). The indoor air temperature is one degree less than the Ac case.

If there is a misuse of the building (poor management of solar gains, more important internal source of heat...), the

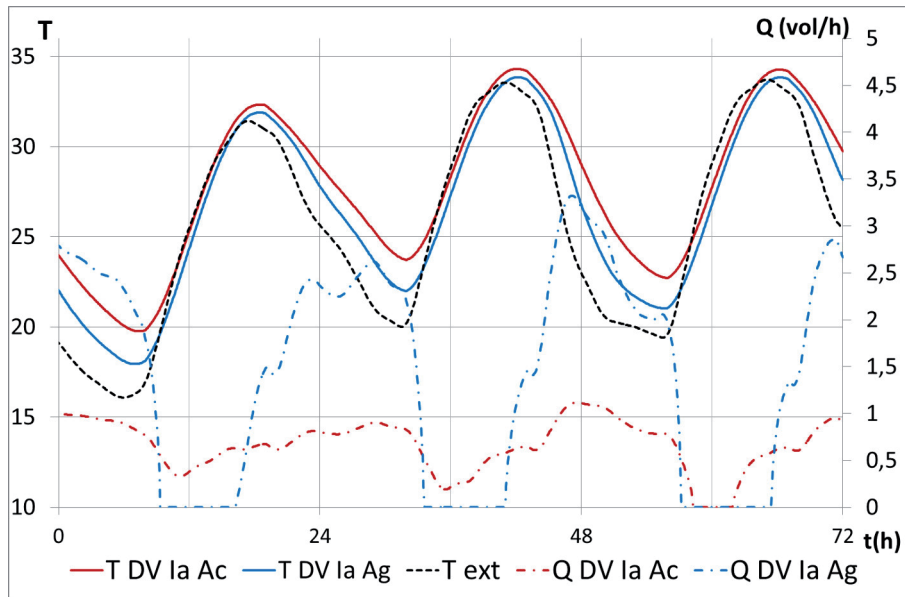


Fig. 6 Evoluciones de las temperaturas del aire y caudales asociados por los dos casos Ac y Ag.

Evolutions of air temperatures and flow rates associated for the two cases Ag Ac.

En la figura 6, Las ganancias solares son iguales, la única diferencia es la capacidad de evacuar el calor con la ventilación natural. Se nota que el caudal de aire es 3 veces más importante con las aberturas grandes (Ag). La temperatura del aire interior es un grado inferior a la del caso Ac.

Lo importante, es que en el caso que haya un mal uso del edificio (mala gestión de las ganancias solares, fuente interior de calor más importante...), la capacidad de evacuación de calor del caso Ag es limitada. Por esta razón, el diseño debe considerar aberturas grandes (Ag).

Conclusión

TOPAZ es una herramienta de uso fácil de caracterización térmica de espacios tampón. Provee informaciones relevantes a diseñadores para la etapa de concepción de edificios.

Esta herramienta sigue siendo desarrollada para ser más compleja y al mismo tiempo de uso simple. Los puntos de vista de arquitectos o industriales han sido incorporados para responder de manera más eficiente a sus necesidades.

Cabe destacar que dos módulos adicionales también están integrados. El primero permite el dimensionamiento de paneles solares (fotovoltaicos o térmicos) considerando las necesidades, los recursos y los costes asociados. El segundo realiza un análisis del ciclo de vida del espacio tampón (materiales, consumo, producción), de tal manera que permita aplicar una metodología de eco-concepción para la elección de materiales, consumo de energía, así como los ahorros que podrán ser valorados.

heat removal capacity of the Ag case is limited. For this reason, the design should consider large openings (Ag).

CONCLUSION

TOPAZ is a user friendly tool for the thermal characterization of buffer spaces. It provides relevant information to designers for the conception of buffer zones at the design stage.

It is still being developed in order to integrate more advanced functions and to be more complete and at the same time simple to use. Architects and industrial feedback has been incorporated to respond to their needs more effectively.

Two additional modules are also integrated. The first one allows the sizing of solar panels (photovoltaic or thermal) considering the needs, resources and associated costs. The second realizes a life cycle analysis of the buffer zone (materials, consumption, production) in such a way that it allows to apply eco-design methodology for the selection of materials, energy consumption targets and the expected savings.

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

1. F. Allard, *Natural Ventilation in Buildings: A Design Handbook*, James & James Ltd, London, 1998.
2. Gratia, E. Natural ventilation in a double-skin facade. *Energy and Buildings* 36, 137–146 (2004).
3. NF EN ISO 13786 : Performance thermique des composants de bâtiment - Caractéristiques thermiques dynamiques - Méthodes de calcul.
4. Brager, G S, and R De Dear. "Center for the Built Environment Climate , Comfort , & Natural Ventilation : A new adaptive comfort standard for." *Ashrae Standard* (2001).

Modelo de información multiescala urbana para la gestión y planificación sostenible de la ciudad

Multiscale urban information model for sustainable city management and planning

Aitziber Egusquiza¹, Iñaki Prieto¹, Jose Luis Izgara¹

RESUMEN

La gestión integral sostenible de la ciudad necesita de una adecuada estrategia de gestión de la información que aborde todas las escalas, incluya todos los ámbitos e involucre a todos los agentes en el proceso de toma de decisiones. Esta estrategia también debe asegurar el derecho a la transparencia mediante el acceso público a la información y facilitar la accesibilidad a esa información, tanto a técnicos como a ciudadanos, mediante la visualización en 3D. Para una toma de decisiones informada a nivel urbano es necesario, también, la interconexión de información a diferentes escalas (ciudad, distrito, edificio, componente), y de diferentes ámbitos (infraestructuras, vivienda, movilidad, energía...).

MIMU-3D (Modelo de Información Multiescala Urbana – 3D) es una plataforma tecnológica de gestión de la información basada en CityGML que estructura toda la información referente a la ciudad, tanto la geométrica como la semántica, en un único modelo de datos interoperable que integra la información de diferentes ámbitos y a diferentes niveles de detalle. El modelo está basado en estándares internacionales, por lo que es interoperable con otros modelos de datos y otras herramientas (análisis, gestión, toma de decisiones...), característica que permite desarrollar un ecosistema de servicios que faciliten la gestión y planificación urbana, a través de la generación de herramientas y soluciones en la nube (cloud computing). La reutilización de información pública (open data) por parte de terceros puede generar negocio en torno al modelo diseñando servicios que pueden abarcar todos los ámbitos de la Smart City: apoyo a la toma de decisiones para la rehabilitación sostenible, la gestión de recursos energéticos, servicios para la movilidad, turismo y cultura, el e-government y la ciudadanía digital, e-health...

Palabras clave: Modelo de información, toma de decisiones, sostenibilidad urbana, CityGML, Smart City

ABSTRACT

For an Integrated Sustainable Management of the city a proper management information strategy is needed. A strategy that will address all scales, that will include all domains and that will involve all stakeholders in the decision making process. This strategy should also ensure the transparency through the public access to the information of both technicians and citizens by 3D visualization. For an informed decision making at urban level is also necessary the interconnection of the information at different scales (city, district, building and component), and from different areas (infrastructure, housing, mobility, energy ...).

MIMU 3D is a technological platform for information management based on CityGML. This model structures all the information of the city, geometric and semantic information, into a single interoperable data model that integrates information from different fields and at different levels of detail. The model is based on international standards, in order to make it interoperable with other data models and other tools (analysis tools, management tools, decision-making tools ...). This interoperability is necessary to develop an ecosystem of services to facilitate urban planning and management, through the generation of tools and solutions of cloud computing. Moreover, the reuse of public information (open data) by third parties can generate business around the model. The designing of services supported by the information model can cover all areas of the Smart City, including: supporting decision-making for sustainable rehabilitation, management of energy resources, mobility services, tourism and culture, e-government, e-health...

Key words: Information model, decision making, urban sustainability, CityGML, Smart City

Introducción

El concepto de Smart City supone definir una estrategia de gestión y desarrollo urbano sostenible que convierta la ciudad en un ecosistema de innovación apoyado en la tecnología, la información y la colaboración entre agentes. Si se quiere ir más allá de un conjunto de proyectos independientes de promoción y uso de las tecnologías en el día a día de la ciudad es necesario que la generación de un ecosistema de servicios venga apoyado en una infraestructura de información que structure, unifique y armonice la información de la ciudad y la haga accesible a las empresas, agentes, ciudadanos e investigadores con el objetivo de transformar la forma en que la ciudad se enfrenta a los desafíos sociales, económicos y ambientales.

La ciudad como ecosistema urbano genera un gran volumen de información heterogénea: de diferentes escalas, diferente uso, diferente naturaleza, diferentes herramientas y formato y proveniente de diferentes agentes. Además esta información en un futuro cercano crecerá de forma exponencial, por lo que su gestión correcta va a ser un aspecto crucial y estratégico en la gestión y toma de decisiones de la ciudad y tiene que ser la base para la Smart City.

Gestión de la información para la Smart City

Una estrategia de la gestión de la información adecuada debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe incluir todo el ciclo de vida de la información desde la adquisición de los datos, su estructuración armonización y almacenamiento, hasta su explotación y mantenimiento.
- Debe involucrar a todos los agentes que intervienen en la toma de decisiones para el crecimiento y desarrollo sostenible de las ciudades.
- Debe estructurar la información tanto geométrica como semántica de forma georeferenciada en un único modelo de datos que sea interoperable con otros modelos de datos y otras herramientas para el análisis la gestión y la toma de decisiones. Para ello el modelo tiene que estar basado en estándares internacionales que faciliten la utilización de información pública (open data).
- Debe interconectar la información a diferentes escalas (ciudad, distrito, edificio, componente) y de diferentes ámbitos
- Debe garantizar el acceso público a la información y permitir la visualización en 3D que facilite el entendimiento tanto a técnicos como a ciudadanos
- Debe posibilitar la generación de herramientas y soluciones en la nube (cloud computing) para la toma de decisiones.
- Debe cubrir la necesidad de tener en cuenta la escala ejecutiva en las decisiones estratégicas a través de la conexión entre la escala estratégica (urbana) y la escala ejecutiva (escala edificio-componente). Esto debe permitir la conexión con modelos más específicos de la escala edificio (BIM) y la escala territorial (GIS)

Por lo tanto, una estrategia de gestión de la información para la Smart City pasa por la definición de un modelo de datos común, multiescala, genérico, interoperable y que contenga información semántica y geométrica. Definir

Introduction

The Smart City concept means the definition of a strategy for sustainable urban management and development that turns the city into an innovation ecosystem supported by technology, information and collaboration among different agents. The idea is to go beyond a set of independent projects for the promotion and use of technology in the daily life of the city. For this purpose it is necessary that the generation of the ecosystem of services come backed by an information infrastructure that structure, unify and harmonize all the information available for the city and make it accessible to companies, agents, citizens and researchers with the goal of transforming the way the city faces the social, economic and environmental.

The city as urban ecosystem generates a large volume of heterogeneous information: different scales, different use, different nature, different tools and formats and coming from different agents. Besides this information in the near future will grow exponentially so its proper management will be a crucial and strategic element for the management and decision-making of the city and must be the basis for the Smart City.

Information management for the Smart City

An information management strategy must cover the following requirements:

- It must include the entire life cycle of information; from data acquisition, structuring harmonization and storage, to operation and maintenance.
- It must include all actors involved in decision making for growth and sustainable development of cities.
- It must include semantic and geometric information properly related and georeferenced. Both kind of information must be included in a single data model that is interoperable with other data models and other tools for management analysis and decision making. For this reason, the model must be based on international standards that facilitate the use of public information (open data).
- It must interconnect information at different scales (city, district, building and component) and from different areas.
- It must ensure public access to information and allow 3D visualization which facilitates understanding for different kind of users, technical and citizens
- It must enable the generation of tools and solutions in the cloud (cloud computing) for decision-making.
- It must meet the need of taking into account the executive scale in strategic decisions through the connection between the strategic scale (urban) and the executive one (building-component). This should allow connection between building scale models (BIM) and spatial scale ones (GIS)

Therefore, a strategy for information management for the Smart City requires the definition of a common data model, multiscale, generic, interoperable and that contains semantic and geometric information. The definition of a common data model for the Smart City simplifies the translation process, since the correlation between specific models is confined through a common model. This is the key for the exchange of information between different

un modelo de datos común de SmartCity simplifica el proceso de traducción, ya que la correlación desde y hacia modelos específicos está confinada al modelo común y es la clave para el intercambio de información entre diferentes agentes, instituciones y herramientas

El proceso completo de generar un modelo de información multiescala para la ciudad tiene que tener en cuenta todo el ciclo de vida de la información y se puede resumir en tres grandes tareas: Generación, Almacenamiento y Utilización de información:

- La Generación consiste en capturar la información tridimensional de los edificios y entornos urbanos mediante distintos métodos de digitalización 3D (escáner, fotogrametría, CAD, datos espaciales libres, etc.) y añadir la semántica propia de los elementos estructurales de forma semiautomática.
- En el Almacenamiento, hay que almacenar la información semántica y 3D en el modelo de datos, de forma extensible e interoperable y a diferentes detalles (información a escala urbana y de edificio).
- La Utilización consiste en explotar la información del modelo único de datos desde diferentes aplicaciones para diferentes usuarios con diferentes necesidades:

A la hora de establecer el modelo de datos que define la forma de representación y almacenamiento de los datos que describen una ciudad y que faciliten el posterior procesamiento de los mismos es clave basar dicho modelo en estándares o directrices internacionales. La utilización de estándares es la clave para asegurar el impacto a largo plazo de las soluciones planteadas. Algunas referencias internacionales a tener en cuenta para el modelado de datos para soluciones de Smart Cities, pueden ser las siguientes:

- La directiva PSI- Public Sector Information (2003/98/CE- modificada 15 abril 2013) establece el marco legal para la reutilización de la información del sector público por parte del sector privado con propósitos comerciales y no comerciales. Establece el derecho a la reutilización de cuanto documento tenga carácter público y reconoce el valor de la publicación de datos abiertos, no sólo como valor económico, sino también como valor social y como tractor de la transparencia
- La Directiva INSPIRE¹ (Infrastructure for Spatial Information in Europe) establece las reglas generales para el establecimiento de una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea. Esta directiva exige la armonización de datos y la interoperabilidad del sistema y su objetivo es crear un marco jurídico que permita establecer una infraestructura de información espacial a nivel Europeo. La directiva INSPIRE permitirá disponer de más datos espaciales y que sean más fiables y poner al alcance de todos (administraciones, empresas y ciudadanos) dichos datos [3]. Uno de los objetivos de esta directiva es utilizar y optimizar la explotación de los datos espaciales existentes actualmente. Para ello es necesario que dichos datos estén correctamente documentados y hacer accesible la información a través de servicios consiguiendo así mayor interoperabilidad y accesibilidad de los datos².
- IMGeo es el estándar holandés para el intercambio de información geográfica a gran escala. Este estándar incluye la documentación de elementos como carreteras, túneles, ríos, uso de tierras y otros. IMGeo pretende ser un sistema de representación de objetos

actors, institutions and tools

The entire process of generating a multi-scale information model for the city has to take into account the entire life cycle of information and can be summarized into three main tasks: Generation, Storage and Usage of Information:

- Generation means to capture three-dimensional information of buildings and urban environments using different methods of 3D digitalization (scanner, photogrammetry, CAD, open data, etc.) And add the semantic information of the structural elements in a semi-automatic way. In the storage phase, information must be saved, both semantic and geometric in the way that it is extensible and interoperable and at different scale (urban and building).
- Usage means to exploit information included in the unique data model from different applications for different users with different needs:

The city data model defines the representation and storage of data describing a city. To facilitate subsequent processing of these data is important to base on standard or international directives. The use of standards is the key to ensuring the long-term impact of the proposed solutions. Some international references to be considered for data modeling solutions for Smart Cities are listed below:

- The PSI (Public Sector Information) directive (2003/98/CE- modified April 15, 2013) sets the legal framework for the reuse of public sector information by the private sector with commercial and noncommercial purposes. Establishes the right to re-use of public documents and recognizes the value of publishing open data, not just economic value, but also as a social value as main factor to push the transparency.
- The INSPIRE¹ (Infrastructure for Spatial Information in Europe) directive establishes general rules for spatial information in the European Union. This directive requires data harmonization and interoperability of the system and its goal is to create a legal framework to establish an infrastructure for spatial information in Europe. INSPIRE will allow having more spatial data, more reliable and make available to all (administrations, companies and citizens) the existing data [3]. One objective of this directive is to use and optimize the operation of currently existing spatial data. This requires that the data are properly documented and make information accessible through services thus achieving greater interoperability and data accessibility².
- IMGeo is the Dutch standard for the exchange of geographic information on a large scale. This standard includes the documentation of elements such as roads, tunnels, water bodies, land use and others. IMGeo intended to be a representation system scale-independent objects that provides a uniform national coverage. IMGeo 2.0 has legal status in the Netherlands. IMGeo is 2D, but extensible to 2.5 D and finally to 3D. IMGeo is based on CityGML. IMGeo, like CityGML recognizes different levels of detail (LOD). The Netherlands is the first country that has made a national standard based on the CityGML standard for the representation of geospatial information³.
- The city of Berlin has developed the virtual 3D city model of Berlin which acts as a complex geoinformation space, integrating and linking spatial data taken from the Berlin Partner GmbH, the administrations of Berlin, and from private geodata sources. The virtual city model of Berlin is based on the standard CityGML. The model is

independiente de la escala que proporciona una cobertura nacional uniforme. IMGeo 2.0 tiene estatus legal en Holanda. IMGeo es 2D, pero extensible a 2,5D y finalmente a 3D gracias a su desarrollo sobre CityGML. IMGeo, al igual que CityGML, reconoce diferentes niveles de detalle (LoD). Holanda es el primer país que ha hecho de CityGML un estándar nacional de representación de información³.

- La ciudad de Berlín ha desarrollado el modelo de ciudad virtual en 3D de Berlín, que funciona como un espacio de información geográfica compleja. Este modelo integra y enlaza datos espaciales obtenidos de diferentes fuentes; Berlín Partner GmbH, administración de la ciudad y de fuentes de datos geográficos particulares. El modelo de ciudad virtual de Berlín se basa en el estándar CityGML. El modelo es en 3D e incluye información semántica y permite la comunicación de forma visual e interactiva de información a los posibles inversores, a las empresas, a los políticos y al público en general⁴.

Modelo de información multiescala urbana (MIMU 3D)

Como solución a la gestión de la información para la Smart City, desde Tecnalía se está desarrollando MIMU-3D (Modelo de Información Multiescala Urbana – 3D). MIMU 3D es una plataforma tecnológica de gestión de la información basada en CityGML. CityGML⁵ es un modelo de datos estándar definido para la representación de modelos de ciudad en 3D que combina información semántica y geométrica. Se trata de un esquema de aplicación del Geography Markup Language (GML3) que permite el intercambio de datos espaciales. Ambos son estándares aprobados por el Open Geospatial Consortium (OGC). El objetivo de CityGML es definir de forma común las entidades básicas, atributos y relaciones que establecen un modelo de ciudad en 3D, independientemente de su campo de aplicación.

Como el modelo está basado en estándares internacionales, es interoperable con otros modelos de datos y otras herramientas (análisis, gestión, toma de decisiones...), característica que permite desarrollar un ecosistema de servicios que faciliten la gestión y planificación urbana, a través de la generación de herramientas y soluciones en la nube (cloud computing).

Además, no sólo representa la geometría, topología y apariencia de los objetos de forma coherente y homogénea, sino también las propiedades semánticas y temáticas, taxonomías y agregaciones. El modelo temático está dividido en diferentes áreas: modelos digitales del terreno, los edificios, la vegetación, los sistemas de transporte, el mobiliario urbano, etc. Uno de los principios de diseño más importante de CityGML es el modelado coherente de la semántica y las propiedades geométricas/topológicas. A nivel semántico, los objetos del mundo real, como edificios, paredes, ventanas o habitaciones, se describen en términos de sus atributos, relaciones y jerarquías. De este modo, las relaciones entre características pueden ser obtenidas sin atender a la geometría del objeto. Además, CityGML es capaz de representar tanto la jerarquía semántica como la geométrica.

CityGML permite representar la información gráfica a distintos niveles de detalle (Level of Detail - LoD), reutilizando la información semántica. Los diferentes niveles de detalle permiten la visualización y análisis de los datos a diferente resolución y escala, dependiendo de los requisitos de cada área de aplicación. De esta manera se conecta la escala estratégica (urbana) y la escala ejecutiva

in 3D and includes semantic information. It represents an easy way of communicating information to potential investors, to companies, to politicians, and to the general public⁴.

Multiscale urban information model (MIMU 3D)

As a solution to manage the information for the Smart City, Tecnalía is developing MIMU-3D (Multiscale Urban Information Model - 3D). MIMU-3D is a technological platform for the information management based on CityGML. CityGML⁵ is a standard data model for the representation of 3D city models that combines semantic and geometric information. This is an application schema of the Geography Markup Language (GML3) that enables the exchange of spatial data. Both are standards approved by the Open Geospatial Consortium (OGC). The aim of CityGML is to define in a common way the basic entities, attributes and relationships that establish a 3D city model, regardless of its scope.

As the model is based on international standards, it is interoperable with other data models and tools (analysis, management, decision-making ...), which helps developing an ecosystem of services that ease urban planning and management, through the generation of tools and solutions in the cloud (cloud computing).

Moreover, CityGML not only represents the geometry, topology and appearance of objects in a consistent and homogeneous way. It also represents semantic and thematic properties, taxonomies and aggregations. The model is divided in different thematic areas: digital terrain model, buildings, vegetation, transportation systems, street furniture, etc. One of the most important design principles of CityGML is the coherent modeling of semantics and geometrical and topological properties. At the semantic level, real-world objects such as buildings, walls, windows or rooms, are described in terms of their attributes, relationships and hierarchies. Thus, the relationship between features can be obtained without regard to the object geometry. Furthermore, CityGML is able to represent both the hierarchical and the geometrical semantics.

CityGML can represent graphical data at different Levels of Detail (LoD), reusing semantic information. Different LoD allow visualization and analysis of data at different resolution and scale, depending on the requirements of each application. In this way strategic scale (urban) and executive scale (building-component) are connected within the same model. Moreover, thanks to its interoperability, it's possible to connect the city scope with more detailed building or component model as BIM models (Building Information Modelling) and with territorial level systems (GIS - Geographic Information System).

Although CityGML is intended to be a universal model independent of the application domain, it's needed to create, attending the needs of users, new entities or to characterize existing ones with new attributes. To ease this process and increase the flexibility, CityGML defines Application Domain Extension (ADE). Once formally specified, documents can be validated according to it; while compatibility is maintained with the original tools based on CityGML.

Within projects ADISPA⁶ and REACT⁷ several extensions have been developed in order to use the data model for the management and documentation of historic cities. Using the ADE that provides CityGML following extensions have been developed: cultural heritage, energy efficiency and

(escala edificio-componente) dentro del mismo modelo. Además gracias a su interoperabilidad, es posible conectar el ámbito de la ciudad con modelos más detallados a nivel edificio-componente como los modelos BIM (Building Modelling Information) y con sistemas a nivel territorial (GIS - Geographic Information System).

Aunque CityGML está pensado para ser un modelo universal independiente del dominio de aplicación, atendiendo a las necesidades de los usuarios es necesario crear nuevas entidades o caracterizar las ya existentes con nuevos atributos. Para facilitar este proceso e incrementar la flexibilidad del estándar, CityGML define las llamadas Application Domain Extension (ADE). Una vez especificada formalmente los documentos pueden validarse conforme a ella manteniendo la compatibilidad del modelo original con las herramientas ya basadas en CityGML.

Dentro de los proyectos ADISPA⁶ y REACT⁷ se han desarrollado varias extensiones con el objetivo de utilizar el modelo de datos para la gestión y documentación de las ciudades históricas. Utilizando el mecanismo de extensiones del dominio de aplicación (ADE) que proporciona CityGML se han diseñado y desarrollado tres extensiones: patrimonio cultural, eficiencia energética e intervenciones⁸:

- La extensión de Patrimonio Cultural modela la información tales como monumentos y lugares por su nombre, ubicación, tipo funcional, fecha, historia, condición física y estado de protección. En la elaboración de este modelo se ha aprovechado la información recogida por CIDOC⁹ complementada con las directivas para la definición de la "Cultural Heritage Identity Card", obtenida como resultado parcial del proyecto EU-CHIC¹⁰.

interventions⁸:

- Cultural Heritage Extension: Represents information such as monuments and places by name, location, functional type, date, history, physical condition and protection status. In the develop of this extension information collected by CIDOC⁹ has been taken supplemented with the guidelines for the definition of "Cultural Heritage Identity Card", as partial results obtained from EU-CHIC project¹⁰.
- Energy Efficiency Extension: Represents the information about the physical properties of materials such as conductivity, reflectivity, emissivity, transmittance, etc.
- Intervention Extension: Represent the organizations and actors that have been involved in the intervention processes to carry out the maintenance and rehabilitation of building.

As commented before, a data model for a city has to follow a three-step methodology. In our case, the platform-MIMU-3D is decomposed into three main tasks (see Figure 4): generation, storage and use of 3D information.

In generation phase three-dimensional information is captured from free data sources or using different methods of 3D scanning (scanner, photogrammetry or design) and semantic elements are manually or automatically added. In storage, data is exported to the data model based on CityGML and stored in a database. Finally, in the use phase stored information (geometric and semantic information) is accessed through Web services for use it in different applications.

For the generation phase a methodology for generating

Tabla 1 Análisis de los Espacios verdes litorales en la provincia de Castellón

Analysis of Green littoral spaces in the province of Castellón

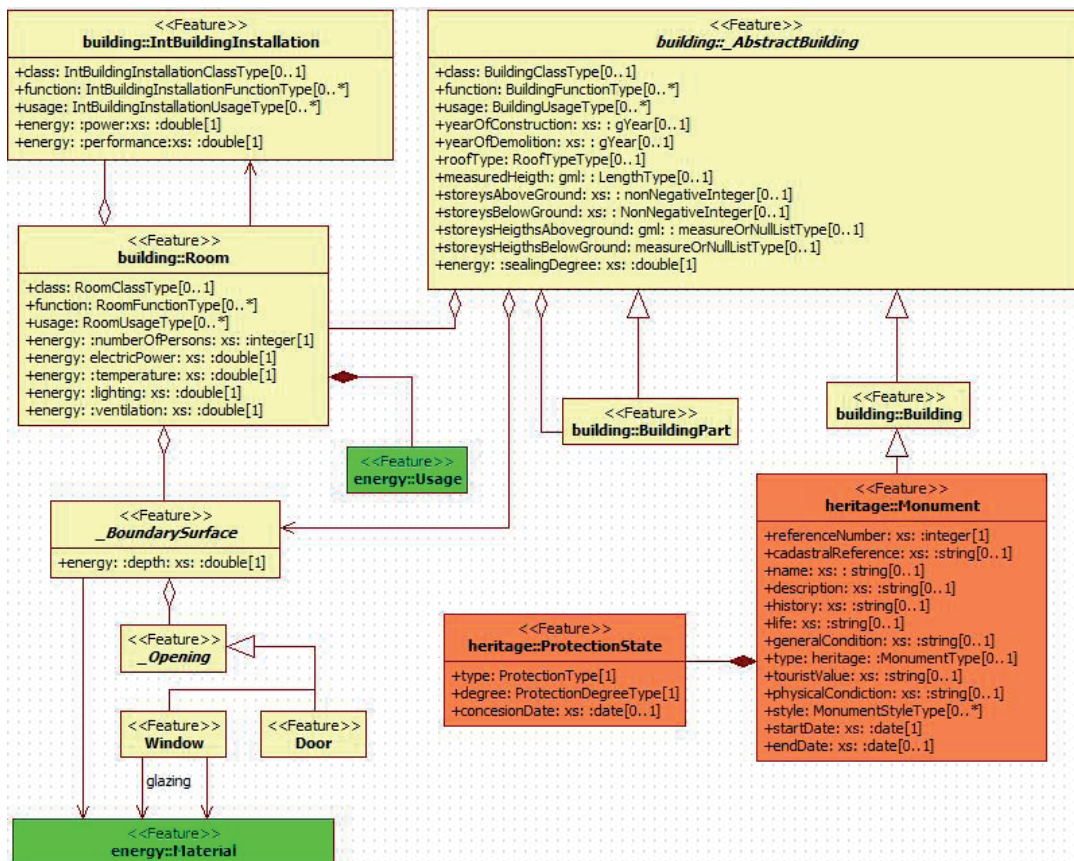
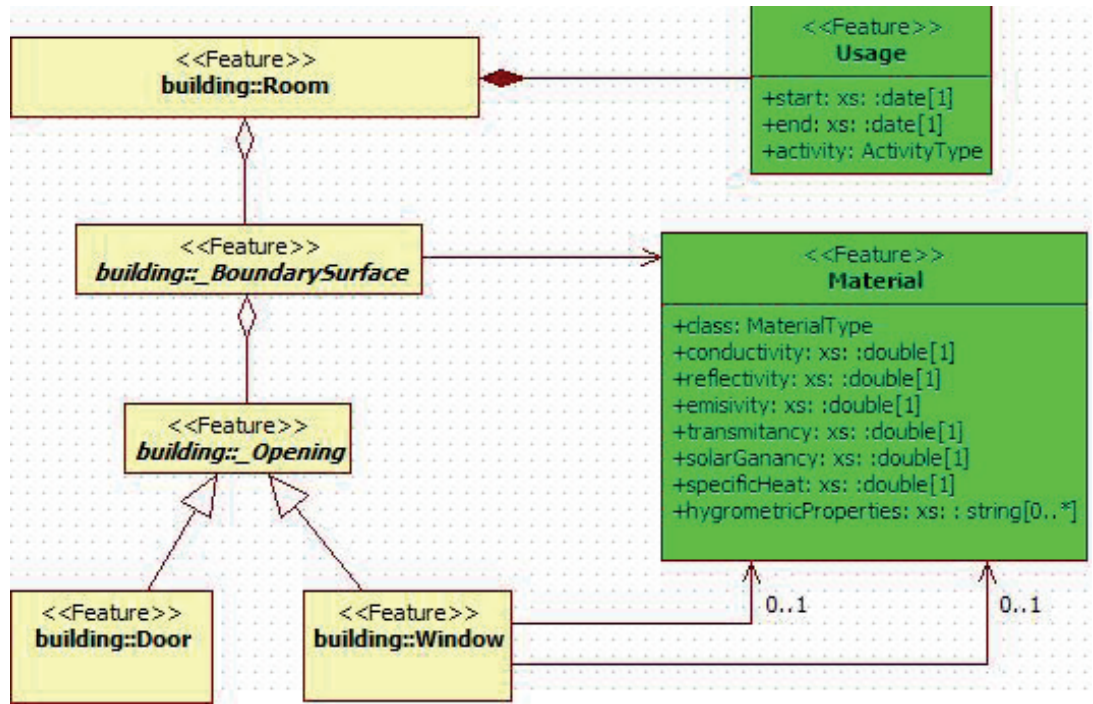


Fig. 1.

- La extensión de Eficiencia Energética representa la información acerca de las propiedades físicas de los materiales tales como la conductividad, la reflectividad,

low cost 3D city models from free data sources that can generate a realistic model with multiple resolutions has been designed and it's presented in Figure 5. In this

Fig. 2.



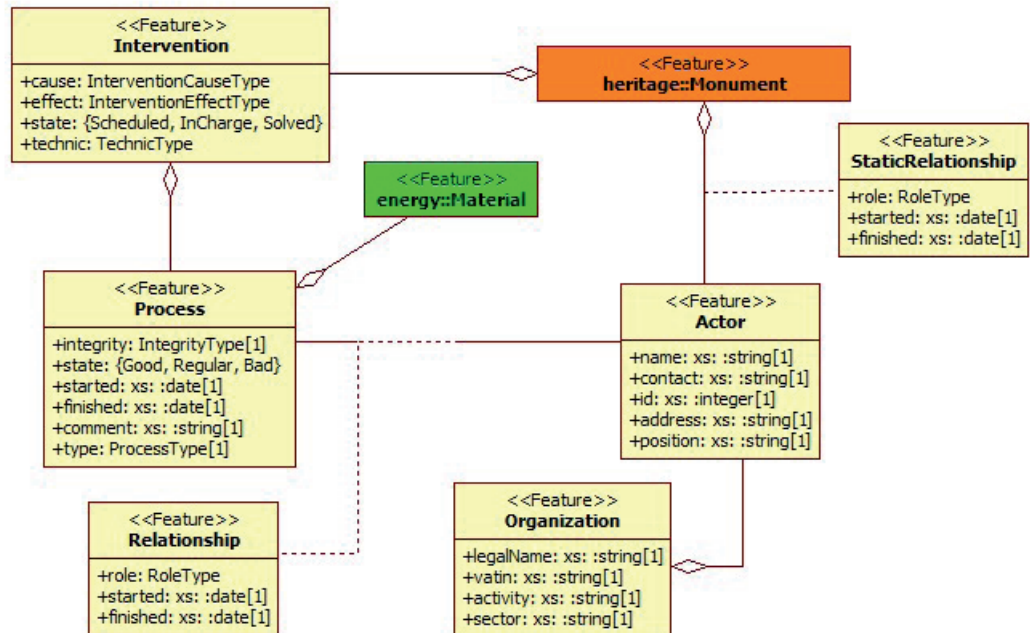
emisividad, transmitancia, etc

- La extensión de Intervenciones permite representar que organizaciones y actores han estado involucrados en los procesos de intervención para llevar a cabo el mantenimiento y la rehabilitación de edificios de la ciudad.

methodology, firstly, the needed information is identified and accessed, then a preprocessing is performed to make a first data cleansing. Next step is to adapt the data model to represent information not represented in CityGML and final step is to process and generate CityGML files.

In the storage phase, one of the problems is that generated

Fig. 3.



Tal como se ha comentado anteriormente, un modelo de datos para la ciudad tiene que seguir una metodología en tres pasos. En nuestro caso, la plataforma MIMU-3D se descompone también en tres grandes tareas (ver figura 4): generación, almacenamiento y explotación de información 3D.

La generación consiste en capturar la información tridimensional a partir de fuentes de datos libres o mediante distintos métodos de digitalización 3D (escáner, fotogrametría o diseño) y añadir la semántica propia

CityGML the files are typically very large, so is better to stored them in a free relational database with GIS support, following the CityGML schema¹¹. So, we have decided to store information in CityGML database "The 3D City Database" using PostgreSQL instead of Oracle 10g.

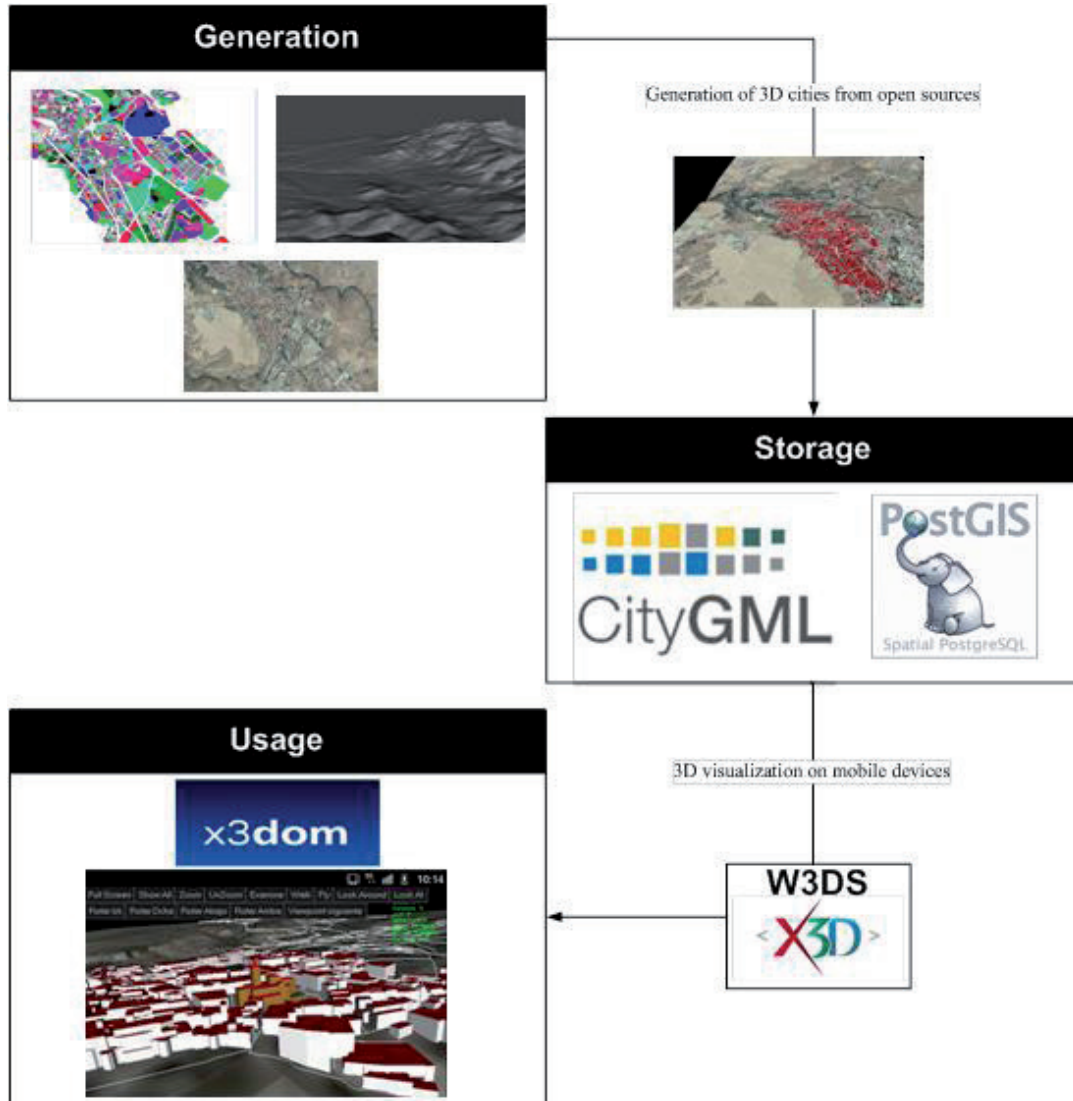
In the use phase of the methodology the solutions that meet some of the needs of different agents with the condition that all information accessing single data model are developed.

Knowing that the stored amount of information is large, the

de los elementos de forma manual o automática. En el almacenamiento, los datos son exportados al modelo de datos basado en CityGML y almacenados en una base de datos. Por último, la explotación consiste en acceder a la información almacenada (tanto información geométrica como semántica) a través de servicios Web para utilizarla en diferentes aplicaciones.

way of accessing to the same has been restricted. For that, standard Web services such as WFS (Web Feature Service) (which allows getting and editing geographic data) or W3DS (Web 3D Service) (which allows getting the geometry and appearance) have been used. Those web services have been defined by the OGC to access data and in that way a standardized access point between the client and the server

Fig. 4.



Para la fase de generación se ha definido una metodología de generación de modelos de ciudades en 3D de bajo coste a partir de fuentes de datos libres que permita generar un modelo realista y con múltiples resoluciones. La metodología para crear modelos de ciudades en 3D a partir de fuentes de datos libres se presenta en la figura 5. En esta metodología primero se identifica qué información se quiere almacenar y se accede a la misma, después se realiza un preprocesado para hacer una primera limpieza de los datos. El siguiente paso es adaptar el modelo de datos para poder almacenar la información no representada en CityGML y por último se procesa la información y se crea el fichero CityGML.

En la fase de almacenamiento, uno de los problemas de CityGML es que los ficheros son normalmente muy grandes, con lo cual es mejor almacenarlos en una base de datos relacional libre con soporte GIS, siguiendo el esquema de CityGML grandes¹¹ con lo cual, se ha decidido almacenar la información de CityGML en la base de datos "The 3D City Database" utilizando PostgreSQL en vez de Oracle 10g.

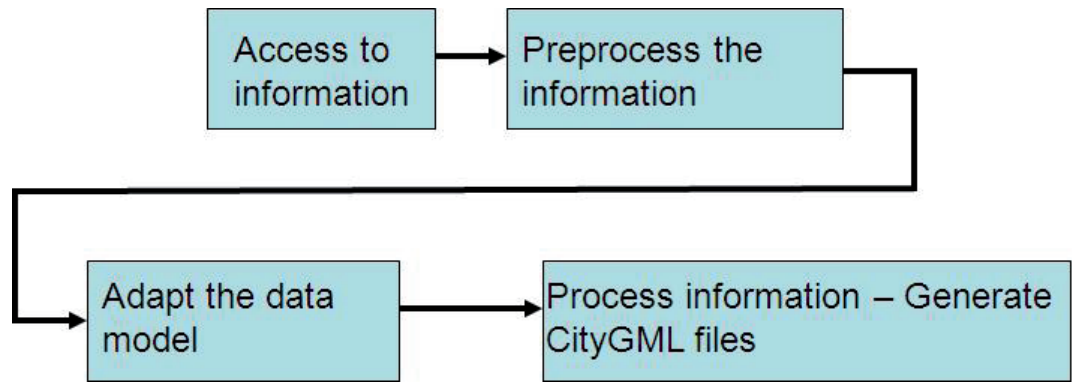
is defined. This achieves, in addition, that the information can be shared by different client applications to improve interoperability and controlling the access to information.

An ecosystem of services for the Smart City

To harness all the potential of a city, the city must become an enabler for creativity and innovation through services and applications where the municipalities, the companies and the citizens have their own role. This can be achieved through the creation of an ecosystem of services for the SmartCity based on a unique multiscale information model as described above (see Figure 7). These solutions must consider and use different standards to help to define the common data model. These applications and services can cover all the needs of the city. Some of the possible services are the following:

- Services for Sustainable Rehabilitation. These services make possible the management and the maintenance of the interventions in the urban environment. The objective

Fig. 5.



La fase de explotación de la metodología consiste en desarrollar soluciones que cubran algunas de las necesidades de los diferentes agentes con la condición de que todas accedan a la información del único modelo de datos.

of these is the improvement of the sustainability of the urban environment as a whole.

- Services for the efficient management of energy resources. Through a holistic point of view of the city

Fig. 6.

Sabiendo que la cantidad de información almacenada es grande, se ha restringido la forma de acceder a la misma. La solución que hemos utilizado es mediante servicios Web estándares, como WFS (Web Feature Service) (que permite obtener y modificar datos geográficos) o W3DS (Web 3D Service) (que permite recuperar la geometría y apariencia), definidos por la OGC para acceder a los datos, definiendo de esta forma un punto de acceso estandarizado entre el cliente y el servidor. Así se consigue, además, que la información pueda ser compartida por diferentes aplicaciones cliente mejorando la interoperabilidad y controlando el acceso a la información.

Ecosistema de servicios para la Smartcity

Para aprovechar el verdadero potencial de una ciudad, la ciudad debe convertirse en un facilitador para la creatividad y la innovación a través de los servicios y las aplicaciones en el que la administración, las empresas y los ciudadanos tienen su papel. Esto puede conseguirse a través de la creación de un ecosistema de servicios para la SmartCity basado en un modelo único de información multiscale como el anteriormente descrito (ver figura 7). Estas soluciones de SmartCities deben considerar y usar diversos estándares para ayudar a definir y aprovechar un modelo de datos común. Estas aplicaciones o servicios

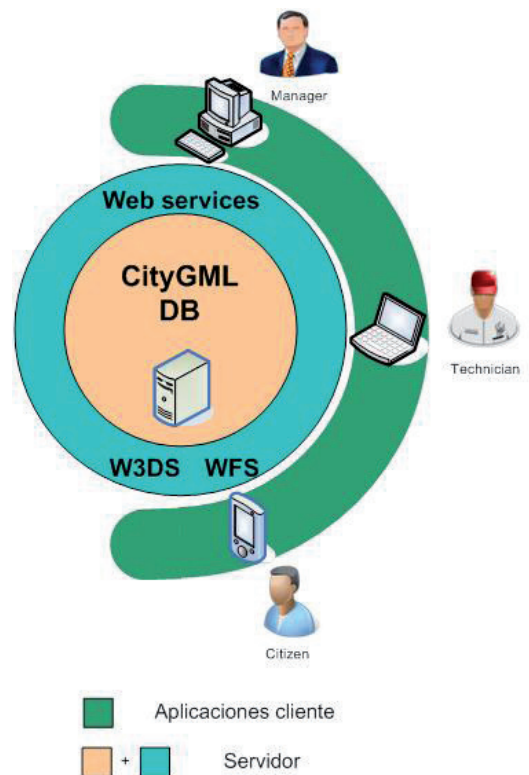
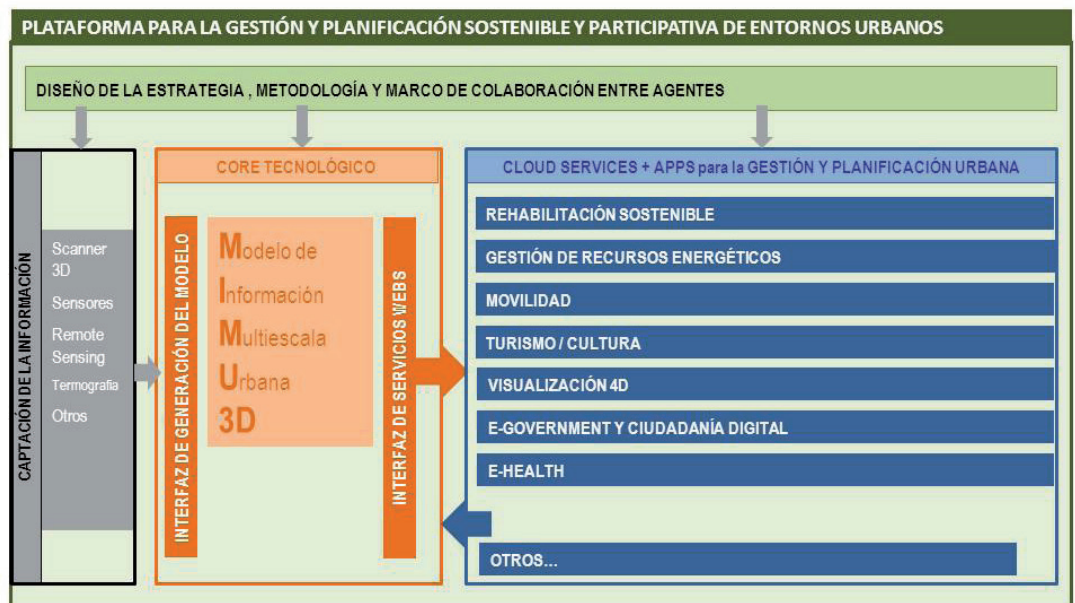


Fig. 7.



pueden abarcar todas las necesidades de la ciudad. Algunos ejemplos:

- Servicios para la Rehabilitación Sostenible. Se trata de servicios que permitan a la administración la gestión y el mantenimiento de las intervenciones en el entorno urbano. Estas intervenciones estarán encaminadas a la mejora de la sostenibilidad y ahorro energético del entorno urbano en su conjunto.
- Servicios para la gestión eficiente de recursos energéticos. A través de una visión holística de la ciudad es posible priorizar los puntos y factores clave para la optimización de consumos, uso de renovables y gestión de la demanda.
- Servicios para la gestión y optimización de la movilidad urbana. Como soporte a la toma de decisiones y planificación de actuaciones en la ciudad. Dentro de estos servicios se consideran aspectos de transporte, seguridad y accesibilidad.
- Servicios de información turística y cultural. Provisión de servicios y aplicaciones que proporcionan información de la ciudad relacionada con información turística y/o eventos culturales. Estos servicios explotarán, entre otras, la componente 3D del modelo de información.
- Servicios de Visualización 4D. Presentación de la información basada en la información 3D del modelo incluyendo la componente temporal (pasado o futuro). Se trata de ofrecer una herramienta de visualización para facilitar la gestión y presentación de la información asociada al modelo de información 3D.
- Servicios que favorezcan el e-government y la participación ciudadana, facilitando la interacción y comunicación entre administración y ciudadanos. Estos servicios permitirán definir políticas y tomar decisiones sobre la base de la inclusión, sostenibilidad y participación.
- Servicios para la gestión eficiente de servicios públicos e infraestructuras urbanas
- Servicios de alerta temprana e Identificación y gestión de problemas futuros
- Servicios para análisis temáticos urbanos (energéticos, corrientes de aire, ruidos, visibilidad...)

Para establecer la sostenibilidad del modelo es necesario definir los diferentes roles de cada agente dentro de la estrategia global:

- Administración: Debe ser la propietaria del modelo de información y la plataforma tecnológica. Adquiere la plataforma y puede asumir el mantenimiento de la misma o externalizar dicho servicio. Algunos de los servicios y aplicaciones que se desarrollen por parte de terceros sobre dicha plataforma pueden ser también de interés para la administración y pagar por ellos, generalmente basada en esquemas de colaboración público-privada donde se comparten riesgos y beneficios.
- Empresas desarrolladoras de servicios: El desarrollo de servicios basados en el modelo de información puede requerir el pago a la administración por el uso de la plataforma por parte de la empresa desarrolladora.
- Inversores: Algunos de los servicios a desarrollar sobre la plataforma estarán encaminados a identificar oportunidades de negocio en la ciudad. Estos agentes están dispuestos a realizar inversiones económicas

is possible to prioritize the key factors to optimize consumption, the use of renewable energy and the management of the demand.

- Services for the management and optimization of urban mobility that will support the decision-making and the city planning. Among these services transport, security and accessibility issues could be considered.
- Information services for tourism and culture. Services and applications that provide information related to tourism and cultural events. These services will exploit, among others, the 3D component of the information model.
- 4D visualization services. Presentation of information based on the 3D information model including the time component (past or future). It will offer a visualization tool to facilitate the management and presentation of the information associated with the 3D information model.
- Services that support the e-government and the participation, facilitating the interaction and the communication between the administration and the citizens. These services will allow the definition of policies and will support the decision making on the basis of inclusion, sustainability and participation.
- Services for the efficient management of public services and urban infrastructure
- Services for an early warning and the identification and management of future problems
- Urban thematic analysis (energy performance, air streams, noise, visibility ...)

To establish the sustainability of the model is necessary to define the different roles of each stakeholder within the overall strategy:

- Administration: It must be the owner of the information model and technology platform. The administration will acquire the platform and will be the responsible for the maintenance of the model (or could outsource this service). Some of the services and applications developed by third parties based on this platform may also be of interest for the administration and consequently it could pay for them, usually through a public-private partnership where risks and rewards are shared.
- Companies that develop services: the developer of the services may pay to the administration by the use of the platform for the development of services based on the information model.
- Investors: Some of the services to be developed on the platform will be designed to identify business opportunities in the city. These agents are willing to make economic investments but they require tools to help them to minimize the risks of their decisions.
- Development agencies: They have the objective to foster the development of the city or the region; therefore they promote initiatives and provide incentives. They are responsible for making attractive business opportunities to investors. Like the investors, they need tools, services, applications that will help them to make decisions about the outcome of their incentives.
- Citizens: In some cases the citizens will be willing to pay for some of the services provided. But usually the costs will be assumed by the administration as a benefit for



SOUDAL

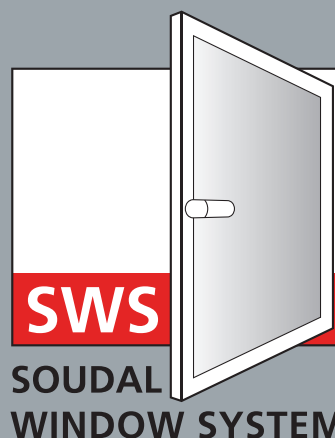
CTE
DB-HR
DB-HE
DB-HS

Eficiencia
Energética
Casas Pasivas

¿Está echando humo por las orejas ?

Soudal Window System

La perfección en la instalación de ventanas estancas al aire



Aislamiento térmico y acústico duradero

Estanqueidad al aire y al vapor

Resistente a la intemperie

info_es@soudal.com

www.soudal.es

Síguenos en



Montaje de ventanas **Soudal Window System**

Soudal Window System Inside



Soudal Window System Outside

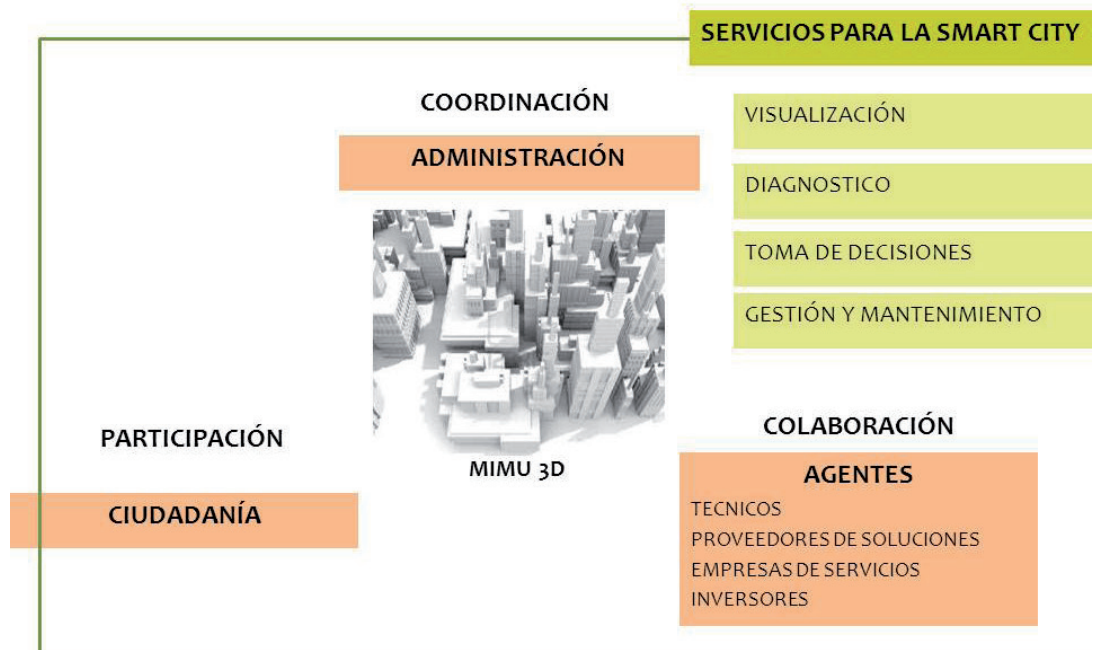
PROYECTO PREI - MADRID

pero requieren de herramientas que les ayuden minimizar los riesgos de sus decisiones.

- Agencias de desarrollo: Tienen como objetivo favorecer el desarrollo de una ciudad o región, para ello promueven iniciativas y proporcionan incentivos. Son los encargados de hacer atractivas las oportunidades de negocio a los inversores. Al igual que los inversores necesitan herramientas, servicios, aplicaciones que les ayuden a tomar las decisiones sobre el destino de sus incentivos.
- Ciudadanía: En algunos casos el ciudadano estará dispuesto a pagar por alguno de los servicios proporcionados. En otras ocasiones los costes de los servicios que generan beneficios para la sociedad los asume la administración. Para asumir los costes de servicios que tienen como destinatarios los usuarios finales se suele recurrir a modelos de negocio basados en la publicidad.

society. To cover the costs of some services business models based on advertising could be considered.

Fig. 8.



Notas Notes

1. <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>
2. Proposal for a directive of the European parliament and of the council establishing an infrastructure for spatial information in the Community (INSPIRE).
3. Stoter, J, L. Brink, G. Vosselman, J. Goos, S. Zlatanova, E. Verbree, R. Klooster, L. van Berlo, G. Vestjens, M. Reuvers and S. Thorn, 2011, A generic approach for 3D SDI in the Netherlands, In: Proceedings of the Joint ISPRS Workshop on 3D City Modelling&Applications and the 6th 3D GeoInfo Conference, 26-28 June, 2011, Wuhan, China.
4. <http://www.businesslocationcenter.de/en/3d-model-of-berlin>
5. OGC, "OpenGIS City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard", documento 08-007r1, versión 1.0.0, 2008
6. <http://157.88.193.21/~adispa>
7. <http://www-cpsv.upc.es/REACT/>
8. DELGADO, F.J., MARTINEZ,R., PRIETO, I., IZKARA, J.L., EGUSQUIZA, A., FINAT, J. (2012). "A common framework for multidisciplinary information management in historic urban districts", EuroGEOSS 2012 Conference (2012)
9. CIDOC - Conceptual Reference Model <http://www.cidoc-crm.org/>
10. CHIC - Clean Hydrogen In European Cities <http://chic-project.eu/>
11. KOLBE, T.H. (2007). "CityGML - 3D Geospatial and Semantic Modelling of Urban Structures", GITA/OGC Emerging Technology Summit 4. Washington D.C.

Post Oil Euskal Herria. Urbanismo y ordenación del territorio vasco sin petróleo

Post Oil Euskal Herria. Basque Regional and Urban Planning without Oil

Unai Fernández de Betoño Sáenz de Lacuesta¹, Jesús Antonio López de Aberasturi Chasco²,
José María Alcorta Azcue³

RESUMEN

El objetivo principal de la investigación “*Post Oil Euskal Herria. Urbanismo y ordenación del territorio vasco sin petróleo*” es establecer una hoja de ruta, de cara al significativo año 2050, que guíe la adecuación paulatina del desarrollo urbanístico y territorial del País Vasco al inminente escenario posterior al pico global de extracción del petróleo. Un escenario en el que el actual modelo de dispersión funcional basado en la movilidad más o menos barata del automóvil privado ya no va a ser sostenible, ni ecológicamente, ni económicamente. Así, sobre la esencial base de la unidad hidrológica del valle, la investigación pretende establecer una serie de indicadores urbanos y territoriales que, tras ofrecer una lúcida lectura del estado actual, ayuden a organizar la necesaria transición hacia el mencionado escenario Post Oil. Para ello, se tomará como estudio de caso el valle del río Butroe, Bizkaia, una de las zonas actualmente más dinámicas de Euskal Herria, en cuanto al urbanismo disperso y a la dependencia con respecto del automóvil se refiere. Finalmente, se concluirá subrayando la importancia de acercarse cuanto antes a los niveles marcados en los indicadores propuestos de sostenibilidad urbana y territorial, y la necesidad de mantenerse en ellos en el tiempo. Y es que, si no es por conciencia ecológica, lo será, antes o después, por necesidad económica.

Palabras clave: territorio, urbanismo, petróleo, movilidad, dispersión.

ABSTRACT

The main aim of the piece of research “*Post Oil Euskal Herria. Basque Regional and Urban Planning without Oil*” is to establish a roadmap with sights set on the significant year 2050 and which will guide the gradual adapting of the Basque Country’s urban and spatial development to the impending scenario set to follow the global peak in oil extraction. This is a scenario in which the current model of functional dispersion based on the largely cheap mobility of the private vehicle is no longer going to be sustainable, either from an ecological or economic perspective. So, taking the main valley-based hydrologic unit, the research is seeking to establish a series of urban and spatial indicators which, after providing a lucid interpretation of the current state, will help to organise the necessary transition toward the above-mentioned Post Oil scenario. So for case study purposes, the valley of the River Butroe, Bizkaia (Basque Country) will be taken; it is currently one of the Basque Country’s most dynamic areas in terms of sprawling urban development and vehicle dependency. Finally, the importance of approaching, at the earliest opportunity, the levels set out in the indicators proposed for urban and spatial sustainability will be highlighted as will the need to adhere to them over time. And it is a fact that if this is not prompted by ecological awareness, sooner or later it will be brought about through economic necessity.

Key words: territory, urbanism, oil, mobility, sprawl.

(1) Profesor Adjunto de Urbanística y Ordenación del Territorio, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), E. T. S. de Arquitectura
Contact info: unai.fernandezdebetono@ehu.es

(2) Profesor Titular de Urbanística y Ordenación del Territorio, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), E. T. S. de Arquitectura

(3) Profesor Colaborador de Urbanística y Ordenación del Territorio, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), E. T. S. de Arquitectura

Introducción

No terminamos de creer nuestra implicación en el problema del cambio climático. Preferimos achacarlo a causas naturales. La razón es que no queremos cambiar nuestro estilo de vida. Sin embargo, es posible que, aunque no sea por conciencia ecológica, sí que tengamos que cambiar nuestros hábitos debido a algo más prosaico, pero quizás más persuasivo: la economía. Y es que, junto al gran problema del cambio climático, existe otra cuestión estrechamente relacionada con nuestro actual modo de vida: el problema energético derivado de la creciente escasez de combustibles fósiles, y, en especial, del llamado pico mundial de extracción del petróleo o Peak Oil.

Es cierto que ya han pasado cincuenta y siete años desde que Hubbert predijera dicho Peak Oil (1956), y que todavía no nos ha faltado gasolina en las estaciones de servicio. Pero no es despreciable el hecho de que estos últimos meses se hayan alcanzado dos máximos históricos, en marzo y septiembre de 2012, en lo que al precio del carburante se refiere. A los serios vaticinios de la ASPO¹ se suma ya el reconocimiento de las propias empresas petrolíferas más interesadas en ocultar el problema: Repsol, por ejemplo, ya reconoció públicamente el Peak Oil en 2005 (Fig. 1). La Agencia Internacional de la Energía también reconoció en 2010 que la producción mundial de los pozos de petróleo disminuye un 7% cada año (Bueno, 2012). Por eso, en cuanto los países emergentes BRICS² se sumen al modelo de consumo energético de la OCDE, la subida del precio del petróleo será imparable.

El urbanismo y la ordenación del territorio están estrechamente ligados a la doble problemática medioambiental y energética expuesta, ya que la colonizadora ciudad difusa y zonificada en la que se ha convertido gran parte de nuestro escenario urbano diario es absolutamente dependiente del preciado oro negro. El libro blanco del espacio europeo de transporte ha señalado como primer objetivo "reducir a la mitad el uso de automóviles de 'propulsión convencional' en el transporte urbano para 2030", así como "eliminarlos progresivamente en las ciudades para 2050" (Comisión Europea, 2011), lo que acarreará importantes consecuencias para la ciudad, tal y como la conocemos hoy. Se trata de un reto demasiado serio para confiar solo en posibles soluciones tecnológicas

Introduction

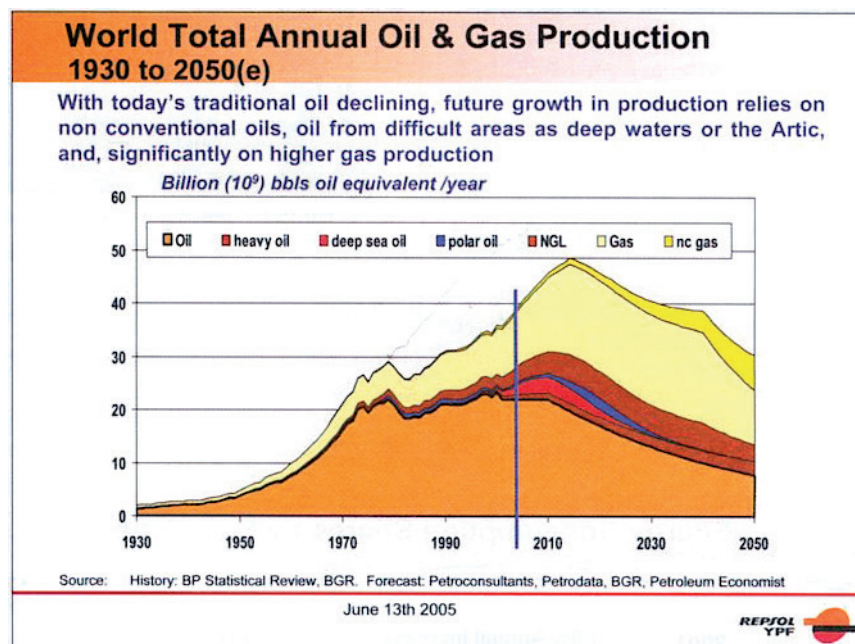
We fail to accept our involvement in the problem of climate change. We prefer to put it down to natural causes. The reason is that we do not want to change our lifestyle. Nevertheless, it is possible that even though it is not as a result of ecological awareness, we will certainly be forced to change our habits for a much more humdrum but perhaps more persuasive reason: the economy. And it is a fact that alongside the great problem of climate change there is another question closely linked to our current way of life: the energy problem resulting from the growing scarcity of fossil fuels, and in particular, the so-called world peak in oil extraction or Peak Oil.

While it is true that 57 years have now elapsed since Hubbert predicted this Peak Oil (1956), petrol stations have not yet run out of petrol. But it is not possible to play down the fact that the last few months have seen the breaking of two historic records, in March and September 2012, as regards fuel prices. The serious predictions by ASPO¹ are already being compounded by the recognition by the oil companies themselves, which are more interested in concealing the problem: Repsol, for example, publicly acknowledged Peak Oil in 2005 (Fig. 1). In 2010, the IEA-International Energy Agency also admitted that world production from oil wells was falling 7% per year (Bueno, 2012). That is why the moment the emerging BRICS² countries join the OECD's energy consumption model, the rise in the price of oil will be unstoppable.

Urban development and spatial planning are intimately linked to the dual problem of an environmental and energy nature presented, because the sprawling, zone-based colonizing town or city that much of our daily urban scenario has become is totally dependent on the esteemed black gold. The first aim in the white paper on the European transport area is to "halve the use of 'conventionally fuelled' cars in urban transport by 2030", and to "phase them out in cities by 2050" (European Commission, 2011); this will entail significant consequences for the city as we know it today. It is a challenge too serious to rely solely on possible technological solutions (electric or hydrogen-fuelled cars, for example, whose development has yet to become reality for various reasons). That is why it is necessary to rethink the current urban and spatial distribution in order to adapt

Fig. 1. Gráfico mostrado por Nemesio Fernández-Cuesta (Repsol-YPF) en el congreso de la European Association of Geoscientists & Engineers celebrado en Madrid en 2005, que reconoce el cénit del petróleo, en naranja, entre los años 2005 y 2010. Fuente: McBarnet, 2005.

Graph displayed by Nemesio Fernández-Cuesta (Repsol-YPF) at the congress of the European Association of Geoscientists & Engineers held in Madrid in 2005, which recognises the oil peak in orange between 2005 and 2010. Source: McBarnet, 2005.



(automóviles eléctricos o de hidrógeno, por ejemplo, cuyo desarrollo no acaba de cuajar, por distintos motivos). Por ello, es necesario repensar la actual distribución espacial urbana y territorial, con el fin de adecuarla al escenario posterior al del petróleo abundante, eficiente y barato que hemos conocido hasta ahora.

Euskal Herria, a pesar de su relativa compacidad urbana —Araba, Bizkaia y Gipuzkoa tienen una densidad de 300 habitantes/km²—, no es ajena a este problema, por lo que urge la redacción de una hoja de ruta que ayude a afrontar este exigente desafío. Valga esta comunicación técnica como esquema de base para trazar esa prospectiva estrategia que ayude a imaginar la Post Oil Euskal Herria.

Ámbito de investigación

Si se tiene un objetivo tan ambicioso como adecuar el urbanismo y la ordenación del territorio de Euskal Herria al futuro escenario sin petróleo, la primera decisión importante reside en escoger un ámbito de investigación lo suficientemente operativo. Para ello, se propone partir de una división basada en las comarcas naturales, al margen de los a menudo caprichosos límites administrativos (Fig. 2).

Si tomáramos exclusivamente Araba, Bizkaia y Gipuzkoa, el territorio a investigar se dividiría, por tanto, en 23 cuencas hidrográficas o biorregiones (Fig. 3). Se pretende, así, devolver el protagonismo territorial a la unidad geomorfológica e hidrológica del valle, siguiendo las antiguas ideas de Patrick Geddes, que se han vuelto a reclamar recientemente (Fariña; Naredo, 2010).

Tras delimitar el ámbito territorial, toca establecer los parámetros a medir, con el fin de diagnosticar la situación actual y marcar estrategias correctoras que optimicen la sostenibilidad urbana y territorial de Euskal Herria. Porque la densidad no es el único factor determinante. Ya hace quince años que se viene hablando de diferentes indicadores urbanos (Mega; Pedersen, 1998), pero, para el objetivo aquí marcado, conviene reducirlos a

it to the scenario that will come after the abundant, efficient, cheap oil supply we have known until now.

The Basque Country, despite its relative urban compactness —Araba, Bizkaia and Gipuzkoa have a density of 300 inhabitants/km²—, is not immune to this serious problem, so the drawing up of a road map to help to address this tough challenge is needed at the earliest. It is hoped that this technical paper will provide a basic outline for drawing up the forward-looking strategy that will help us to envisage the Post Oil Basque Country.

Field of research

If one has such an ambitious project like adapting the Basque Country's urban development and spatial planning to the future scenario without oil, the first key decision is to choose a sufficiently operational field of research. For this purpose, it is proposed that the starting point be a division based on natural districts, rather than on the often whimsical administrative boundaries (Fig. 2).

If we were to take Araba, Bizkaia and Gipuzkoa on their own, the territory to be researched would therefore divide up into 23 catchment areas or bioregions (Fig. 3). So the aim is to return spatial prominence to the geomorphological and hydrologic unit of the valley, following the old ideas of Patrick Geddes and which have been called for again recently (Fariña; Naredo, 2010).

After delimiting the spatial ambit, the next step is to establish the parameters to be measured in order to diagnose the current situation and establish corrective strategies that will optimize the Basque Country's urban and spatial sustainability. The reason is that density is not the only determining factor. For the last fifteen years people have been talking about various urban indicators (Mega; Pedersen, 1998), but for the aim set out here, they need to be reduced to five pairs of indicators pertaining to urban size, shape and function: density/dispersion, compactness/porosity, continuity/intermittence, diversity/monofunctionality and walkability/motorized travel. As

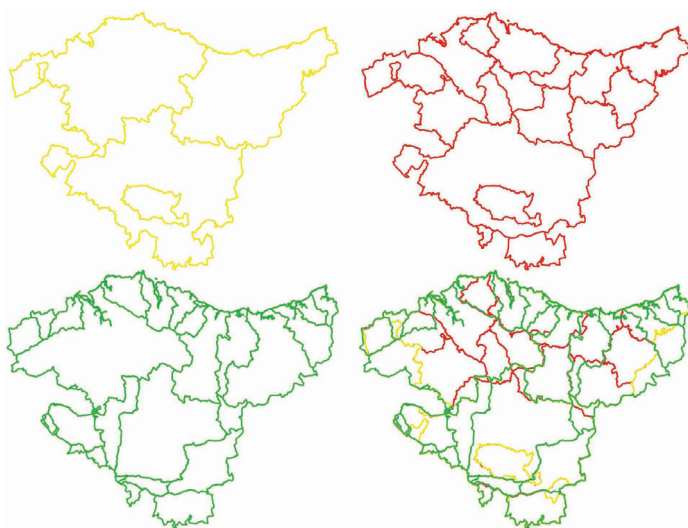


Fig. 2. En amarillo, la división administrativa provincial de la CAPV; en rojo, las 15 áreas funcionales de las DOT; en verde, los principales valles o cuencas hidrográficas; finalmente, superposición de las tres. Fuente: elaboración propia, sobre cartografía del Gobierno Vasco.

In yellow, the provincial administrative division of the Basque Autonomous Community (region); in red, the 15 functional areas of the Spatial Planning Documents (DOT); in green, the main valleys or catchment areas; finally, the overlapping of all three. Source: in-house production using cartography of the Government of the Basque Autonomous Community.

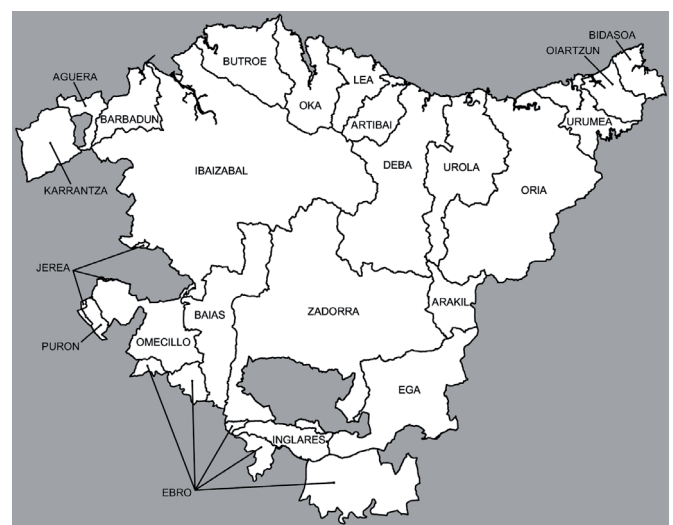


Fig. 3. División en 23 áreas naturales de la CAPV, respetando los límites administrativos. Fuente: elaboración propia, sobre cartografía del Gobierno Vasco.

Division into 23 natural areas of the BAC (Basque Autonomous Community) respecting administrative boundaries. Source: in-house production using cartography of the Government of the Basque Autonomous Community.

cinco pares de indicadores de tamaño, forma y función urbanística: densidad/dispersión, compacidad/porosidad, continuidad/intermitencia, diversidad/monofuncionalidad y paseabilidad/motorización. Como en toda medición, el quid de la cuestión reside en el ámbito abarcado, y, en este caso, se propone uno doble: el concreto de cada valle, y el abstracto de una malla de 1 km x 1 km coincidente con las coordenadas UTM (zona 30N, proyección ED50), con el fin de poder realizar comparaciones (Fig. 4).

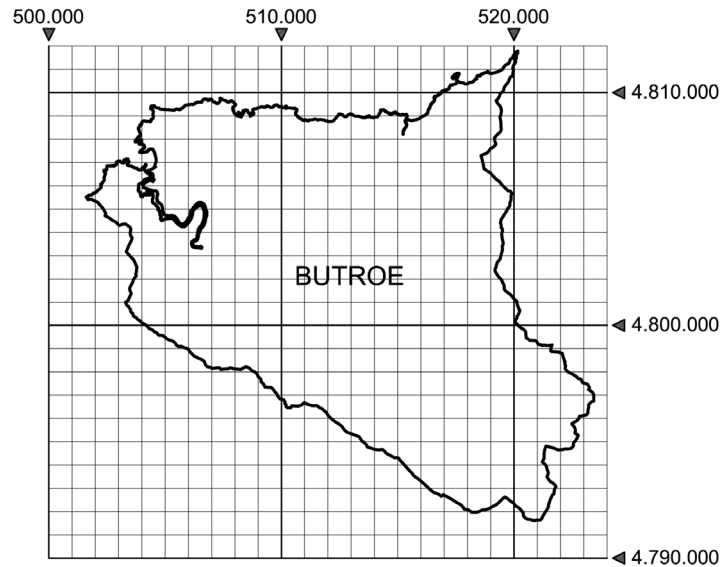
in all measuring, the crux of the matter lies in the area included and, in this case, a double one is being proposed: the specific area of each valley, and the abstract one of a 1 km x 1 km grid coinciding with UTM coordinates (zone 30N, projection ED50), to enable comparisons to be made (Fig. 4).

Density/dispersion

The number of inhabitants per km² and the number of homes per hectare will be calculated. A calculation

Fig. 4. Malla de 1 km x 1 km sobre coordenadas UTM, zona 30N, en la comarca del río Butroe (Bizkaia). Fuente: elaboración propia, sobre cartografía del Gobierno Vasco.

km x 1 km grid over UTM coordinates, zone 30N, in the district of the Butroe river (Bizkaia). Source: in-house production using cartography of the Government of the Basque Autonomous Community.



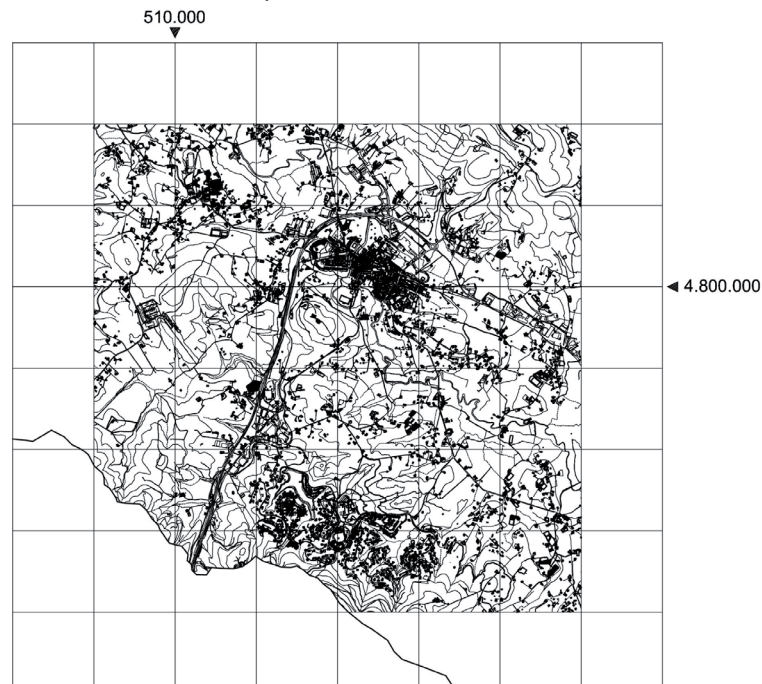
Densidad/dispersión

Se medirá el número de habitantes por km², así como el número de viviendas por hectárea. Asimismo, se medirá la relación entre el número de viviendas unifamiliares — aisladas, bifamiliares y adosadas, por separado — y el número total de viviendas, o, por coherencia con el resto de medidas, entre dichas unifamiliares y la superficie de cada valle (en km² o ha), así como con respecto a la malla de 1 km x 1 km (Fig. 5). Y del mismo modo, con el número de viviendas vacías y de segundas viviendas. Así, mediante el seguimiento de la evolución de esas tres relaciones — total viviendas/ha, viviendas unifamiliares/ha y viviendas

will also be made of the ratio between the number of detached homes —detached, semidetached and terraced, separately— and the total number of homes, or else, to be consistent with the remaining calculations, between the said detached homes and the surface area of each valley (in km² or ha), as well as with respect to the 1 km x 1 km grid (Fig. 5). And likewise, with the number of empty homes or second homes. So by monitoring the evolution of these three ratios —total homes/ha, detached homes/ha and empty homes/ha—, with respect to the valley as well as the grid, a calculation will be obtained of how much — and in what way— is occupied in terms of unit of surface

Fig. 5. Detalle de la malla de 1 km x 1 km en la región natural del río Butroe: en la mitad superior, el núcleo compacto de Mungia; al sur, la dispersa urbanización-golf de unifamiliares de Berriagamendi (La Bilbaína). Fuente: elaboración propia, sobre cartografía de la Diputación Foral de Bizkaia.

Detail of the 1 km x 1 km grid in the natural region of the Butroe river: at the top, the compact nucleus of Mungia; to the south, the sprawling urban development-golf complex of detached houses of Berriagamendi (La Bilbaína). Source: in-house production using cartography of the Charter Provincial Council of Bizkaia.



vacías/ha —, tanto con respecto al valle como a la malla, se obtendrá cuánto — y cómo — se ocupa por unidad de superficie. El objetivo será, por supuesto, aprovechar al máximo el recurso no renovable del suelo, ofreciendo el máximo de accesibilidad sin necesidad de promover una movilidad artificial. Para ello, las densidades de los tramos de malla situados en suelo urbano deberán superar un condicionante mínimo de 60 o 70 viviendas/ha³.

Compacidad/porosidad

Se medirá el tamaño de los huecos urbanos de cada valle, ya que la densidad de los mismos no es condición suficiente. Para ello, se cuantificará la edificabilidad bruta —m² construidos de techo por m² de superficie de suelo—, tanto con respecto al valle como a la malla de 1 km x 1 km (Fig. 6). De esta manera se aprehenderá la volumetría construida, independientemente del número de viviendas o habitantes. El requerimiento mínimo para los tramos de malla situados en suelo urbano consolidado se situará en una edificabilidad de 1,25 o 1,5 m²(t)/m²(s)⁴.

Continuidad/intermitencia

Se medirá el porcentaje de ocupación de suelo, con respecto al valle y a la malla. Aun así, dicho indicador no será condición suficiente que garantice la continuidad urbana, ya que el elemento que protagoniza dicha continuidad es cierto tipo de ocupación en concreto, es decir, la tradicional calle-corredor. Por eso, resulta difícil establecer un condicionante mínimo en cuanto al porcentaje de ocupación en planta, por lo que conviene añadir la medición de otro condicionante: el porcentaje de suelo urbano —con relación a la malla de 1 km x 1 km— cuya edificación haya sido ordenada mediante el sistema de alineación de calles, frente a los otros dos sistemas de edificación aislada en parcela (Fig. 7) y de definición volumétrica, ya que estos dos últimos son los que habitualmente interrumpen la continuidad de la calle tradicional (Esteban, 2011).

Diversidad/monofuncionalidad

Se medirá la mezcla de usos, con respecto al valle y a la malla. Concretamente, se medirá la calificación global y

area. The aim would of course be to make the most of the non-renewable resource of the land by offering maximum accessibility without having to promote contrived mobility. So the densities of the grid sections located on urban land will need to exceed a minimum determining factor of 60 or 70 homes/ha³.

Compactness/porosity

The size of the urban gaps in each valley will also be measured, since their density is not a sufficient condition. For this purpose, gross development potential will be quantified —m² of built surface for m² of land surface— with respect to the valley and also the 1 km x 1 km grid (Fig. 6). That will enable the constructed volumetry to be pinned down, irrespective of the number of homes or inhabitants. The minimum requirement for grid sections located on consolidated urban land would be put at a development potential of 1.25 or 1.5 m²(built)/m²(land)⁴.

Continuity/intermittence

The percentage of land occupation with respect to the valley and to the grid will be measured. Nevertheless, this indicator will not be a sufficient condition to guarantee urban continuity, since the element that highlights this continuity is a certain kind of specific occupation, in other words the traditional corridor street. That is why it is difficult to establish a minimum determining factor with respect to the percentage of floor occupation. So it would be advisable to incorporate the measurement of another determining factor: the percentage of urban land —with relation to the 1 km x 1 km grid— the building of which has been arranged by means of a system of street alignment as opposed to the other two systems of isolated building on plots (Fig. 7) and volumetrically specified, since the latter two are the ones that routinely interrupt the continuity of the traditional street (Esteban, 2011).

Diversity/monofunctionality

The range of uses will be measured with respect to the valley and the grid. Specifically, the global, detailed rating of the land will be measured by dividing the land surfaces

Fig. 1. Sofias Diagram.

Fig. 7. Detalle a escala de barrio de la urbanización de Berriagamendi (La Bilbaína), Mungia. Malla de 1 km x 1 km. Fuente: elaboración propia, sobre cartografía de la Diputación Foral de Bizkaia.

Scale detail of the urban development Berriagamendi (La Bilbaína), Mungia. 1 km x 1 km grid. Source: in-house production using cartography of the Charter Provincial Council of Bizkaia.



Fig. 6. Detalle de la dispersa y porosa urbanización-golf de Berriagamendi (La Bilbaína), Mungia, de 750 viviendas. Fuente: elaboración propia, sobre cartografía de la Diputación Foral de Bizkaia.

Detail of the sprawling, porous urban development-golf complex of Berriagamendi (La Bilbaína), Mungia, with 750 homes. Source: in-house production using cartography of the Charter Provincial Council of Bizkaia.



pormenorizada del suelo, dividiendo las superficies de suelo de cada uso por las superficies del valle y, sobre todo, de cada porción de malla de referencia. Un mayor número de usos por km² indicará, en principio, una mayor riqueza urbana, también en cuanto a la sostenibilidad se refiere, ya que ello favorecerá que los habitantes puedan dormir, trabajar y disfrutar del recreo sin la obligación de trasladarse, con los beneficios medioambientales —aparte de sociales y económicos— que ello acarrea.

Paseabilidad/motorización

Se medirá el nivel de dependencia de cada valle vasco con respecto al automóvil. En primer lugar, se medirá el número de turismos por cada 1.000 habitantes. Se debe tener en cuenta que en el Estado español existen 489 turismos/1.000 habs, cifra inferior a la de Italia (603 turismos) o Alemania (503), pero que sigue estando entre los primeros puestos del ranking europeo, e incluso mundial (Eurostat, 2010). La CAPV cuenta con 438 turismos/1.000 habs (Eustat, 2010), cifra algo menor, pero igualmente elevada. Junto con este cómputo de turismos, también se medirá el parque de bicicletas, o, en su defecto, la cantidad de km de bicarriles de cada valle. Con el mismo fin de determinar la dependencia con respecto a la motorización privada, también se medirán los km de red de tranvía, de autobús urbano y de metro.

Planificación

Tras interpretar los resultados cuantitativos, se deberá pasar a la fase de la planificación, con la mente en dos fechas clave ya marcadas por la Unión Europea: 2030 y 2050. Se tratará de detectar y reparar los elementos urbanos y territoriales causantes o consecuencia de la dispersión de la ciudad: grandes autopistas colapsadas, en total desuso o en clara situación antiurbana; grandes superficies comerciales, parques tecnológicos y campus universitarios desconectados de los núcleos urbanos; urbanizaciones-dormitorio de viviendas unifamiliares sin relación con trama urbana alguna. Es decir, grandes desarrollos dotacionales y urbanísticos monofuncionales y dependientes del automóvil, situados, a menudo, en la periferia de las ciudades grandes y medianas. No se trata de hacer *tabula rasa*, pero no se pueden descartar las desclasificaciones de suelo, las reconversiones funcionales de ciertas áreas edificadas o las reorganizaciones de desarrollos urbanísticos diseminados, que ya no tendrán sentido en el escenario Post Oil. Del mismo modo, esta planificación también deberá sugerir bolsas de suelo apto para ser urbanizado de manera no dependiente del automóvil, sobre todo en clave de redensificaciones estratégicas.

Conclusión

La inminente crisis energética que se avecina está representada por el pico de extracción del petróleo barato, abundante y eficiente que hemos conocido hasta ahora. Ello nos obliga a cambiar el modelo urbano y territorial que hemos importado, en gran parte, de Norteamérica (Fig. 8).

Euskal Herria no es una excepción a la política imperante de oídos sordos, huida hacia adelante, y confianza plena en un milagro científico-técnico que arregle dicho problema, pero que no termina de llegar. Necesitamos ya una ordenación del territorio más prospectiva, responsable, basada en la lógica natural del valle y menos dependiente del automóvil, frente a la todavía anquilosada visión

of each use by the valley surfaces and, above all, of each portion of the reference grid. A greater number of uses per km² will indicate, in principle, greater urban wealth, and also as far as sustainability is concerned, since it would facilitate the inhabitants being able to sleep, work and enjoy leisure without having to go elsewhere, with the added environmental benefits —apart from social and economic ones— that this would entail.

Walkability/motorized travel

The dependency level of each Basque valley with respect to the vehicle will be measured. Firstly, the number of cars per 1,000 inhabitants will be measured. It has to be remembered that in Spain as a whole there are 489 cars/1,000 inhabitants, a figure below that of Italy (603 cars) or Germany (503); however, it continues to be among the top positions in the European and even world ranking (Eurostat, 2010). The BAC-Basque Autonomous Community has 438 cars/1,000 inhabitants (Eustat, 2010), a slightly lower yet significant number nevertheless. Together with this calculation of cars, the bicycle fleet will also be measured or, if not, the number of km of cycle paths in each valley. With the same aim of determining dependence with respect to private motorized travel, the km of railway, urban bus and underground railway networks will also be measured.

Planning

After interpreting the quantitative results, it will be necessary to move on to the planning phase bearing in mind two clear dates already marked by the European Union: 2030 and 2050. It is a matter of detecting and repairing the urban and spatial elements causing or resulting from the dispersion of the city: large motorways that are gridlocked, totally unused or in a clear anti-urban situation; large retail surface areas, technology parks and university campuses cut off from urban centres; dormitory urban developments of detached housing unconnected with any urban network. In other words, large monofunctional, non-residential, car-dependent urban developments, located frequently on the periphery of towns and cities. It is not a question of making a fresh start, but land downgrading, functional reconversions in certain built areas or the reorganization of sprawling urban developments cannot be ruled out, as there would not be any point in them in the Post Oil scenario. In the same way, this planning will also have to suggest pockets of land suitable for urban development in a way that is not car-dependent, above all in terms of strategic redensification schemes.

Conclusion

The looming energy crisis is represented by the peak in the cheap, abundant, efficient oil extraction we have been familiar with so far. This will force us to change the urban and spatial model we have mainly imported from North America (Fig. 8).

The Basque Country is no exception to the prevailing policy of turning a deaf ear, to a headlong rush ahead while remaining fully confident in a scientific and technical miracle that will, supposedly, solve the problem but which fails to materialise. What we need right away is more forward-looking, responsible spatial planning based on the natural logic of the valley and which is less vehicle dependent, as opposed to the current institutional vision, which remains stagnated⁵. For this purpose, what is being proposed is the



Fig. 8. Visión desarrollista de los ingenieros de autopistas norteamericanos en 1938. Fuente: archivo de la Colorado Historical Society (Gutfreund, 2004).

Development-oriented vision of North American freeway engineers in 1938. Source: Colorado Historical Society archive (Gutfreund, 2004).

institucional actual⁵. Para ello, se propone la utilización del sistema de dimensionamiento de la sostenibilidad urbana basado en indicadores y condicionantes —referidos a cada valle vasco, así como a una malla abstracta de 1 km x 1 km—, complementándola con instrumentos más clásicos de planificación urbanística: las desclasificaciones, reorganizaciones, redensificaciones o reconversiones de áreas extremadamente monofuncionales y dependientes del automóvil, con el fin de acercarse a una sensata Post Oil Euskal Herria.

use of the increasingly consolidated system of the sizing of urban sustainability based on indicators and determining factors —in terms of each Basque valley as well as of an abstract grid of 1 km x 1 km— and complementing it with more classical urban planning tools: downgradings, reorganisations, redensifications or reconversions of extremely monofunctional, vehicle-dependent areas in order to move closer to a sensible Post Oil Basque Country.

Notas

1. *Association for the Study of Peak Oil and Gas*, fundada en 2000 por el geólogo Colin Campbell.
2. Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica, que suman un total de 3.000 millones de habitantes.
3. Algunos expertos en urbanismo sostenible como Salvador Rueda ya cifran el valor mínimo aconsejable de densidad neta —excluyendo la superficie de suelo de los sistemas generales— en 85 viviendas/ha, que incluso elevan hasta un valor deseable de 100 viviendas/ha (Rueda, 2011).
4. La Ley del Suelo 2/2006 de la CAPV establece en el art. 77.4 una edificabilidad física mínima de 0,4 m²(t)/m²(s), tanto para áreas integradas de suelo urbano no consolidado como para sectores de suelo urbanizable, excluido el suelo de los sistemas generales.
5. Nos referimos, en especial, a las Directrices de Ordenación del Territorio de la CAPV, cuya modificación no sustancial se aprobó inicialmente el 24 de febrero de 2012, pero en absoluta continuidad con las ideas sobre las que se forjaron las directrices de 1997, es decir, del siglo pasado.

Notes

1. *Association for the Study of Peak Oil and Gas*, set up in 2000 by the geologist Colin Campbell.
2. Brazil, Russia, India, China and South Africa, which account for a total of 3,000 million inhabitants.
3. Some experts in resource-efficient urban development like Salvador Rueda are already putting the minimum recommended figure of net density —excluding the land surface area of the general systems— at 85 homes/ha, and are even raising it to a desirable figure of 100 homes/ha (Rueda, 2011).
4. Land Legislation 2/2006 of the BAC-Basque Autonomous Community stipulated in Art. 77.4 a minimum physical development potential of 0.4 m²(built)/m²(land), not only for areas that are part of non-consolidated urban land as well as for sectors of land suited to urban development, excluding land for the general systems.
5. We are referring in particular to the Spatial Planning Directives (DOT) of the BAC, the *insubstantial* (sic) modification of which was initially passed on 24 February 2012 but totally in line with the ideas on which the 1997 directives were shaped, i.e. of the last century.

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

- 1 Bueno, Gorka (2012): "Europar Batasunaren energia-politikaren bidaia-orri berria eta horren ondorioak Euskal Herriko garraio eta eraikuntzan" [The New Roadmap of the European Union's Energy Policy and its consequences for the Basque Country's Transport and Construction], *Aldiri. Arkitektura eta abar*, 10, 31-33.
- 2 European Commission (2011): "Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system", COM(2011) 144.
- 3 Esteban Noguera, Juli (2011): *La ordenación urbanística: conceptos, herramientas y prácticas* [Urban planning: concepts, tools and practices], UPC-Polytechnic University of Catalonia, Barcelona.
- 4 Eurostat (2010): *Energy, transport and environment indicators. 2010 edition*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- 5 Fariña, José; Naredo, José Manuel, eds. (2010): *Libro blanco de la sostenibilidad en el planeamiento urbanístico español* [White Paper on Resource Efficiency in Spanish Urban Development], Ministry of Housing, Madrid.
- 6 Gutfreund, Owen D. (2004): *Twentieth Century Sprawl. Highways and the Reshaping of the American Landscape*, Oxford University Press, New York.
- 7 Hubbert, Marion King (1956): "Nuclear Energy and the Fossil Fuels", Spring Meeting of the Southern District, Division of Production, American Petroleum Institute.
- 8 McBarnet, Andrew (2005): "Opening session to set out the challenges facing the E&P industry", *First Break*, 23, 5-6.
- 9 Mega, Voula; Pedersen, Jørn (1998): *Urban Sustainability Indicators*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- 10 Rueda, Salvador (2011): *El urbanismo ecológico* [Ecological Urban Development], Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz [Vitoria-Gasteiz City Council], Gasteiz, Basque Country.

Sobre la apertura de rozas y el cumplimiento de la normativa vigente. Una visión rápida sobre la ineficiencia energética

On the opening of chases and the compliance with legal standards. A quick look at energy inefficiency

Rafael García Quesada¹

RESUMEN

La apertura de rozas en un cerramiento de ladrillo, bloque cerámico o *Termoarcilla* es, actualmente, un sistema *primitivo* de ubicación de instalaciones. Se trata, sencillamente, de un sistema **caro, lento, peligroso, destructivo y propenso a patologías**.

Tradicionalmente los parámetros de conductividad térmica y aislamiento acústico de un ladrillo, bloque cerámico o *Termoarcilla*, proporcionados por un fabricante, han sido los resultantes de ejecutar un paramento (cerramiento o fábrica) de dicho material, sin la apertura de rozas. Las empresas han estado dando unos valores que en la realidad no se podían cumplir. La forma de solucionar este incumplimiento de normativa tiene una doble posibilidad. Una, dotar a la pieza cerámica de unos coeficientes de seguridad en cuanto a aislamiento acústico y térmico, de manera que una vez ubicadas las instalaciones en las diferentes rozas, mantenga los mínimos exigidos por la normativa. La segunda opción, y sobre la que versa este artículo, es solucionar dicha ubicación de instalaciones en la misma geometría de la pieza cerámica. Se expondrán brevemente tres patentes al respecto.

Las directivas europeas relativas a eficiencia energética de 2010 (2010/31/UE, de 19 de Mayo) y 2012 (2012/27/UE de 25 de Octubre), así como en España, los RD 238/2013 (modificación del RITE) y RD 235/2013 (certificación de la eficiencia energética), penalizan gravemente la merma del acondicionamiento pasivo y particularmente, la apertura de rozas. Urge, por tanto, la búsqueda de eco-soluciones para procurar salvar en el futuro inmediato, la comercialización segura y eficiente del cerramiento cerámico.

Palabras clave: Ladrillo, rozas, instalaciones, eficiencia, normativa.

ABSTRACT

To open chases in a wall, made of ceramics bricks, blocks or thermal blocks is, actually, a *primitive system* for the location of installations. It is just an **expensive, slow, dangerous, destructive and prone to diseases, system**.

Traditionally the parameters of thermal conductivity and acoustic insulation of a brick, ceramic block or thermal blocks, provided by a manufacturer, have been the result of executing a wall (partition or structural wall) made of that material, but without the opening chases. Companies have been giving some values which really could not comply with regulations. The way to solve this breach of regulations is twofold. The first option is to endow the ceramic piece with some safety coefficients, as far as acoustic and thermal insulation is concerned, so that once the installations have been located in the different chases, it meets with the minimum requirements set by the regulations. The second option, subject of this paper, is to locate installations within the same geometry of the ceramic piece. Three patents will be briefly explained to illustrate this respect.

The European directives in the field of energy efficiency in 2010 (2010/31/UE, 19 May) and 2012 (2012/27/UE 25 October), together with the 2013 Spanish executive orders, RD 238/2013 (Regulations for the Thermal Installations on Buildings, RITE, modification) and RD 235/2013 (energy efficiency), severely penalise worsening/weakening of passive conditioning and more specifically, they severely penalise the opening of chases. Therefore, it is time to look for eco-solutions to secure a safe and efficient commercialization of the ceramic closing/wall.

Key words: Brick, chases, installations, efficiency, regulation.

(1) Profesor Ayudante Doctor, Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Universidad de Granada. Contact info: rafaelgq@ugr.es

Introducción

Romper el ladrillo o bloque cerámico, es un sistema de trabajo inducido por el mismo elemento constructivo que no puede albergar las instalaciones. Se trata de un modo de ejecución que encarece y ralentiza considerablemente el proceso constructivo. Unido al precio y al tiempo, dicho sistema se define, además, como una fuente de posteriores patologías. La futura solución a la ubicación de instalaciones en un paramento de ladrillo o bloques cerámicos está, pues, en el mismo elemento constructivo, en la pieza cerámica.

Antecedentes

El sector de la construcción en general, y especialmente en España, es un ámbito en el que los progresos y los avances tecnológicos se producen muy lentamente y en la mayor parte de los casos, de manera singular. Esto unido a la gran crisis que todavía padecemos, que algunos autores definen como "Sistémica" (*Niño Becerra, Santiago; La crisis de 2010; 2008*), definen un panorama no muy esperanzador para la innovación en la construcción. En cualquier caso, se puede entrever que el cambio de modelos de producción que esta crisis actual demanda, vendrá para el sector de la construcción de la mano de la innovación. Dentro de ella, van a tener un lugar esencial y prioritario, los avances en referencia a los materiales de construcción y la eficiencia energética.

Tradicionalmente la ubicación de instalaciones sin apertura de rozas, se encuentra solucionada en particiones prefabricadas que no son cerámicas, como pueden ser las de placas de cartón-yeso o mamparas. Se trata de un modo de realizar cerramientos y particiones, muy extendido en España, Europa y a nivel mundial. Ahora bien en España es aún prioritario el uso de fábrica cerámica tanto en particiones interiores como cerramientos exteriores (en este último caso, como en la mayor parte de los países mediterráneos).

Los modos en los actualmente se soluciona la deficiencia en el comportamiento de estos materiales cerámicos, son básicamente dos. Uno, rellenando la roza con mortero, como recomienda el CTE DB HR en relación al aislamiento acústico, y otro, sobredimensionando el elemento cerámico al que se le van a practicar las rozas.

Actualidad de la técnica

Realizada una búsqueda internacional en torno a esta necesidad en el mercado, se encuentran dos documentos de patente y tres modelos de utilidad, previos a las invenciones que se presentan en este artículo. Actualmente hay algún otro producto en el mercado que facilita la ubicación de instalaciones con roturas parciales del elemento, pero no existe material comercializado que solucione definitivamente estas cuestiones. Se trata sólo de prototipos, modelos de utilidad y/o patentes. Enumerándolos por orden de antigüedad y permitiéndonos valorarlos críticamente, tenemos, *Modelo de Utilidad ES125183* (España1966), *Modelo de Utilidad ES242430* (Francia1977), *Modelo de Utilidad ES251315* (España1980), *Documento de Patente ES2070637* (Alemania1992), *Documento de Patente ES2223299* (España2003), *Documento de Patente ES1065382* (España2007). En general se trata de invenciones que no tienen en cuenta, bien proceso constructivo habitual de la fábrica cerámica, bien la ubicación cómoda de instalaciones.

Características del sistema actual de

Introduction

Breaking the brick, or the ceramic block is a technique prompted by the building element itself, because it cannot house the different fittings. Building costs increase and the building process slows down considerably. Together with this, this system is defined as the cause for other many building pathologies. The future solution lies in placing the fittings within the building brick, within the ceramic piece itself.

Background

In general, technological progress and innovation in the building sector happen at a slow pace, and, in most of the cases, in a very peculiar manner. This is even more so in the case of Spain. This, together with the major economic crisis we are still living through, which some authors define as "systemic" (*Niño Becerra, Santiago, 2008*), depicts a scene which is discouraging for building innovation. In any case, we can foresee that the change in models of production this current crisis is asking for, will come hand in hand with innovation. Within innovation, building material and energy efficiency research is going to play a key role.

Traditionally, the collocation of fittings without chases is already solved in prefab non ceramic splits, such as plasterboards/plasterboard panels or partitions. It is a very popular way of designing building envelopes and partitions in Spain, Europe and worldwide. However, in Spain, ceramic is still widely used, both in interior partitions, and exterior envelopes. Most Mediterranean countries also use exterior envelopes, like Spain.

There are two ways in which inefficiency is spotted in these ceramic materials. The first is by filling the chase with mortar, as recommended by the CTE DB-HR (Spanish Technical Building Code on acoustic insulation), and the second by oversizing the ceramic element which it will be chased for.

The current technique status

We found two documents after having researched for the market needs: a patent and three utility models. These are prior to the inventions, presented in this paper. Nowadays, there is also another product that is in the market, that enables the location of installations with partial breaks; however there is not any product that has been commercialized and solves, one and for all, all these issues. These are only prototypes, utility models and/or patents. If we list them following a chronological order, and allowing for a critical view, we have Utility Model ES125183 (Spain 1996), Utility Model ES2070637 (France 1977), Utility Model ES251315 (Spain 1980), Patent document ES2223299 (Spain 2003) and Patent document ES1065382 (Spain 2007). In general, these inventions do not take into account the conventional building process of the ceramic, or the comfortable location of the installations.

Characteristics of the current opening of chases

The compliance of current regulation and the market call for this expensive, slow, dangerous, destructive, environmentally unfriendly and prone to diseases building system to be avoided.

apertura de rozas

Lo que el cumplimiento de normativa actual y el mercado demandan, es que se evite un modo de construir que, actualmente, es caro, lento, peligroso, destructivo, antiecológico y propenso a patologías:

Caro y lento

La apertura de rozas en una fábrica cerámica para ubicación de instalaciones es un sistema constructivo caro y lento. Se ha estimado mediante encuesta a distintas empresas constructoras (12), el coste medio que supone la apertura de rozas en una obra (Figuras 1 - 4). Para ello se han estudiado distintas tipologías constructivas, se han diferenciado los costes y se han establecido los tiempos de ejecución aproximados. Los modelos sobre los que se encuesta son dos viviendas de superficie útil, 70 m² y 100 m², sobre las que se les practican dichas rozas para ubicación de instalaciones.

La apertura de rozas es un sistema caro, bien sea por la

Expensive and slow

The chasing in ceramic brickwork for locating installations is an expensive and slow building system. The average cost of chasing on a building site (figures 1-4) has been estimated in a survey carried out on different building companies (12). To this end, different building typologies have been studied, the costs have been differentiated and the approximate execution times have been established. The survey was carried out on two usable floor area properties (70m² and 100m²) where aforesaid chases are used to locate installations.

The opening of chases is an expensive system, due to the execution of the chases themselves and the impact on the installations. We have to take into account that the redesigning of installations are usually carried out by people who are not the fitters themselves, and prior to the opening of the chase which therefore hinders its execution and increases the possibility of making mistakes.

Una vivienda de tres dormitorios de 70 m². Three bedrooms (house/flat) of 70 m².

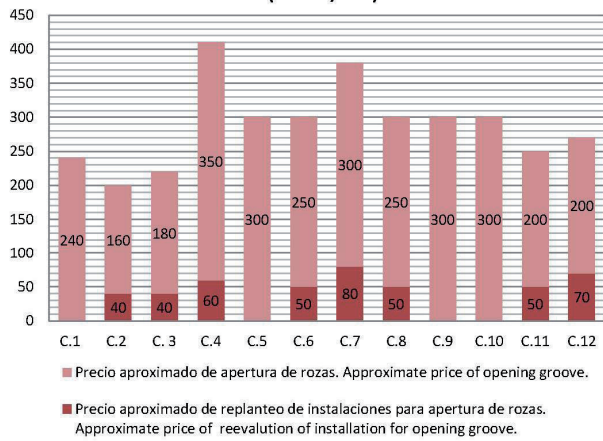


Fig. 1. Datos estadísticos (coste) de rozas en vivienda de tres dormitorios de 70 m². Precio aproximado de apertura de rozas y precio aproximado de replanteo de instalaciones.

Statistical data (cost) on chases in a 70m² three-bedroom house. Approximate price for wall chasing and approximate price for the redesigning of installations.

Una vivienda de tres dormitorios de 70 m². Three bedrooms (house/flat) of 70 m².

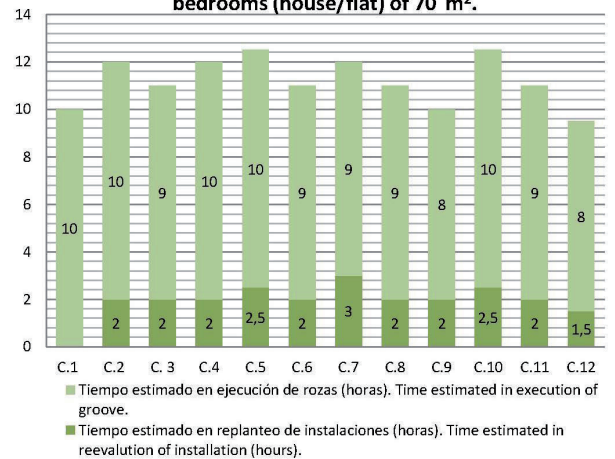


Fig. 2. Datos estadísticos (coste) de rozas en vivienda de tres dormitorios de 70 m². Precio aproximado de apertura de rozas y precio aproximado de replanteo de instalaciones.

Datos estadísticos (tiempo de ejecución) de rozas en vivienda de tres dormitorios de 70 m²: Tiempo estimado de ejecución de rozas y tiempo estimado de replanteo de instalaciones.

Una vivienda de tres dormitorios de 100 m². Three bedrooms (house/flat) of 100 m².

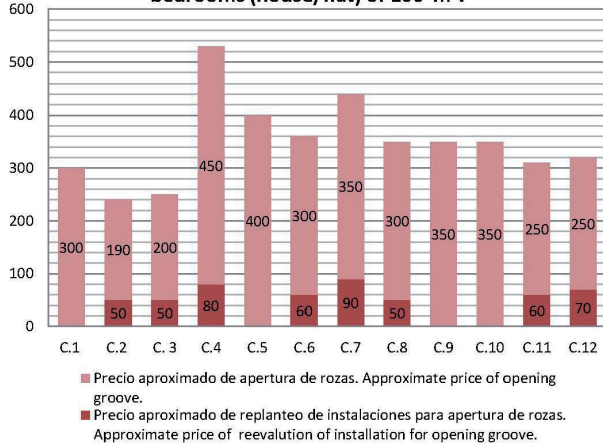


Fig. 3. Datos estadísticos de (coste) de rozas en vivienda de tres dormitorios de 100 m²: Precio aproximado de apertura de rozas y precio aproximado de replanteo de instalaciones.

Statistical data (cost) on chases in a 100m² three-bedroom house. Approximate price for wall chasing and estimated time for the redesigning of installations.

Una vivienda de tres dormitorios de 100 m². Three bedrooms (house/flat) of 100 m².

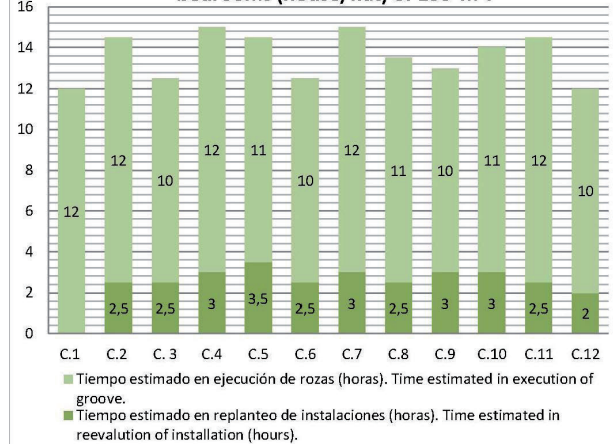


Fig. 4. Datos estadísticos (tiempo de ejecución) de rozas en vivienda de tres dormitorios de 100 m²: Tiempo estimado de ejecución de rozas y tiempo estimado de replanteo de instalaciones.

Statistical data (execution time) on chases in a 100m² three-bedroom house. Estimated time for wall chasing and estimated time for the redesigning installations.

propia ejecución de las rozas, bien sea por la repercusión en partidas de instalaciones. Pensemos que cualquier replanteo de instalaciones suele hacerse por operarios distintos a los instaladores y previo a la apertura de las rozas, lo que dificulta su ejecución y aumenta las posibilidades de una equivocación en obra.

Peligroso

Los distintos estudios de seguridad y salud contemplan la maquinaria utilizada para la apertura de rozas (rozadora) como potencialmente peligrosa, indicando un riesgo de corte o amputación de consideración grave. Son numerosos los casos de accidentes de estas características en estos últimos años. Después de los derivados de la ejecución de la cimentación y estructura, suponen uno de los mayores riesgos dentro del proceso constructivo. Es por esto que la normativa actual incide en estos aspectos de seguridad y prevención de riesgos laborales. A continuación se enumeran algunas normativas de referencia. El RD 604/2006 de 19 de marzo por el que se modifica el RD 39/1997 de 17 de enero, establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. En su artículo 1º establece la "integración de la actividad preventiva de la empresa". El RD 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, establece en su artículo 3.2 y en referencia a los factores que el empresario deberá tener en cuenta para la elección de los equipos de trabajo: "a.- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar; b.- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo y, en particular, en los puestos de trabajo, así como los riesgos que puedan derivarse de la presencia o utilización de dichos equipos o agravarse por ellos". Por último, la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, establece como objetivo horizontal (referido en su título IV) "combatir de manera activa la siniestralidad laboral".

Destructivo y antiecológico

La apertura de rozas es un sistema destructivo que puede entenderse ligado al carácter primitivo de algunos modos de construcción. De ahí devienen la mayor parte de las patologías como son las pérdidas de capacidades aislantes y mecánicas. Unido a dicha cualidad del sistema hay otra característica algo más sutil pero de gran importancia, como es su naturaleza antiecológica. Los residuos cerámicos producidos en el proceso de apertura de rozas, suponen un aumento de la "embodied energy"¹ debido al no-aprovechamiento de los mismos. En este sentido se trata de un proceso poco eficiente energéticamente.

La gestión de residuos se encuentra regulada por Real Decreto² desde el año 2008 y se materializa en cada proceso constructivo en una partida que se incluye tanto económica como contractualmente, en las distintas figuras documentales del proyecto. En el caso de los residuos cerámicos producidos por la apertura de rozas, el volumen producido suele ser menor que el que obliga la normativa para el tratamiento y transporte a vertedero autorizado. Esta es la razón de para un edificio concreto, rara vez se tenga que recurrir al tratamiento y trasporte de residuos cerámicos. Pero esto no quiere decir que en su conjunto y dados los modos de construir habituales, no suponga una cifra considerable en el territorio español.

Igualmente es urgente estimar la huella de carbono y emisiones de CO₂ que suponen dichos residuos y, en el caso de utilizar una pieza cerámica hábil para ubicar

Dangerous

The different health and safety surveys suggest that the machinery used for chasings (wall chaser) is potentially dangerous and holds a serious risk of cutting or amputation injuries. Many accidents of this nature have happened in the past few years, this being one of the biggest risks in the building process, after the execution of the foundations and structure. Thus, current regulation focuses on safety aspects and prevents occupational hazards. Hereinafter are some regulations of reference. The Executive Order, RD 604/2006, 19th March, which modifies the Executive Order, RD 30/1997, 17th January establishes the minimum safety and health dispositions on building sites. The Executive Order, RD 1215/1997 (18th July) on the minimum health and safety dispositions for work team employees states the following, in article 3.2 and in reference to the elements that the employer must take into account when choosing work teams: "a. Conditions and specific characteristics of the work to be developed; b. Current safety and health risks for employees in the work place, specially workstations, and the risks which may come from or even worsen due to the presence or use of aforesaid teams". Finally, the Law 54/2003(12th December) on the reform of the regulatory framework for the prevention of occupational hazards, states that its transversal objective (mentioned in the title IV) is to "actively fight against workplace accidents."

Destructive and environmentally unfriendly

The opening of chases is a destructive system that is linked to the primitive character of some building systems. Most pathologies like the loss of insulation and mechanical capacity come from this. Together with this, there is an even more subtle feature which is very important: it is environmentally unfriendly. Ceramic waste from the opening of chases process increases the "embodied energy"¹ as this waste is not reused.

Waste management has been governed by the Executive Order² since 2008 and it is implemented in every building process, both financially and contractually, in the different documental figures of the project. The amount of ceramic waste from chasings is usually less than what is enforced in the regulations on its treatment and transport to an authorised dumping ground. This is why, in the building process of a specific construction, recurring to the treatment and transport of ceramic waste is rarely necessary. However, given the usual building techniques/methods, the waste produced within the Spanish territory, as a whole, is considerable, and should be taken seriously.

It is equally urgent to calculate the carbon and CO₂ emissions footprints of this waste. By the same token, if we were to use a ceramic piece able to locate installations without chasings, the life cycle, environment friendly advantages should also be estimated. Both, the Kyoto protocol and the European directives on reducing the energy consumption by 20% for 2020 highlight the need to decrease the carbon footprint of chases.

The last two European directives regarding energy efficiency 2010/31/UE (19th May) and the most recent one 2012/27/UE (28th October) spotlight the need to fulfil aforementioned goals for 2020. They also seriously punish the loss of insulation capacity in the process and the increase in carbon footprints.

Prone to pathologies

Chases to locate installations are, above all, a system which leads to diseases/pathologies of different natures. The loss of insulation and mechanical qualities are, unfortunately, a

instalaciones sin apertura de rozas, las ventajas que su eliminación producen en el ciclo de vida. Tanto el Protocolo de Kyoto, como las directivas europeas para reducir el consumo energético en un 20% para el 2020, subrayan la necesidad de reducir la huella de carbono generada por la apertura de rozas.

Las dos últimas directivas europeas relativas a eficiencia energética 2010/31/UE de 19 de Mayo, y la más reciente, 2012/27/UE de 28 de Octubre, ponen igualmente de relieve la necesidad del cumplimiento de dichos objetivos para 2020 y penalizan gravemente la disminución de la capacidad aislante de la fábrica así como el aumento de la huella de carbono.

Propenso a patologías

La apertura de rozas para ubicación de instalaciones es ante todo un sistema que induce a patologías de distinta naturaleza. La pérdida de capacidad aislante en sus diferentes modos, así como la pérdida de cualidades mecánicas, es desgraciadamente una realidad que padecen los sistemas constructivos habituales en fábrica de ladrillo.

Patologías de orden acústico: El CTE DBHR recomienda y permite el ensayo acústico una vez ejecutado el paramento y una vez entregadas las viviendas a los propietarios. Actualmente se soluciona sobredimensionando el paramento ya que el control del llenado de la roza con mortero (como establece el DBHR), no tiene unas garantías fiables de éxito.

Patologías de orden térmico: El CTE DBHE1 establece el cálculo de transmitancias y la definición de la envolvente térmica del edificio. En todos los casos se llega a la aporía de estar calculando resistencias (e/λ) con valores de piezas íntegras. En propiedad hay que entender que la conductividad (λ) de un material cerámico, varía una vez se abren rozas para la ubicación de instalaciones. La pérdida de sección incide proporcionalmente a la pérdida de resistencias.

Patologías de orden energético: El recientemente aprobado RD 235/2013 de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética establece en base a la directiva europea 2010/31/UE (art. 9), que para finales de 2018 (31 de diciembre) todos los edificios públicos de nueva planta, tendrán que tener gasto casi nulo de energía. Igualmente el resto (todos) tendrán que alcanzar dicha calificación antes de 2021 (31 de diciembre de 2020) (Véase disposición adicional segunda en el RD 235/2013). Es por todo ello que no se pueden permitir ahora, ni mucho menos en un futuro inmediato, conductividades irreales de la pieza cerámica una vez colocada en obra (practicadas las rozas).

Patologías en cuanto al sobredimensionamiento de los sistemas de acondicionamiento activo: El Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (y su última modificación establecida en el RD 238/2013 de 5 de abril) nos recuerda las prerrogativas del acondicionamiento activo frente al acondicionamiento pasivo de los edificios, en especial en lo referente a modo de construir los cerramientos exteriores. Un edificio con poca demanda térmica es potencialmente un edificio eficiente, desde el punto de vista de su acondicionamiento activo.

Patologías de orden mecánico: El CTE DBSE-F, referente a la seguridad estructural de fábrica, hace referencia a las rozas desde el punto de vista del comportamiento mecánico de la fábrica. Consideraciones, todas ellas muy importantes en rehabilitaciones de edificios construidos con muros de carga cerámicos. El RD 233/2013, Plan Estatal de Fomento

reality of conventional building systems for the brickwork process.

Acoustic pathologies: The CTE DBHR (Spanish Technical Building Code on noise control) recommends and allows noise tests to be carried out once the building brick has been fitted, and once the properties have been given to the owners. The issue is currently being resolved by oversizing the building brickwork as the filling control of the chasing with mortar (established by the DBHR) does not provide reliable success guarantees.

Thermal pathologies: the CTE DBHE1 (Spanish Technical Building Code on energy demand limitation) determines the transmittances calculation and building's thermal enclosure definition. In any case, it is surprising to calculate resistances (e/λ) using the values of full pieces. Really, the conductivity (λ) of a ceramic material varies once the chases are opened to locate the installations. The loss of the profile affects proportionally the loss of resistances. La pérdida de sección incide proporcionalmente a la pérdida de resistencias.

Energy pathologies: the recent Executive Order RD 235/2013, (5th April) regulates the basic procedure for certification of energy efficiency is based on the European directive 2012/31/EU (art. 9). According to this directive, by 31st December 2018, new buildings occupied and owned by public authorities will have to be nearly zero-energy buildings. Equally, the rest of the buildings, that is, all new buildings, will have to meet the same standards by 31st December 2020. This is why, nor now, nor in a near future, unrealistic conductivities of ceramic elements should be permitted after having been chased and installed on the site.

Pathologies on the oversizing of the active conditioning system: The Regulation on Thermal Installations on buildings (in Spanish, RITE), and its most recent amendment established in the Executive Order (RD 238/2013, 5th April) determines the prerogatives of active conditioning systems against passive conditioning systems, focusing on the different modes of construction of the exterior envelopes. A building with a low thermal demand is potentially an energy efficient building, from an active conditioning point of view.

Mechanical pathologies: The CITE DBSE-F (Spanish Technical Building Code on structural safety of brickwork) refers to the mechanical performance of the chases at the brick factory. All these considerations are extremely important in refurbishments of buildings built with ceramic load-bearing walls. The Executive Order, RD 233/2013 regulates the State development plan on renting properties, refurbishment, regeneration and urban renovations (2013-2016). In the next coming years, it will foster full refurbishment of more than 50 year old residential buildings which will also contribute to the typology of brickwork walls.

In Table 4.8 of the DBSE-F maximum chases sizes are established, so that the calculation profile of the process is not affected. Leaving aside these sizes, the norm depicts two scenarios. The first is when the chase does not cause a loss superior to 25% on the transversal section and the second, when it does. The first case establishes a loss in the bearing capacity proportional to the loss of the profile. The second establishes the need of new calculations in accordance with the final waste profile. Both imply a loss of bearing capacity caused by the chases and belongs to the indefinite field of the project.

del Alquiler de Viviendas, la Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbanas (2013-2016), fomentará en los próximos años la rehabilitación integral de edificios de viviendas de más de 50 años de antigüedad, lo que incluye las tipologías de muros de fábrica de ladrillo.

En la tabla 4.8 del DBSE-F se establecen unas dimensiones máximas de rozas para que no afecten a la sección de cálculo de la fábrica. Por encima de estas dimensiones la norma establece dos campos. Uno, cuando la roza no causa una pérdida superior al 25% de la sección transversal y, dos, cuando si la supera. En el primer caso establece una pérdida de capacidad portante proporcional a la pérdida de sección. En el segundo, establece la necesidad de un nuevo cálculo según la sección final residual. En ambos, la pérdida de capacidad portante por rozas es una realidad y pertenece al campo de indefinido dentro del proyecto.

Conclusiones y patentes

Sabiendo de la dificultad del sector al que se refiere la investigación y de la complicadísima coyuntura económica actual, los resultados que esperamos de este trabajo son dejar constancia de la necesidad de la innovación en los mismos materiales de construcción para la ubicación de instalaciones. Las innovaciones que se presentan no tratan de cambiar el material, ni tampoco el elemento constructivo.

Un material y un sistema que podría dar solución a esta problemática es el que se expone a continuación, pero no es el primero (se han enunciado otros), ni probablemente será el último. Ahora bien, responde a una necesidad que, si se quiere salvaguardar el mercado de bloques y ladrillos cerámicos, será obligatorio resolver con el mismo material de construcción.

Con la solución que se expone a continuación y que es contenido de tres patentes de invención (P200900375, P200900377, P200900378) se propone dar garantías de cumplimiento de normativa una vez colocada la pieza. Como ejemplo, el modelo que se ilustra (*P200900377, Bloque Termoarcilla preparado para ubicación de instalaciones sin apertura de rozas*) y que podrá ser evolucionado según criterios de eco-diseño e innovación, se basa en la observación del método de fabricación (extrusión). Las otras dos patentes se refieren a otros elementos cerámicos fabricados por el método de extrusión (P200900378) y por el método de prensado (P200900375). Veamos someramente lo referente al *Termoarcilla*.

El Bloque está preparado, fundamentalmente, para disponerse en aparejo a sogas y configurando un paramento vertical que podrá constituirse en cerramiento, fábrica portante o muro de carga, dependiendo de las características del bloque. El proceso de fabricación del Bloque *Termoarcilla* previo a la cocción, es mediante extrusión de la mezcla de arcillas especiales (con o sin aditivos reciclados, materiales híbridos o sintéticos), aditivos aligerantes y agua. Dicho proceso de extrusión garantiza la economía de fabricación del Bloque. El *Termoarcilla* contiene en, al menos una de sus caras, una serie de acanaladuras que son verticales una vez colocado el bloque y que permiten la ubicación de instalaciones hundidas en dichos huecos y que posteriormente se ocultarán bajo el revestimiento del paramento vertical.

En cuanto al sistema constructivo, el *nuevo bloque Termoarcilla preparado para ubicación de instalaciones*, se coloca junto a un bloque *Termoarcilla* convencional, sin acanaladuras situado en las últimas (o última) hiladas

Conclusions and patents conclusiones y patentes

Bearing in mind the difficult situation the building sector is going through and the extremely complex crisis we are currently suffering, the purpose of this paper has been to raise awareness on the need of looking for new ways to locate the fittings within the building materials themselves. The proposals presented in this paper do not intend to change the building material, nor the building element.

Though it is not the first time it is suggested, and probably it will not be the last time, a possible solution could involve a kind of material and a technique, as the ones depicted below. Nevertheless, if we want to protect/safeguard the market for bricks and building blocks, it will be absolutely necessary to use the same kind of building material.

With the solution depicted below, included in the three invention patents (P200900375, P200900377, P200900378), we aim to guarantee the compliance with the regulation, once the element has been laid in place. The example depicted below (P200900377, *Thermo-clay blocks designed for the location of the fittings, without chasing*), which may well be improved following eco-design and innovation criteria, has been manufactured using the extrusion method. The other two patents refer to other ceramic elements, also manufactured following the extrusion (P200900378) and compaction/pressing (P200900375) methods. Let us have a quick look at Thermo-clay blocks.

The block is ready to be laid in running bond as a partition wall, which could serve as a building envelope, bearing element, or load bearing wall, depending on the characteristics of the block. Before the Thermo clay block is fired, it follows an extrusion process of a mixture of special clays (with or without recycled additives, hybrid or synthetic materials), humectant additives and water. This manufacturing process using the extrusion method is cost efficient. The Thermo-clay displays, at least on one of its faces, a series of multiperforation patterns which are vertically arranged once the block has been laid. These patterns allow for fittings installation within the above mentioned channels, which will be hidden behind the laterpartition wall cladding.

As far as the building system is concerned, the new Thermo-clay block is laid by the side of a conventional Thermo-clay block, which lacks channels. This conventional block constitute the lastrow(s) of the running bond of the abovementioned envelope (closing of the envelope). Essentially, this Thermo-clay block without voids is a conventional block which allows for the horizontal placement of installations, floor boxes and faucets.

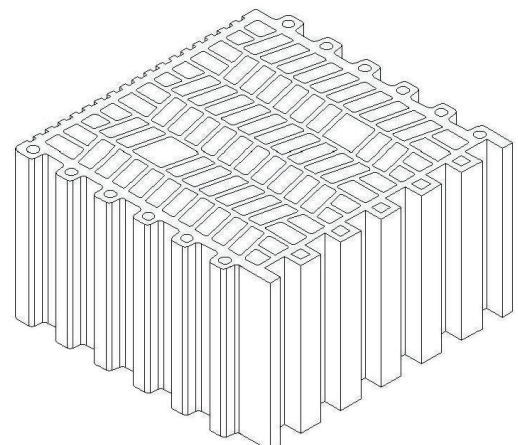


Fig. 5. Perspectiva de Bloque Termoarcilla preparado para ubicación de instalaciones sin apertura de rozas. La geometría de la acanaladura en este caso es ortogonal, pero la patente protege cualquier geometría (probablemente de esquina curva para evitar roturas y facilitar la adherencia del revestimiento). Gracias al método de extrusión la acanaladura puede aligerarse dejándose hueca en su interior, posibilitando la ubicación de tomas de agua, teleco, electricidad u otras instalaciones.

Projection of a Thermo-clay block, prepared for the placement of installations, without chasing. In this case, channels are orthogonal, though the patent includes any geometry (probably with rounded corners in order to avoid breakage and to ease coating adhesion). Thanks to the extrusion method, the channel can be made considerably lighter, with inner voids which allows for the installments of different outlets (water, electrical, telecommunications and the like)

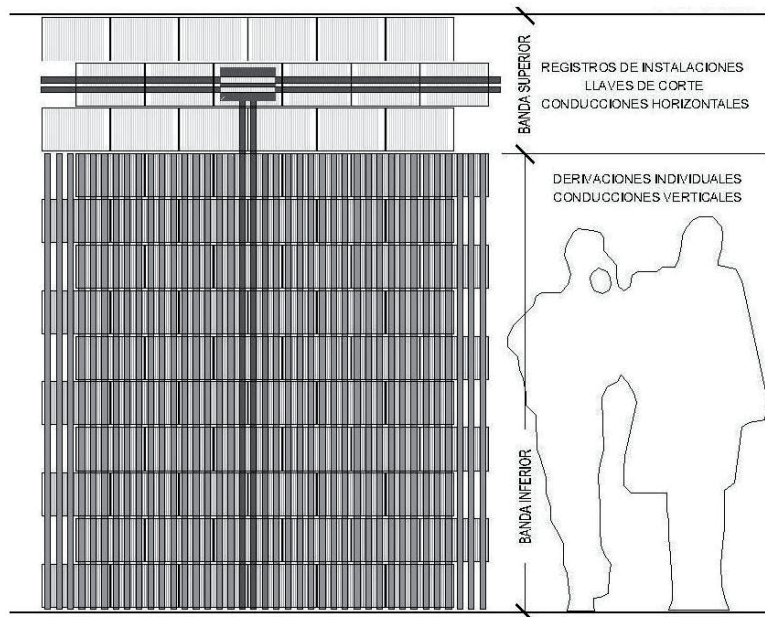


Fig. 6. Alzado de un paramento vertical. En la imagen puede apreciarse la distinción de ambas bandas previstas para la ubicación de instalaciones. Banda superior (mínimo una hilada), donde se ubican los registros de instalaciones, llaves de corte y conducciones horizontales. Y banda inferior, por donde discurren las derivaciones individuales y conducciones verticales. No aparecen en el dibujo las cajas de tomas y de mecanismos varios que se colocarán rompiendo puntualmente alguna de las acanaladuras verticales en la parte inferior o donde convergan.

Section of a vertical wall. As it can be seen, there are two possible places where installations can be placed. Upper part (one row, minimum), where performance records, cut-off valves and horizontal conduits could be inserted. Lower part, where individual connections and vertical conduits go by. In the figure, there are no sockets, junction boxes or other kinds of outlets which should be installed chasing out one of the vertical channels, wherever it seems appropriate.

del aparejo a sogas de dicho cerramiento (coronación del cerramiento). Este bloque *Termoarilla* sin acanaladuras, es esencialmente un bloque convencional que permite el tránsito de instalaciones en horizontal así como la ubicación de cajas de registro y llaves de paso.

El sistema constructivo, ha de ser completado con la apertura manual de cajas para la ubicación de las posteriores derivaciones individuales. Para ello habrá que picar mínimamente una acanaladura en el ancho de una caja convencional. Dadas las pequeñas dimensiones de las tomas (agua, teleco, electricidad u otros), la ayuda manual "in situ" es puntual y no se trata de una apertura lineal del paramento, por lo que no puede hablarse propiamente de roza. Debido a las características de las acanaladuras (huecas) pueden ser picadas de forma fácil generando muy pocos residuos.

This building system has to allow for manual opening of the boxes, in case it is necessary. For this purpose, we would have to chase a channel using the width of a conventional box. Given the small size of the outlets (water, electrical, telecommunications and the like), "in situ" hand work is minimal and a lineal opening of the wall is not needed. Therefore, we could not properly talk about chases as such. Due to the characteristics of the channels, they are void, they can be chased very easily, causing very little waste.

Notas Notes

1. *Embodied energy* es un anglicismo que significa literalmente "energía incorporada". Se define como la suma de los consumos energéticos (combustibles / energía, materiales, recursos humanos, etc) que se utilizan para la producción de cualquier producto, desde el punto de los materiales de extracción y refinación, introducirlas en el mercado, y la eliminación / re -propositivo de la misma. *Embodied energy* es, también, una metodología contable que tiene como objetivo encontrar la suma total de la energía necesaria para un ciclo de vida del producto. Es un modo de cuantificar la eficiencia energética.
2. El estudio de Gestión de Residuos regulado por *Real Decreto 105/2008* de 1 de febrero, establece los residuos cerámicos como residuos de demolición asimilables al que aparece con código "17 01" dentro de la Lista Europea de Residuos (LER)

BIBLIOGRAFÍA: Referencias de patentes y normativa

1. Documento de Modelo de Utilidad ES125183, con fecha 26.10.1966, denominado "Un ladrillo con rozas". El inventor es Gerardo Isasi Alberdi (España).
2. Documento de Modelo de Utilidad ES242430, con fecha de presentación 14.10.1977, denominado "Bloque de conexión para instalaciones eléctricas". El inventor es, Société Anonyme dite: Cgee Alsthom (Francia) y presenta como clasificación internacional: H02G3/08.

BIBLIOGRAPHY: Patents and legislation

1. Utility model document ES125183, "Chasing out brick", date 26 Oct 1996. The owner is Gerardo Isasi Alberdi (Spain).
2. Utility model document ES242430, "Connection block for electric installations", filing date 14 Oct 1977. The owner is Société Anonyme dite: Cgee Alsthom (France) and it presents an international classification (H02G3/08).
3. Utility model document H02G3/08, "New block for the construction of walls", filing date 16 Sept 1980. The owner is Jaime Guillén Rincón (Spain).

3. Documento de Modelo de Utilidad ES251315, con fecha de presentación 16.09.1980, denominado "Nuevo bloque para la construcción de tabiques". El inventor es Jaime Guillén Rincón (España).
4. Documento de Patente ES2070637, con fecha de presentación 29.04.1992, denominado "Ladrillo de construcción adecuado para alojar conductos". El inventor es Hans Seitner (Alemania) y presenta como clasificación internacional E04C1/39 y E04C1/40.
5. Documento de Patente ES2223299, con fecha de presentación 13.08.2003, denominado "Bloque para construcción". El inventor es Francisco Serrano Rubio (España).
6. Documento de Patente ES1065382, con fecha de presentación 24.04.2007, denominado "Ladrillo con canal". El inventor es Luís Torres Piñar (España).
7. Documento de Patente P200900375, con fecha de presentación 03.02.2009, denominado "Ladrillo cerámico prensado preparado para ubicación de instalaciones sin apertura de rozas". El inventor es Rafael García Quesada.
8. Documento de Patente P200900377, con fecha de presentación 03.02.2009, denominado "Bloque Termoarcilla preparado para ubicación de instalaciones sin apertura de rozas". El inventor es Rafael García Quesada.
9. Documento de Patente P200900378, con fecha de presentación 03.02.2009, denominado "Ladrillo Cerámico Extrusionado preparado para ubicación de instalaciones sin apertura de rozas". El inventor es Rafael García Quesada.
10. Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención
11. Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) 38/1999, de 5 de noviembre
12. PLEAN 2003-2006, Plan Energético de Andalucía, 1 de abril de 2003
13. Real Decreto 604/2006 de 19 de marzo por el que se modifica el Real Decreto 39/1997 de 17 de enero.
14. Ley 54/2003, de 12 de diciembre.
15. Plan de Acción del Consejo Europeo (2007-2009), Política Energética para Europa, marzo de 2007
16. CTE Código Técnico de la Edificación, en sus documentos: DB HR, DB HE1, DB SE-F: Real Decreto 1371/2007 de 19 de Octubre y versiones posteriores.
17. RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios): Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio y revisiones.
18. Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición
19. PASENER (2007-2013), Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética, 13 de marzo de 2008
20. RD 233/2013 de 5 de Abril por el que se aprueba el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016.
21. RD 235/2013 de 5 de Abril por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética.
22. RD 238/2013 de 5 de Abril, por el que se modifica el RITE de 2007.
4. Patent document ES2070637 "Building brick suitable for the placement of conduits", filing date 29 Apr 1992. The owner is Hans Seitner (Germany) and it presents an international classification E04C1/39 and E04C1/40.
5. Patent document ES2223299 "Block for building", filing date 13 Aug 2003. The owner is Francisco Serrano Rubio (Spain).
6. Patent document ES1065382 "Brick with channel", filing date 24 Apr 2007. The owner is Luís Torres Piñar (Spain).
7. Patent document P200900375 "Pressed ceramic brick for the placement of installations without chasing", filing date 3 Feb 2009. The owner is Rafael García Quesada (Spain).
8. Patent document P200900377 "Thermo-clay block for the placement of installations without chasing", filing date 3 Feb 2009. The owner is Rafael García Quesada (Spain).
9. Patent document P200900378 "Extruded ceramic brick for the placement of installations without chasing", filing date 3 Feb 2009. The owner is Rafael García Quesada (Spain).
10. Executive Order (RD 39/1997, 17 Jan) approving the Regulation of prevention services.
11. Law on building regulations (LOE in Spanish), 38/1999, 5 Nov.
12. Andalusian Energy Plan, 2003-2006, (PLEAN, in Spanish), 1 Apr 2003
13. Executive Order (604/2006, 19 Mar) which amends the previous Executive Order (39/1997, 17 Jan)
14. Law 54/2003, 12 Dec.
15. European Council Action Plan (2007-2009), European Energy Policy, March 2007.
16. Spanish Technical Building Code (CTE, in Spanish) and its documents DB HR, DB HE1, DB SE-F. Executive Order 1371/2007, 19 Oct and later versions.
17. Regulation on Thermal Installations on buildings (RITE, in Spanish). Executive Order 1027/2007, 20 Jul and later reviews.
18. Executive Order 105/2008, 1 Feb regulating the production and management of building and demolition waste.
19. Andalusian plan for sustainable energy management, 2007-2013 (PASENER, in Spanish).
20. Executive Order 233/2013, 5 Apr, regulating the State national development plan on renting properties, refurbishment, regeneration and urban renovations (2013-2016)
21. Executive Order 235/2013, 5 Apr regulating the certification procedure of energy efficiency.
22. Executive Order 238/2013, 5 Apr amending the above mentioned 2007 RITE,

Propuestas de implementación de sistemas de drenaje urbano sostenible en el marco de la recuperación ambiental del Bajo Besaya

Proposed implementation of sustainable urban drainage systems in the context of the environmental recovery of Lower Besaya

Carlos García Terán, José Luis Gil Díaz, José Antonio Revilla Cortezón, Jaime Mario Muñoz Jofre ¹

RESUMEN

Los sistemas de saneamiento unitarios presentan problemas en la gestión de las aguas pluviales, tanto ambientales (al mezclarse el agua de lluvia "limpia" con las aguas negras, y por el vertido al medio de agua bruta en los alivios de tormenta) como económicos (coste del bombeo y tratamiento de mayores caudales). Además, los efectos del cambio climático, con regímenes de lluvias más extremos, sequías más largas y mayor torrencialidad, comprometen la capacidad hidráulica de los sistemas de drenaje actuales, cuya sustitución es económicamente inviable, en muchos casos. Uno de los objetivos de la recuperación ambiental y socioeconómica del Bajo Besaya (Besaya 2020) es la reducción y mejor gestión de la escorrentía urbana. Para ello, se han analizado las técnicas actuales de drenaje urbano sostenible, algunas de las experiencias más relevantes a nivel nacional e internacional y las posibilidades de aplicación en el caso concreto de Torrelavega, principal aglomeración urbana en el área de estudio. Se han propuesto nueve emplazamientos sobre los que se plantean soluciones concretas, sin carácter exhaustivo, y se evalúan los beneficios ambientales y económicos asociados a las mismas, entre los que se destacan: disminución del volumen de agua bruta que se vierte al medio sin tratar, disminución del volumen de agua que va a tratamiento (EDAR), disminución del gasto energético en bombeos, reducción del consumo de agua potable.

Palabras clave: sostenible, drenaje, escorrentía, pluviales

ABSTRACT

Combined sewer systems present troubles in managing stormwater, both environmental (when mixed "clean" rainwater with raw sewage, and through discharge raw water through storm reliefs) and economic (pumping and treatment costs of higher flow rates). Furthermore, the effects of climate change, with more extreme rainfall patterns, and longer droughts, undertake the hydraulic capacity of the existing drainage systems, whose replacement, in many cases, is not economically viable. One of the targets of the environmental recovery of Lower Besaya (Besaya 2020) is the reduction and better management of urban runoff. To do this, we have analyzed the current techniques in sustainable urban drainage, some of the most relevant national and international case studies and application possibilities in the case of Torrelavega, main conurbation in the study area. Nine sites have been suggested for which specific solutions are proposed, without limitation, and assesses the environmental and economic benefits associated with them, among which are: decreased volume of raw water that is discharged untreated, decreased volume of water to be treated (WWTP), decreased energy expenditure in pumping, reduced water consumption.

Key words: sustainable, drainage, runoff, greywater

(1) Fundación Leonardo Torres Quevedo (Universidad de Cantabria). Contact info: carlos.garciateran@unican.es

Introducción

La problemática de la gestión de las aguas pluviales. Cantidad y calidad

En los sistemas de saneamiento unitarios, en climas húmedos, gran parte de las aguas residuales que circulan por los colectores provienen de la escorrentía urbana, es decir, de la lluvia. En el área de estudio, tomando como referencia la estación pluviométrica 1109 (aeropuerto) de la Agencia Estatal de Meteorología, se estiman unas precipitaciones medias de 1.269 mm anuales, correspondientes a un clima húmedo. Teniendo en cuenta que solamente el área urbana de Torrelavega tiene una superficie superior a 150 hectáreas, esto supone un volumen de escorrentía anual de más de 1,5 hm³ (considerando una evapotranspiración del 20%).

Además de lo anterior, en los episodios de lluvias intensas, los problemas de erosiones, inundaciones, afecciones al tráfico y desperfectos pueden llegar a ser graves, en el caso de grandes superficies impermeables como son los centros urbanos de la mayoría de las ciudades.

El agua de lluvia es, en general, un elemento libre de contaminantes, que no daña ni contamina el medio cuando accede a él de forma directa. En ocasiones, las precipitaciones van acompañadas de pequeñas partículas como polvo o polen, que están en suspensión en la atmósfera y se adhieren a las partículas de agua, y que no pueden considerarse sustancias nocivas para el medio ambiente ni los ecosistemas. Existen excepciones, como la lluvia ácida, si bien este tipo de fenómenos no pueden evitarse ni controlarse en el punto donde se producen (sólo se puede identificar su fuente y tomar medidas preventivas o correctoras en origen, a veces a decenas o centenares de kilómetros). Por lo tanto, en la práctica, podemos considerar que la lluvia es "agua limpia".

Pese a lo anterior, en las ciudades y zonas urbanizadas, cuando el agua de lluvia entra en contacto con las sustancias que frecuentemente se encuentran en las calles, éstas afectan negativamente a su calidad y la contaminan, haciendo que sea inadecuada para cualquier uso, incluido su vertido directo al medio.

Las principales fuentes de contaminación de la escorrentía urbana pueden clasificarse en dos grupos, según que la fuente de la contaminación sea puntual (vertido de un colector) o difusa (diferentes focos, de difícil localización). Dentro de las fuentes de contaminación difusa, las más importantes son las correspondientes a vehículos a motor (grasas y aceites, hidrocarburos, desprendimiento de partículas sólidas por desgaste, metales pesados) y otras fuentes como basuras y restos orgánicos (que se traducen en contaminación por sólidos en suspensión, DBO₅ y DQO).

Conceptos y definiciones

Concepto de drenaje sostenible

Se conoce como drenaje urbano sostenible a los procedimientos destinados a que el sistema global de saneamiento mejore su eficacia en la recogida, transporte y depuración de las aguas pluviales [1]. Dentro de esta definición, se incluyen las técnicas que favorecen la infiltración en el terreno natural (aumento de la permeabilidad), la reducción de la velocidad de transporte y el almacenamiento de la escorrentía. Todas estas técnicas favorecen la depuración natural de las aguas, mediante procesos como sedimentación, filtración, biorretención, adsorción, etc.

Introduction

The issue of stormwater management. Quantity and quality

In combined sewer systems, in humid climates, much of wastewater flowing through the collectors come from urban runoff, ie rain. In the study area, with reference to the 1109 rainfall station (airport) at the Meteorological Agency, we estimate an average rainfall of 1,269 mm per year, corresponding to a humid climate. Given that only the urban area of Torrelavega has an area of over 150 hectares, this represents an annual runoff volume over 1.5 hm³ (assuming a 20% evapotranspiration).

In addition, in intense rainfall events, problems of erosion, flooding, traffic conditions and damage can become severe, in the case of large impervious surfaces such as urban centers of most cities.

Rainwater is commonly contaminants free, which does not damage or contaminate the environment when it access it directly. Sometimes, precipitation is accompanied by small particles such as dust or pollen, that are suspended in the atmosphere and adhere to the particles of water and can not be considered substances harmful to the environment and ecosystems. There are exceptions, such as acid rain, although this phenomenon can not be avoided or controlled at the point where they occur (you can only identify its source and take preventive or corrective in origin, sometimes tens or hundreds of kilometers away). Therefore, in practice, we can consider that rain is "clean water".

Despite this, in cities and urban areas, where rainwater comes into contact with substances that are often found in the streets, they adversely affect their quality and pollute, making it unsuitable for any use, including direct discharge to the environment.

The main sources of urban runoff pollution can be classified into two groups according to the source of pollution is punctual (pouring a collector) or diffuse (different focus, difficult location). In diffuse pollution sources, the most important are those for motor vehicles (oils, hydrocarbons, solid particles, heavy metals) and other sources such as garbage and organic waste (which result in contamination by suspended solids, COD and BOD₅).

Approach and definitions

Sustainable drainage concept

There are known as Sustainable Urban Drainage Systems the procedures which aim is improve the efficiency of the global sanitation system in the collection, transportation and treatment of rainwater [1]. Within this definition are included the techniques that enhance the infiltration in the natural soil (increase in permeability), the reduction of the speed of transport and storage of runoff. All these techniques promote natural water purification by processes such as sedimentation, filtration, bioretention, adsorption, etc.

Concept of water quality volume (WQ_v)

The sustainable urban drainage systems are designed to handle a certain flow rate, which is related to the downpour considered return period (2 years, 5 years, 100 years, etc.). This return period varies with conditions of functionality, safety or legal requirements involved.

However, Anglo regulations, it is usual to design the majority of the elements to be able to handle a volume of water,

Concepto de volumen de calidad de agua

Los sistemas de drenaje urbano sostenible se diseñan para gestionar un caudal determinado, que está relacionado con el aguacero del período de retorno considerado (2 años, 5 años, 100 años, etc.). Este período de retorno varía según las condiciones de funcionalidad, seguridad o requerimientos legales correspondientes.

No obstante, en la normativa anglosajona, es habitual diseñar la mayoría de los elementos para que sean capaces de tratar un volumen de agua, denominado "volumen de calidad de agua" (en inglés, water quality volume, WQ_v). Se entiende por "volumen de calidad de agua" a la cantidad de agua movilizada en forma de escorrentía por un aguacero de 24 horas de duración que no se supera en el 90% de los sucesos de precipitación del año promedio.

Existen guías de diseño que consideran que el valor de WQ_v oscila entre 12 y 25 mm (valores propuestos por la EPA para la Costa Este de EE.UU.), si bien es recomendable calcular su valor a partir de datos pluviométricos de la zona de estudio, analizando el espectro de frecuencias de precipitaciones. En el caso de estudio, a partir de los datos de la estación pluviométrica 1109 Parayas (aeropuerto), se ha calculado un WQ_v = 22 mm.

Sistemas de drenaje urbano sostenible más importantes

Existen numerosos criterios para clasificar los sistemas de drenaje sostenible. No obstante, el más habitual y aceptado por los autores es el del lugar en que se localizan, dentro de la red. Así, se diferencia entre sistemas de control en origen (antes de que el agua entre en la red de saneamiento) y sistemas de control aguas abajo. Los sistemas englobados en el primer grupo son capaces de tratar el agua antes de que se genere la escorrentía, mientras que el segundo grupo recibe la escorrentía que le aportan otros sistemas de drenaje sostenible, un colector o las superficies impermeables cercanas.

De entre los sistemas de control en origen, se destacan los pavimentos permeables, las cubiertas ajardinadas, los pozos y zanjas de infiltración y las cunetas vegetalizadas.

Los sistemas de control aguas abajo más relevantes son las áreas de biorretención, los depósitos de detención y los humedales artificiales.

Características climáticas e hidrológicas de la zona de estudio

El área de estudio se localiza en la ciudad de Torrelavega, en el centro de la comunidad autónoma de Cantabria. La estación meteorológica más próxima es la 1154-H Sierrapando, si bien el registro histórico de la misma es escaso e incompleto. Por este motivo, se han utilizado los datos de la estación 1109 Parayas, ubicada en el aeropuerto de Santander, con datos desde 1953 hasta la actualidad.

called "water quality volume" (WQ_v), which is the amount of water mobilized as runoff by a 24-hour-downpour not to exceed 90% of the precipitation events in an average year.

There are design guidelines that consider WQ_v value between 12 and 25 mm (values proposed by the EPA for the U.S. East Coast), although it is advisable to calculate it from rainfall data area study, analyzing the frequency spectrum of precipitation. In the case study, based on data from the 1109 Parayas (airport) rainfall station, has been calculated WQ_v = 22 mm.

Main sustainable urban drainage systems considered

There are many criteria for classifying sustainable urban drainage systems. However, the most common and accepted by the authors is the place where they are located within the network. Thus, we can difference between source control systems (before the water enters the sewage system) and downstream control systems. Systems encompassed in the first group are able to treat the water before the runoff is generated, while the second group receives runoff that give other sustainable drainage systems, a collector or near impervious surfaces.

In between source control systems, we consider permeable pavements, roof gardens, wells and infiltration trenches and vegetated swales.

The most relevant downstream control systems are bioretention areas, detention ponds and wetlands.

Climatic and hydrological characteristics in the study area

The study area is located in the city of Torrelavega, at the center part of Cantabria. The nearest weather station is the 1154-H Sierrapando, although its historical record database is scarce and incomplete. For this reason, we used the 1109 Parayas station, located in Santander Airport, with data from 1953 to the present (Table 1).

Torrelavega's municipal sewerage

Torrelavega sewerage is combined, ie domestic sewage mixed with stormwater runoff and passing them through the same sewer pipes. This, in the rainy season, results in very high peak flows, to be relieved by existing storm tanks in town (in Covadonga, Torres, La Lechera and La Inmobiliaria). Still, a significant portion of the wastewater generated in the city come from the rain.

The municipal network is articulated around three main sewer pipes (classified as secondary, in the Saja-Besaya sewer system), called Cristo, Sorravides and Indiana. These pipes correspond to the old channels of the three streams that cross the city, and whose degradation process ended up turning into real sewer pipes. The three come together in the storm tank of La Inmobiliaria, which connects to the main interceptor to the wastewater treatment plant (WWTP) in Suances. In the districts of Viérnoles, Torres, Barreda and Ganzo there are secondary collectors, followed by weirs, prior to the connection with the general interceptor.

VARIABLES/mes	Promedio anual
P _{media mensual} (mm)	105,80
P _{media máxima en 24 h} (mm)	28,50
Días de lluvia	14,96
Días de nieve	6,75
Días de granizo	0,08

Tabla 1. Valores pluviométricos. Estación 1109 Parayas (aeropuerto). 1953-2010

Red de saneamiento municipal de Torrelavega

El saneamiento de Torrelavega es de tipo unitario, es decir, las aguas residuales domésticas se mezclan con las aguas pluviales y de escorrentía para evacuarlas por los mismos conductos. Esto, en épocas de lluvia, da lugar a caudales punta muy elevados, que deben aliviarse mediante los tanques de tormenta existentes en la ciudad (en Barrio Covadonga, Torres, La Lechera y La inmobiliaria). Aun así, una parte importante de las aguas residuales generadas en la ciudad provienen de la lluvia.

La red municipal se articula en torno a tres colectores principales (catalogados como secundarios, en el saneamiento Saja-Besaya), denominados Cristo, Sorravides e Indiana. Estos colectores se corresponden con los antiguos cauces de los tres arroyos que cruzan la ciudad, y cuyo proceso de degradación terminó por convertirlos en auténticas cloacas. Los tres confluyen en el tanque de tormentas de La Inmobiliaria, que conecta con el interceptor principal hacia la estación depuradora de aguas residuales (EDAR) de Vuelta Ostrera, en Suances. En las pedanías de Viérnoles, Torres, Ganzo y Barreda existen colectores secundarios, seguidos de aliviaderos, previos a la conexión con el interceptor general.

En la Figura 1 se observa la influencia que tiene el régimen de precipitaciones sobre el caudal tratado por la EDAR. No se ha tenido en cuenta el caudal de agua doméstica, proporcionado por la estación de tratamiento de aguas potables (ETAP) de Los Corrales de Buelna, para una mejor visualización.

Figure 1 shows the influence of the rainfall on the flow treated by the WWTP. Not taken into account the domestic water flow provided by the water treatment plant of Los Corrales de Buelna, for better viewing.

Identification of sites to accommodate sustainable urban drainage systems

From knowledge of the city, nine sites have been proposed as adequate to accommodate different sustainable urban drainage systems, without affecting many others exist. The features that have been searched are: to have a large area (to capture more runoff), terrain substantially flat (to avoid erosion by high-speed), not heavy traffic and avoid affecting the next homes.

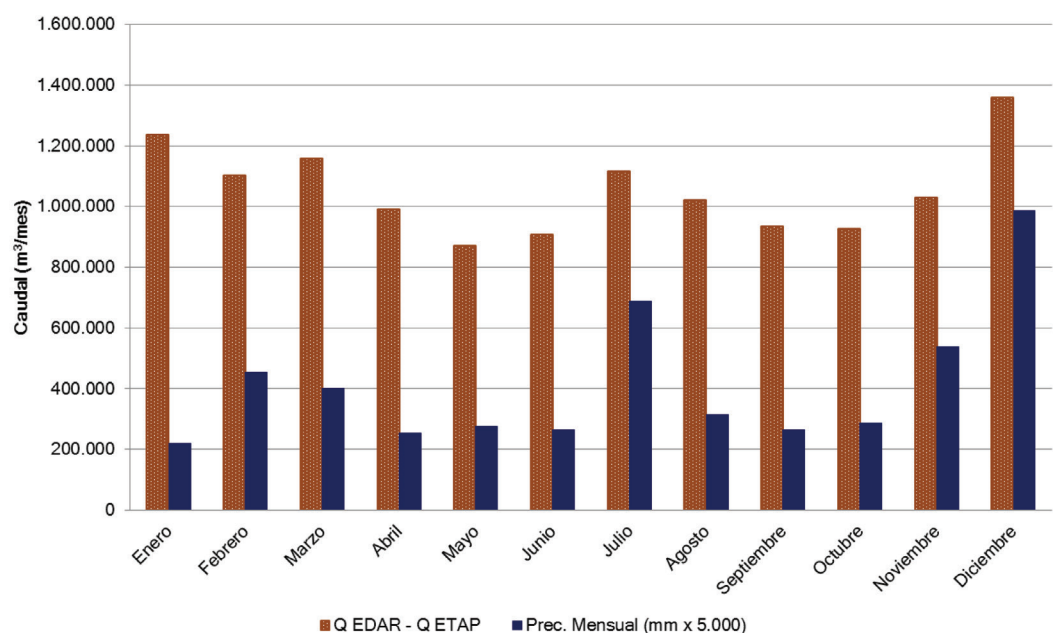
Results

Reduction of runoff and water consumption

We performed a pre-dimensioning of the elements listed in Table 2, in order to estimate, to a first approximation, the volume of runoff that can be managed by the sustainable urban drainage systems proposed. Thus, cross-sections and characteristics of the material used (thickness, porosity, density, etc..) were considered, together with the geometry of the catchment area and rainfall information (WQ_i) to quantify the reducing of runoff by every system proposed, and summarized in Table 3.

Besides the above, storage and reuse of rainwater for uses such as irrigation of green areas, street cleaning, ornamental fountains or discharge of sanitary means

Fig. 1. Diferencia entre el caudal tratado en la EDAR de Vuelta Ostrera y el proporcionado por la ETAP frente a las precipitaciones mensuales, en el año 2011.



Identificación de emplazamientos para albergar sistemas de drenaje urbano sostenible

A partir del conocimiento profundo de la ciudad, se han propuesto nueve emplazamientos que se consideran adecuados para albergar diferentes sistemas de drenaje urbano sostenible, sin menoscabo de que existan otros muchos. Las características que se han buscado son: que tengan una gran superficie (para capturar la mayor cantidad de escorrentía), que la orografía sea sensiblemente plana (para evitar erosiones por altas velocidades), que no circule tráfico pesado sobre los sistemas propuestos y que no se afecte a las viviendas próximas.

savings in drinking water was estimated from the rainfall in the area and the storage volume provided in each case, as summarized in Table 4.

Environmental improvements

The construction of proposed sustainable urban drainage systems (especially bioretention areas) is associated with environmental benefits, among which are: creation of new urban ecosystems, improve air quality and improve the urban landscape.

In addition, the most important benefit corresponds to the reduction of storm relief, as a result of increased

Localización	Superficie drenada (m ²)	Sistemas de drenaje urbano sostenible propuestos
Plaza de Las Autonomías	4.490	Pavimento permeable
Campo de fútbol anexo a El Malecón	4.422	Depósito de almacenamiento de pluviales
Aparcamiento del polideportivo "Río Viar"	8.293	Pav. permeable, almac. pluviales
Plaza Baldomero Iglesias	2.213	Pav. permeable, almac. pluviales
Exteriores del Mercado Nacional de Ganados	71.120	Pav. permeable, áreas biorretención, cunetas vegetadas, almac. pluviales
Aparcamientos de la Avenida de España	9.335	Pav. permeable, almac. pluviales
Aparcamientos de la piscina municipal y Feria de Muestras	3.678	Pav. permeable, almac. pluviales
Aparcamiento para camiones de La Lechera	8.025	Áreas de biorretención, almac. pluviales
Polideportivo "La Habana Vieja"	3.800	Pav. permeable, almac. pluviales

Tabla 2. Emplazamientos y sistemas de drenaje urbano sostenible propuestos

Resultados

Reducción de escorrentía y de consumos de agua

Se ha realizado un predimensionamiento de los elementos indicados en la Tabla 2, con el objetivo de estimar, en una primera aproximación, el volumen de escorrentía que se puede gestionar mediante los sistemas de drenaje urbano sostenible propuestos. Para ello, se han considerado unas secciones tipo y unas características de los materiales utilizados (espesor, porosidad, densidad, etc.) que, junto con la geometría de la cuenca y la información pluviométrica (WQ_v), permiten cuantificar la escorrentía que reduce cada uno de los sistemas propuestos, y que se resumen en la Tabla 3.

permeability and storage capacity of the proposed systems. This prevents gross stormwater is discharged to the river Saja-Besaya and reduce the flow of waste water that goes to the treatment plant (saving energy consumption and reducing reagents and effluents flow rate).

Conclusions

Throughout this paper we have shown some of the sustainable urban drainage systems that can be implemented in the city of Torrelavega. Some sites and systems have been proposed and considered appropriate to manage runoff, which currently drains directly into the sewage system and contribute to increase in peak flows and storm events need for relief when the sewer system is saturated.

Localización	Reducción de escorrentía (m ³ /año)
Plaza de Las Autonomías	3.537
Campo de fútbol anexo a El Malecón	3.484
Aparcamiento del polideportivo "Río Viar"	6.533
Plaza Baldomero Iglesias	1.743
Exteriores del Mercado Nacional de Ganados	56.028
Aparcamientos de la Avenida de España	7.354
Aparcamientos de la piscina municipal y la Feria de Muestras	2.898
Aparcamiento para camiones de La Lechera	6.322
Aparcamiento del polideportivo "La Habana Vieja"	2.994

Tabla 3. Reducción de escorrentía esperada en cada emplazamiento

Además de lo anterior, el almacenamiento y la reutilización del agua de lluvia para usos como riego de zonas verdes, limpieza de calles, fuentes ornamentales o descarga de aparatos sanitarios conlleva un ahorro de agua potable que se ha estimado a partir de la pluviometría de la zona y el volumen de almacenamiento previsto en cada caso, y que se resume en la Tabla 4.

Mejoras ambientales

La construcción de los sistemas de drenaje propuestos (en especial las áreas de biorretención) lleva aparejados unos beneficios ambientales, entre los que se destacan: creación de nuevos ecosistemas urbanos, mejora de la calidad del aire y mejora del paisaje urbano.

Además de lo anterior, el beneficio más importante se

A more detailed analysis by the relevant construction projects, could end in the need for other sustainable drainage systems or different sites, which does not detract from the solutions proposed here.

In summary, the main conclusions we can draw from this work are:

- The current Torrelavega sewerage system (like that of most Spanish cities) main objective is to quickly evacuate runoff, leading to the sewage pipes. This leads to large and frequent peak flows of storm relief, worsening the water quality of rivers Saja and Besaya and increasing the volume of wastewater treated in the WWTP.
- There are a variety of sustainable urban drainage

Tabla 4. Ahorro de consumo de agua potable estimado en cada emplazamiento

Localización	Ahorro de agua potable (m ³ /año)
Plaza de Las Autonomías	2.608
Campo de fútbol anexo a El Malecón	2.569
Aparcamiento del polideportivo "Río Viar"	4.818
Plaza Baldomero Iglesias	1.286
Exteriores del Mercado Nacional de Ganados	41.315
Aparcamientos de la Avenida de España	5.423
Aparcamientos de la piscina municipal y la Feria de Muestras	2.137
Aparcamiento para camiones de La Lechera	4.662
Aparcamiento del polideportivo "La Habana Vieja"	2.207

corresponde con la reducción de alivios de tormenta, como consecuencia del aumento de permeabilidad y capacidad de almacenamiento de los sistemas propuestos. Esto evita que se viertan aguas pluviales brutas al río Saja-Besaya, además de reducir el caudal de aguas residuales que van a parar a la depuradora de Vuelta Ostrera (ahorro de consumos energéticos y de reactivos y reducción del caudal efluente).

Conclusiones

A lo largo de este trabajo se han mostrado algunos de los sistemas de drenaje urbano sostenible que pueden implantarse en la ciudad de Torrelavega. Se han propuesto algunos emplazamientos y sistemas que se consideran adecuados para gestionar de una manera eficiente y sostenible la escorrentía de algunas áreas impermeables, que actualmente se drenan directamente hacia la red de saneamiento y que contribuyen a aumentar los caudales punta en episodios de tormenta y a la necesidad de realizar alivios cuando el sistema de saneamiento se satura.

Un análisis más pormenorizado, mediante los correspondientes proyectos constructivos, podría concluir en la necesidad de disponer otros sistemas de drenaje sostenible o emplazamientos distintos, lo que no resta valor a las soluciones que aquí se proponen.

En resumen, las principales conclusiones que podemos extraer de este trabajo son:

- El actual sistema de drenaje de Torrelavega (al igual que el de la mayoría de las ciudades españolas) tiene como objetivo principal evacuar rápidamente la escorrentía, conduciéndola hacia la red de saneamiento. Esto da lugar a grandes caudales punta y frecuentes alivios de tormenta, lo que empeora la calidad de las aguas de los ríos Saja y Besaya y aumenta el volumen de aguas residuales que se depuran en la EDAR comarcal de Vuelta Ostrera.
- Existe una gran variedad de sistemas de drenaje urbano sostenible. Esto, unido a la flexibilidad en el diseño de los mismos, hace viable su utilización en prácticamente cualquier lugar, pero especialmente en grandes áreas impermeables, como plazas, calles y aparcamientos.
- Los beneficios que reportan estos sistemas son ambientales y, especialmente, económicos, al reducir el consumo de agua potable y el volumen de agua residual que se lleva a tratamiento, además de contribuir a reducir las secciones de los colectores por ayudar a reducir los caudales de diseño.
- Es un hecho aceptado que el cambio climático está modificando el régimen pluviométrico en nuestro

systems. This, combined with the flexibility in design, makes it viable in virtually any location, but especially in large impervious areas such as squares, streets and parking lots.

- The benefits provided by these systems are environmental and, especially, economic, due to potable water consumption reduction and wastewater volume reduction, and contribute to reduce collectors sections due to the flow design reduction.
- It is accepted that climate change is changing the rainfall patterns in our environment, with longer dry periods and more torrential rainfalls. Urban drainage management through sustainable drainage techniques help combat climate change, so it handles peak flows greater than with traditional systems.

entorno, con períodos de sequía más largos y precipitaciones más torrenciales. La gestión del drenaje urbano mediante técnicas de drenaje sostenible ayuda a combatir el cambio climático, porque permite gestionar caudales punta mayores que con los sistemas tradicionales (evacuación directa a colector).

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

1. Puertas, J., Suárez, J., Temprano, J. et al. *Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Ministerio de Fomento. Gobierno de España. 604 p. Madrid, 2008.
2. City of Olympia. *Drainage Design and Erosion Control Manual for Olympia*. 963 p. Olympia, Washington, 2009.
3. Dickie, S., McKay, G., Ions, L., Shaffer, P. CIRIA C687. *Planning for SUDS-making it happen*. CIRIA. 108 p. Londres, 2010.
4. EPA. United States Environmental Protection Agency. *Green Infrastructure Case Studies: Municipal Policies for Managing Stormwater with Green Infrastructure*. EPA Office of Wetlands, Oceans and Watersheds. 76 p. Washington D.C., 2010.
5. EPA. United States Environmental Protection Agency. *Storm Water Technology Fact Sheet. Bioretention*. EPA-832-F-99-012. EPA Office of Water Washington D.C. 8 p. Washington D.C., 1999.
6. EPA. United States Environmental Protection Agency. *Storm Water Technology Fact Sheet. Vegetative Covers*. EPA-832-F-99-027. EPA Office of Water Washington D.C. 6 p. Washington D.C., 1999.
7. EPA. United States Environmental Protection Agency. *Storm Water Technology Fact Sheet. Vegetated Swales*. EPA-832-F-99-006. EPA Office of Water Washington D.C. 7 p. Washington D.C., 1999.
8. EPA. United States Environmental Protection Agency. *Storm Water Technology Fact Sheet. Flow Diversion*. EPA-832-F-99-014. EPA Office of Water Washington D.C. 4 p. Washington D.C., 1999.
9. EPA. United States Environmental Protection Agency. *Storm Water Technology Fact Sheet. Porous Pavement*. EPA-832-F-99-023. EPA Office of Water Washington D.C. 6 p. Washington D.C., 1999.
10. EPA. United States Environmental Protection Agency. *Storm Water Technology Fact Sheet. Hydrodynamic Separators*. EPA-832-F-99-017. EPA Office of Water Washington D.C. 6 p. Washington D.C., 1999.
11. EPA. United States Environmental Protection Agency. *Storm Water Technology Fact Sheet. Modular Treatment Systems*. EPA-832-F-99-044. EPA Office of Water Washington D.C. 5 p. Washington D.C., 1999.
12. EPA. United States Environmental Protection Agency. *Storm Water Technology Fact Sheet. Infiltration Trench*. EPA-832-F-99-019. EPA Office of Water Washington D.C. 5 p. Washington D.C., 1999.
13. Gobierno de España. *Máximas lluvias diarias de la España peninsular. Serie monografías*. Ministerio de Fomento. Secretaría de Estado de Infraestructuras y transportes. Dirección General de Carreteras. 19 p (más anejos). Madrid, 1999.
14. Greater Vancouver Regional District. *Design Considerations for the Implementation of Green Roofs*. 140 p. Vancouver, 2009.
15. Hirschman, D.J., Kosco, J. *Managing Stormwater in Your Community. A Guide for Building an Effective Post-Construction Program*. EPA-833-R-08-001. Center for Watershed Protection. 204 p. Washington D.C., 2008.
16. Low Impact Development Center, Inc. *Greening Decatur Street. Edmonston, Maryland. Green Street Design Options and Benefits Analysis*. 32 p. Beltsville, Maryland, 2010.
17. Lukes, R., Kloss, C. *Managing Wet Weather with Green Infrastructure. Municipal Handbook. Green Streets*. EPA-833-F-08-009. 17 p. Washington D.C., 2008.
18. New York City Environmental Protection. *NYC Green Infrastructure Plan. A sustainable strategy for clean waterways*. 154 p. Nueva York, 2009.
19. Perales, S. (2008). *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)*. 5ª Semana Temática de la Tribuna del Agua. ExpoZaragoza, 17 de julio de 2008. Zaragoza.
20. Rodríguez, J. *Estudio, análisis y diseño de secciones permeables de firmes para vías urbanas con un comportamiento adecuado frente a la colmatación y con la capacidad portante necesaria para soportar tráfico ligero*. Universidad de Cantabria. Tesis doctoral. Dir.: Castro, D., Calzada, M.A. 515 p. Santander, 2008.

21. The Prince George's County, Maryland. *Bioretention Manual*. Environmental Services Division. Department of Environmental Resources. 206 p. Maryland, 2007.
22. Varios autores. *Onsite Wastewater Treatment Systems Manual*. EPA/625/R-00/008. Office of Water. Office of Research and Development. U.S. Environmental Protection Agency. Washington D.C., 2002.
23. Virginia Department of Conservation and Recreation. *Stormwater Design Specification* No. 9. Bioretention. Version 1.7. 54 p. Virginia, 2010.
24. Virginia Department of Conservation and Recreation (2010). *Stormwater Design Specification* No. 10. Dry Swales. Version 1.8. 21 p. Virginia, 2010.
25. Virginia Department of Conservation and Recreation (2010). *Stormwater Design Specification* No. 6. Rainwater Harvesting. Version 1.7. 42 p. Virginia, 2010.
26. Woods-Ballard, B., Kellager, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R., Shaffer, P. CIRIA C697. *The SUDS Manual*. CIRIA. 606 p. Londres, 2007.
27. Woods-Ballard, B., Kellager, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R., Shaffer, P. CIRIA C698. *Site handbook for the construction of SUDS*. CIRIA. 606 p. Londres, 2007.

Las zonas verdes como zonas especialmente sensibles de la ciudad y el principio de no regresión en el urbanismo sostenible

The green areas as particularly sensitive areas of the city and the principle of standstill in sustainable planning

Dra. Gemma Geis i Carreras¹

RESUMEN

OBJETIVOS. Unos de los ejes temáticos de EESAP4 son la ciudad y el urbanismo sostenible. Se propone una reflexión acerca de la incidencia práctica de la Sentencia del Tribunal Supremo de 13 de junio de 2011 que protege las zonas verdes urbanas al amparo del principio de no regresión y exige a la Administración una motivación reforzada en esta materia.

PLANTEAMIENTO. Las ciudades y pueblos crecieron desproporcionadamente, su gran mayoría, durante los años de burbuja inmobiliaria. La situación de crisis económica es una oportunidad para repensar el modelo de futuro de las ciudades que afecta a la calidad de vida de los ciudadanos. La Sentencia del Tribunal Supremo, de 13 de junio de 2011, consagra, por primera vez, el principio de no regresión en materia urbanística y establece una motivación reforzada en el ejercicio de potestades discrecionales que afecten a las zonas verdes urbanas. Además, califica a las zonas verdes como zonas especialmente sensibles de la ciudad y por ello les otorga un régimen jurídico de mayor protección.

CONCLUSIONES. El Tribunal Supremo afirma que una vez establecida una zona verde urbana ésta constituye un mínimo sin retorno, una suerte de cláusula de no regresión, a menos que concorra un interés público. Así pues, aparecen los primeros pronunciamientos judiciales después de los años de desarrollo urbanístico que ponen coto a posibles actuaciones urbanísticas, dejando entredicho el cumplimiento del principio de desarrollo sostenible en materia urbanística. Por otro lado, resaltar que se controla la actuación de los poderes públicos a fin de garantizar el cumplimiento de principios establecidos en la legislación como el urbanismo sostenible y el aseguramiento de la calidad de vida de los ciudadanos. Esta nueva interpretación del Tribunal Supremo tiene notables consecuencias prácticas para los actores que intervienen en el urbanismo (urbanistas, arquitectos, geógrafos, ambientalistas, economistas, juristas y otros) y en cualquier caso es oportuna para debatir acerca del modelo de ciudad sostenible y del principio del urbanismo sostenible.

Palabras clave: It must state the objectives, approach and conclusions

ABSTRACT

OBJECTIVES. Two of the main themes of EESAP4 are the city and sustainable urban development. The conference proposes reflection on the practical impact of the Judgment of the Supreme Court of 13th June, 2011, which protects urban green areas under the protection of the principle of non-retrogression and urges the Administration to reinforce motivation regarding this matter.

APPROACH. Cities and towns have grown disproportionately, the vast majority during the years of the real estate bubble. The current economic crisis is providing an opportunity to rethink the future model of cities that affects citizens' quality of life. The Judgment of the Supreme Court, on June 13th, 2011, establishes, for the first time, the standstill principle as regards town planning and establishes reinforced motivation in the exercise of discretionary powers that affect urban green areas. Moreover, the judgement qualifies green areas as particularly sensitive areas of the city and therefore gives them a legal regime of greater protection.

CONCLUSIONS. The Supreme Court says that the establishment of an urban green area constitutes a standstill clause, that is, a type of agreement that cannot be reversed, unless it is in the public interest. Thus, the first judicial pronouncements are made following years of urban development that curbs possible urban projects, calling into question compliance with the principle of sustainable development in town planning. At the same time, it is emphasised that actions of public authorities are controlled in order to ensure compliance with principles set out in legislation; principles such as sustainable urban development and assured quality of life of the inhabitants. This new interpretation of the Supreme Court has significant practical consequences for the players involved in urban planning (urban planners, architects, geographers, environmentalists, economists, lawyers, and others) and moreover it provides a timely opportunity to discuss the sustainable city model and the principle of sustainable urban development.

Key words: green areas-sustainable - planning-cities-principle of standstill

(1) Profesora lectora de Derecho administrativo de la Universitat de Girona. Contact info: gemma.geis@udg.edu

Introducción

**Esta comunicación se ha realizado en el marco del proyecto de investigación DER 2011-28408 "Urbanismo sostenible y cambio climático" que dirige Dr. Joan M. Trayter, catedrático de Derecho administrativo de la Universitat de Girona.*

La comunicación se enmarca en uno de los ejes temáticos propuestos en el EESAP4: ciudad y el urbanismo sostenible. Se tratará de abordar las implicaciones prácticas que derivan de la Sentencia del Tribunal Supremo de 13 de junio de 2011¹. Este pronunciamiento del Tribunal Supremo, seguido de otros posteriores, resulta de notable interés para todos aquellos agentes que intervienen en la confección de las ciudades, básicamente, mediante la elaboración del plan general de ordenación urbana y demás instrumentos de planeamiento. El Tribunal Supremo realiza una interpretación innovadora que aporta matices destacables en relación con el concepto de urbanismo sostenible y estableciendo algunos valores como susceptibles de mayor protección. Las administraciones públicas deberán tener en cuenta el pronunciamiento del Tribunal Supremo. En caso contrario, pueden impugnarse las actuaciones que se lleven a cabo, generando una posible controversia en la fase de ejecución de la sentencia en materia urbanística².

Previo al análisis es conveniente hacer una referencia al contexto actual. Las ciudades y pueblos crecieron desproporcionadamente, en su gran mayoría, durante los años de la burbuja inmobiliaria. Este pronunciamiento del Tribunal Supremo se dicta en el año 2011, en pleno período de crisis económica³. A nuestro parecer, la situación de crisis económica constituye una oportunidad para repensar el modelo urbanístico de futuro, aspecto nada baladí porque incide directamente en la calidad de vida de los ciudadanos. El legislador español estableció en el artículo 2.1 del Real decreto legislativo 2/2008, de 20 de junio, que las políticas públicas relativas a la regulación, ordenación, transformación y uso del suelo tienen como fin común la utilización de este recurso conforme al interés general y según el principio de desarrollo sostenible⁴. Y que como bien dice MARTIN MATEO "la urbanización no puede desentenderse de la más importante demanda social, la que pretende garantizar la permanencia de la vida en nuestro Planeta, logro que a la larga vendría perjudicado por la urbanización y el mal uso de los recursos por estas causas demandados"⁵.

La protección reforzada de las zonas verdes urbanas en el ejercicio del iuris variandi del planificador urbanístico en la reciente jurisprudencia del Tribunal Supremo

El artículo 45 de la Constitución española garantiza que todos tienen el deber a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo y establece a los poderes públicos la obligación de velar por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.

La Sentencia del Tribunal Supremo de 13 de junio de 2011 es novedosa por cuanto introduce el principio de no regresión (principio of standstill) en materia urbanística, principio que hasta ahora se había aplicado al campo de los derechos humanos y del derecho ambiental. Especialmente, destacar que el principio de no regresión se ha aplicado por parte del Tribunal Supremo, en una Sentencia de 10 de julio de 2012, en la desclasificación de los espacios naturales protegidos

Introduction

**This paper has been presented as part of the research project DER 2011-28408 "Sustainable urban planning and climatic changes"; directed by Dr. Joan M. Trayter, professor of administrative law in the University of Girona.*

The communication forms part of one of the main themes proposed in the EESAP4: city and sustainable planning. It will address the practical implications resulting from the Judgement of the Supreme Court on June 13th, 2011¹. This pronouncement from the Supreme Court, followed by other subsequent pronouncements, is of considerable interest to all those agents involved in the making of cities, basically through the creation of the general urban development plan and other planning instruments. The Supreme Court's innovative interpretation contributes notable aspects relating to the concept of sustainable urban development and establishes certain values that require greater protection. Public administrative bodies must take on board the ruling of the Supreme Court; otherwise, actions that are carried out may be challenged, generating a possible controversy during the execution of the judgement regarding urban planning.²

Before presenting the analysis it is appropriate to make a reference to the current context. Cities and towns have grown disproportionately, the vast majority during the years of the real estate bubble. This ruling from the Supreme Court was pronounced in 2011, when the economic crisis had already taken hold.³ In our view, the economic crisis can be considered as an opportunity to rethink the urban model for the future, and in no way a trivial matter as it directly affects citizens' quality of life. The Spanish legislator established in article 2.1 of the Royal Legislative Decree 2/2008, 20th of June, that public policies related to the regulation, planning, transformation, and use of land have, as a common goal, the use of this resource in accordance with the general interest and in accordance with the principle of sustainable development.⁴ Moreover, as Martín Mateo rightly says "town planning cannot ignore the most important social demand, that which aims to ensure the permanence of life on our planet, an achievement that in the long run would be adversely affected by urbanisation and the misuse of the resources required for these reasons"⁵.

The increased protection of urban green areas in the exercise of the iuris variandi of the urban planner in the recent jurisprudence of the Supreme Court

Article 45 of the Spanish Constitution guarantees that everyone has the right to enjoy an environment suitable for the development of the person, and also the duty to preserve it, and it establishes that public authorities have the obligation to ensure the rational use of all natural resources, in order to protect the quality of life and to defend and to restore the environment, backed up by the indispensable collective solidarity.⁶

The Judgment of the Supreme Courts on June 13th, 2011 takes a new approach in that it introduces the principle of standstill in the area of town planning, a principle that until now had been applied to the field of human rights and environmental law. In particular, it should be pointed out that the principle of standstill was applied by the Supreme Court, in a judgement of 10th July 2012, on the declassification of natural areas protected by Spanish law.

The City Council of Seville approved a revision of the General Town Planning Plan to change urban qualification

por el derecho español⁶.

El Ayuntamiento de Sevilla aprueba una revisión del Plan General de Ordenación Urbana para cambiar la calificación urbanística de la zona verde del parque del Prado de San Sebastián como uso educativo. La motivación para revisión del PGOU por parte del Ayuntamiento de Sevilla se fundaba en la voluntad de construir en dicha zona verde la nueva biblioteca central de la Universidad de Sevilla. Por tanto, se impugna la revisión y a pesar de la motivación que aporta el Ayuntamiento de Sevilla no resulta suficiente para el Tribunal Supremo, quien considera no ajustada a derecho dicha revisión. En este sentido, el planificador urbanístico ostenta un *iuris variandi* sujeto a un control, en palabras del Tribunal Supremo "el ejercicio de esta potestad discrecional en el ámbito urbanístico se concreta en la libertad de elección que corresponde al planificador, legalmente atribuida, para establecer, reformar o cambiar la planificación urbanística. Discrecionalidad, por tanto, que nace de la ley y resulta amparada por la misma. Y esto es así porque legalmente ni se anticipa ni se determina el contenido de la decisión urbanística, sino que se confía en el planificador para que adopte la decisión que resulte acorde con el interés general". La potestad de planificación atribuida a los ayuntamientos permite a los arquitectos, urbanistas, geógrafos y demás profesionales configurar las ciudades y su evolución mediante los planes urbanísticos.

Así pues, ¿que entraña de innovador y con especial interés para los prácticos del urbanismo? La Sentencia del Tribunal Supremo de 13 de junio de 2011 aplica, por primera vez, el principio de no regresión ante el cambio de calificación urbanística de una zona verde urbana. El *iuris variandi* de la Administración en el ejercicio de potestades discrecionales en materia urbanística, se limita cuando afecta a zonas verdes porque éstas siempre han tenido un régimen jurídico propio y peculiar con el objetivo de garantizar su mantenimiento y intangibilidad. De tal modo que se impide que sean borradas del dibujo urbanístico de la ciudad, sin que concurren razones poderosas de interés general⁸. En consecuencia, las zonas verdes urbanas nacen con una clara vocación de permanencia y por ello para su mejor tienen un régimen jurídico de especial rigor en relación con las modificaciones o revisiones urbanísticas.

En este caso, Tribunal Supremo considera que la justificación que ofrece el Ayuntamiento de Sevilla en la memoria sería suficiente si la modificación no tuviera por objeto unos terrenos en zona verde pública. El argumento del Tribunal Supremo para considerar ilegal la revisión del Ayuntamiento, se ciñe a la ponderación de los intereses y la posibilidad de poder construir la biblioteca universitaria en otros terrenos de la misma ciudad "El cambio de la calificación de unos terrenos para poder edificar sobre lo que era una zona verde, aunque se mantenga el uso público de la misma porque la construcción sea una biblioteca, sólo puede hacerse exponiendo las razones por las que ningún otro emplazamiento, que no líquide una zona verde, es posible. Y en este caso, la Administración reconoce que había otras ubicaciones adecuadas, por lo que debía haberse razonado en que medida tal ubicación impedía cumplir con los objetivos que se alcanzan con su emplazamiento sobre esa zona verde". Además, según el Tribunal Supremo, los intereses universitarios no resultan incompatibles, ni se ven perjudicados, con el mantenimiento de la zona verde y el emplazamiento de la biblioteca en otro lugar. Y es que el interés público presente en dichas zonas verdes, concebidas para el uso y esparcimiento general de todos los vecinos, resulta no imposible pero sí difícil de abatir, siguiendo con los argumentos del Tribunal Supremo. Destacar que el Tribunal Supremo recuerda que las

of the green area of the Prado de San Sebastián park for educational use. The reason for the revision of the PGOU (General Town Planning Plan) by the City Council of Seville was based on the desire to build the new central library of the University of Seville in this green area. Consequently, the revision was disputed and despite the reason given by Seville City Council, it was not enough for the Supreme Court, who considered that such a revision was not consistent with the law. In this sense, the urban planner holds a *iuris variandi* subject to control, in the words of the Supreme Court "the exercise of this discretionary power in the area of town planning focuses on the freedom of choice that corresponds to the planner, legally attributed to establish, reform or change town planning. Discretion, therefore, that arises from the law and is protected by the same. And this is so because legally the content of the planning decision is neither anticipated nor determined, rather the planner is trusted to take the decision that is in keeping with the general interest". The planning authority attributed to councils enables architects, town planners, geographers and other professionals to shape cities and their evolution through the urban plans.

So, what is involved in terms of innovation and special interest for experts of town planning? The Judgment of the Supreme Court of June 13th, 2011 applied, for the first time, the principle of standstill in dealing with the change of planning qualification of an urban green area. The *iuris variandi* of the Administration in the exercise of discretionary powers regarding town planning, is limited when it affects green areas because these have always had their own particular legal regime in order to ensure their maintenance and intangibility. In such a way that they cannot be deleted from the city's urban design without powerful reasons of general interest⁸. Consequently, urban green areas are established with a clear sense of permanence and accordingly for their benefit they have a particularly rigorous legal regime as regards planning amendments or revisions.

In this case, Supreme Court considers that the justification offered by the Seville City Council in the notes would be enough if the subject of the amendment was not land in a public green area. The argument of the Supreme Court to consider the revision of the Council illegal adheres to the assessment of the interests and the possibility of constructing the university library on another piece of land within the same city "The change in qualification of a piece of land in order to be able to build on what was a green area, even though its public use is maintained because the building is to be a library, can only be carried out by setting out the reasons why no other location, which is not a green area, is possible. And in this case, the Administration recognises that there were other suitable locations, so it should have stated why such location prevented the fulfillment of the objectives which were achieved by its relocation to this green area". In addition, according to the Supreme Court, the interests of the university are not incompatible, and neither are they adversely affected, by the maintenance of the green area and relocation of the library to another place. Furthermore, the public interest in these green areas, designed for the use and general enjoyment of all local residents, is not impossible but difficult to beat down, along with the arguments of the Supreme Court. It is notable that the Supreme Court reminds us that the "natural trends in the evolution of city centres, in accordance with provisions of article 46 of the EC, as well as protecting their heritage, in this case, the cultural heritage of the park as it is in the historic centre of the city, must not reduce the amount of green areas, that is, free and communal space for the use and enjoyment

"las tendencias naturales en la evolución del centro de las ciudades, acorde de lo que dispone el artículo 46 de la CE, además de proteger su patrimonio, en este caso, cultural del parque porque está en el centro histórico de la ciudad, ha de ser no disminuir la extensión de las zonas verdes, es decir, del espacio libre y común para uso y disfrute de todos, que pudiera congestionar y compactar la vida urbana".

Con posterioridad, se han dictado distintos pronunciamientos que reafirman la interpretación del Tribunal Supremo en su sentencia de 13 de junio. Así, por ejemplo, la Sentencia del Tribunal Supremo de 30 de septiembre de 2011⁹, considera no ajustada a derecho la modificación que atribuía la condición de suelo urbano a dos zonas de espacios libres que colindan con dos edificios que se pretendían destinar a la construcción, suponiendo una reducción de la zona verde y de espacios libres. El Tribunal Supremo interpreta favorablemente a la protección de las zonas verdes urbanas y considera que la motivación no es suficiente en aplicación de los principios establecidos en el Texto refundido de la Ley de suelo de 2008 (TRLRS). Recordemos que el TRLRS aboga por una imbricación entre el urbanismo y el medio ambiente, sosteniendo que debe producirse una interiorización más profunda de los valores medioambientales en la ordenación territorial y urbanística, hasta hacerlos inescindibles". Y es que, en cualquier caso, el suelo, además de un recurso económico, es también un recurso natural, escaso y no renovable. De ahí, que sea objeto de protección y control por parte de los tribunales de justicia.

El principio de no regresión en la jurisprudencia del Tribunal Supremo y sus consecuencias prácticas en la planificación de las ciudades en el marco del urbanismo sostenible

El principio de no regresión ha sido acogido por el Tribunal Supremo como un principio aplicable al derecho urbanístico, y en consecuencia, a respetar por el planificador urbanístico en relación con las zonas verdes. En este sentido, uno de los administrativistas más sensibles con la protección del medio ambiente, el profesor LÓPEZ RAMÓN lo define "el principio de no regresión es una adaptación a las circunstancias contemporáneas de la idea del progreso humano que está detrás de la declaración revolucionaria. Es una derivación del principio de desarrollo sostenible, que impone un progreso solidario con las generaciones futuras, solidaridad que implica no retroceder nunca en las medidas de protección del medio ambiente". El Tribunal Supremo se manifiesta en unos términos parecidos afirmando que "una vez establecida una zona verde ésta constituye un mínimo sin retorno, una suerte de cláusula de no regresión, a menos que concurra un interés público"¹⁰. En este caso concreto, se realiza una interpretación restrictiva del interés general que no queda justificado por el uso educativo que supondría la construcción de una biblioteca universitaria. Las razones que expone el Tribunal Supremo se fundamentan en que las zonas verdes que se hallan en el centro de las ciudades y cumplen con la función de hacer habitable y respirable la calle. De tal modo que incrementan las posibilidades de su entorno y aumentan la calidad de vida de los ciudadanos. Por ello, hay una íntima relación entre la calidad de vida de los ciudadanos y la protección reforzada de las zonas verdes urbanas.

El principio de no regresión se halla más desarrollado en la Sentencia de 30 de septiembre de 2011. El Tribunal Supremo afirma la conexión existente entre la protección de las zonas verdes con el carácter sostenible y

of all, as otherwise, urban life will become congested and compacted".

Subsequently, several pronouncements have been made that reaffirm the interpretation of the Supreme Court in its judgement of 13th June. Thus, for example, the Judgment of the Supreme Court of 30th September 2011⁹, considered legally unjustified the amendment that attributed the condition of urban land to two areas of free open space that bordered two buildings allocating them instead for construction, which would have meant a reduction of green area and free open space. The Supreme Court ruled in favour of the protection of urban green areas and considered that the motivation is not enough in applying the principles set out in the revised text of the Land law of 2008 (TRLRS). We should remember that the TRLRS advocates an overlap between town planning and the environment, arguing for a deeper internalization of an environmental values in spatial planning and urban development, to make them indivisible". Besides, in any event, the land, as well as being an economic resource, is also a scarce and non-renewable natural resource. Hence, it should be protected and controlled by the courts.

The standstill principle in the jurisprudence of the Supreme Court and its practical consequences in the planning of the cities within the framework of sustainable town planning

The standstill principle has been received by the Supreme Court as a principle applicable to town planning law, and consequently, to be respected by the town planner in relation to green areas. In this sense, one of the most sensitive administrative lawyers in terms of the protection of the environment, Professor López Ramón defines it as "the standstill principle is an adaptation to the contemporary circumstances of the idea of human progress that lies behind the revolutionary declaration. It is a derivation of the principle of sustainable development, which imposes supportive progress with future generations, solidarity that means never backtracking on environmental protection measures". The Supreme Court manifests itself in similar terms stating that "once a green area has been established, this constitutes a minimum with no return, a type of clause that is non-regressive, unless a public interest is involved"¹⁰. In this specific case, a restrictive interpretation of the general interest is made that is not justified by the educational use that the construction of a University Library would imply. The reasons given by the Supreme Court are based on the fact that the green areas are located in the city centre and comply with the function of making the street pleasant to live and breathe in. In such a way that they increase the possibilities of their environment and enhance residents' quality of life. For this reason, there is an intimate relationship between citizens' quality of life and greater protection of urban green areas.

The standstill principle is further developed in the Judgment of 30th September, 2011. The Supreme Court affirms the existing connection between the protection of green areas and the sustainable and environmental character of current town planning¹¹. However, this relationship has a more direct and effective impact on specially protected rural land. Therefore, as regards urban green areas there is an added protection that comes from guaranteeing citizens' quality of life within the framework of a sustainable urban development that the legislator established in the revised text of the Land law of 2008 (TRLRS2008). In this regard, the Supreme Court connects the beginning of territorial

medioambiental del urbanismo actual¹¹. Ahora bien, esta relación tiene una proyección más directa y efectiva en aquellos suelos rústicos de especial protección. Por tanto, existe en relación con las zonas verdes urbanas un plus de protección que deriva de garantizar la calidad de vida de los ciudadanos en el marco de un urbanismo sostenible que el legislador instauró en el Texto refundido de la Ley de suelo de 2008 (TRLRS2008). En este sentido, el Tribunal Supremo conecta el principio de desarrollo territorial y urbanismo sostenible del TRLS 2008 con los nuevos derechos de los ciudadanos en materia urbanística y las sanciones previstas con respecto a las zonas verdes.

Finalmente, el principio de no regresión, propio del Derecho medioambiental, deberá tenerse en cuenta en las posibles modificaciones o revisiones de planes urbanísticos. El planificador urbanístico podrá modificar o revisar un plan urbanístico que limite o reduzca las zonas verdes siempre que concurren razones poderosas de interés general. Así pues, los Ayuntamientos mediante sus arquitectos, urbanistas, geógrafos cuando ejerzan potestades discrecionales que incidan en las zonas verdes urbanas se exige una motivación reforzada por su incidencia en la calidad de vida de los ciudadanos y en el mantenimiento del principio de desarrollo territorial y urbanismo sostenible.

El principio de no regresión ante la posible negativa de ADIF de reponer las obras del Parque Central de Girona

El centro de la ciudad de Girona se ha visto alterado a partir del año 2008 por las obras de construcción de la estación del AVE. Estas obras se han dilatado mucho más allá de lo previsto. Las obras afectan al Parque Central de Girona, una de las zonas verdes urbanas más importantes de la ciudad de Girona que se halla ubicada en el centro. Pues bien, el coste de reposición (árboles, aceras, mobiliario urbano, vías) del Parque Central de Girona aprobado por el Ayuntamiento de Girona puede elevarse hasta los 12 millones euros. ADIF posiblemente no ejecutará las obras de reposición a las que está obligado, en parte o en su totalidad. Este incumplimiento aparte del daño en los vecinos y negocios, ya gravemente afectados por las obras de construcción, causa daños en la calidad de vida a los vecinos de la zona y de la ciudad en general. El posible incumplimiento choca con el deber de replantar el arbolado eliminado, así como, merma la cohesión social de los barrios y de la ciudad en general. Este parque enlaza la ciudad, la zona del ensanche de Girona con el barrio de Sant Narcís. Las obras de reposición, entre otras cuestiones, debían restablecer el parque en base a la propuesta aprobada por el Ayuntamiento de Girona. Dicho proyecto es especialmente sensible con replantar los árboles y pretende cohesionar la ciudad.

Pues bien, el principio de no regresión creo que resulta plenamente aplicable para exigir la plena reposición de las obras en base al proyecto aprobado porque con motivo de una obra de interés general, como es la construcción de la estación del AVE, se ha puesto en peligro el Parque Central de Girona, una zona verde que el ordenamiento jurídico y la jurisprudencia del Tribunal Supremo protege exigiendo un plus de motivación ante su posible disminución o desaparición que, en cualquier caso, no incumbe únicamente a los vecinos de los barrios afectados, sino a la ciudad de Girona en su totalidad.

Conclusiones

Esta interpretación surge después de unos años

development and sustainable planning of the TRLS 2008 with new citizens rights concerning town planning and the penalties laid down with regard to green areas.

Finally, the standstill principle, that belongs to environmental law, should take into account any modifications or revisions to urban plans. The urban planner may alter or revise an urban plan that limits or reduces green areas provided that there are powerful reasons of general interest. Thus, councils, through their architects, urban planners, geographers when they exercise discretionary powers that affect urban green areas, require reinforced justification due to the impact on the citizens' quality of life and in the maintenance of the principle of territorial development and sustainable urban development.

The standstill principle in confronting ADIF's possible refusal to reinstate works in the Parque Central de Girona

Girona city centre has undergone alterations since 2008 due to the construction works for the AVE (high-speed train) railway station. These works have extended much further than expected. The works affect the Parque Central de Girona, one of most important urban green areas of the city of Girona, located in the city centre. So, the current replacement cost (trees, pavements, street furniture, paths) of the Parque Central de Girona, approved by Girona City Council, may increase up to 12 million euros. ADIF might not execute, either in whole or in part, the replenishment works that it is obliged to carry out. This breach, apart from the damage suffered by residents and businesses, already seriously affected by the construction works, also causes damage to the quality of life residents of the area and the city in general. The possible breach clashes with the duty of replanting the removed trees, as it erodes the social cohesion of neighbourhoods and the city in general. This Park links up the city, Girona's extension area with the neighbourhood of Sant Narcís. The replenishment works, among other issues, were intended to restore the park on the basis of the proposal approved by Girona City Council. This project is particularly sensitive as regards the replanting of trees and is aimed at uniting the city.

However, I think that the standstill principle fully applies in demanding the total reinstatement of the works on the basis of the approved project because, with the justification of a work of general interest, as is the construction of the AVE railway station, the Parque Central de Girona is put at risk; a green area that the legal system and the jurisprudence of the Supreme Court is protecting by requiring extra motivation in the face of its possible reduction or disappearance which, in all events, is the concern not only for the residents of the affected neighbourhoods, but also for the city of Girona as a whole.

Conclusions

This interpretation has arisen after a few years of urban development that have put into question the compliance with the principle of sustainable development in the urban area. The Supreme Court incorporates the standstill principle in relation to the urban green areas, demanding a reinforced motivation of the Administration in the face of any amendments or revisions made to urban planning that is reduced or eliminated by such alterations. The assessment of the general interests affected by the exercise of the discretionary powers of the urban planner must take into account the nature of permanence of urban green areas in the urban planning design of cities in applying the standstill

Fig. 1. Fotografía aérea del Parc Central de Girona antes del inicio de las obras de la estación del AVE. (Imagen cedida por el Ayuntamiento de Girona).

Girona's Central Park aerial photography before the construction of the TGV station. (Image courtesy of the City Council of Girona).



Fig. 2. Fotografía aérea del Parc Central de Girona durante las obras de ejecución de la estación del AVE. (Imagen cedida el Ayuntamiento de Girona).

Girona's Central Park aerial photography during the construction works of the TGV railway and station. (Image courtesy of the City Council of Girona).



de desarrollo urbanístico que ponían entredicho el cumplimiento del principio de desarrollo sostenible en materia urbanística. El Tribunal Supremo incorpora el principio de no regresión en relación con las zonas verdes urbanas, exigiendo una motivación reforzada a la Administración ante posibles modificaciones o revisiones de planes urbanísticos que las disminuyan o eliminen.

principle. This interpretation of the Supreme Court is aimed at controlling the actions of public authorities in relation to urban green areas, which are considered particularly sensitive areas of the city due to their impact on the citizens' quality of life. This interpretation must be taken up by urban planning professionals (architects, urban planners, geographers, environmentalists, economists, lawyers) as

La ponderación de los intereses generales afectados por el ejercicio de las potestades discrecionales del planificador urbanístico deberá tener presente la vocación de permanencia de las zonas verdes urbanas en el dibujo urbanístico de las ciudades en aplicación del principio de no regresión. Esta interpretación del Tribunal Supremo pretende controlar la actuación de las administraciones públicas en relación con las zonas verdes urbanas, que son consideradas como zonas especialmente sensibles de la ciudad por su incidencia en la calidad de vida de los ciudadanos. Dicha interpretación deberá ser tenida por los profesionales del urbanismo (urbanistas, arquitectos, geógrafos, ambientalistas, economistas, juristas) ya que protege a las zonas verdes urbanas porque forman parte del modelo de urbanismo sostenible y de garantía para la calidad de vida de los ciudadanos.

it protects urban green areas because they form part of the model of sustainable urban development and citizens' guaranteed quality of life.

Notas

1. Sentencia del Tribunal Supremo, de 13 de junio de 2011. RJ 2011/5264. Ponente: Maria Pilar Teso Gamella.
2. Véase, GEIS CARRERAS, G., La ejecución de las sentencias urbanísticas, Ed. Atelier, Barcelona, 2009.
3. LÓPEZ RAMÓN, F. (coord), Observatorio de políticas ambientales 2012, Ed. Aranzadi, Cizur Menor (Navarra), 2010. En el informe anual del Observatorio en políticas ambientales que dirige el profesor López Ramón reflexiona en la introducción general de como la crisis económica constituye una cortada frente a las tendencias regresivas para el medio ambiente.
4. En el mismo sentido, se han pronunciado los legisladores autonómicos. Por ejemplo, el legislador catalán en el artículo 3 del Decreto Legislativo 1/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley de urbanismo y el legislador vasco en el artículo 3 de la Ley 2/2006, de 30 de junio, de suelo y urbanismo.
5. MARTÍN MATEO, M., La gallina de los huevos de cemento, Ed. Thomson Civitas, Cizur Menor (Navarra), 2007, págs. 248.
6. LÓPEZ RAMÓN, F., El principio de no regresión en la desclasificación de los espacios naturales protegidos en el Derecho español, en Revista Aranzadi de derecho ambiental, núm. 20, 2011, págs. 13-27. Se entiende por desclasificación en palabras de LÓPEZ RAMÓN, el cese de los efectos de una declaración de espacio natural protegido. Se distingue de la reclasificación en que ésta consiste en otorgar un régimen protector diferente y más adecuado al espacio.
7. Sobre la discrecionalidad administrativa del planificador urbanístico y las zonas verdes véase el análisis de la profesora Lozano Cutanda, una de las voces más autorizadas en relación con el derecho del medio ambiente. Lozano Cutanda, B., Principio de <standstill> versus discrecionalidad administrativa. Sentencia del Tribunal Supremo de 13 de junio de 2011 (recurso de casación núm. 4045/2009, ponente: María del Pilar Teso Gamella), en Administración y justicia. Un análisis jurisprudencial. Vol. I Liber Amicorum Tomás Ramón Fernández, Thomson, Cizur Menor, 2012.

Notes

1. Judgment of the Supreme Court, on June 13th, 2011. RJ 2011/5264. Rapporteur: Maria Pilar Teso Gamella.
2. See, GEIS CARRERAS, G., La ejecución de las sentencias urbanísticas, Ed. Atelier, Barcelona, 2009.
3. LÓPEZ RAMÓN, F. (coord), Observatorio de políticas ambientales 2012, Ed. Aranzadi, Cizur Menor (Navarra), 2010. In the annual report of the Observatory on environmental policies led by Professor López Ramón, he reflects in the general introduction on how the economic downturn is acting as a cut against regressive trends for the environment.
4. In the same sense, regional legislators have also intervened in the issue. For example, the Catalan legislature in article 3 of the Legislative Decree 1/2010 of 3rd August, which approves the revised text of the law on town planning and the Basque legislature in article 3 of the Law 2/2006 of 30th June, on land and town planning
5. MARTÍN MATEO, M., La gallina de los huevos de cemento, Ed. Thomson Civitas, Cizur Menor (Navarra), 2007, pages. 248.
6. LÓPEZ RAMÓN, F., El principio de no regresión en la desclasificación de los espacios naturales protegidos en el Derecho español, en Revista Aranzadi de derecho ambiental, number. 20, 2011, pages. 13-27. Declassification is understood in the words of López Ramón as the termination of the effects of a declaration of a protected natural area. It is distinguished from reclassification in that it consists in granting a different protective regime, more appropriate to the space.
7. As regards the administrative discretion of the town planner and green areas, see the analysis by Professor Lozano Cutanda, one of the most authoritative voices in terms of environmental law. Lozano Cutanda, B., Principio de <standstill> versus discrecionalidad administrativa. Judgment of the Supreme Court, June 13th, 2011 (cassation appeal No. 4045/2009, rapporteur: María del Pilar Teso Gamella), in Administración y justicia. Un análisis jurisprudencial. Vol. I Liber Amicorum Tomás Ramón Fernández, Thomson, Cizur Menor, 2012.

8. El Tribunal Supremo ha confirmado la Sentencia del Tribunal Superior de Justicia Madrid que anula modificación puntual del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid para la reconstrucción del Palacio de Deportes. La modificación del PGOUM suponía una disminución de las zonas verdes que no se considera motivada. Véase, Sentencia del Tribunal Supremo, de 12 de abril de 2012. Ponente: Eduardo Calvo Rojas. RJ 2012/4465.

9. Véase en este sentido, la Sentencia del Tribunal Supremo, de 30 de septiembre de 2011. Ponente: Rafael Fernández Valverde. RJ 2012/1042.

10. El Consejo de estado ha declarado que el principio de no regresión debe ser respetado, salvo que concurran razones prevalentes de interés público. Dictamen del Consejo de Estado núm. 3297/2002.

11. Véase el análisis que sobre dicho principio realiza Cabello Martínez, G., La aplicación del principio de no regresión en relación con el suelo verde urbano, en Revista de urbanismo y edificación, núm. 25, 2012, págs. 209-218.

8. The Supreme Court has confirmed the Judgment of the Madrid High Court of Justice that cancels out the amendment of the General Town Planning of Madrid Plan for the reconstruction of the Palacio de Deportes sports arena. The amendment of the PGOUM (General Town Planning of Madrid Plan) would have meant a decrease in the green areas that is not considered justifiable. See, Judgment of the Supreme Court, of 12th April, 2012. Rapporteur: Eduardo Calvo Rojas. RJ 2012/4465.

9. Regarding this point, see the Judgment of the Supreme Court, of September 30th, 2011. Rapporteur: Rafael Fernández Valverde. RJ 2012/1042.

10. The State Council has declared that the standstill principle must be respected, unless there are prevalent reasons of public interest. Legal opinion of the State Council No.3297/2002.

11. Regarding this principle, see the analysis conducted by Cabello Martínez, G., The application of the standstill principle in relation to urban green land, in 'Revista de urbanismo y edificación' no. 25, 2012, pages. 209-218.

Jurisprudencia

Sentencia del Tribunal Supremo, de 10 de julio de 2012. RJ 2013/2346. Ponente: Rafael Fernández Valverde.

Sentencia del Tribunal Supremo, de 12 de abril de 2012. Ponente: Eduardo Calvo Rojas. RJ 2012/4465.

Sentencia del Tribunal supremo, de 13 de junio de 2011. RJ 2011/5264. Ponente: María Pilar Teso Gamella.

Sentencia del Tribunal Supremo, de 30 de septiembre de 2011. RJ 2012/1042. Ponente: Rafael Fernández Valverde.

Law reporter

Sentence of the Supreme Court, 10th July, 2012. RJ 2013/2346. Rapporteur: Rafael Fernández Valverde.

Sentence of the Supreme Court, 12th April, 2012. Rapporteur: Eduardo Calvo Rojas. RJ 2012/4465.

Sentence of the Supreme Court, 13th June, 2011. RJ 2011/5264. Rapporteur: María Pilar Teso Gamella.

Sentence of the Supreme Court, 30th September, 2011. RJ 2012/1042. Rapporteur: Rafael Fernández Valverde

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

Cabello Martínez, G., La aplicación del principio de no regresión en relación con el suelo verde urbano, en Revista de urbanismo y edificación, núm. 25, 2012.

Geis Carreras, G., La ejecución de las sentencias urbanísticas, Ed. Atelier, Barcelona, 2009.

Martín Mateo, M., La gallina de los huevos de cemento, Ed. Thomson Civitas, Cizur Menor (Navarra), 2007.

López Ramón, F., El principio de no regresión en la desclasificación de los espacios naturales protegidos en el Derecho español, en Revista Aranzadi de derecho ambiental, núm. 20, 2011.

López Ramón, F. (coord), Observatorio de políticas ambientales 2012, Ed. Aranzadi, Cizur Menor (Navarra), 2012.

López Ramón, F. (coord), Observatorio de políticas ambientales 2012, Ed. Aranzadi, Cizur Menor (Navarra), 2010.

Lozano Cutanda, B., Principio de <standstill> versus discrecionalidad administrativa. Sentencia del Tribunal Supremo de 13 de junio de 2011 (recurso de casación núm. 4045/2009, ponente: María del Pilar Teso Gamella), en Administración y justicia. Un análisis jurisprudencial. Vol. I Liber Amicorum Tomás Ramón Fernández, Thomson, Cizur Menor, 2012.

Gasteizmografia: Mapa Termográfico de las fachadas de Vitoria-Gasteiz

Gasteizmografia: Thermographic Map of the Vitoria-Gasteiz façades

Iker Gómez Iborra¹, Itziar Gorosabel Fernández¹

RESUMEN

Esta comunicación presenta el proyecto de "Gasteizmografia.com, mapa termográfico de las fachadas de Vitoria-Gasteiz". Este trabajo surge de la convocatoria de Subvenciones del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz (a través del CEA), para desarrollar iniciativas ciudadanas Green con el fin de fomentar la participación ciudadana en el año de la European Green Capital. Gasteizmografia es de las 8 propuestas seleccionadas en la iniciativa, y con ello, subvencionada con un 74% sobre el coste subvencionable.

Iker Gómez Iborra, Arquitecto DEA, lanza la propuesta para hacer visible a los ciudadanos el excesivo consumo de energías térmicas de los edificios residenciales de Vitoria-Gasteiz. Para ello, Gasteizmografia.com emplea imágenes termográficas de alta calidad para mostrar las pérdidas de calor de las envolventes de los edificios de viviendas. Visibilizando la excesiva demanda energética de los edificios, así como el enorme coste para conseguir alcanzar el confort higrotérmico en los edificios de Vitoria-Gasteiz. Adicionalmente la pobreza energética también se hace visible.

Aunque no tan vistoso, uno de los apartados más importantes es tratar de señalar y facilitar la renovación de los edificios. Para ello se plantea no sólo en cumplir el CTE; sino en alcanzar estándares de passivhaus o NZEB. Para ello, se hace un estudio de costes de las operaciones necesarias para alcanzar distintos objetivos de consumo, y se plantea la amortización y recuperación de las distintas inversiones según parámetros conservadores.

Para el desarrollo del proyecto cuenta con la inestimable participación y colaboración de Itziar Gorosabel, Arquitecta.

Palabras clave: Termografía, envolvente, energía térmica, puente térmico.

ABSTRACT

This paper presents the project "Gasteizmografia.com thermographic map of Vitoria-Gasteiz".

This research project is one of the selected activities proposed for an open call for citizens' initiatives with the aim to divulgate environmental concerns and activities as a way to celebrate consequently the award of 2012 European Green Capital. This activity is funded with the 74% of it is fundable cost by Vitoria-Gasteiz council through CEA.

Iker Gómez Iborra, Ms Architect and Phd candidate, proposes this project to enlighten the excessive amount of thermal energy consumed by residential buildings of Vitoria-Gasteiz. For that task, Gasteizmografia uses high quality thermography images to show heat losses of building envelopes. So it can be seen (and interpreted) the high energy demand of buildings and the high cost for keeping thermal comfort at dwellings. Additionally energy poverty appears to be seen.

The other main objective is to show and help citizens who are thinking of refurbishment their buildings in order to reduce energy consumption and improve their comfort and quality of life. For that issue we propose that reaching Passivhaus or NZEB (PH/NZEB) standards is better than only achieving actual standards (CTE). To show that issue, we have studied the cost and amortization of the operations of refurbishment involved for reaching any of those different standards.

For the development of the project Iker has the collaboration of Ms. Architect Itziar Gorosabel.

Key words: Thermography, envelope, façade, thermal energy, thermal bridge.

(1) ig karratu, Architecture & RDI, Vitoria-Gasteiz. Contact info: info@igkarratu.com

Objetivos de Gasteizmografia.com

Gasteizmografia.com pretende mostrar el exceso de consumo de energías térmicas de los edificios de Vitoria-Gasteiz. Las imágenes termográficas de las fachadas de edificios permiten a los ciudadanos conocer de un modo sencillo el comportamiento térmico de los edificios.

La interpretación de dichas imágenes permite estimar el flujo de calor entre interior y exterior y con ello conocer el aislamiento térmico. Así se pueden localizar puentes térmicos, observar la falta de estanqueidad al aire de las carpinterías de ventanas, ver filtraciones de agua y humedades, y otras características relacionadas con el calor como las pérdidas por distribución de calefacción. Con ello pretendemos que los ciudadanos se pregunten porqué los edificios funcionan así y qué se puede hacer para mejorarlos.

Así esperamos que el ciudadano reaccione y haga algo para ahorrar energías y dinero mejorando el confort higrotérmico en los edificios.

Para ello hemos preparado información que muestra las opciones que pueden llevarse a cabo para mejorar y transformar los edificios según diferentes estándares de consumo de energías. Esta información contiene una breve descripción de las operaciones, el coste, las ayudas y subvenciones así como la amortización de la inversión debido al ahorro.

Objectives of Gasteizmografia.com

Gasteizmografia.com pretends to disclose the excessive thermal energy consumed by buildings in Vitoria-Gasteiz. Thermographic images of the façades of the buildings can be effective for citizens to see and understand how heat losses happens.

Interpretation of thermal images let us know easily thermal fluxes, so we can estimate thermal isolation. So we can see thermal bridges, lack of tightness on windows, water or humidity leakages, and other thermal related characteristics like heating distribution losses. Then we pretend citizen to ask why buildings are like this and what can be done to improve them.

So we expect citizen to react and do something to save energy and money while improving thermal comfort in buildings.

According to that we have prepared some information to show which options can be taken to improve and transform buildings to different energy demand standards. This information compiles a brief description of what can be done, the costs involved, the economic funding or help, and the amortization period due to the savings.

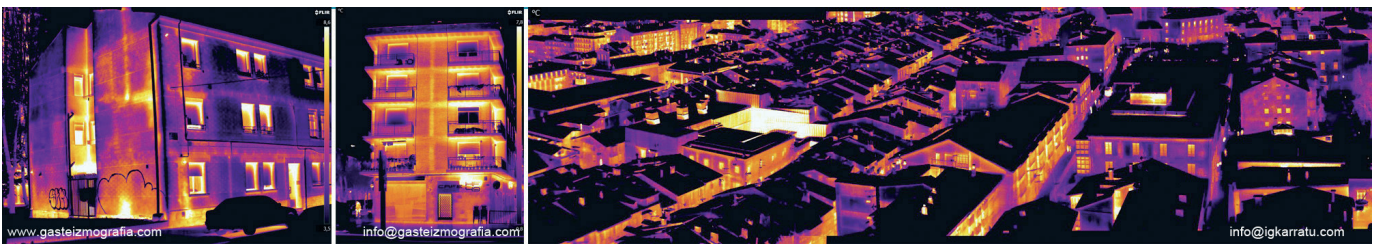
So in deed the main objective of Gasteizmografia is to start motivating citizens to refurbish and transform their buildings into passivhaus or NZEB standards (or at least prepared for).

Fig. 1: Termografías del barrio de Adurza (años 70) y termografía del Casco Viejo de Vitoria-Gasteiz tomada desde la torre de la catedral de Sta. Maria

Fuente: Iker Gómez Iborra (IG KARRATU) y Xabier Sáenz de Castillo (PREST STA) (2013)

Thermographic view of Adurza (60-70's) Neighbourhood and view of Vitoria-Gasteiz's medieval Town from the tower of St Maria old Cathedral.

Source: Iker Gómez Iborra (IG KARRATU) y Xabier Sáenz de Castillo (PREST STA) (2013)



En conjunto, el principal objetivo de www.gasteizmografia.com es actuar de revulsivo para motivar a la rehabilitación energética de los edificios de Vitoria-Gasteiz y su transformación a edificios de consumo casi 0 (NZEB), Passivhaus (PH) o que al menos estén preparados para cumplir dicho estándar con pocas operaciones adicionales.

Gasteizmografia en números

Para el desarrollo del proyecto de [gasteizmografia](http://www.gasteizmografia.com) se han realizado cerca de 10.000 termografías que han servido para componer unas 1.500 imágenes. Por su calidad divulgativa, más de 300 se han seleccionado, editado, y posicionado en un mapa accesible en nuestra web (www.gasteizmografia.com)

Hemos usado 3 equipos termográficos, uno alquilado a Gimateg y las otras 2 como parte de la colaboración con Xabier Sáenz de Castillo de Prest STA (Servicios Termográficos aéreos).

El equipo alquilado a GIMATEG es TESTO 890-2 con resolución de 640x320 (+Super Resolución: 1280x640px) y matriz de 3x3. Lentes de 15° y 42°. Dispusimos de medidor de humedad y temperatura externo. Agradecemos el esfuerzo a GIMATEG por habernos dejarnos la cámara otra semana más, debido a las condiciones climáticas, sin coste añadido.

Las dos cámaras de Prest STA son FLIR P660 (640x320px) y FLIR T400 (320x240px). La primera ha sido usada para

Gasteizmografia in numbers

To develop this project we have made near 10,000 thermal pictures which have been useful to obtain 1,500 images. More than 300 have been selected, edited and map positioned so they can be found through our web (www.gasteizmografia.com)

We have used three different thermographic camera sets one rented from Gimateg and two as a collaboration with Xabier Sáenz de Castillo from Prest STA thermographic Aerial services.

The rented one from GIMATEG was the TESTO 890-2 with a resolution of 640x320 and Super Resolution interpolation (1280x640px) and 3x3 Matrix. Lenses used were 15° and 42°. We had a humidity and temperature sensor. We have to thank GIMATEG because due to the weather they lend us the camera for another week without cost.

The two camera sets from Prest STA have been a FLIR P660 (640x320px) and FLIR T400 (320x240px). The first one has been used mainly in aerial thermography attached using a trapped helium Zeppelin. The second one has been used to seek for emissivities and to learn and train how to thermograph.

At this moment we don't know of any international project that have used as many thermal images. Due to the number and quality of images and the decision to make them public and open we think that this is an original project.

las tomas aéreas gracias a un dirigible cautivo relleno de Helio y las termografías realizadas por Xabi. La segunda se ha usado para buscar las emisividades y para aprender y ensayar con las termografías.

En este momento desconocemos si se ha llevado a cabo proyecto similar en el ámbito internacional por lo que pensamos que debido al número de imágenes, su calidad, y la divulgación pública ésta pueda ser una investigación original.



Condiciones durante la toma de imágenes termográficas

La toma de imágenes termográficas requiere unas condiciones ambientales determinadas para que sirvan a una utilidad científica.

Dentro de las normas relevantes encontramos la ASTM C1060-11a o la ISO6781, los códigos de práctica de la UKTA, o literatura de AETIR, y de los fabricantes como TESTO u otros.

En ellas se recomienda entre otras que la radiación solar esté bajo control, tampoco debe haber excesivo viento. Los cuerpos termografiados deben estar secos y térmicamente estables. La diferencia de temperatura debe ser superior a los 10°C. En caso contrario podremos obtener una bonitas imágenes que no representarán fielmente el comportamiento térmico de las envolventes. Si está lloviendo o nevando las imágenes ni siquiera serán bonitas, pues se ven borrosas y la lluvia o nieve homogeneiza las temperaturas mostrándolas más frías. El viento dispersa el calor con lo que los puentes térmicos no se ven con claridad.

Las condiciones climatológicas de Vitoria-Gasteiz han sido factor clave, ya que limitaron el tiempo de trabajo. De hecho, sobre el equipo de alquiler (del 11 al 31 de Enero) sólo se pudo usar la cámara en torno a unos 5 días, de los cuales creemos que quizás uno haya podido entrar según parámetros.

Conditions during the thermographic imaging

Thermographic imaging requires certain weather conditions for been useful for a scientific usage.

Within the actual standards we find ASTM C1060-11a or ISO6781, UKTA practice code, or literature made by AETIR and thermal equipment manufactures such as Testo or others.

In those literature it is recommended that solar radiation must be controlled and that cannot be an excessive wind or that façades must be dry and thermal stabilized. Temperature difference within indoor-outdoor should be more than 10°C. If not possible we would take some beauty pictures, which wont be loyal to thermal behaviour of envelopes. If it is raining, or snowing, nor beauty can be achieved in the images, because image is fuzzy and rain, or snow, homogenizes and make colder the temperature of the façades. Wind disperses energy so thermal hot spots cannot be seen so clearly.

Weather conditions have been key to this project because not many days have been useful for thermal imaging. In fact the camera was rented from January 11- to 31 and we could only use it for 5 days, and we think that only for one of those could fit the standards.

Understanding Thermographies for buildings

Thermographic images show infrared radiation emitted by surfaces, so we can know emitted temperature and understand real temperature and thermal fluxes. Thermography is a very useful technique in building and in other fields.

For a correct interpretation in building science these images must be adjusted according to the temperature and humidity of the air, emissivity of surfaces, distance, solar

Fig. 2: Termografías de los barrios de Gazalbide y Txagorritxu de Vitoria-Gasteiz.

Fuente: Iker Gómez Iborra (2013)

Thermographies of Gazalbide and Txagorritxu Neighbourhoods (70' s).

Source: Iker Gómez Iborra (2013)

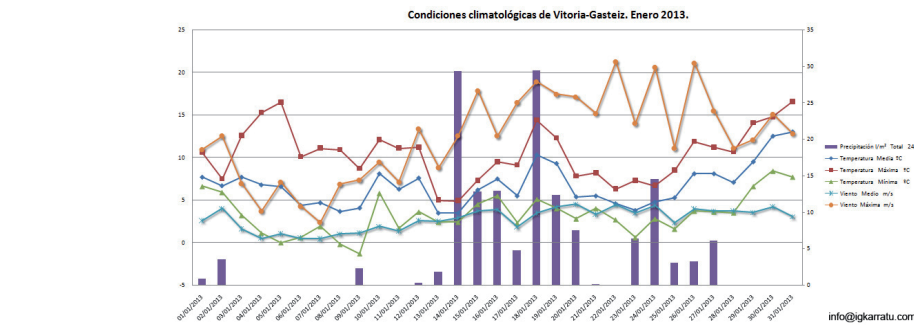


Fig. 3: Condiciones meteorológicas de Vitoria-Gasteiz; enero 2013.

Fuente: Datos obtenidos de la estación meteorológica C040 Vitoria-Gasteiz. www.euskalmet.euskadi.net

Vitoria-Gasteiz. weather conditions, January 2013

Source: data obtained from C040 weather station, Vitoria-Gasteiz. www.euskalmet.euskadi.net

Comprendiendo las termografías en edificación

Las termografías muestran la radiación infrarroja emitida por las superficies, lo que nos permite conocer la temperatura emitida de las superficies y comprender las temperaturas reales y los flujos de calor. La termografía es una técnica muy útil en edificación y en otros campos.

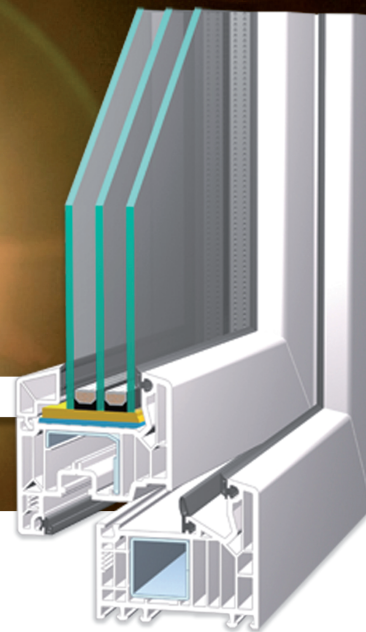
radiation, and last but not least, reflected radiation. Then, temperature if the surfaces can be seen so energy fluxes can be understood and heat (money) losses can be seen.

It is necessary to explain the importance of reflected radiation (or reflected temperature). i.e. windows and metal sheets are like mirrors for infrared. So we cannot thermography their temperature but the temperature from

SOFTLINE 82

“Tenemos las mejores vistas hacia el futuro”

Sistema certificado para casa pasiva



Ahora, ¡es fácil ahorrar energía!

Con el nuevo sistema de perfiles de PVC **SOFTLINE 82** de VEKA, disfrute ahora de la ventana del mañana.

- ✓ **Ahorro** en costes de **calefacción y aire acondicionado** - Día tras día, año tras año.
- ✓ **Menos** emisiones de **CO₂** - Ayudando a proteger el medioambiente.
- ✓ **Confort** en su vivienda - Fresco en verano y cálido en invierno.

¡Consúltenos!

www.veka.es / 902 16 10 10



Perfil de Calidad
★★★★★★

El Grupo VEKA es el mayor extrusor y líder mundial dedicado exclusivamente al diseño, y desarrollo de perfiles de PVC para carpintería exterior. Con sede principal en Alemania, y avalada por sus más de 40 años de experiencia, VEKA está presente en 4 continentes, a través de sus 26 filiales y sus 16 plantas de fabricación en el mundo y opera en más de 80 mercados.

La filial para España y Portugal, Vekaplast Ibérica, cuenta con una planta de extrusión de perfiles de PVC ubicada en Burgos, con más de 14.000m² de instalaciones. Con esta infraestructura, VEKA desarrolla en la Península sistemas de perfiles de PVC, que dan respuesta a las necesidades de carpintería de cualquier proyecto: sistemas practicables y deslizantes, sistemas de control solar tipo capialzado, mallorquinas y contraventanas, perfiles complementarios y placas.

Sistemas certificados para Casa Pasiva, como SOFTLINE 82, garantizando valores y clasificaciones máximas respecto a la Normativa actual, que permiten reducir el gasto energético a la vez que obtener ambientes cálidos y confortables. Nuestra respuesta a las cada vez más exigentes demandas del mercado en cuanto a prestaciones de aislamiento térmico y acústico se refiere.

Una apuesta por la sostenibilidad, y el ahorro energético, a través de la creación de sistemas de ventanas que mejoren la calidad de vida de las personas, con las máximas prestaciones térmicas y acústicas y bajo la premisa del máximo respeto medioambiental.

El compromiso voluntario de conservación medioambiental, se centra en dos aspectos: la adaptación de los procesos de fabricación para lograr una reducción del consumo de materias primas y energía en la fabricación, y la posterior reutilización a través de plantas de reciclaje con tecnología propia, con capacidad de reciclar hasta 30 toneladas de ventanas de PVC por hora.

VEKA consciente de su responsabilidad medioambiental, ha puesto los medios para cerrar el ciclo de vida de las ventanas fabricadas con sus sistemas. En 1993 la compañía puso en marcha la instalación de reciclaje de ventanas de PVC más grande y moderna de Europa en Behringen/Turingia (Alemania), convirtiéndose así en la primera empresa del sector con instalaciones propias para la recuperación integral y ecológica de la ventana de PVC en su etapa de post consumo. Posteriormente dos nuevas plantas de reciclaje en Gran Bretaña y Francia, dan muestra de la conciencia ecológica de la compañía.

Más información: www.veka.es

Para una correcta interpretación de las imágenes deben ajustarse con la temperatura y humedad ambiente, la emisividad de los materiales retratados, la distancia a los mismos, la radiación solar incidente y la temperatura reflejada. Entonces, se puede ver la temperatura real de las superficies, e interpretarse los flujos térmicos, viendo cómo el edificio pierde calor y dinero.

Conocer la radiación (temperatura) reflejada es fundamental. Por ejemplo los vidrios y láminas metálicas funcionan como un espejo para el infrarrojo; mostrando la temperatura no de ellos mismos sino de su reflejo. A veces es el cielo despejado (-40/-50°C aprox) el que se refleja, haciendo que la superficie parezca mucho más fría de lo que en realidad está. De modo similar sucede al termografiar cubiertas y fachadas a la vez: las cubiertas generalmente reflejan el cielo (-40/-50°C) cuando las fachadas se reflejan entre sí (0/5°C). Por ello las cubiertas aparecen mucho más frías que las fachadas; aunque no sea así.

De todos modos, las mismas imágenes radiométricas pueden ajustarse para reducir el impacto del reflejo en las cubiertas aunque entonces las fachadas no se verían correctamente con esos ajustes.

the reflection on them. Some times sky is being reflected on them so a temperature of -40°C is being reflected, making them appear as really cold while they are not. For similar reasons the same happens when thermographing roofs and façades at the same time: roofs generally are reflecting sky temperature so they seem much more cooler than façades while they are not.

Nevertheless, the same radiometric image can be adjusted to reduce the impact of reflection on roofs; but façades wont be shown properly with those adjustments.

Poor thermal resistance, lack of tightness, thermal bridges and by-passes as an explanation for heat losses

It is remarkable that it is known that building quality in Vitoria-Gasteiz has been superior to cold cities from Spain. Nevertheless heat losses keep showing through envelopes.

In some buildings from 60's, 70's and 80's, thermal isolation was some times doubled from what standard obliged (i.e. from 3 to 6 cm or more) but in new quarters, standard seemed the limit. So we can find buildings before CT-79 with less heat losses than new ones.

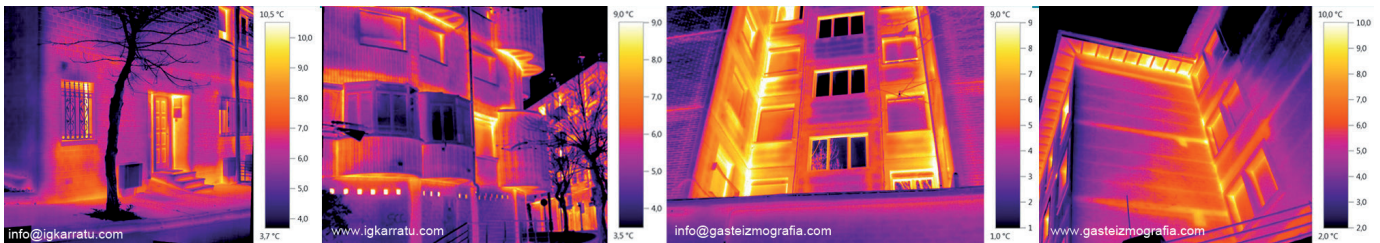


Fig. 4: Termografías de los barrios de Abetxuko (60's) y Adurza de Vitoria-Gasteiz.

Fuente: Iker Gómez Iborra and Itziar Gorosabel (ig karratu, 2013)

Thermographic images of Abetxuko (60's) and Adurza.

Source: Iker Gómez Iborra and Itziar Gorosabel (ig karratu, 2013)

Reducido aislamiento térmico, falta de estanqueidad y puentes y baipases térmicos como explicación de las pérdidas de calor

Es necesarios recordar que la calidad de los edificios de Vitoria-Gasteiz ha estado por encima de la de las ciudades frías españolas. De cualquier modo mucho calor sigue escapando por las envolventes.

En algunos edificios de los años 60, 70, 80 el aislamiento térmico a veces era el doble de lo que la norma obligaba (por ejemplo, de 3cm a 6cm o más). En ciertas actuaciones recientes parece que la norma establece el límite superior no el inferior. Con lo que podemos encontrar edificios anteriores al CT-79 que funcionan mejor que los del CTE.

La mayoría de los edificios que disponen de cámara de aire en el interior están influenciados por fenómenos de baipás térmico. Puentes térmicos y falta de estanqueidad en la cámara dan lugar a enormes pérdidas de calor; y la fachada se aprecia más fría de lo que debería estar si el sistema aislante funcionase correctamente. Esto no quiere decir que se estén ahorrando energías sino todo lo contrario.

A pesar de que desde hace más de 30 años existen sistemas y técnicas para evitar la mayor parte de los

Many buildings based on cavity walls are influenced by thermal by-pass phenomena. Thermal bridges and lack of tightness within its cavity make great energy losses so external wall look colder than it should be if system would work properly. This doesn't mean that energy is being saved, but the opposite.

Even if for more than 30 years there have been systems and techniques to avoid most thermal bridges that can happen in a building none of them have been being used frequently, not even in new buildings.

Due to thermal bridges and by-passes real U-value of envelopes can be up to 3 or 4 times higher than theoretical.

Energies, thermal comfort and energy poverty

The observation and interpretation of these thermographies have shown us a curious worrying phenomena related with façade emitted temperatures.

With an outdoor air temperature near 5°C many façades showed a temperature of 14-16°C. This means that those façades don't have thermal isolation, (or it doesn't work properly).

Fig. 5: Imágenes termográficas del barrio de nueva construcción Zabalzana de Vitoria-Gasteiz: torres de fachada ventilada de GRC y puente térmico con edificio. Fuente: Iker Gómez Iborra and Itziar Gorosabel (ig karratu 2013)

Thermographies of Zabalzana -quarter in Vitoria-Gasteiz: GRC envelope towers and thermal bridge with building. Source: Iker Gómez Iborra and Itziar Gorosabel (ig karratu 2013)



puentes térmicos constructivos ninguno de ellos ha sido usado habitualmente; ni siquiera en los edificios nuevos.

Debido a los baipases y puentes térmicos el valor real de la transmitancia de las envolventes (U) puede ser 3 o 4 veces superior al teórico.

Energías, confort térmico y pobreza energética

La observación e interpretación de las termografías muestran un fenómeno curioso, relacionado con las temperaturas emitidas de las fachadas, y que resulta preocupante.

Con una temperatura de aire exterior cerca de los 5°C, bastantes fachadas muestran una temperatura de 14-16°C, lo que implica que las fachadas no contienen aislamiento térmico (o no funciona correctamente).

Estas viviendas consumen una gran cantidad de energía y recursos fósiles para poder mantener esos flujos térmicos, y con ello conseguir un equilibrio térmico que permita algo similar al confort higrotérmico. Y esto resulta casi imposible debido a la asimetría radiante en la habitación. No obstante estas viviendas aún pueden pagar, a día de hoy, las energías térmicas de calefacción (estimamos hasta los 1.800-2.000 €/año).

Pero es más preocupante ver que multitud de viviendas disponen de una temperatura de fachada muy por debajo de la necesaria para obtener algo parecido al confort. Esto se percibe de modo muy claro cuando en un edificio aparece una vivienda con una temperatura muy superior al resto (unos pueden pagar la calefacción pero otros no).

Según estudios sobre pobreza energética durante el periodo 2006-2010, cerca de un 9% de familias en España emplean más del 10% de sus ingresos en energías para el confort térmico (aunque no lleguen a alcanzarlo). En Euskadi el porcentaje baja al 5% mientras en Navarra se encuentra en el 12%. Por ello estimamos que en Vitoria-Gasteiz puede estar cerca del 8%.

De todas maneras las termografías sugieren que si asociásemos al coste necesario para alcanzar un confort higrotérmico básico la pobreza energética en Vitoria-Gasteiz podría subir al 15% o más.

Vivir sin confort higrotérmico es insalubre y reduce la esperanza de vida.

Para reducir la pobreza energética sugerimos transformar los edificios en NZEB (o passivhaus standard).

El parque residencial en Vitoria-Gasteiz y el potencial de transformación de los edificios para el ahorro de energías: CTE o PH/NZEB

Según los datos del EUSTAT (2010), en Vitoria-Gasteiz hay 107.024 viviendas, agrupadas en unos 13.632 edificios. Unas 14.850 viviendas están desocupadas (sin consumo de agua).

La vivienda media es de unos 85m² útiles 5 habitaciones (3 dormitorios). Y con una edad de 39 años, con lo que no ha tenido la obligación de cumplir las normativa de ahorro de energías CT-76 o CT-79. Con lo que puede que no incorporen aislamiento térmico.

Según un estudio del EVE, (Ente Vasco de la Energía), el consumo de energía por hogar en Euskadi supone un gasto de 1.000€ anuales. Si tenemos en cuenta las viviendas

Those dwellings are consuming a lot of thermal energy and fossil fuel to keep indoor and outdoor thermally balanced in order to obtain something similar to thermal comfort. And that comfort is almost impossible to obtain due to asymmetry radiation inside the room. Nevertheless these dwellings still can afford that heating energy, that can cost up to 1.800-2.000€/year per dwelling.

It is more worrying to know that, as seen in thermographies, many dwellings show a temperature below the temperature needed to reach some thermal comfort. That can be seen easily when in the same building there are zones with a really higher temperature than the others (someone can afford heating but the others not).

According to studies about energy poverty (2006-2010), nearly a 9% of families in Spain uses more than 10% of their income to pay energy for thermal comfort (although they could not reach it). In the Basque country it is nearly a 5% and in Navarra about 12%. So we estimate that Vitoria-Gasteiz will be near 8%.

Nevertheless thermographic images suggest that if we study the cost of the energy needed to reach thermal comfort (not the energy consumed), energy poverty in Vitoria-Gasteiz could rise up to 15% or more.

Living with no thermal comfort is unhealthy and reduces life expectancy.

In order to reduce energy poverty we suggest to transform buildings gradually to reach NZEB or passivhaus standard.

Residential buildings and transformation potential for saving energies; CTE or PH/NZEB

According to EUSTAT (2010), in Vitoria-Gasteiz, there are 107,024 dwellings, distributed in 13,632 buildings. About 14,850 dwellings are empty (no water is being used).

Average dwelling in Vitoria-Gasteiz is about 85m², 5 rooms (3 bedrooms) and with an average age of 39 years so it has not fulfilled thermal standards like CT-76 or CT-79. So it can be possible for them not to have thermal isolation.

According to EVE (Ente Vasco de la Energía), home energy cost in Basque country is about 1.000 €/dwelling•year. If we quit the number of dwellings that are empty and we focus on what happens in a weather like Vitoria-Gasteiz we could say that approx 700€/year dwelling are used to pay heating energy.

According to other previous studies carried by the author of this communication (while working for Sarkis Lagunketa group) almost 8.900 kWh/dwelling•year are used to reach thermal comfort due to energy losses through envelopes, that means about 500-900€ per year & dwelling depending on energy cost. And we can reduce more than a 70% of that energy consumption.

The potential for saving energy in Vitoria-Gasteiz is high, so in Gasteizmografia we think that this whole potential should be achieved, and that is the other main objective of this project: to show that transformation can be possible.

So we have prepared some economic studies which deal with the cost of refurbishment operations in order to reach different standards according to the energy used per m². More money invested means less energy used.

Standards go from A+ (PH/NZEB: 15 kw•h/m²•year) to D (strictly CTE standard: 110 kw•h/m²•year) or not doing anything (250-300 kw•h/m²•year).

Data to calculate pay back of investment is conservative:

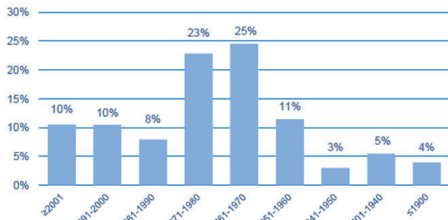


Figura 5. Distribución de las viviendas vascas según año de construcción Fuente: EVE a partir de EUSTAT. Estadística de Población y Vivienda, 2006 y Estadística Municipal de Viviendas, 2009

Fig. 6: Estado y distribución de las viviendas de Euskadi según su año de construcción y evolución de la factura energética del sector residencial vasco.

Fuente: EVE a partir del Dpto. Vivienda, Obras Públicas y Transporte (Censo 2001) y de EUSTAT.

Dwellings at Euskadi, age and energy costs distribution in residential sector

Source: EVE a partir del Dpto. Vivienda, Obras Públicas y Transporte (Censo 2001) y de EUSTAT.

vacías y el porcentaje de energías dedicado a calefacción podemos hablar que en Vitoria-Gasteiz, de media, se están dedicando al año unos 700€ en combustibles para calefacción.

Según estudios precedentes realizados por el autor de esta comunicación para la constructora Sarkis-Lagunketa alrededor de 8,900kw•h anuales se pierden por las envolventes de cada vivienda. Lo que representa un gasto de 500 a 900€ dependiendo del coste del combustible. Y con una rehabilitación con cierta ambición podemos transformar ese consumo en más del 70%.

El potencial de ahorro de energías térmicas de los edificios de Vitoria-Gasteiz es alto. En Gasteizmografía creemos que debemos sacar adelante todo el potencial de ahorro; y ese es el otro objetivo principal del proyecto: mostrar que la transformación es posible.

Por lo que hemos preparado una serie de estudios económicos que tanta del coste de las operaciones de mejora de los edificios en relación al estándar del consumo a alcanzar por m² y año. A más dinero invertido menor consumo)

Los estándares van desde la A+ (PH/NZEB: 15 kw•h/m²•año) hasta la D (cumplir de modo estricto el CTE: 110 kw•h/m²•año) o no hacer nada (250-300 kw•h/m²•año).

Los datos de partida para calcular las amortizaciones son conservadores:

- Vivienda de 39 años de edad 3 habitaciones y 80-90m²
- El coste de las operaciones para una calidad media alta con márgenes de error para la innovación y un +2% para futura operaciones de I+D+i; los costes incluyen la actualización de ciertos aspectos del sistema de calefacción y agua caliente, (en ciertos casos aprovechamiento termosolar). Con el tiempo y en operaciones a gran escala el coste podrá reducirse un 5-10%. Reducir el coste más puede llevarnos a empeorar la calidad y no alcanzar los objetivos de ahorro.
- El 25% del coste se subvenciona y el otro 75% se somete a un crédito con un interés del 7% (recomendación de María de Pablo de Triodos Bank).
- Gas natural como energía de partida ("barata"). Incremento del coste del 5% interanual.

Es necesario recordar que el coste de las operaciones depende de muchos factores y que cada caso real se debe estudiar en profundidad. El objetivo de este apartado es facilitar que el ciudadano comprenda las operaciones necesarias y el coste así como el retorno de la inversión (sin engañosos números atractivos que atraigan clientes potenciales).

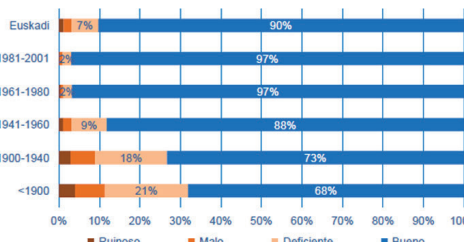


Figura 7. Estado de los edificios residenciales vascos según antigüedad Fuente: Dpto. Vivienda, Obras Públicas y Transportes. Censo 2001

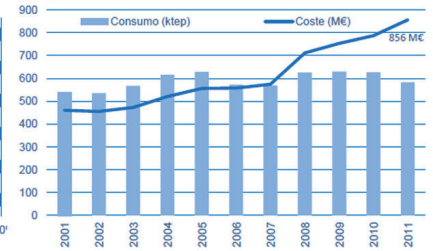


Figura 29. Evolución de la factura energética del sector residencial vasco Fuente: EVE

- Average 39 year old, 3 bedroom and 80-90m² dwelling.
- Cost of operations for a medium high standard quality level with margin errors for innovation and a +2% for future R&D operations (including improving for heating and hot water systems, and in some cases solar gains). Within some time and in big operations these prices could get 5-10% lower. Reducing more these prices could lead us to a worse quality and consequently not reaching the objectives.
- 25% of the operation is funded and a credit is asked for

REPARTO DE LA ENERGÍA TÉRMICA CONSUMIDA Y AHORRO A CONSEGUIR RESULTADO ESTUDIO VITORIA-GASTEIZ

energía consumida 1 vivienda/año ≈ 10.478kw•h ≈ 1.060 litros gasoil

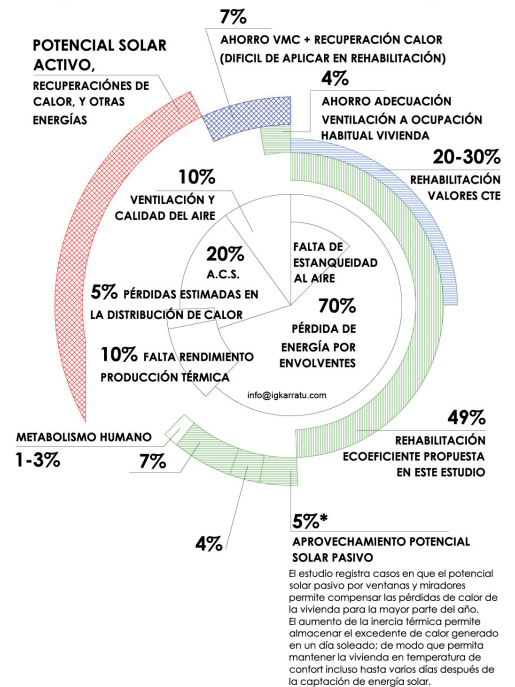


Fig. 7: Reparto de la energía térmica consumida y ahorro a conseguir. Resultado estudio Vitoria-Gasteiz.

Fuente: Iker Gómez Iborra (para el grupo SLK). Poster resumen publicado para el CONAMA 2010.

Thermal energy used on dwellings and saving potentials in Vitoria-Gasteiz

Source: Iker Gómez Iborra (at Sarkis-Lagunketa gr.) Poster publish for CONAMA 2010.

the rest at a 7% of interest rate (As Maria de Pablo from Triodos bank recommends).

- Natural gas as starting energy ("cheap"), cost rising 5% annually.

It is necessary to remember that cost of operations depend on many factors and each real case should be studied specifically. The objective of this section is to make an approach for citizens to let them know about refurbishment operations costs and pay back of the average dwelling (without cheating to attract interest).

viviendas de muy bajo consumo de energías, PH/NZEB.

- En caso de no poder completar dichos estándares se debe garantizar estanqueidad, aislamiento térmico y características de las ventanas para alcanzar más adelante un estándar PH/NZEB.
- Se puede encontrar más información en www.gasteizmografia.com y las redes sociales.

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

Pobreza energética en España. Potencial de generación de empleo derivado de la rehabilitación energética de viviendas.

ACA. Asociación de Ciencias Ambientales (2012)

http://www.cienciasambientales.org.es/docpublico/replex/Estudio_pobreza/REPEX_Estudio_Pobreza_Energetica_ACA.pdf

Tackling Fuel Poverty in Europe. Recommendations Guide for Policy Makers

EPEE- European fuel Poverty and Energy Efficiency

http://www.fuel-poverty.org/files/WP5_D15_EN.pdf

Claves energéticas del sector doméstico en Euskadi

EVE. Ente Vasco de la Energía (Marzo 2013)

<http://www.eve.es/CMSPages/GetFile.aspx?guid=811a11e1-68b6-4862-a680-804e3e729406>

Atlas de radiación solar del País Vasco. División de investigación y recursos.

EVE. Ente Vasco de la Energía (Junio 1999)

<http://www.eve.es/CMSPages/GetFile.aspx?guid=0bacc814-bb5f-4f09-8906-904838d2647b>

Estudio sobre la edificación Eco-eficiente para la envolvente de los edificios residenciales de Vitoria-Gasteiz

GÓMEZ IBORRA, Iker, Arquitecto D.E.A. (CONAMA 2011)

<http://gasteizmografia.com/wp-content/uploads/2013/01/CONAMA-2011-CARTEL-IKER-GOMEZ-IBORRA-REHAB-ECOEFICIENTE.pdf>

Estadística Municipal de Viviendas.

http://www.eustat.es/estadisticas/tema_274/opt_1/ti_Estadistica_municipal_de_Viviendas/temas.html#axzz2UrLiByPD

Censo de edificios y locales - CEL.

http://www.eustat.es/document/censo_edif_y_locales_c.asp#axzz2UrLiByPD

EUSTAT. Instituto Vasco de la Estadística.

POLIS- Identification and Mobilization of Solar Potentials via Local Strategies (IEE/08/603/SI2.529237)

Universidad politécnica de Madrid

<http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/17/66/31766.pdf>

Guía de rehabilitación energética de edificios de Viviendas.

Fenercom. Fundación de la energía de la comunidad de Madrid (2008)

<http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-rehabilitacion-energetica-de-edificios-de-viviendas-fenercom.pdf>

Termography: Thermalimager pocketguide. Teoría, aplicación práctica, consejos y trucos.

TESTO AG (Septiembre 2008)

http://www.testosites.de/export/sites/default/thermalimaging/es_ES/local_downloads/testo_thermalimager_pocketguide.pdf

Pérdidas de calor y formación de condensaciones en los puentes térmicos de los edificios

María Inés Díaz Regodón y José Antonio Tenorio Ríos. instituto eduardo torroja de ciencias de la construcción

http://digital.csic.es/bitstream/10261/5864/1/Diaz_Regodon_IETCC.pdf

Inspección termográfica de la envolvente del edificio mediante UAVs. S. Melgosa, C. Bernabéu. Congreso E4R

http://www.e4rproject.eu/images/docs/presentaciones/Inspeccion_termografica_envolvente_edificio_mediante_UAVs.pdf

La termografía Infrarroja en la evaluación de la eficiencia energética en edificación Miguel Angel Carrera. Congreso E4R

http://www.e4rproject.eu/images/docs/presentaciones/termografa_infrarroja_evaluacin_eficiencia_energetica_edificacin.pdf

Thermography Code of Practice Number 1 Building Thermography. UKTA.

<http://www.ukta.org/documents/COP1UKTACodeofPractice-Buildings-ThermographyV1.9.pdf>

Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible.F. Javier Neila Gonzalez ed. Munilla-Ileria (2004)

La Industrialización de la Edificación de Viviendas. Tomo 1: Sistemas. Alfonso del Águila García Ed. Mairera. (2006)

La Industrialización de la Edificación de Viviendas. Tomo 2: Componentes. . Alfonso del Águila García Ed. Mairera. (2006)

Mejora de las prestaciones térmicas de una vivienda dentro de un edificio de los años 80 con fachada protegida en Vitoria-Gasteiz; un ejemplo

Improving thermal behaviour of a dwelling from a protected façade 80's building Vitoria-Gasteiz; a case study

Iker Gómez Iborra¹

RESUMEN

Esta ponencia muestra la rehabilitación energética por el interior de una vivienda que se encuentra dentro de la "manzana de Ajuria" un conjunto residencial colectivo de los años 80, catalogado y protegido de Vitoria-Gasteiz al ser una de las grandes obras de Jose Antonio Coderch.

Previo a la rehabilitación la vivienda tenía muchas pérdidas de calor, contenía numerosos puentes térmicos tanto geométricos como constructivos, así como baipases térmicos y falta de estanqueidad en ventanas y juntas. La demanda de calor de la vivienda era grande y el confort térmico difícil.

La obra permite conocer el sistema aislante previo, sus particularidades técnicas, y las patologías y problemas relacionados con éste sistema de envolvente con cámara de aire por el interior.

A partir de una reforma sencilla y "habitual" (cambiar ventanas, baños y cocina e incluir terrazas), se desarrolla una operación de rehabilitación que persigue convertir la vivienda en una vivienda de bajo consumo.

Para ello se diseña, desarrolla y monta un sistema aislante térmico por el interior, industrializado, de fácil montaje, que minimiza los puentes térmicos, y con una transmitancia entre 0,18-0,22W/m²•K.

La autoconstrucción como sistema de ejecución permite conocer mejorar y reelaborar rápidamente los puntos y encuentros que han presentado problemas y que deberán trabajarse para futuras obras.

Tras dos inviernos de uso, se mostrará la evolución del consumo de energías y la mejora de confort.

Palabras clave: Fachada, baipás térmico, rehabilitación, SATI, industrialización.

ABSTRACT

This paper shows the refurbishment of a dwelling which belongs to a quarter called "manzana de Ajuria" in Vitoria-Gasteiz who was built in the 1980's. The façades of this quarter are protected because of being a whole quarter designed by Jose Antonio Coderch.

Before the refurbishment there were great amount of energy losses due to a lot of geometric and constructive thermal bridges, thermal bypasses and a lack of tightness on windows and joints. Thermal comfort was expensive and hard to reach.

The refurbishment let us see the previous isolation system, its technical particularities and the problems related to these kind of façades with the air cavity in the warm place.

Starting from a conventional refurbishment (change windows, bathroom and kitchen and insert indoor balconies in the living space) we develop a refurbishment operation which tries to transform the dwelling into a low energy one.

To reach that objective in an evolution way an industrialized, easy to build, ITICS is designed, developed and mounted trying to reach a U-value between 0,18-0,22 W/m²•K.

Self building as the way to get this refurbishment done allows us to know, improve and reelaborate quickly the designs aspects and joints that have been difficult to build and should be worked for next operations.

After two winters using the refurbished home, the paper will show energy savings and the improving of thermal comfort.

Key words: Façade, thermal by pass, refurbishment, ITICS, industrialized

(1) ig karratu, Architecture & RDI, Vitoria-Gasteiz. Contact info: info@igkarratu.com

Introducción

La I+D+i en Arquitectura y edificación no puede ser sólo teorizar, no puede estar tan distanciada de la realidad.

A veces es recomendable "mancharse las manos" de vez en cuando y llevar a cabo los sistemas propuestos. Así aprendemos y evolucionamos las propuestas.

Edificio, vivienda y adecuación climática

La vivienda se encuentra en Vitoria-Gasteiz, en el B° de San Martín, en la manzana de Ajuria.

Es una obra de Jose Antonio Coderch, y está en sintonía con su trayectoria en edificios residenciales.

La mayor parte de la manzana se construye en los años 80. Las fachadas se encuentran catalogadas y protegidas por las ordenanzas municipales.

Coderch emplea las diagonales para amplificar el espacio y reducir distribuciones.

El índice de compacidad se reduce y las diagonales llevan a la esquina los huecos; lo que aumenta las pérdidas de calor:

- Puente térmico geométrico y constructivo.
- Aumento de la presión del viento en elementos de baja estanqueidad al aire.

Lo que es una genial estrategia bioclimática de adaptación al clima mediterráneo cálido (Barcelona) se convierte en un problema en la fría realidad climática de Vitoria-Gasteiz: excesivo consumo de energías y un difícil confort térmico.

Desde un punto de vista técnico-económico, en la actualidad, la configuración de carpintería en esquina con múltiples aristas resulta casi imposible de llevar a cabo. Por lo que

Introduction

Rdi in Architecture cannot just be theoretical operations, it cannot be so distanced from reality.

Sometimes its recommendable to work with our own means to build these self designed systems, so it becomes easier to learn and evolve proposals.

Building, Dwelling and climate adequacy

This dwelling is in Vitoria-Gasteiz, in the Saint Martin neighbourhood in the Ajuria quarter.

This is a Jose Antonio Coderch work so it is related to all his trajectory.

Main part of the quarter is built during 80's and almost from its construction façades are catalogued and protected by municipality codes.

Coderch uses diagonals to amplify floor plan and reduce corridors.

Compact index reduces and diagonals take windows the corners so heat losses are higher because of:

- Geometric and Constructive thermal bridge
- Higher wind pressure on low tightness elements (windows)

What is a fantastic bioclimate strategy for a Mediterranean climate like Barcelona's turns into a problem in Vitoria-Gasteiz cold climate: excessive heat losses and a great difficulty to reach comfort.

From a technical and economic point of view, these so many angled windows almost can't be produced nowadays. So although we think these windows are precious we have no other choice to simplify them.

Fig. 1: Edificios residenciales de J.A.Coderch.

Fuente: VVAA

Jose Antonio Coderch residential buildings.

Source: VVAA



debemos modificar el formato del hueco para poder mejorar la vivienda; aún a costa de reducir la belleza del elemento.

La vivienda es amplia, 150-155m² útiles. Antes de la reforma está compuesta por cocina, salón 4 dormitorios, 2 baños así como 3 terrazas distribuidas 2 en el estar-comedor y 1 en cocina.

Las orientaciones dominantes son Este y Norte. A pesar de ser un 5º piso (de 7) y tener algo de Oeste y un mínimo de Sur, no recibe gran cantidad de radiación solar. El autosombreamiento, esquinas y retranqueos dificultan la captación solar pasiva.

Cliente y reforma solicitada

La reforma comenzó con peticiones habituales: cambiar ventanas, cocina y baño principal, "meter" la terraza de la cocina y la del salón, hacer un armario en el pasillo.

Mientras se desarrolla el proyecto visible (aquel que el cliente ha demandado explícitamente) hay que descubrir las demandas ocultas: lo que busca, necesita, desea y sueña. Y cómo conseguirlo.

Por ello se introducen dos aspectos fundamentales:

- Flexibilidad interior y polivalencia de cara a un futuro uso.
- Mejorar el aislamiento térmico de la vivienda.

Al principio el cliente se muestra un tanto escéptico, pero confort higrotérmico y calidad de vida son las palabras que ayudan a introducir en la obra estos importantes apartados.

Estado previo de la envolvente

El primer paso es conocer y verificar la falta de conexión entre hojas. El desmontaje de una no debe afectar a la estabilidad de la otra.

Al cambiar las carpinterías se comprueba el encuentro entre hojas, siendo éste sin conexión mecánica ni química.

Una vez asegurada la desconexión entre hojas se procede a desmontarla con "paciencia y tranquilidad".

This home is spacious, with about 150-155 m². Before refurbishment it has 4 bedrooms, 2 bathrooms and 3 indoor balconies (2 in the saloon and 1 in the kitchen)

Its mainly oriented to North and East. Although it is in a 5th floor (out of 7) and has some West and a little bit of South, there is not much sun entering the home. Self-shadowing, difficult orientation, and corners difficult solar caption.

Client and asked refurbishment

The refurbish started with normal petition: new windows, bathroom, kitchen, insert the balconies, and make a wardrobe in the distributor corridor.

While developing the visible project (what is asked directly) it's needed to find which are the needs, desires and dreams of the client and what can be done to accomplish them.

So we introduce two concepts:

- Indoor flexibility to improve floor use.
- Thermal resistance improvement.

At first instance client doesn't seem this interesting but thermal comfort and quality of life are the words that help to introduce these concepts in the refurbishment.

The façade before the refurbishment

The first step is to verify that both inner and outer walls from the cavity wall are not attached (none of them are structural).

Dismounting the inner wall cannot affect the stability of the outer one which will remain untouched.

While changing windows joint shows as a clear line with no mechanical nor chemical bonding.

And the isolation Glass Fiber batt +kraft paper (6cm) is shown bonded with asphaltic glue to the back cement plaster of the outer wall.

This envelope system is accepted by actual standards and theoretically its U value (0,45-0,50 W/m²·K) is lower than what is asked by the CTE code (0,66 W/m²·K).



Estado del aislamiento en la cámara tras 25 años de uso.

Notése:

- El espesor de las cámaras de aire y el potencial de balpás térmico.
- El doblado de los aislamientos térmicos.
- El ennegrecimiento de la fibra de vidrio (manchas de humedad y suciedad).

Los paneles caldos se deben a la demolición de la hoja interior.

Fig. 2: Imágenes de las cámaras "no ventiladas", estado del sistema aislante, manchas de humedad y problemas de estanqueidad.

Fuente: Iker Gómez Iborra (2010-2013)

Cavity images, fiber glass batt after 25 years.

Source: Iker Gómez Iborra (2010)

6cm de manta de fibra de vidrio con papel kraft adherido con pellas de adhesivo asfáltico.

Ésta solución de envolvente se encuentra aceptada por el CTE siendo el valor teórico de la transmitancia (0,45 - 0,50 W/m²•K) inferior al demandado por la norma actual (0,66 W/m²•K).

El aislamiento se ha mantenido en su lugar sin haberse desprendido dentro de la cámara (los paneles se desprenden durante el desmontaje).

No se aprecian grandes juntas ni separaciones entre paneles superiores a 1cm, los doblados parecen haberse realizado con cuidado. Se agradece la calidad de la mano de obra en el montaje del sistema aislante.

No obstante, se aprecian zonas ennegrecidas en las juntas entre paneles y en los encuentros y doblados con pilares o forjado. Pueden ser manchas de humedad y suciedad relacionadas con los puntos fríos en la cámara, las filtraciones de aire y los ciclos conectivos y movimientos de aire, energía y humedad dentro de la cámara.

Diversos estudios sugieren que por esos problemas el valor real de la transmitancia sea 2 o 3 veces superior al teórico.

Estos problemas no están contemplados debidamente en la normativa. Tampoco parece que tengan reflejo en castellano. En inglés se definen como thermal by-passes (TBP).

El problema debe tener nombre para cobrar importancia. Sugerimos la traducción literal: "Baipás térmico" (BT)

Propuesta de mejora de la envolvente

La nueva solución aislante debe:

- No perforar ni adherirse a la hoja exterior.
- Ser económica y fácil de montar.
- Minimizar el riesgo de condensaciones, y permitir cierta transpirabilidad.
- Reducir los puentes y baipases térmicos.
- No reducir en exceso la inercia térmica útil.
- Dar sensación de pared rígida, resistente y estable.
- Mejorar el comportamiento acústico de las habitaciones.

De este modo decido un sistema industrializado de doble capa de aislamiento. La primera: paneles de EPS-NEOPOR (e:12cm). La 2ª capa es un trasdosado autoportante de PYL con alta capacidad de carga (para permitir cualquier uso en el futuro).

Para ello diseño un conjunto suelo techo en 2 piezas de NEOPOR de 12cm de espesor, machihembradas y autoestable durante montaje. Para ahorrar tiempo y esfuerzos diseñé el empaquetado para ser subido por el ascensor.

El montaje fue sencillo y fácil. Los puntos clave se solucionan con piezas diseñadas de modo específico (petos de ventanas y falsos techos) y con operaciones sencillas de corte frío y/o rebaje. Las uniones entre piezas de EPS se encantan y/o sellan para dificultar los movimientos de aire entre zonas frías y calientes y evitar los BT.

La hoja interior es un trasdosado autoportante de PYL 78/48 relleno de lana mineral. Banda de estanqueidad perimetral de doble densidad. Dos placas de espesor 15mm; siendo el acabado de alta resistencia.

Isolation has been kept in its place (fallen batts because of demolition). Joints within batt panels bigger than 3mm are exception, and folding of batts against columns or plates seems nicely done, so must be thanked to the workers.

Nevertheless blackened parts can be seen around the joints and foldings of the batt isolation. These blackened isolation means an anomalous thermal behaviour. Thermal bridges, thermal by-passes and air leakages from the window frame joints make cold spots and convection movements for heat and air to dissipate quicker than theoretical.

Through different studies about thermal by-passes (TBP) in cavity walls can make real U-values go up to 2 times the theoretical; plus thermal bridges.

These convection related heat losses are not properly showed in the Spanish building codes. Thermal by passes are not even in the dictionary, so we think it is need to start solving those problems. We propose to directly translate them: ("baipás térmico: BT).

Proposal for improving the envelope

The new solution for thermal isolation (the inner wall) must comply certain requisites:

- Cannot be bonded or drilled to the outer wall
- Be economic and easy and fast to place
- Minimize the risk of condensations and allow some transpirability
- Reduce thermal bridges and by passes.
- Cannot reduce too much thermal inertia
- Resistant and stiff feeling.
- Improve acoustic behaviour (certain acoustic absorption)

So I decide to use a two layer isolation. The first one is based in 12cm thick EPS (NEOPOR) panels that I industrialized and the 2nd is a Mineral Wool filled 78/48 drywall system.

For achieving those requirements I designed 2 EPS pieces so they can fit the wall and stay vertical on their own before drywall finally inhibits the movement of the isolation.

To save time and efforts packaging was designed to fit in the elevator.

Mounting the isolation was fast and easy. I made special pieces to make the corners under the windows and to make the ceiling.

The EPS panels were sealed to inhibit thermal by-pass.

The inner wall is based on a 78/48 drywall filled with mineral wool and 2 15mm gypsum panels, outer one is a high resistance board.

Although electric conduits and outlet boxes occupy mineral wool space, there is always 12cm thick neopor, so U-value goes from 0,24 (no mineral wool no drywool) to 0,175 W/m²•K. Drywall systems gives 1/5 of the thermal resistance of the whole system, so thermal bridges due to electric and installation systems are not as problematic as usually happens.

The base of the drywall is elevated from the floor to reduce TB:

Two 3MPa XPS panels (E:3+3cm) are positioned on the floor and over them a 1x2in (26x51mm) rough lumber which will be the base of the drywall.

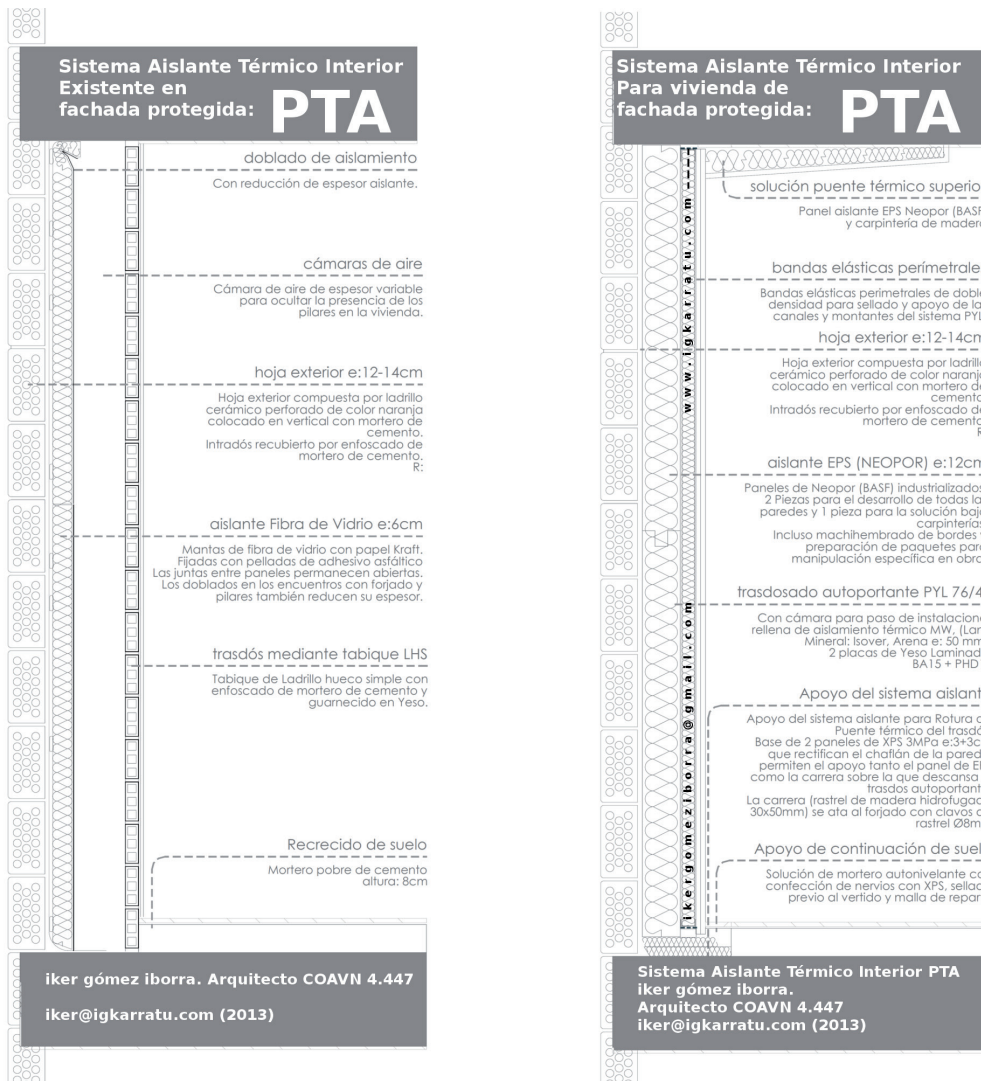


Fig. 3: Secciones constructivas de la envolvente según estado previo y reformado.

Iker Gómez Iborra (2010-2013)

Technical sections of the envelope before and after refurbishment

Source: Iker Gómez Iborra (2010-2013)



Fig. 4: Imágenes del sistema aislante

Fuente: Iker Gómez Iborra (2010-2013)

Images of the isolation system

Source: Iker Gómez Iborra (2010-2011)

Las instalaciones eléctricas (tubos, cajas, mecanismos) ocupan la zona de la lana mineral sin reducir el aislamiento de Neopor. El valor U oscila entre 0,175 W/m²•K hasta 0,24 (sin lana mineral ni PYL).

El trasdosado de PYL aporta menos de 1/5 de la Resistencia térmica del total de la envolvente, con lo que los puentes térmicos de los mecanismos e instalaciones casi no afectan

This systems is an adaptation from roofing systems proposed with Alfonso Martínez, a relative expert on drywalls and roof systems.

For correcting the thermal bridge from the top of the wall EPS panels are stick to the base of the plate and covered with plaster (or board).

al comportamiento térmico.

La canal del trasdosado se eleva sobre el forjado reduciendo el puente térmico. Se emplean un rastrel de madera hidrofugada (26x50mm) sobre 2 placas de XPS 3MPa ($e = 2 \times 3 \text{cm}$). Éste es una adaptación sobre los sistemas de enrastrelado de cubierta propuesta junto a Alfonso Martínez; experto montador de cubiertas y PYL.

El puente térmico de canto de forjado se corrige mediante placas de EPS adheridas a forjado y acabadas en madera o yeso.

Carpinterías

La carpintería previa es de aluminio (U: $5,5 \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$), y vidrio doble normal 4/10/4 (U: $3,15 \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$). Las múltiples aristas y vértices aportan numerosos puentes térmicos.

Los perfiles, otrora rectos, y sus juntas resultan permeables al aire.

Las persianas, por el interior, de lama de PVC, se encuentran deterioradas.

La unión con el bastidor es por medio de masa y llaves. Quizás existan filtraciones al interior de la cámara.

La nueva carpintería está basada en perfiles de Aluminio RPT (Alumafel Unnothermic U: $3,1 \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$)

No tienen las mejores prestaciones térmicas pero con los herrajes adecuados resultan fuertes estancas y fiables.

El Acristalamiento es 6/16Ar/*4 U: $1,1 \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ fs: 59%

Con el clima de Vitoria-Gasteiz, aumentar la transmitancia por un mayor factor solar no es rentable en ninguna orientación.

Propuse otros perfiles y materiales para disponer de carpinterías de muy baja transmitancia con triples vidrios (Uh: $0,7 \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ en vez 1,4-1,5), pero el coste, el

Windows, glazing and shutters

Previous windows are Aluminium profile based. (U-value: $5,5 \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$) and normal double glazing: 4/10/4 (U: 3,5)

More corners means more thermal bridges and more probabilities for air leakages.

Aluminium profiles were bent so no tightness could be match.

Windows are bonded with mortar and jamb anchors. Possible leakages through bonding.

The roller shutters, deteriorated, are made by PVC profiles, and are located indoors (not a blind).

New windows were made with Aluminium profiles (Unnothermic series from Alumafel U: $3,1 \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$).

They have not the best thermal properties but with the correct hardware they are strong, tight and reliable.

Glazing are 6/16Ar/*4 low e-glass and air chamber filled with Argon. U: $1,1 \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$, Sc: 59%.

Due to climatic conditions in Vitoria-Gasteiz increasing U-value to increase solar coefficient is unprofitable at any orientation.

Other profiles and materials were proposed in order to introduce triple glazing and low energy windows (U: $0,7 \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ instead of U: 1,4-1,5)

Economic conditions, zero maintenance for Aluminium and recommendations from the window producer and installer made no other possible choice but this.

I even asked Alumafel for some of the foam used for glazing bedding in new series (top65); but there was no chance.

The new external roller shutters are aluminium ones filled with polyurethane foam and certain tightness when closed.

Fig. 5: Las carpinterías en la vivienda

Fuente: Iker Gómez Iborra (2010-2013)

Windows

Source: Iker Gómez Iborra (2010-2013)



Imágenes de la evolución de las carpinterías de la vivienda reformada PTA
iker gómez iborra, arquitecto (2010-2013)



mantenimiento 0 y ciertas reticencias del carpintero no lo hicieron posible.

Pregunté a Alumafel por los perfiles de espuma calza vidrios de la serie top 65, pero no fue posible.

Las persianas son de Aluminio rellenas de espuma de poliuretano, exteriores y casi estancas.

Están motorizadas con lo que reducen posibles filtraciones.

La caja de persiana es de perfil de PVC con cámara simple. Añado paneles de EPS-NEOPOR y tablero de melamina para aislarlo convenientemente.

El conjunto de ventana se instala con anclaje mecánico y con una separación del bastidor (hoja exterior) de 3cm que se rellena con espuma de poliuretano para evitar contacto entre cara interior de la ventana y hoja exterior.

Las terrazas interiores

Estas terrazas mejoraban el comportamiento térmico frente al frío, estimando la doble ventana como de $3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Al no haber casi sol (orientación Norte y Oeste) no es fundamental la protección solar.

La nueva carpintería con persianas exteriores se comporta mejor que las terrazas por lo que se meten como espacio habitado.

Los suelos y techos deben prepararse para evitar pérdidas de calor a las terrazas de los pisos superior e inferior.

Una vez retirado el recrecido en las terrazas se queda una altura libre de 8-10cm hasta el acabado.

Se prueban 2 tipos de suelos: uno de tipo húmedo (cocina) a base de mortero ligero con EPS (Isobeton) ($\lambda \approx 0,08-0,10$ según densidad) y otro seco (para el estar) a base de doble enrastrelado relleno de EPS granulado de modo manual ($\lambda \approx 0,06$). Ambos casos alcanzan $U \approx 0,65 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

En pruebas previas el mortero ligero requiere mayor densidad para soportar trato duro. 1 volumen de mortero cola por 3 de preparado "isobeton" mejora la resistencia a disgregarse y a compresión.

En cualquier caso deben estudiarse las cargas sobre las bases aislantes para evitar fluencia a largo plazo.

El granulado de EPS se adhiere electrostáticamente a todas partes con lo que dificulta el trabajo.

Para el techo se adhirieron placas de EPS-Neopor de 4cm

They are motorized so air leakages.

The boxing of the shutter is based on a simple chamber PVC profile. I decide to isolate them better by making a casing with NEOPOR panels and particle board.

The installation of the window was mechanical and distanced 3cm from the masonry so gap could be sealed and filled with polyurethane foam so window profiles don't touch cold masonry surface.

Indoor balconies

These indoor balconies were useful as a climate chamber because of the improved U-value of two separated windows ($3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$). As few solar radiation was coming through them (north and west orientation) no sun protection was mandatory.

So when changing windows to an approximate U-value of $1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ it is a logical option to introduce these indoor balconies in the floor plan.

But floors and ceilings must be prepared to avoid heat losses through neighbours' balconies.

2 different types of isolation were used for reaching flooring level (slab is 8cm below floor finish).

A wet one (kitchen) based on lightweight EPS filled concrete ($\lambda \approx 0,08-0,10$ according to density) and a dry one based on a double sleeper system filled with rests of EPS granulated manually ($\lambda \approx 0,06$). $U \approx 0,65$ for both cases.

Lightweight concrete needs higher density to withstand rough work. Loads and compression resistance must be studied to avoid entering fluent modes for the isolating layers.

Granulated EPS is very electrostatic so it is difficult to work with because it sticks to everything.

4cm thick EPS panels were bonded to the ceiling with appropriate cement mortar for ETICS and cover with a drywall ceiling attached directly with omega profiles.

More mortars for bonding EPS to the ceiling (or walls) were tried, quick gypsum, gypsum bonding mastic and cementitious mastic. Gypsum bonding mastic due to viscosity and initial attraction seem, for indoor works, a good cheaper alternative to cementitious ETICS mastics.

Energy consumption and comfort



pruebas con morteros y ejecución de solado ISOBETON



Fig. 6: El empleo de morteros técnicos, pruebas de trabajabilidad y suelo húmedo
Fuente: Iker Gómez Iborra (2010-2013).

Trying technical mortars and mastics, wet floor

Source: Iker Gómez Iborra (2010-2013)



iker gómez iborra (2010-2013)
iker@igkarratu.com

al forjado con mortero para SATE $U: 0,65 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

El acabado es un falso techo de PYL montado sobre omegas calzadas.

Para futuras obras probé otros morteros para conocer trabajabilidad y adhesión inicial y final con otras pastas como morteros colas, morteros bastardos, yeso rápido y pastas de yeso.

La viscosidad y plasticidad inicial ayudan a la adhesión. El yeso rápido tiene una adhesión inicial difícil y un tiempo de trabajo excesivamente reducido; la adhesión final parece competente.

Las pastas de agarre para sistemas PYL; son más viscosas y plásticas por lo que la adherencia inicial es mejor. El mayor tiempo de uso, las convierte en muy interesantes para trabajos interiores; representando una alternativa a las pastas de mortero técnico para SATE (más caras).

El consumo de energías en la vivienda y confort

Durante los dos primeros años de uso el consumo de energías ha ido en decrecimiento; y se espera que siga así a medida que se habitúen a usar la vivienda de modo correcto (ajustar la ventilación, correcto uso de persianas).

Antes de inaugurar la cocina se inundó debido a una mala conexión de la caldera por parte del fabricante, con lo que durante el invierno de 2011-2012 la vivienda ha estado secándose.

Durante el invierno 2012-2013 el consumo se ha reducido. No obstante las ventanas permanecen excesivo tiempo abiertas.

La calefacción está funcionando a baja temperatura (temperatura de salida de unos 60°C) con lo que el rendimiento de la caldera aumenta y se reducen las manchas de polvo y suciedad en las paredes.

A su vez se ha mejorado el aislamiento de las conducciones de agua caliente.

Más allá del ahorro de energías, el confort térmico es un éxito.

He vivido en esa casa desde los 7,5 años hasta comenzar la carrera: No había confort térmico: asimetría radiante en las paredes, filtraciones de aire por las ventanas, frío, mucho frío. Sentías frío hasta en agosto.

achieved

During the first 2 years the energy consumption has been decreasing and we expect to continue that way till they finally understand how to use properly the home (reduce excessive ventilation, correct use of shutters)

Must be said that just before the reopening of the home the water fitting of the new boiler (installed by the manufacturer) unfitted during a Sunday and under no supervision, losing enough water to get down our kitchen and all the 5 floors below. So during 2011-2012 winter the home has been still drying with the windows mostly opened. Nevertheless and although so much heat losses comfort has been superior.

The heating system is now working at low temperatures (60°C) so performance of the boiler is higher, and convection behind radiators is softer so walls are cleaner.

Hot water pipes thermal isolation have been improved.

Apart from energy and money savings, thermal comfort is a win.

I've lived since I was 7,5 years old (1988) until starting university. There was no thermal comfort: radiant asymmetry in walls, air leakages, cold, too much cold; cold even in August.

Other improvements related to comfort and quality of life

Other works were made to improve comfort and quality of life.

Acoustic isolation within rooms has been improved without compromising too much thermal inertia.

Bathrooms have been changed, one of them has gained accessibility by changing the tube for low profile shower plate.

A new wardrobe has been built in the corridor improving making this corridor wider and more spacious.

Although it was not very old all electric installation has been renewed and a LAN and sound net introduced.

Refurbishment length

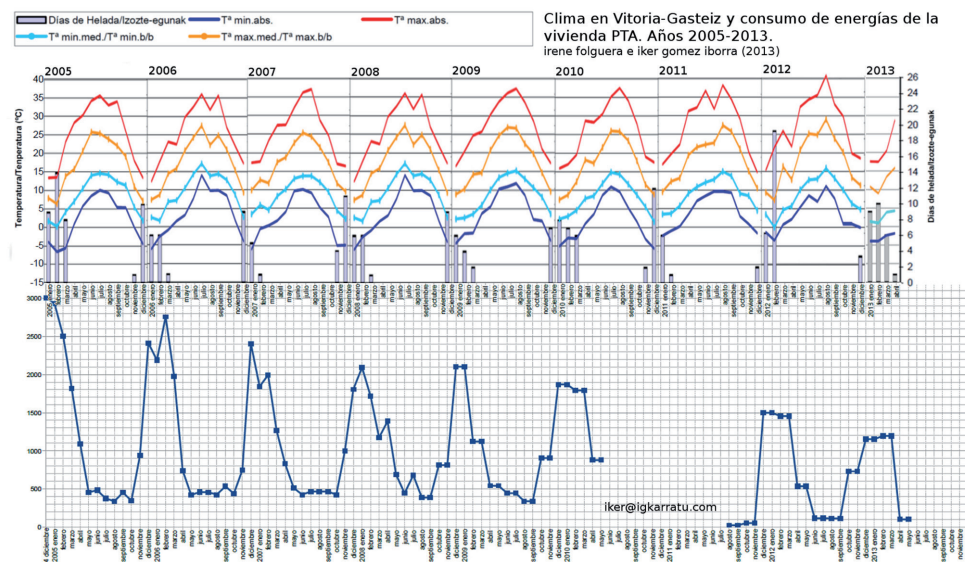
This has been a long refurbishment. The reasons are that many hours are needed to design, develop, find, select, buy, and build.

Fig. 7: El clima y el consumo de energías térmicas (Gas Natural) 2005-2013

Fuente: Iker Gómez Iborra, Irene Folguera, datos EC040 (2013)

Weather and Energy consumption (Natural Gas) 2005-2013

Source: Iker Gómez Iborra, Irene Folguera, EC040 data www.euskalmet.euskadi.net (2013).



Otras operaciones relacionadas con el confort y la calidad de vida

La obra también ha servido para acometer otras mejoras que redundan en un mayor confort y calidad de vida:

Se ha mejorado el aislamiento acústico entre habitaciones intentando no perder con ello excesiva inercia térmica útil.

Se han renovado los cuartos de baños. Mejorando la accesibilidad del principal cambiando la bañera por una ducha de perfil bajo.

Se ha aumentado la capacidad de almacenaje y organización introduciendo un armario en el pasillo distribuidor; haciéndolo más espacioso.

Se ha renovado y mejorado la instalación eléctrica introduciendo además red de comunicaciones.

Due to strange reasons, this refurbishment starts some months earlier than it should have. Job and studies conditions allow few hours of labour weekly so duration gets longer.

The duration of this refurbishment is not representative of what can be done if preparation and material means are adequate a similar operation can be done within 2-3 weeks.

Conclusions

- Cavity walls with "hot air cavity" are problematic due to non continuity of the isolation, thermal bridges, and by-passes inside the air cavity.
- This results in higher heat losses.
- Real U-value can be 2 or 3 times higher the theoretical.



Imágenes de la vivienda en uso.

(2013)

iker gómez iborra, arquitecto.
COAVN 4.447
www.igkarratu.com

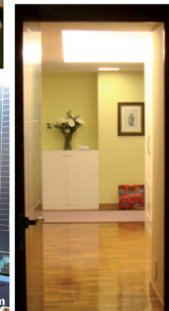


Fig. 8: Imágenes de la vivienda en uso.

Fuente: Iker Gómez Iborra (2013)

Indoor images of the dwelling (at use)

Source: Iker Gómez Iborra (2013)

La duración de la obra

Esta obra ha sido larga.

Las razones son que para llevar a cabo operaciones de este tipo se requieren muchas horas de estudio, diseño, selección, búsqueda y compra de materiales. Así como mucha dedicación durante la obra, disponibilidad de medios y horas de labor.

La obra empieza antes de lo debido, y tanto trabajo como estudio hacen que el tiempo dedicado a la obra se reduzca a pocas horas a la semana.

La duración de esta obra no es extensible a operaciones similares.

De contar con la preparación, el equipo y los medios adecuados, la duración sería de 2 a 3 semanas.

Conclusiones

- Las cámaras de aire internas muestran problemas graves por falta de continuidad del aislamiento, puentes térmicos y falta de estanqueidad.
- Dichos fallos potencian las pérdidas de calor.
- EL valor real de U puede ser 2 o 3 veces el teórico.
- Se necesitan más estudios para conocer el comportamiento real de éste tipo de envolventes.

- More studies are needed in order to understand the real behaviour of the hot cavity walls.
- There is no name attached to thermal by-passes in Spanish language.
- In order to realize the importance of this heat loss phenomena a name should be associated, literal translation is proposed: (baipás térmico).
- Improving thermal isolation through inside (ITIC) is possible and allows to keep previous façade. But it is more expensive and difficult than ETIC systems
- Self building has been an invaluable experience to understand the complexity of designing, developing, buying, mounting and explaining these new proposals.
- Self building has also been useful to find problems and to think and develop quicker solutions and improvements.
- Design and developing this operations require full time dedication.
- Energy and money savings are interesting, but comfort achieved is more important for the client.
- Using a dwelling to obtain the best thermal performance is not as easy as it seems. Ventilation and shutters are not properly used.
- Education for a proper use can sometimes be enough but others automatization is mandatory.

- No hay un nombre específico en el idioma castellano a los problemas de ciclo convectivo. Se propone la traducción literal: Baipás Térmico (BT).
- La mejora del aislamiento térmico desde el interior (SATI) es factible y permite conservar la fachada.
- Aislar por el interior representa mayores retos y costes que los SATE.
- La rehabilitación mediante autoconstrucción ha supuesto una experiencia práctica de indudable valor para comprender la complejidad de diseñar, adquirir, y transmitir las operaciones necesarias para la rehabilitación.
- La autoconstrucción sirve para conocer los puntos débiles de las operaciones así como para ir elucubrando mejoras y simplificaciones rápidamente.
- El diseño y desarrollo de operaciones de este tipo requiere de una dedicación a tiempo completo.
- El ahorro energético-económico es interesante. La mejora del confort resulta más importante.
- Usar una vivienda para obtener un mejor rendimiento térmico no es tan fácil como parece. La ventilación y las persianas se usan mal.
- La educación para un correcto uso a veces puede ser suficiente, pero en otros casos la automatización es obligatoria.
- La ventilación con recuperación de calor (VRC) y control de automático de persianas pueden ser adoptados.
- No es fácil introducir VRC cuando existe una viga descolgada (que deja una altura libre de 210-220cm) y divide la casa en 2 baños y 2 habitaciones por un lado y cocina, salón y dos habitaciones por el otro.
- En condiciones idóneas la ejecución de las operaciones de aislamiento llevadas a cabo podrían durar entre 2 y 3 semanas.
- Heat recovery ventilation (HRV) and shutter control for solar gain or u-value improvements could be adopted.
- It is not easy to introduce HRV when a beam, which free height is 215cm, divides the home in two parts.
- With the proper preparation and this kind of operations can be carried out within 2-3 weeks, including electrification and finishes

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

- Cirugía de casas**, Livingston Rodolfo, 1990, Argentina, editorial Kliczkowski
<http://www.estudiolivingston.com.ar/cirugia/index.php>
- Arquitectos de Familia, el método**, Arquitectos de la comunidad, Livingston Rodolfo, 2002 Argentina, editorial Nobuko
- Lessons From Stamford Brook**, Understanding the Gap between Designed and Real Performance, Partners in Innovation Project: CI 39/3/663 Wingfield, J. et Al. (2008).
<http://www.leedsmet.ac.uk/as/cebe/projects/stamford/pdfs/stambrk-final-pre-pub.pdf>
- Temple Avenue Project Part 1–Evaluation of Design and Construction Process and Measurement of Fabric Performance of new build dwellings**, Miles-Shenton, D., Wingfield, J., Sutton, R. & Bell, M. (2010) Leeds Metropolitan University, Leeds [unpublished].
http://www.leedsmet.ac.uk/as/cebe/projects/tap/tap_part1.pdf
- Temple avenue project part 2-energy efficient renovation of an existing dwelling: evaluation of design & construction and measurement of fabric performance**, Miles-Shenton, D. et Al. (2010) leeds metropolitan university, leeds
http://www.leedsmet.ac.uk/as/cebe/projects/tap/tap_part2.pdf
- Low carbon housing: Lessons from Elm Tree Mews** Malcolm Bell et Al (2010)
<http://www.jrf.org.uk/sites/files/jrf/low-carbon-housing-full.pdf>
- LowCarb4Real; Design collection: Thermal bypassing**. Malcolm Bell et Al. University of Leeds, UCL
http://www.leedsmet.ac.uk/as/cebe/projects/lowcarb4real/lc4r_des_bypassing.pdf
- In focus: thermal bypass**. Green building magazine (Summer 2009) Mark Siddall
<http://es.scribd.com/doc/17039330/Thermal-Bypass-The-impact-upon-building-performance>
- Indoor flexibility by industrialized methods: a way to improve use of dwellings**. Gómez Iborra, Iker 2010 o&sb 2010 "open and sustainable building"
<http://www.irbnet.de/daten/iconda/cib17981.pdf>
- Explaining the Thermal Bypass Checklist**, Ed Minch & Kelly Parker,
http://www.inspectbeforebuying.com/TBC_Parker_Thermal_Bypass.pdf
- House doctors program - retrofits on existing buildings** D T. Harrje G. S. Dutt (1981) Princeton University, Princeton, N.J., USA



cristinaenea
— fundazioa —

Ingurumen Baliabideen Etxea
Centro de Recursos Medio Ambientales
Ingurumenarekin eta iraunkortasunarekin lotutako ekintza eta jarduerak izaten dira urte osoan zehar, besteak beste erakusketak, hitzaldiak, tailerrak eta ikastaroak. Ingurumen gaietan espezializaturiko dokumentazio zentroa ere badago

Actividades y programación relacionada con el medio ambiente y la sostenibilidad, como exposiciones, conferencias, cursos y talleres. También cuenta con un centro de documentación especializado en temática ambiental



Urgull mendiko Natur Txokoa
Natur Txoko del monte Urgull

Aste santuan eta udan irekitzen ditu ateak, eta ingurumenarekin orokorrean, eta Urgulleko ingurumen eta historia aberastasunarekin lotutako haurrentzako jarduerak antolatzen dira

Abre sus puertas en Semana Santa y en verano y se programan actividades infantiles relacionadas con el medio ambiente en general, y con la riqueza ambiental e histórica de Urgull en particular



Ulia Interpretazio Zentroa
Centro de Interpretación de Ulía

Ulia bezalako ingurune berezi eta esanguratsu baten ezaugarri naturalak, historikoak, geologikoak eta kulturalak agerian uzteko tresnak dituen baliabidea. Urte guztian irekita dago eta bertan erakusketa iraunkorrak zein garaian garaikoak izaten dira, hitzaldiak, bisita gidatuak eta tailerrak bezalako bestelako jarduerekin batera, besteak beste.

Recurso que pretende poner en valor la riqueza ambiental, histórica, geológica y cultural de un entorno tan especial y emblemático como el monte Ulía. Durante todo el año se pueden visitar exposiciones permanentes y temporales, además de disfrutar de conferencias, visitas guiadas y talleres, entre otras actividades



INGURUMENA ETA IRAUNKORTASUNA / MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD

Fundación Cristina Enea Fundazioa
Mandasko Dukea, 66
20012 Donostia (Gipuzkoa)
943 453526
www.cristinaenea.org / cristinaenea@donostia.org

“estonoesunsolar”: el re-uso como clave para una regeneración urbana sostenible

“estonoesunsolar”: the re-use as a key for a sustainable urban regeneration

Ignacio Grávalos Lacambra¹, Patrizia Di Monte¹

RESUMEN

Tras un proceso de mapeo de los vacíos del Casco Histórico de Zaragoza se detectaron numerosos solares, curiosamente inmersos en zonas con un alto grado de conflictividad social y altamente degradadas. Esta interrupción absurda de la trama urbana que producía un proceso de degradación de la calle se iba trasladando de manera inequívoca al espacio público, y por tanto, al ciudadano. El objetivo del estudio era la propuesta de ocupación transitoria de solares ofreciendo una serie de usos, de carácter temporal, para que fueran 100% utilizables, que finalmente se canalizaron en el programa “estonoesunsolar”. En cada solar confluirían diferentes agentes y complejas relaciones. Los usos propuestos son públicos. Este aspecto ha implicado una mezcla de sensibilidades diferentes que al final se han encaminado en una misma dirección, a través de complejos e intrincados convenios con cada propietario.

Cada una de las 28 intervenciones ha sido un punto de encuentro entre las peticiones ciudadanas y el paisaje. Una intervención se ha realizado en las riberas de un río revalorizado, otra en un punto intermedio a un centro de Alzheimer y un centro infantil, otra se ha realizado en un punto periférico de la ciudad, en su encuentro con el paisaje, realizando una serie de huertos urbanos que se diluían con el paisaje inmediato. Y así en cada uno de los solares, elegidos estratégicamente cuyo reciclaje permitieron la incorporación de 42.000 m² de espacio público (transitorio) a la ciudad. En todos ellos, se intentó dinamizar la ciudad con usos y actividades culturales paralelas, concibiendo estos espacios como lugares de participación e intercambio.

Palabras clave: Regeneración urbana, Usos temporales, Vacíos urbanos, Participación ciudadana, Espacio público.

ABSTRACT

After a mapping process of the existing plots in the historic center of Zaragoza was found that there were various, oddly immersed in areas with a high degree of social conflict and highly degraded. This interruption of the urban fabric producing a degradation of the street was unequivocally projected to public space, and therefore, to citizens. The aim of the study was the proposal of a temporary use of the empty plots, offering a range of uses, temporary, to be 100% usable by citizens, channeled through the program “estonoesunsolar”. In each plot would converge different agents and complex relationships. The proposed uses are public. This has involved a mix of different sensibilities that ultimately have headed in the same direction, through complex and intricate agreements with each owner.

Each of the 28 interventions has been a meeting point between the citizens wish and landscape. An intervention was made on the banks of a river revalued another at an intermediate point to Alzheimer's center and a children's center, another was made on a the edge of the city, in his encounter with the landscape, making a series of urban gardens that were diluted with the immediate landscape. And so in each of the plots, strategically chosen, recycling more than 42,000 m² of vacant lands in public space to the city. In all cases, we tried to revitalize the city with parallel cultural uses and activities, designing these spaces as places of engagement and exchange.

Key words: Urban regeneration, Temporary use, Vacant lands, Citizens participation, Public space.

(1) ETSA-USJ, Zaragoza, Spain. Contact info: patrizia@gravalosdimonte.com

Introducción

Estonoesunsolar es un programa experimental de intervención temporal en los solares de Zaragoza desarrollado en los años 2009 y 2010, en cuyo marco más de 42.000 m² de espacios abandonados y en desuso se transforman en espacio público, en un total de 13 meses de duración del programa. Tras unas propuestas realizadas por el estudio gravalosdimonte para la revitalización del Casco Histórico de Zaragoza, la Sociedad Municipal Zaragoza Vivienda, encomendó al mismo estudio el desarrollo de un Plan de Empleo con vocación social para abordar actuaciones de "limpieza y vallado de solares" en estado de abandono. Aprovechando la oportunidad de intervenir en estos espacios, se propuso dar un paso más allá de la mera limpieza de los mismos, y se puso en marcha el programa de modo experimental denominándolo "estonoesunsolar".

Objetivo

El objetivo es la ocupación transitoria de solares ofreciendo usos, de carácter temporal, para que estos espacios fueran utilizables por la ciudadanía. Estas ideas tienen su origen en el programa "Vacíos cotidianos", realizado en el marco del festival de arte urbano "En la frontera 2006", en la que los mismos autores ensayaron estas ideas, en un contexto "artístico", con diferentes condicionantes pero con los mismos conceptos. Se procuró trasladar a las instituciones públicas las grandes posibilidades que ofrecían los actuales accidentes de la trama urbana, degradados o en situaciones de borde, para ofrecer una nueva visión de la ciudad y recuperar la energía latente en numerosos espacios olvidados.

El accidente

Las propuestas nacen de la observación y mapeado de los solares existentes en la trama del Casco Histórico de Zaragoza. En alguno de los solares, ha sido suficiente el derribo de una pequeña tapia para que apareciera un vacío inesperado, mostrado en su fría desnudez, descontextualizado, creando un nuevo espacio urbano contemporáneo. V. Pérez Royo, siguiendo la estela de Bachelard, explica "Se trata de apropiarse de espacios, de habitarlos por medio de la imaginación y del recuerdo, de desarrollar tácticas imaginativas para transformar el espacio existente, para construir una segunda arquitectura que se superponga a la primera..."². Ante ellos, se observaba la posibilidad de una segunda arquitectura, sutil, de una geografía invisible formada por acontecimientos. Se produce una lectura de la ciudad con los códigos de un "urbanismo no dibujado", espontáneo en algún caso y ya consolidado en otros.

El vacío

Se ha puesto en valor la sugerencia del vacío, el hueco, lo invisible y el silencio. Según Careri, "La ciudad es un paisaje psíquico construido mediante vacíos, en los que se pueden construir infinitas ciudades posibles"³.

Estos esponjamientos temporales de la trama constituyen una herramienta dinámica, cambiante (temporal), que permite una lectura alternativa y flexible de la ciudad y del espacio público. Se apuesta por soluciones "no matéricas", etéreas, que expresen el carácter provisional de su presencia y establezcan una dialéctica con sus entornos ya contruidos a través de la levedad. Se confía en el vacío como una fuerza de gravedad creadora de situaciones y acontecimientos.

Introduction

Thisisnotaplot is a temporary intervention pilot program in Zaragoza PLOTS developed in 2009 and 2010, under which more than 42,000 m² of abandoned and disused spaces were transformed into public space, in a total of 13 months. After some proposals made by gravalosdimonte architects to revitalize historic center of Zaragoza, Zaragoza Municipal Housing Society charged the same architects the development of an employment plan to address socially committed performances of "cleaning and fencing abandoned plots". Seizing the opportunity to intervene in these spaces, it was proposed to take a step beyond mere cleaning them, and was launched as a pilot program calling it "estonoesunsolar".

Objective

The initial objective of the "This-is-not-a-plot" program was to develop an Employment Plan. On this premise, it raised the possibility of developing a series of proposals, which beyond strictly complying with the objectives, would allow the temporary occupation of the historic centre plots offering a range of temporary uses so that these areas were usable for citizens. These ideas have their origin in the program of "Vacíos cotidianos" held within the framework of urban art festival "En la Frontera 2006", in which the same authors had the opportunity to begin to test their ideas about the temporary occupation of empty plots, this time in a "artistic" context, with different determining factors, but with the same concepts.

The accident

The proposals stem from the observation of different and numerous existing urban plots inside the historic center of Zaragoza. In some of the plots, the demolition of a small wall has been enough for an unexpected gap to appear, showing its naked cold, out of context, creating a new contemporary urban space. V. Pérez Royo, in the wake of Bachelard, explains "It is taking over spaces, inhabiting them through imagination and memory, developing imaginative tactics to transform the existing space, to build a second architecture that overlaps the first ..."².

The possibility of a second architecture, subtle, an invisible geography shaped by events. It produces a reading of the city with the codes of a "unplotted urbanism", in some cases spontaneous, consolidated in others

The Emptiness

It has been valued the suggestion of emptiness, the hollow, the invisible and silence. According to Careri, "The city is a psychic landscape constructed by gaps, in which infinite potential cities can be built..."³

These temporary frame overruns are a dynamic tool, changing (temporal), which allows a flexible alternative reading of the city and the public space. It aims for non-material solutions, ethereal, expressing the provisional nature of its presence and establishing a dialectic with their already constructed surroundings through lightness. It is hoped that the gap would be a creative force of gravity on events.

In this sense, Sola Morales deepens on the relations between the city and emptyness, saying: "A vacuum, therefore, as an absence, but also as a promise, as a meeting, as a possible space, as expectation".⁴

En este sentido, Solá Morales profundiza las relaciones de la ciudad con los vacíos, diciendo: "Un vacío, por tanto, como una ausencia, pero también como una promesa, como un encuentro, como un espacio de lo posible, de expectación".⁴

El nombre

Desde un inicio se consideró esencial buscar un nombre para las intervenciones que diera un sentido a un programa sin programa, a un propietario sin propiedad, a un solar sin edificio, o a un espacio sin nombre. El programa se llamó "estonoesunsolar". Se quiso desde un principio proponer una nueva mirada (esto no es un solar, esto no es lo que parece, un solar no es esto, míralo con otros ojos). En definitiva, se trataba de una invitación a pensar de nuevo, a imaginar posibles contenidos, a proponer nuevas situaciones y crear espacios apasionados.

El intercambio

Uno de los aspectos claves del programa es la voluntad de poner de acuerdo sensibilidades diversas y aparentemente contrapuestas. En cada solar confluyen diferentes agentes y complejas relaciones entre los ciudadanos. Los usos propuestos son públicos. Este aspecto ha implicado una mezcla de sensibilidades diferentes que al final se han encaminado en una misma dirección, a través de complejos e intrincados convenios con cada propietario. Asimismo, todas las intervenciones han sido fruto de la implicación de asociaciones vecinales, centros infantiles, centros de mayores, colegios bajo el impulso de la Sociedad Municipal Zaragoza Vivienda que gestionó el programa.

Se trata de una aspiración a crear vínculos en tiempos difíciles, tal y como planteaba R. Sennet. *"En líneas generales podemos decir que "el sentido de comunidad" de una sociedad con una vida pública vigorosa, nace de esta unión de la acción compartida con un sentido compartido del yo colectivo. Pero en una época en que la vida pública se está erosionando, esta relación entre la acción compartida y la identidad colectiva se rompe"*.⁵

En esa misma línea, Jane Jacobs apunta: *"Se aprende de la experiencia, al comprobar que otras personas, con las cuales no nos une un particular vínculo, amistad o responsabilidad formal, aceptan y practican contigo un mínimo de responsabilidad pública"*.⁶

La comunicación

Se ha creado un blog para incentivar en otro plano el proceso de participación ciudadana, divulgar la información y crear otro ámbito de comunicación (<http://estonoesunsolar.wordpress.com/>). Se trata de un instrumento activo que nos permite recoger el pulso de cada intervención. Se ha invertido mucho esfuerzo en la difusión a la ciudadanía, en un intento de compartir planteamientos en red. En este sentido, es un programa que ha despertado el interés de colectivos profesionales, ámbitos universitarios, instituciones públicas, etc. y ha obtenido numerosos premios en distintos Países.

La indeterminación

Para Simmel, *"la sociedad no es entonces, por así decirlo, ninguna sustancia, no es nada concreto por sí, sino un acaecer"*.⁷

La riqueza de los solares reside en la indeterminación que transmiten estos vacíos, en la creación de una expectativa

The name.

From the outset it was considered essential to find a name for interventions that gave meaning to a program without a program, an owner without property, an urban plot without a building or a place with no name. The program was called "estonoesunsolar (this-is-not-a-plot)". It was intended from the beginning to propose a new look (this is not a plot, this is not what it seems, is not this a plot, look at it through different eyes.) In short, it was an invitation to think again, to imagine possible contents, to propose new situations and create enthusiastic spaces.

The exchange

One of the most exciting aspects of the program is the will to agree different and seemingly contradictory sensitivities. Different actors and complex relationships converge at each urban plot. The proposed uses are public. This has involved a mix of different sensibilities that have been ultimately headed in one direction, through complex and intricate agreements with each owner. In addition, all interventions have been the result of the involvement of neighborhood associations, nurseries, schools etc, and the momentum of Zaragoza Municipal Housing Society that has managed the program.

It is an aspiration to create links in difficult times, as posed by R. Sennet. *"Overall we can say that the "sense of community" in a society with a vigorous public life, is born from this union of shared action with a shared sense of the collective self. But in an era in which public life is eroding, this relationship between the shared action and collective identity is broken."*⁵

In this same line, Jane Jacobs notes, *"You learn from experience, seeing that other people, to which we are not linked by a special bond, friendship or formal responsibility, accept and practice a minimum of public responsibility with you."*⁶

Communication

A blog has been created to encourage on another level, the process of citizen participation, to disseminate information and to create another level of communication (<http://estonoesunsolar.wordpress.com/>). It is an active instrument that allows us to pick up the pulse of each intervention.

Much effort has been invested in the dissemination, in an attempt to share this experience with other forums, other cities and other countries through many lectures and publications. In this sense, it is a program that has attracted the interest of professional groups, university settings, public institutions, etc. and has received numerous recognitions and awards as, "Innovazionee Qualité Urbana", "SmartFuture Minds Award", "Saie Selection 10 Award", among others.

Indeterminacy

For Simmel, *"society is not then, as it were, any substance, nothing specific per se, but a happening"*.⁷

The richness of the plots lies in the indeterminacy that is transmitted by these gaps, in the creation of an expectation (a doubt is a door that opens) and the ability of these spaces to create desires. That is why the interventions have a mostly neutral character that causes the occurrence of unanticipated events

(una duda es una puerta que se abre) y en la capacidad de estos espacios de generar deseos. Es por ello que las intervenciones tienen un carácter fundamentalmente neutro que suscite la aparición de acontecimientos inesperados.

Las propuestas

M. Delgado expone una visión de la ciudad como una sucesión de microacontecimientos, en la que, *"El actor de la vida pública percibe y participa de series discontinuas de acontecimientos, secuencias informativas inconexas, materiales que no pueden ser encadenados para hacer de ellos un relato consistente, sino, a lo sumo, sketches o viñetas aisladas dotadas de cierta congruencia interna."*⁸

Todas estas ideas, finalmente cristalizan en intervenciones concretas. Cada solar contiene una idea, cada espacio es un deseo vecinal ante el "silencio irrazonable del mundo". Es necesario en este punto distinguir los dos diferentes periodos en los que se produjeron las intervenciones, 2009 y 2010, ya que si bien los dos bloques se ocupaban de intervenciones temporales en solares, tenían un carácter bien distinto.

Las actuaciones del 2009, enmarcadas exclusivamente en el ámbito del casco histórico de Zaragoza, tenían una escala muy reducida, ya que en muchos casos se trataban de pequeños solares de la trama consolidada. Por otra parte, se persiguió dar una coherencia a todos ellos dada su proximidad física, de manera que se pudiera tener una lectura global de todas ellas, formando una "red de vacíos" que iban solucionando problemas concretos de la ciudad pero que tenían detrás una propuesta global para el barrio. Se actuó principalmente en los barrios de San Pablo, Magdalena y Arrabal.

Barrio de San Pablo: la puesta en escena. La aparición de espacios verdes.

La primera intervención tuvo un carácter muy especial ya que se trataba de un programa experimental y debía ser el primer contacto con el ciudadano. Para ello se planteó un jardín urbano en la calle San Blas (Fig. 1), formado por una serie de plataformas de palets de madera que iban determinando espacios verdes de lavanda, romero, y diferentes tipologías de plantas a modo de jardín botánico.

The proposals

M. Delgado describes a vision of the city as a succession of micro-happenings, in which, *"The public life actor perceives and participates in discontinuous series of events, unrelated information sequences, materials that cannot be chained to make with them a consistent story but, at most, isolated sketches or vignettes featuring some internal consistency"*⁸.

All these ideas, eventually crystallize into concrete interventions. Every plot contains an idea, each space is a local desire in front of the "unreasonable silence of the word."

It is necessary at this point, to distinguish the two different periods in which the interventions took place, July-December 2009 and June-December 2010, as these two blocks while dealing with temporary interventions in the plots, had a very different character.

The proceedings of 2009, framed exclusively in the field of historic Zaragoza, had a very small scale, since in many cases they dealt with small plots of the historic quarter. On the other hand, it was pursued to give a coherence to all of them, given their physical proximity, so that a global read them all could be possible, forming a "voids network" that would address specific problems of the city but were behind a global proposal for the neighborhood. The interventions took place mainly in the districts of San Pablo, Magdalena and Arrabal.

San Pablo quarter. The first intervention was very special since it was an experimental program and should be the first contact with the citizens. An urban garden was planned in San Blas street, forming a series of platforms of wooden pallets that were determining green spaces of lavender, rosemary, and different types of plants acting as a botanical garden. This "green" idea continued with the hiding of one of the party wall, on which hanging plants were placed and a large green carpet was created between the horizontal and vertical plane.

Following this intervention, which provided a wonderful welcome from the residents, we continued with the execution of an urban garden, which had the same character as before, offering the mixture of different agents together by a plot. New green spaces were continued to

Fig. 1. Intervención de jardín temporal en la c/ San Blas. Colaboración con Colegio S. Domingo y As. Lanuza.



Esta idea "verde" tuvo su continuación con la ocultación de una de las medianeras recayentes con una plataforma vertical en la que se dispusieron plantas colgantes de modo que se creaba una gran alfombra verde entre el plano horizontal y el vertical.

Posibilidades de cohesión social. El barrio hilvanado.

Tras la primera intervención, que dispuso de una magnífica acogida por parte de los vecinos, se continuó con la realización de un huerto urbano, que tenía el mismo carácter que el anterior, es decir, la mezcla de diferentes agentes sociales unidos por un solar. Se continuó abriendo espacios verdes, mediante la disposición de arbolado cedido temporalmente por el Ayuntamiento. En otras ocasiones fueron suficientes intervenciones mínimas en pequeños espacios como en el caso del acondicionamiento de un solar para una pista de petanca, cercano a un centro de mayores que se ofreció a sus usuarios. En la actualidad es un espacio en que los mayores se reúnen y está en constante actividad.

Barrio de la Magdalena: infiltraciones en la población infantil y juvenil y esponjamientos deportivos.

Se realizaron diversas infiltraciones urbanas, destinadas principalmente a la población infantil y juvenil del barrio. En un solar se realizó un playground con parchís y un juego de la oca gigantes pintados en el suelo, así como una serie de juegos infantiles tradicionales o un circuito de carreras para triciclos, resultando un espacio utilizado por diversas asociaciones infantiles del barrio pero abierto a toda la ciudad. Se realizaron asimismo pistas de baloncesto (Fig. 2) y de ping pong permitiendo actividades que integrasen distintas franjas de edad y fomentando una vez más la cohesión social.

Finalizado el año 2009, y dada la excelente acogida de las intervenciones, el Ayuntamiento de Zaragoza decidió

open, through the provision of trees, temporary seconded by the Council. At other times were sufficient minimal interventions in small spaces as the case of a plot conditioned for a "petanca", near a senior center that was offered to its users. Today is a larger space in which old people meet and is in constant activity.

La Magdalena quarter. Several urban infiltrations were made, mainly for children and young people in the neighborhood. A giant ludo game was performed in a plot painted on the floor, as well as a series of traditional children's games and a race track for tricycles, resulting in a space used by various children associations of the neighborhood but open to all city. Basketball and ping pong courts were also made.

Completed the year 2009, and given the excellent performance of the interventions, the Zaragoza City Council decided to continue with the program "estonoesunsolar", intervening in each of the 14 districts of the city.

The proposals of 2010 had a different character as it was worked with heterogeneous plots, with different shapes, sizes and urban contexts. However, it was considered essential to continue with the same principles of the program based primarily on citizen participation. The following interventions were made among others:

Raval District. The site is located on the banks of the Ebro river, banks recovered from the International Exhibition of 2008 that had revalued the river as the backbone of the city. This plot has an intermediate level between the walk from the shore and the river itself. Taking advantage of this gap it was decided to raise a large green slope linking these two levels and housing three different squares. These three areas were connected together by a wooden walkway that presented an alternative route between existing trees and aromatic plantations. Three ways of relating to the river and the city.



Fig. 2. Intervención de jardín temporal en la c/ San Blas. Colaboración con Colegio S. Domingo y As. Lanuza.

continuar con el programa de "estonoesunsolar", esta vez haciéndolo extensivo a los otros distritos de la ciudad, debiendo intervenir en cada uno de ellos, escogiendo exclusivamente solares de titularidad pública. Las propuestas del año 2010 tuvieron un carácter diferente con un marcado salto de escala se trabajó con solares muy heterogéneos y situados en muy diversos contextos urbanos. No obstante, se mantuvieron los mismos principios de la estrategia basada prioritariamente en la participación ciudadana y en un trabajo en red. Se realizaron, entre otras, las siguientes intervenciones localizadas en cada uno de los 15 distritos (Fig 7) de la ciudad:

Actur District. A space was raised with three different textures and dimensions so that it could accommodate various applications. In one case, with trowelled concrete termination, a basketball court was made. In the others a synthetic floor area was built, and other with artificial turf, all strung together by a circular bank run and a lamp with petals of light illuminating each of the tracks. In the boundary lying to the traveled way, it has been arranged a wall made of pallets, deep, internally illuminated so that separates the two areas and makes intervention visible.

Casetas (Huts) District. A plot located on the urban edge was chosen, as it could be interpreted as a transitional

Distrito Rabal: el carácter paisajístico, la importancia de la escala. El solar está situado en las riberas del río Ebro, unas riberas recuperadas tras la Exposición Internacional del año 2008 que han revalorizado el río como elemento vertebrador de la ciudad. Este solar ocupa un nivel intermedio entre el paseo de la ribera y el propio río. Aprovechando este desnivel se optó por plantear un gran talud verde que unía estos dos niveles y que acogía tres diferentes plazas. Estos tres espacios se conectaban entre ellas a través de una pasarela de madera que propiciaba un recorrido alternativo entre plantaciones aromáticas y arbolado preexistente (Fig. 3). Tres maneras de relacionarse con el río y con la ciudad.

space between the urban environment and the existing natural landscape, formed by crop fields. The plot, with a rectangular geometry, was divided into two zones, one containing the individual gardens, and other public, with a wooded area. In this area a pergola with a picnic as a meeting place was created. In the orchards, a series of wooden "huts" was set, internally lit, to store tools inside, but they were also given a landscape dimension, since it valued and included the area of orchards into the cityscape at sunset. It was considered to be very important that these spaces were quite visually permeable, so a corrugated iron enclosure was designed, engaging in a dialogue with the landscape of adjacent reeds.

Fig. 3. Intervención en el paisaje de las riberas del Ebro, Vadorrey.



Distrito Actur: espacios flexibles, usos indeterminados. Se planteó un espacio con tres texturas y dimensiones diferentes de manera que pudiera garantizar usos flexibles. En uno de ellos, con terminación de hormigón fratasado se realizó una pista de baloncesto. En los otros se dispuso una zona con pavimento sintético y otra con césped artificial, hilvanadas todas por un recorrido de bancos circulares y por una farola con pétalos de luz que iluminaban cada una de las pistas. En el lindero recayente a la vía traficada, se ha dispuesto de un muro formado por palets, calado, con iluminación interna de manera que separa los dos ámbitos y hace visible la intervención (Fig. 4).

San Jose District. It is located at a point near a Alzheimer health center and a nursery. We were excited to work with the concept of memories and memory. Space could be understood as a common point among those children who began to store memories and old people, who began to lose them. After studying the problem of Alzheimer's and their working methods, they set a series of mechanisms that could activate and exercise the memory. We raised a journey through the land, which started on a concrete slab then was materially diluted like memories, to turn back to the starting point. A journey that went through various stages, through aromatic plants, posters with pictures and rote exercises. In one phase of the route goes through the demolished house that has been put in value, preserving the mosaic pavement, this time poured into the public space, like a house "open" to the plaza, which on this occasion is an urban living room, in which tables, chairs and a garden have been arranged. On the middle part, icons have been painted to resemble these spaces (bedroom, bathroom, lounge, kitchen ...) referring to the construction of memory. At the confluence of the material course and the beginning of the material vanishing a playground was placed. As a tribute to Miguel Hernandez, one of his poems travel the road of memory, discovered on the floor step by step: "I remember and I do not remember that story ..."

Distrito de Casetas: transiciones urbanas hacia el paisaje. Se escogió uno solar situado en el límite urbano, ya que podía interpretarse como un espacio de transición entre el entorno urbano y el paisaje natural existente, formado por campos de cultivo. La parcela, de geometría rectangular, se dividió en dos zonas, una que contenía los huertos individuales, y otra pública, con un espacio arbolado. En esta zona se creó una pérgola con un merendero como lugar de encuentro. En los huertos, se dispusieron una serie de casetas de madera calada iluminadas interiormente para guardar las herramientas, pero a las que se les dio también una dimensión paisajística, ya que ponía en valor e incorporaba la zona de huertos al paisaje urbano al atardecer. Se consideró muy importante que estos



Fig. 4. Pista multideporte en distrito Actur. Colaboración con Centro infantil Os Mesaches.



Fig. 5. Huertos urbanos en distrito Casetas. Colaboración con Junta de Distrito.



espacios fueran absolutamente permeables visualmente, por lo que se diseñó un cerramiento formado por hierros corrugados que entablaban un diálogo con el paisaje de cañas adyacente (Fig. 5).

Distrito San José: conexiones ciudadanas, encuentros. Está situado en un punto cercano a un centro de Alzheimer y un centro infantil. Nos pareció interesante trabajar con el concepto de los recuerdos y la memoria. Se podía entender el espacio como un punto común entre aquellos niños que empezaban a almacenar recuerdos y los mayores, que empezaban a perderlos. Tras estudiar la problemática del Alzheimer, se dispusieron una serie de mecanismos que pudieran activar y ejercitar la memoria. Se planteó un recorrido a través del solar, que partía de una solera de hormigón y posteriormente iba perdiendo materialidad y se diluía como los recuerdos, para tornar de nuevo al punto de partida. Un recorrido en el que se atraviesan diferentes etapas, entre plantas aromáticas, carteles con figuras y ejercicios memorísticos. En una de las fases del recorrido se pasa por la casa demolida que ha sido puesta en valor, conservando los mosaicos del pavimento, esta vez volcados al espacio público, como una casa "abierta" a la plaza, que en esta ocasión constituye un salón urbano, en el que se han

The game

It has been very important for the program to maintain a sense of play throughout all processes. We tried to give visibility to concepts such as fragmentation, disorder or randomness as core value creators of new meanings. In this sense a semantic game was created, and each worker wears a shirt with the words of the program: "Esto ","no "; "es", "un", "solar" (this-is-not-an-urban plot). This way, compound phrases are created by chance, according to the layout of each worker every time. ("This is not," a plot is not this "; This plot is not, "" This is a plot, "a plot is not a plot "...)

The text and symbol

It has been already mentioned that all these 2009 plots , haphazardly dotted along the urban area, form some sort of "empty network" because through their intentions, activities and uses, establish subtle connections between them . We proceeded to name, number and identify each of the chosen plots. Each plot is labeled with an identification number, which has the strange and abstract virtue to number the non-existent, the vacuum. Once the stamp of

Fig. 6. Playground. Colaboración con centro de Alzheimer y colegio San José.



Fig. 7. Plano de intervención de los 28 solares transformados en espacio público.

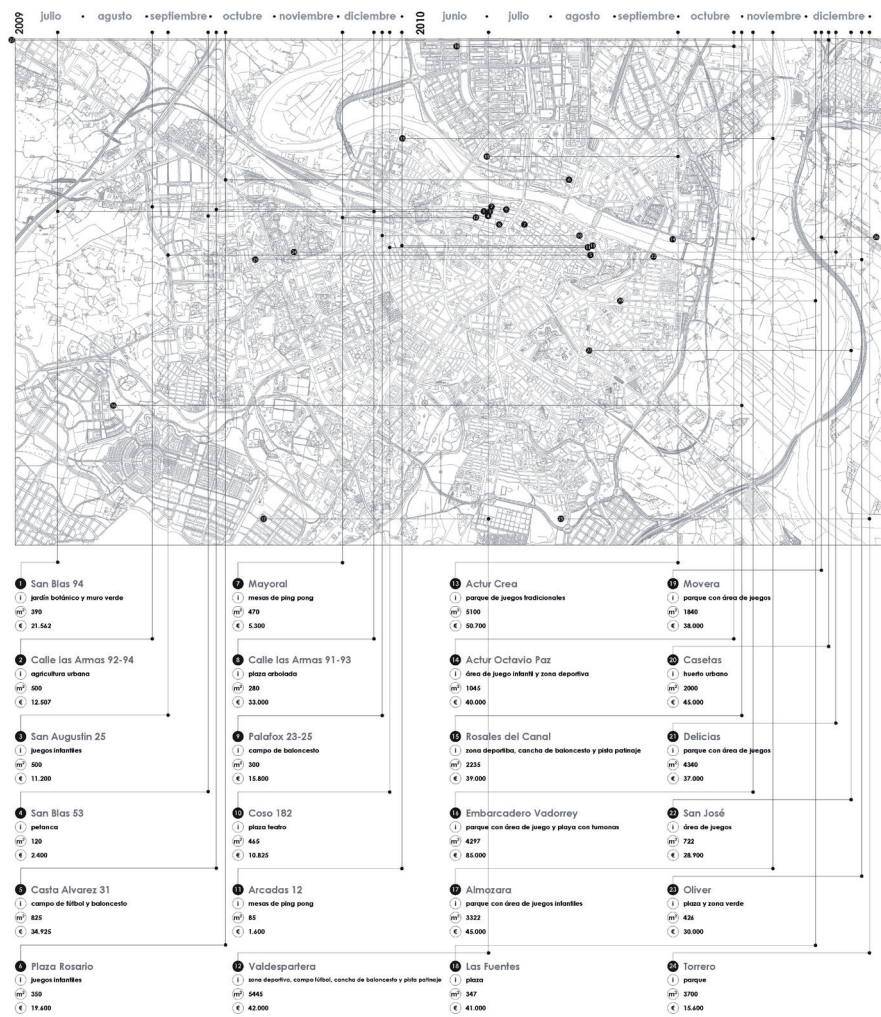




Fig. 8. Proceso de la estrategia estonoesunsolar e integración de la población.

dispuesto mesas y sillas y un jardín. En la medianera se han pintado iconos de lo que fueron esos espacios (dormitorio, baño, salón, cocina...) haciendo referencia a la construcción de la memoria. En la confluencia del recorrido matérico y el que empieza a desmaterializarse se ha colocado una zona de juegos infantiles. Como homenaje a Miguel Hernández, uno de sus versos recorren el camino de la memoria, descubierto en el pavimento paso a paso: "Recuerdo y no recuerdo aquella historia..." (Fig 8)

"estonoesunsolar" is placed in their dividing, the space is ready to be colonized by the inhabitants and become "100% usable."

The interventions of 2010 lost that condition of proximity between the plots, so we selected a more global scale and instead of numbers, geographic coordinates were assigned to each of them, visible just from the google eye. A mathematical, rational and accurate way to designate the realization of a public will.

El juego

Para el programa ha sido muy importante el mantenimiento de un sentido lúdico a lo largo de todos los procesos. Se ha intentado dar visibilidad a conceptos como la fragmentación, el desorden o el azar como valores creadores de nuevos significados. En este sentido se ha planteado un juego semántico, ya que cada trabajador lleva una camiseta con una de las palabras del programa: "esto", "no", "es", "un", "solar". De esta manera, se van creando frases compuestas por el azar, según la disposición que tenga cada trabajador en cada momento. ("esto no", "un solar no es esto", "este solar no es", "esto es un solar", "un solar no es un solar"...) (Fig 7)

El texto y el símbolo

Ya se ha mencionado anteriormente que todos estos solares del 2009, salpicados desordenadamente a lo largo de la trama urbana, forma una especie de "vacíos en red", ya que a través de sus intenciones, actividades y sus usos, establecen sutiles vinculaciones entre ellos. Se procedió a nombrar, numerar y señalar cada uno de los solares escogidos. Cada solar está etiquetado, con un número identificativo, y que tiene la extraña y abstracta virtud de numerar lo inexistente, el vacío. Una vez colocado el sello de "estonoesunsolar" (Fig 1) en sus medianeras el espacio está listo para ser colonizado por los habitantes y pasa a ser "100% utilizable". En las intervenciones del 2010 se perdió esa condición de proximidad entre los solares, por lo que se escogió una escala más global (Fig. 7) y en vez de numerarlos, se les asignó unas coordenadas geográficas a cada uno de ellos (Fig 4). Una manera matemática, racional y exacta de designar la materialización de una voluntad ciudadana.

Notas Notes

1. A. CAMUS. *El mito de Sísifo*. Alianza Editorial.
2. V. PÉREZ ROYO. *Caminar entre arquitecturas invisibles. Dentro de Cairón 12*. Revista de estudios de danza. Universidad de Alcalá. 2009, pp. 245
3. F. CARERI. *Walkscapes. Camminare come pratica estetica*. Einaudi. Torino 2006, pp.73
4. I. SOLÁ-MORALES. *Terrain Vague*, en *Quaderns 212*, Barcelona 1996, pp.37
5. R. SENNET. *El declive del hombre público*. Anagrama, Barcelona, 2011, pp.275
6. J. JACOBS. *Muerte y vida de las grandes ciudades*. Capitán Swing, Salamanca, 2011, pp. 112
7. G. SIMMEL. *El individuo y la libertad*. Península, Barcelona, 1986, pp. 253
8. M. DELGADO. *El animal público*. Anagrama, Barcelona, 1999, pp. 184

Todas las imágenes son de los autores del texto.

Motivaciones y resultados para la adopción del estándar de ecodiseño ISO 14006 en el sector de construcción

Motivations and results for the adoption of the ISO 14006 ecodesign standard in the building sector

Beñat Landeta Manzano¹, Germán Arana-Landín², Patxi Ruíz de Arbulo¹, Pablo Diaz de Basurto¹

RESUMEN

El objeto de este trabajo de investigación es analizar el proceso de adopción del estándar de ecodiseño ISO 14006 por parte de los estudios de arquitectura, así como los resultados que estos obtienen. Para ello, tras una introducción se pasa a analizar la estructura y difusión del estándar de ecodiseño ISO 14006. En relación a la difusión, se describe como ha sido la difusión de este estándar a nivel geográfico y sectorial. En este apartado se destaca la gran aceptación que ha tenido en el sector de la construcción. Concretamente, el 76% de las empresas certificadas en España son estudios de arquitectura y un 80% del total de empresas son empresas pertenecientes a este sector.

A continuación, se describe la metodología de tipo cualitativo que se ha utilizado en esta investigación. Concretamente, mediante un estudio de casos se han analizado las principales motivaciones, dificultades y resultados del proceso de adopción y certificación del estándar ISO 14006 en 9 estudios de arquitectura, pero dada la extensión del trabajo hemos expuesto sólo uno de estos casos en profundidad.

Sin embargo, en el apartado de discusión y conclusiones hemos tenido en cuenta los 9 estudios realizados. En dicho apartado, en relación a las motivaciones, cabe destacar que los estudios de arquitectura adoptan el estándar con objeto buscar elementos diferenciadores que les permitan mantener o mejorar su posición en el mercado. Por otra parte, se señala que pese a no lograr que el cliente apruebe todas sus propuestas, han conseguido reducciones de impacto significativas principalmente debido a que han conseguido reducir la energía consumida en todas las fases del ciclo de vida. Pese a ello, en todos los casos uno de los principales problemas que han tenido los estudios está relacionado con la aprobación por parte del cliente de las medidas para reducir el impacto ambiental que suponen un aumento de costes que, normalmente, suelen

Palabras clave: ISO 14006, análisis de ciclo de vida, ecodiseño, normalización, gestión medioambiental.

ABSTRACT

In this research work has been analyzed the process of adoption of ecodesign ISO 14006 standard by the architecture firms and the results achieved. With this aim, after an introduction, structure and diffusion of eco-design standard ISO 14006 have been studied. In relation to the dissemination of this standard, geographical and sectoral level have been described. This section highlights the great success it has had on the building sector. Specifically, 76% of certified companies in Spain are architecture firms and 80% of all companies belongs to this sector.

In the third chapter, the qualitative methodology used for this research has been described. Specifically, nine case studies have been developed to analyze the main motivations, challenges and results of the adoption process, but given the extent of this paper, only one of these cases has been presented in depth.

However, in the discussion and conclusions section, the nine architecture studies have been considered. In this section, regarding the motivations, the main purpose of the architecture studios to adopt the standard is related with the differentiators elements that enable them to maintain or improve its market position. On the other hand, despite all the proposals have not been approved by the customers, mainly because of economical reasons, significant environmental impact reductions have been obtained. The most important is related with the reduction of the energy consumption in all the phases of the life cycle. Another difficulty is related to the lack of environmental information that exists on the materials used in the building process.

For these reasons, one of the claims that are made from architecture firms to the public authorities is related with the mandatory rules that help to communicate and reduce the environmental impact, not only of the buildings, but also

Key words: ISO 14006, life cycle assessment, ecodesign, normalization, environmental management

(1) UPV/EHU, Departamento de Organización de Empresas, E.T.S. de Ingeniería, Bilbao. Contact info: g.arana@ehu.es

(2) UPV/EHU, Departamento de Organización de Empresas, Escuela Universitaria Politécnica, Donostia-San Sebastián.

ser rechazadas aunque en muchos casos supongan una reducción de costes en la fase de uso. Otra dificultad está relacionada con la falta de información ambiental que existe sobre los materiales utilizados en el proceso de edificación.

Por estos motivos, una de las reclamaciones que se realizan desde los estudios de arquitectura es que la Administración Pública no actúe con tanto retraso a la hora de establecer normas de obligado cumplimiento que contribuyan a comunicar y reducir el impacto ambiental, no sólo en el ámbito de las edificaciones a nivel global, sino también de los elementos utilizados en el proceso.

Por último, hemos podido observar que los estudios, pese a que en algunos casos no han visto cumplidas las expectativas creadas, se encuentran satisfechos con la adopción del estándar, ya que ha contribuido a reducir costes y a mejorar su imagen y posición en concursos, públicos en su gran mayoría.

Introducción

En España, en los últimos años hemos sido testigos de un gran crecimiento del número de adopciones de distintos estándares de gestión medioambiental por parte de las instituciones públicas y las empresas privadas. Dentro de estos estándares, destaca el estándar ISO 14001, en el que España es el tercer país con mayor número de certificaciones conforme a la norma ISO 14001, y el primero en términos relativizados con respecto a su dimensión económica (Heras et al, 2008).

En el ámbito del ecodiseño, en España, en junio de 2003, la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) publicó una norma de Ecodiseño, la norma UNE 150301 (AENOR, 2003). La referida norma UNE 150301 va más allá de otras normas medioambientales como la norma ISO 14040 (ISO, 2006), que se utiliza para analizar el ciclo de vida del producto, o la norma ISO/TR 14062 (ISO, 2002) para la integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de productos, ya que tiene por objeto proporcionar a las organizaciones los elementos de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) de forma que el proceso de diseño y desarrollo de productos y/o servicios sea efectivo, también desde el punto de vista ambiental (AENOR, 2003).

Con estos antecedentes, en 2011 se publicó la norma de ecodiseño ISO 14006:2011 (ISO, 2011) que analizaremos a continuación. Esta norma, al igual que su predecesora, está teniendo una gran difusión en el sector de la construcción, en general, y en los estudios de arquitectura en particular (Arana-Landín et al, 2012). Por estos motivos, el objetivo de este artículo consiste en analizar las motivaciones, el proceso de implantación y los resultados de este estándar en los estudios de arquitectura.

El estándar iso 14006:2011

El objetivo principal de la norma ISO 14006 es el mismo que perseguía su antecesora en España, la UNE 150301, concretamente servir de guía para aquellas organizaciones que deseen incorporar la variable ambiental en el proceso de diseño y desarrollo del producto, en la medida en que la organización pueda tener control o influencia, y asimismo

of the elements used in the building process.

Finally, although we have observed that the studios have not achieved some of their expectatives, but they are satisfied with the adoption of the standard, as it has helped them to reduce costs and improve its image and position mainly in public tenders.

Introduction

In recent years in Spain we have witnessed tremendous growth in the number of adoptions of different standards of environmental management by public institutions and private companies. Within these standards, the ISO 14001 standard highlights, Spain not only holds the third place in the global ranking of countries with the highest number of certifications under ISO 14001, but also is the first in terms of relativized with respect to its economic dimension (Heras et al, 2008).

In the field of eco-design, in Spain, in June 2003, the Spanish Association for Standardization and Certification (AENOR) published the ecodesign standard UNE 150301 (AENOR, 2003). The aforementioned UNE 150301 goes beyond other environmental standards such as ISO 14040 (ISO, 2006), which is used as a reference to analyze the product life cycle, or ISO / TR 14062 (ISO, 2002) for integration environmental aspects in product design and development, and which aims to provide to the organizations with the elements of an Environmental Management System (EMS) so that the process of design and development of products and/or services will be effective, also from the environmental point of view (AENOR, 2003).

With this background, in 2011 it was published the international ecodesign standard ISO 14006:2011 (ISO, 2011) which will be discussed below. This standard, like its predecessor, is having a great diffusion in the building sector in general and in particular in architecture firms (Arana-Landín et al, 2012). For these reasons, the aim of this paper is to analyze the motivations, the implementation process and the results of this standard in architecture firms.

The standard iso 14006:2011

The main objective of ISO 14006 is the same as its predecessor had in Spain, UNE 150301, which is to have a guide for the organizations that wish to incorporate environmental considerations into the design process and product development, taking into account the influence or control that the organization may have on it, and also want to integrate this process into its EMS.

quieran integrar dicho proceso en su SGA.

La ISO 14006 es la única norma que relaciona las áreas de conocimiento del ecodiseño: medioambiente, diseño y sistemas de gestión, y los documentos asociados, de forma que puedan establecerse los procesos y procedimientos que permitan implementar el ecodiseño en la práctica de un SGA (ISO, 2011).

El SGA propuesto en la norma ISO 14001, por ejemplo, se centra en la gestión de los aspectos ambientales generados principalmente en la etapa de producción, obviando el potencial impacto ambiental de la etapa de diseño de producto en todas las fases del ciclo de vida del producto, incluida en la etapa de producción. Por otra parte, la norma ISO 9001 de gestión de la calidad, comprende el proceso de gestión del diseño pero no contempla la influencia del diseño en el medioambiente (ISO, 2011).

La estructura, terminología y requisitos de la norma ISO 14006 están basados en las Normas ISO 9001 e ISO 14001, para facilitar su integración con los Sistemas de Gestión de la Calidad y Ambiental de las organizaciones. La Norma hace uso de los requisitos para la gestión ambiental de la norma ISO 14001:2004. Sin embargo, en este caso, el estándar ISO 14006 proporciona en cada apartado orientación específica sobre cómo se relaciona dicho apartado con un proceso de ecodiseño. La Norma también incorpora el método descrito en el apartado 7.3 de la norma ISO 9001:2008, dentro del apartado 5.4.6 dedicado a las actividades propias de diseño y desarrollo de producto de una organización y presenta los requisitos de la ISO 9001 que completa con directrices específicas en materia de ecodiseño.

Asimismo, tal como se observa en la tabla 1, los tres primeros apartados de la Norma son los habituales en

The ISO 14006 is the only standard that relates the following areas of knowledge of ecodesign: environment, design and management systems, and associated documents, so that they can establish processes and procedures for implementing eco-design in an EMS (ISO, 2011).

The proposed EMS ISO 14001, for example, focuses on the management of the environmental impacts mainly in the production stage, ignoring the potential environmental impacts of product design stage in all phases of the product life cycle, including production stage. Moreover, the ISO 9001 Quality Management standard comprises the management of the design process but does not consider the influence of the design on the environment (ISO, 2011).

The structure, terminology and requirements of ISO 14006 are based on ISO 9001 and ISO 14001, for easy integration with the Quality and Environmental Management Systems in organizations. The ecodesign standard makes use of ISO 14001:2004, but it goes beyond and provides specific guidance on how to relate environment issues with the ecodesign process. The ecodesign standard also incorporates the method described in paragraph 7.3 of ISO 9001:2008, in the section 5.4.6 addresses the activities of product design and development of an organization and presents the requirements of ISO 9001, which are completed with specific guidelines of ecodesign.

Also, as seen in Table 1, the first three sections of the Standard are common in management system standards, where after a brief introduction, it is specified the object and scope of the Standard and the reference key documents for its application.

Chapter 4 of the ISO 14006 standard focuses on the crucial role to be played by top management to establish

1. Objeto y campo de aplicación
2. Referencias normativas
3. Términos y definiciones
4. Rol de la alta dirección en el ecodiseño
4.1. beneficios de realizar ecodiseño
4.2. tareas relativas al ecodiseño
5. Directrices para la incorporación del ecodiseño en un sga
5.1. directrices generales
5.2. política ambiental
5.3. planificación
5.4. implementación y operación
5.5. verificación
5.6. revisión por la dirección
6. Actividades de ecodiseño en el diseño y desarrollo del producto
6.1. generalidades
6.2. enfoque de ciclo de vida
6.3. proceso de ecodiseño
6.4. evaluación ambiental de los productos
6.5. análisis de los requisitos ambientales de las partes interesadas
6.6. revisión del ecodiseño
6.7. implicación de la cadena de valor
Anexo A (informativo). La alta dirección y las cuestiones estratégicas en el ecodiseño
Anexo B (informativo). Correlación de la norma ISO 14006:2011 con otras normas internacionales sobre ecodiseño.
Bibliografía

1. Scope
2. Normative references
3. Terms and definitions
4. Role of top management in ecodesign
4.1. Benefits of conducting ecodesign
4.2. Tasks for ecodesign
5. Guidelines for incorporating ecodesign into an EMS
5.1. General guidelines
5.2. Environmental policy
5.3. Planning
5.4. Implementation and operation
5.5. Checking
5.6. Management review
6. Ecodesign activities in product design and development
6.1. General
6.2. Life cycle thinking
6.3. Ecodesign process
6.4. Environmental assessment of products
6.5. Analysis of interested parties environmental requirements
6.6. Ecodesign review
6.7. Value chain involvement
Annex A (informative) Top management and strategic issues on ecodesign.
Annex B (informative) Correlation of ISO 14006:2011 with other International Standards on ecodesign.
Bibliography

Tabla 1. Estructura de la norma UNE EN-ISO 14006
Fuente: Elaboración propia a partir de la norma ISO 14006.
Structure of the UNE EN-ISO 14006
Source: Compiled from ISO 14006

las normas de sistemas de gestión, donde tras una breve introducción, se especifican el objeto y alcance de la Norma y los documentos de referencia clave para su aplicación.

El capítulo 4 se centra en el papel decisivo que debe jugar la alta dirección para el establecimiento de un enfoque sistemático y estructurado que permita implementar las directrices propias del ecodiseño en el Sistema de Gestión Ambiental de la organización. En él se trata de mostrar los potenciales beneficios que conlleva dicho esfuerzo y aclarar los términos y el grado de implicación requerido a la alta dirección. La Norma detalla un primer grupo de tareas relacionadas con aspectos estratégicos de negocio sobre los que el ecodiseño puede influir, y otro segundo grupo de tareas referidas a la gestión de los procesos internos que conlleva la práctica del ecodiseño integrado en un sistema de gestión.

El capítulo 5, en los apartados 5.2 a 5.6, se proporciona las directrices para tratar el ecodiseño como parte integrante de un SGMA en línea con la estructura de la Norma ISO 14001. El apartado 5.4.6, se centra en las actividades de diseño y desarrollo de producto de una organización. Concretamente se detalla el método de diseño y desarrollo descrito en el apartado 7.3 de la Norma ISO 9001:2008, completado con directrices específicas relacionadas con el ecodiseño.

Por último, en el apartado 6 de la Norma se describe cómo gestionar la adopción del ecodiseño, es decir, cómo incorporar, dentro del proceso de diseño y desarrollo la sistemática para identificar, controlar y mejorar de forma continua los aspectos ambientales de todos los productos de la organización, para reducir los efectos adversos de estos impactos ambientales, sin trasladar impactos ambientales adversos de una etapa del ciclo de vida a otra o de una categoría a otra, a menos que esto tenga como resultado una reducción neta de los impactos ambientales negativos a lo largo del ciclo de vida del producto. Este aspecto es importante habida cuenta de que es precisamente en el proceso de diseño y desarrollo cuando existen más oportunidades de hacer cambios y mejoras en el desempeño ambiental global del producto a lo largo de su ciclo de vida.

En relación a la difusión del estándar ISO 14006, según los registros de las empresas certificadoras, en marzo de 2013, se habían certificado en España 178 organizaciones de las que, tal como se muestra en la figura 1, 142 pertenecían al sector de la construcción. Además, es destacable que de estas 142 empresas 136 son estudios de arquitectura. Esta circunstancia se debe a la creciente sensibilización y preocupación por el medio ambiente de la sociedad, y en

a systematic and structured approach for implementing ecodesign guidelines in the EMS of the organization. It tries to show the potential benefits of this effort and to clarify the terms and the level of involvement that is required by top management. The standard details a first group of tasks related to strategic business issues on which ecodesign can influence, and a second group of tasks relating to the management of internal processes involved in ecodesign practice integrated in a management system.

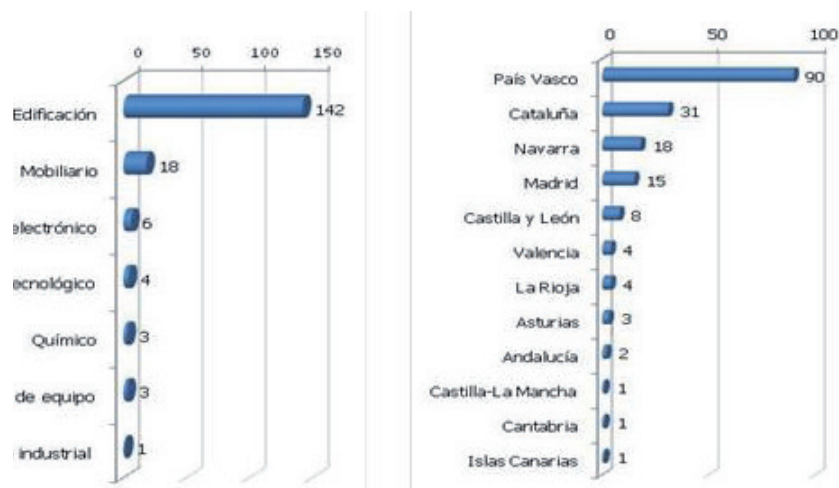
In Chapter 5 of ISO 14006, in sections 5.2 to 5.6, guidelines for treating ecodesign as part of an EMS in line with the structure of ISO 14001 are provided. Paragraph 5.4.6 focuses on the activities of product design and development of an organization. Specifically it details the design and development method described in paragraph 7.3 of ISO 9001:2008, and is complete with specific guidelines related to ecodesign.

Finally, in section 6 of the standard it is described how to manage the adoption of eco-design, that is, how to incorporate into the design and development process, the way to identify, monitor and continuously improve the environmental aspects of all organizing products, to reduce the adverse effects of these environmental impacts, without transferring adverse environmental impacts from a life cycle stage to another or from one category to another, unless this will result in a net reduction of environmental impacts throughout the product life cycle. This aspect is important, considering that it is in the design and development process when there are more opportunities to make changes and improvements in overall environmental performance of products throughout their life cycle.

ISO 14006 standard, according to the records of the certification companies of March 2013, had been issued in 178 Spanish organizations, and 142 out of them were in the building sector, as shown in Figure 1. It is also noteworthy that 136 out of these 142 companies are architecture firms. This is due to public institutions sector programs that encourage business support and grant a growing relevance of environmental issues in bidding of public works (Arana-Landin et al., 2012).

Another noteworthy aspect is its geographical diffusion, as virtually all of the certificates are concentrated in the north and center of the Iberian Peninsula. Specifically, as shown in Figure 1, it is remarkable the existence of 90 organizations certified in the Autonomous Community of the Basque Country, Catalonia 31, 18 certificates in Community of Navarre and 15 in the Community of Madrid. One of the main reasons for this imbalance are the different development programs for the adoption of standards

Fig. 1. Distribución de empresas certificadas por sectores de actividad y geográficamente
Geographical distribution and sectoral distribution of the certified companies.



especial de las administraciones públicas, que establecen de forma progresiva normas de obligado cumplimiento cada vez más restrictivas, fomentan programas sectoriales de apoyo a las empresas y otorgan una creciente relevancia a los aspectos ambientales en las licitaciones de obras públicas (Arana-Landín et al., 2012).

Otro aspecto destacable es su difusión geográfica, ya que prácticamente la totalidad de los certificados se encuentran concentrados en la zona norte y centro de la península. Concretamente, tal como se muestra en la figura 1, destaca la existencia de 90 organizaciones certificadas en la Comunidad Autónoma del País Vasco, 31 en Comunidad Autónoma de Cataluña, 18 en Comunidad Foral Navarra y 15 en la Comunidad Autónoma de Madrid. Una de las principales razones de este desequilibrio es debida a los distintos programas de fomento de adopción de estándares realizados por las instituciones públicas. Concretamente, en el caso de la Comunidad Autónoma del País Vasco encontramos el programa Eraikal, que ha tenido una gran influencia en el sector y principalmente en los estudios de arquitectura de esta comunidad (Eraikal, 2012).

Análisis de casos

Metodología

Para la elaboración de este estudio se optó por una metodología de tipo cualitativo basada en un estudio de casos, ya que nos permite profundizar en el proceso de adopción del estándar y comprender mejor la naturaleza del fenómeno a estudiar, y tal como señalan Eisenhardt (1989) y Yin (2003).

En concreto, en nuestro estudio se seleccionaron nueve estudios innovadores en la implantación de Sistemas de Gestión con experiencia en el empleo de las normas UNE 150301 e ISO 14006. Además, influyeron otros aspectos, como su ubicación geográfica y su disponibilidad para participar en la investigación. Las empresas elegidas para desarrollar un estudio en profundidad de casos fueron Hirilan, LKS, MAAB, Oneka Arquitectura, Ramón Ruíz Cuevas Arquitectos, Ache Arquitectura, Gausark y Toledo Taldea.

Se mantuvieron entrevistas con responsables de los distintos agentes implicados en el proceso de adopción del estándar por parte de las empresas. Concretamente, se han mantenido entrevistas con consultoras, auditoras, especialistas académicos y organizaciones públicas como lhobe, que han participado de forma activa en la elaboración y difusión del estándar. El estudio se desarrolló entre enero de 2009 y marzo de 2013, y consistió en una secuencia de entrevistas en profundidad semi-estructuradas con directivos y especialistas en la materia de las nueve organizaciones, siguiendo un guión variable en función del caso a estudiar pero con patrones comunes (Eisenhardt, 1989). Sin embargo, en este trabajo sólo se muestra un caso debido a la longitud de la comunicación, si bien para elaborar el apartado de conclusiones hemos tenido en cuenta los nueve casos analizados.

Desarrollo del caso de LKS

Presentación de la empresa

LKS Ingeniería, S.Coop. (en adelante LKS) cuenta con cerca de 1.050 personas en plantilla y genera una facturación anual de aproximadamente 70 millones de euros. Desarrolla su actividad en el mercado nacional e internacional, con presencia en Chile, Costa Rica, República Dominicana, México, Francia, Colombia, Uruguay, India

released by public institutions. In the case of the Basque Autonomous Community, for example, the Eraikal program remains in its thirteenth edition, which has been influential in the sector and mainly in architectural studies of this community (Eraikal, 2012).

Case analysis

Methodology

For the preparation of this study it was chosen a qualitative methodology based on a case study because it gives insight into the process of the adoption of the standard, and better understanding of the nature of the phenomenon to be studied, as stated by Eisenhardt (1989) and Yin (2003).

Specifically, in our study, it was selected nine innovative architecture firms on the implementation of management systems with experience in the use of the standards UNE 150301 and ISO 14006. They have been chosen according to other aspects such as their geographical location and their willingness to participate in the research. The companies that consented to participate in present study were Hirilan, LKS, MAAB, Oneka Architecture, Ramon Ruiz Cuevas Architects, Architecture Ache, and Toledo GausarkTaldea.

Interviews were held with the heads of the various stakeholders involved in the process of adoption of the standard. Particularly, interviews were held with consulting and audit firms, academic specialists and public organizations as lhobe, who participated actively in the development and dissemination of the standard. The study was conducted between January 2009 and March 2013, and consisted of a sequence of in-depth semi-structured interviews with managers and specialists within the nine organizations, following variable guiding notes according to the case study, but maintaining common patterns (Eisenhardt, 1989). However, in this work has been described only one case due to the length of communication, however to draw the conclusions section there were taken into account the nine cases analyzed.

LKS case development

Presentation of the company

LKS Ingeniería, S.Coop. (hereafter LKS) has about 1,050 people on staff and generates an annual turnover of approximately 70 million Euros. It operates in the national and international market, with presence in Chile, Costa Rica, Dominican Republic, Mexico, France, Colombia, Uruguay, India and China. The LKS group is integrated into the Mondragon Corporation, which is currently the leading business group in the Basque Autonomous Community and the seventh in Spain.

LKS is today, by size and turnover, the largest services and building engineering ISO 14006 certified company in Spain. A notable feature of LKS is its commitment to sustainable development of their business as a business strategy, not only in the environmental aspect, but also in social and economic aspects.

Experience in implementing management systems.

LKS previous experience regarding the adoption and certification of management systems was not very satisfactory. In 1998 LKS achieved his first management system certificate, the quality management according to ISO 9001. However, in 2001 decided not to renew the certificate for two main reasons: disagreements with the audit team and the limited commercial success that involved having the certificate. Nevertheless, the procedures remained in

y China. El grupo LKS está integrado en la Corporación Mondragón, que constituye en la actualidad el primer grupo empresarial de la Comunidad Autónoma del País Vasco y el séptimo de España.

LKS es hoy, por tamaño y volumen de negocio, la mayor empresa de servicios de ingeniería y construcción certificada conforme al estándar ISO 14006 de ecodiseño en España. Un aspecto destacado de LKS es su apuesta por el desarrollo sostenible de su actividad, que añade así la dimensión ambiental al compromiso cooperativista por el desarrollo social y económico.

Experiencia en la implantación de sistemas de gestión

La experiencia previa de LKS en cuanto a la adopción y certificación de sistemas de gestión no fue muy satisfactoria. En 1998 lograba su primer certificado en un sistema de gestión, el de la calidad según ISO 9001. Pero en 2001 optó por no mantener el certificado principalmente por dos motivos: desavenencias con el equipo auditor y el escaso éxito comercial que suponía el mantenimiento de la certificación. No obstante, sí se mantuvieron los procedimientos establecidos en el sistema de gestión, pero con el tiempo, sin la presión de la certificación, el mantenimiento del sistema se hacía cada vez más difícil, hasta que se tomó la determinación de restablecer una sistemática basada en la gestión de procesos según los estándares ISO 9001 e ISO 14001. El sistema se completó con la inclusión del estándar de ecodiseño UNE 150301, por iniciativa del Comité de Sostenibilidad de la empresa, para la disminución de los impactos causados por los proyectos que realizaban.

De esta forma, en 2009 LKS obtuvo el certificado de ecodiseño según el estándar UNE 150301, junto con los certificados ISO 9001 e ISO 14001, integrados los tres desde entonces bajo un único sistema. De esta forma lograron aunar eficiencia y efectividad en la gestión de procesos, motivo que también ha animado a LKS a adoptar el estándar OHSAS 18001, con el apoyo del Comité de Seguridad responsable de la seguridad en el trabajo y del servicio de prevención en obras.

Adopción del estándar ISO 14006

La adopción del estándar de ecodiseño en la organización fue relativamente sencilla. Ello fue posible, en parte, debido al impulso de la dirección y al trabajo previo realizado en materia medioambiental por el Comité de Sostenibilidad.

En un comienzo, los preceptos del estándar se aplicaron a los proyectos residenciales pero un año después se comenzó a ecodiseñar el resto de proyectos según el estándar, con la excepción de las edificaciones industriales. Esta tipología de proyectos no da prácticamente margen para adoptar medidas ambientales en la fase de concepción del proyecto, ya que normalmente, son proyectos muy básicos que responden exclusivamente a la necesidad del cliente de una envolvente para sus actividades.

Posteriormente, en la fase de diseño y desarrollo de cada edificio se identifican los aspectos ambientales más significativos para cada fase del ciclo de vida de la edificación básica. Una vez identificados los aspectos ambientales se evalúa su criticidad y magnitud, siguiendo criterios contenidos en la bibliografía sobre el tema. Finalmente, en función de los impactos ambientales más significativos se establecen unos objetivos de mejora.

Con la ayuda de una base de datos creada por el Comité de Sostenibilidad, donde se recogen las características de comportamiento ambiental de los materiales, y el software

the management system of the company, but over time, without the pressure of certification, system maintenance was becoming increasingly difficult, until it was determined to re-establish a working methodology based on the process management according to ISO 9001 and ISO 14001. The Management System was completed with the inclusion of Ecodesign Management System according to UNE 150301 standard, which was proposed by the Sustainability Committee of the company, for reducing the impacts of the projects.

Thus, LKS obtained in 2009 the ecodesign certificate along with the standard UNE 150301. Since then the Ecodesign is integrated within Quality and Environment Management Systems in a single Management System. This allowed LKS to combine efficiency and effectiveness in the management of processes, and that has also encouraged LKS to adopt the OHSAS 18001 standard, with the support of its Safety Committee responsible for workplace safety and prevention service works.

Adoption of ISO 14006 standard

The adoption of the ecodesign standard in the organization was relatively simple. In part this was possible because of the boost of the top management and the previous work done on the environment by the Sustainability Committee.

At first, in LKS, the standard instructions were applied to residential projects and a year later all other ecodesign projects began to follow the standard, with the exception of industrial buildings. This type of project does not have room for environmental measures in the design phase of the project, as they usually are very basic projects that respond exclusively to the customer's needs, which requires an enclosure to their activities.

Subsequently, the most significant environmental aspects for each phase of the life cycle of the building are identified in the design and development phase. Then, the potential impacts are evaluated based on their criticality and magnitude, following criteria in the literature on the subject. Finally, based on the most significant environmental impacts, improvement targets are set.

With the help of a database created by the Sustainability Committee, which sets out the characteristics of the environmental behavior of materials, and ECOTEC simulation software for thermal performance of the building in the use phase, the project manager determines the environmental improvement actions undertaken. At this stage, it is particularly important the effort to generate new solutions, and improve and implement existing ones to reduce energy consumption of the building.

The initial project which began to implement ecodesign concepts as the Standard, was a project for the construction of subsidized housing Salburua 84 (Vitoria-Gasteiz). It is a building of 6 floors, an attic and a basement of two levels. The basement is for parking and storage, the facilities downstairs are for a tertiary use and storage, and the other floors and the attic were built for residential use.

LKS's proposal was to raise a single volume aligned in one of its fronts and one of its sides with public roads. In a first phase the environmental aspects were identified and evaluated. The results of this evaluation are presented in Table 2.

Subsequently, from this evaluation a set of indicators to achieve the objectives was developed. An action plan was developed to achieve these objectives which defined the strategies and measures to be adopted, as shown in Table 3.

ECOTEC para la simulación del comportamiento térmico de la edificación en la fase de uso, el responsable de proyecto determina las acciones de mejora ambiental a emprender. En esta fase, resulta especialmente importante el esfuerzo por generar nuevas soluciones, y mejorar y aplicar las existentes para reducir el consumo de energía del edificio.

El proyecto inicial con el cual se dio comienzo al proceso de adopción del estándar fue un proyecto destinado a la construcción de 84 viviendas de protección oficial en Salburua (Vitoria-Gasteiz). Se trata de un edificio de 6 plantas, un ático y dos sótanos. El sótano está destinado a aparcamiento privado, trasteros e instalaciones, la planta baja a uso terciario y trasteros, y el resto de plantas y ático a uso residencial.

La propuesta de LKS consistió en plantear un único volumen alineado en uno de sus frentes y uno de sus laterales con los ejes viarios públicos. En una primera fase se identificaron y evaluaron los aspectos ambientales. Los resultados de esta evaluación se presentan en la tabla 2.

Posteriormente, a partir de esta evaluación se desarrolló un panel de indicadores con los objetivos a alcanzar. Y para lograr dichos objetivos se elaboró un plan de acción en el que se definieron las estrategias y medidas a adoptar, tal y como se muestra en la tabla 3. En este plan se decidió incluir el consumo de agua como aspecto significativo, ya que tanto LKS como el cliente consideraban que este aspecto aunque en las estimaciones iniciales no era significativo, era muy relevante. Los objetivos más destacados del plan se centraron en los siguientes objetivos:

- Reducción del consumo de materias primas.
- Reducción del consumo de energía y emisiones a la atmosfera.
- Reducción del consumo del agua.

Desde aquella experiencia inicial, uno de los principales aspectos en los que se está trabajando para mejorar el comportamiento ambiental de los edificios es la propia preparación en materia de ecodiseño y arquitectura bioclimática de los técnicos proyectistas. Exceptuando los 2 equipos de trabajo dedicados a la edificación industrial, los restantes 8 equipos de la oficina técnica asisten semestralmente a jornadas de formación interna en materia de arquitectura bioclimática y del propio sistema de gestión del ecodiseño. Además, determinados integrantes de estos equipos han contado con formación externa en programas máster para ampliar sus conocimientos en construcción sostenible para que sean un referente y un punto de anclaje del ecodiseño y la arquitectura sostenible en la empresa.

En el caso de LKS, el principal beneficio de la certificación ha sido principalmente "el lanzamiento de la empresa en la dirección en la que quería ir", el camino de un modelo de negocio sostenible. Por otro lado, la integración del ecodiseño en el mapa de procesos del sistema de gestión y en el diagrama de redacción de los proyectos ha supuesto un esfuerzo menor en el cumplimiento de especificaciones ambientales en concursos públicos y ha contribuido a mejorar el nivel de gestión de los edificios en la fase de diseño y desarrollo. Además, les ha servido como base para conseguir certificados de evaluación de la sostenibilidad de edificios realizados (LEED, BREEAM, Green Rating, etc.).

Sin embargo, pese a que algunas tareas se realizaban con anterioridad por exigencias legales en los proyectos de edificación, por ejemplo, la simulación del comportamiento energético de los edificios exigido por el CTE, la adopción

In this plan, the decision to include water consumption was taken as a significant aspect, as both LKS and the client felt that this aspect is highly relevant, although initial estimates were not significant. The most important objectives of the plan focused on the following assumptions:

- Reducing consumption of raw materials.
- Reducing energy consumption and air emissions.
- Reducing water consumption.

Since that initial experience, one of the main aspects that LKS is working on to improve the environmental performance of buildings is the training of technicians and engineers in ecodesign and bioclimatic architecture. Except the two teams engaged in industrial construction, the remaining 8 technical office teams biannually attend internal training sessions specifically on eco-design and bioclimatic architecture. In addition, certain members of these teams have had external training master programs to broaden their knowledge on sustainable construction, to become a reference in eco-design and sustainable architecture.

In the case of LKS, the main benefit of certification has been primarily "the launch of the company in the direction we wanted to go", the path to a sustainable business model. On the other hand, the integration of ecodesign in the process map of the management system and in the scheme of projects development has meant less effort in meeting environmental specifications in public procurement tenders, and has contributed to improve the operational management of design and development of buildings. Moreover, the adoption of eco-design standard has been useful as a basis to achieve various Certification Systems, such as LEED and BREEAM, that assess the sustainable performance of building materials and also the performance of the whole building (e.g., energy efficiency).

Although some tasks were previously performed due to legal requirements, such as the simulation of energy performance of buildings required by the Spanish Technical Building Code (TBC), the adoption of standard ecodesign has increased the number of tasks and, therefore, the costs in the design phase. In this case, ECOTEC software implementation, to support the analysis of the environmental impacts in the life cycle of buildings, has also helped to keep the delivery timelines of the project and enhance the development of more sustainable construction solutions.

But on the other hand, the adoption of such constructive solutions in the project phase slightly increases the cost of buildings, mainly due to the active measures to save energy and the passive measures, such as the use of materials and building systems which in many cases, are more expensive, and installation of renewable power generation systems. However, with an estimated life of 100 years in residential building (Royal Decree 1492/2011, 2011), the estimated cost savings justifies the adoption of these measures in the use and maintenance phase of the building.

Nevertheless, in the case of private developers of residential buildings, the measures taken are usually the minimum measures required by the TBC and that do not involve an extra cost (building orientation, location, shape and size of the holes, available heat sources ...). In specific cases, the application of ecodesign criteria has been received very well and although has not served to achieve new customers, it has contributed to their loyalty.

On the other hand, public institutions seem slightly

del estándar de ecodiseño ha incrementado el número de tareas y, por consiguiente, los costes en la fase de diseño. En este caso, la implantación del software ECOTEC, como apoyo en el análisis de los impactos ambientales en el ciclo de vida de los edificios, ha ayudado además a mantener plazos de entrega del proyecto y mejorar el desarrollo de soluciones constructivas más sostenibles.

En este sentido, la adopción de este tipo de soluciones constructivas en la fase de proyecto incrementa ligeramente el coste de los edificios, debido principalmente a la utilización de medidas activas de ahorro energético y energías renovables, y medidas pasivas, fundamentalmente con la utilización de materiales y sistemas constructivos, en muchas ocasiones, más caros. No obstante, el ahorro

more sensitive to environmental issues. However, since the publication of standard ecodesign, they have not shown a clear determination to boost eco-design as a tool for sustainable development in the building sector. This situation and the fact that the ecodesign standard is not intended for certification purposes, makes of the architecture firms think that ISO 14006 has an uncertain future. In any case, LKS has documents with information on Integrated Management System, developed specifically developed specifically to be included in tenders.

Despite some drawbacks, the company LKS are satisfied with the adoption and certification of ecodesign standard. In his opinion, it is more satisfying than other standards, because the results are more visible, not only in terms of

Tabla 2. Identificación y evaluación de los aspectos ambientales

ASPECTO AMBIENTAL	MAGNITUD		CRITICIDAD		SIGNIFICANCIA
	CRITERIO	M	CRITERIO	C	M X C
Extracción y Fabricación de productos utilizados					
Consumo de materias primas	Sc=12.907m ²	5	1. Muros enterrados. 2. Cubierta: lám. Imp. Asf.+ ais. 3. Fachada: aislamiento EPS	3	15
Consumo de energía	Sc=12.9070m ²	5	50 años vida útil	3	15
Ejecución de la obra					
Consumo de energía	Movimiento de tierras=3.027m ³	3	Gravas + Roca blanda	4	12
Consumo de agua	Se cumplen 2 condiciones: 1. Remojo de ciertos materiales. 2. Composición de algunos productos.	3	Zona pluviométrica III	3	9
Emisiones a la atmósfera	Es necesario el transporte de tierras fuera de la obra	3	Zona B	3	9
Emisión de ruidos	Obra nueva con excavación>1000m ³	4	No existe mapa de ruido de la nueva urbanización	3	12
Generación de residuos	Existe tierra excedente de la excavación	3	Residuos construcción con: Pb, Hg o PCB. Residuos construcción de maquinaria y equipos de climatización.	3	9
Uso y mantenimiento					
Consumo de energía	Residencial. Viv. Bloque	4	Zona climática D1	4	16
Consumo de agua	Residencial. Viv. Bloque sin jardín	3	Zona pluviométrica III	3	9
Emisiones de gases a la atmósfera	Residencial Viv. Bloque	4	Zona climática D1	4	16
Vertidos de aguas residuales	Arquitectura-residencial	5	Red municipal separativa	1	5
Emisión de ruidos	Residencial	1	Sectores del territorio con predominio residencial	2	2
Impacto visual	Volumen sobre rasante=30.000m ³	5	Altura o volumen igual o similar al entorno	1	5
Ocupación suelo	NO SE EVALUA				
Biodiversidad	Tamaño de parcela=1861m ²	2	Suelo urbano sin valor ambiental	1	2
Fin de vida					
Consumo de energía	Volumen del edificio =39.223m ³	2	>80% construcción tradicional	5	10
Generación de residuos	Volumen del edificio =39.223m ³	2	>80% construcción tradicional	5	10
Emisión de ruidos	>80% construcción tradicional	5	No existe mapa de ruido de la nueva urbanización	3	15

Fuente: Elaboración propia a partir de la documentación elaborada por LKS. Se han marcado en negrita los aspectos ambientales considerados como significativos, es decir, aquellos cuyo valor de significancia (Magnitud x Criticidad) es mayor de 15 puntos.

económico estimado en la fase de uso y mantenimiento del edificio, con una vida útil estimada de 100 años en edificación residencial (R.D. 1492/2011, 2011) justifica la adopción de estas medidas.

Pese a todo, en el caso de promotores privados de edificios residenciales, las medidas adoptadas suelen ser las medidas mínimas exigidas por el CTE y medidas pasivas que no supongan un sobrecoste (orientación del edificio, ubicación, forma y tamaño de los huecos, disposición de las fuentes de calor...). En casos puntuales, la aplicación de criterios de ecodiseño en los proyectos ha sido muy bien acogida y aunque no ha servido para lograr nuevos clientes, sí ha servido para su fidelización.

Las administraciones públicas, por otro parte, se muestran tímidamente más sensibles en cuestiones medioambientales. Sin embargo, desde el nacimiento del estándar, no han mostrado una clara determinación por

profitability for the organization, but also in terms of staff satisfaction related to the benefits of their actions on the environment and society.

Conclusions

In this study we analyzed the process of t ISO 14006 standard implementation by the architectural firms. In general, it has been observed that studies have adopted the standard for external motivation, since in most cases their main motivation has been to seek a differentiator that allows them primarily to improve their position in public procurement.

In addition, another key objective has led the companies to assume a methodology to reduce the very high environmental impact of their projects, as the architecture firms confess. Thus, the firms think that the possibilities

Table 2. Identification and assessment of environmental aspects

ENVIRONMENTAL ASPECT	MAGNITUDE		LEVEL OF RELEVANCE		SIGNIFICANCE
	CRITERIO	M	CRITERIO	C	M X C
Extraction and manufacture of products used					
Consumption of raw materials	Sc=12.907m ²	5	1. Buried walls. 2. Deck: lam. Imp. Asp.+ isol. 3. Facade: EPS isolation	3	15
Power Consumption	Sc=12.9070m ²	5	50 years of useful life	3	15
Execution of the works					
Power Consumption	Earthworks = 13.027m ³	3	Gravel + Soft rock	4	12
Water Consumption	Two conditions are met: 1. Soaking of certain materials. 2. Composition of some products.	3	Pluviometric zone III (see Spanish TBC)	3	9
Emissions to the atmosphere	Land transport offsite necessary.	3	Climatic zone B (see Spanish TBC)	3	9
Noise emission	New construction with excavation >1000m ³	4	No noise map of the new development	3	12
Waste generation	There is surplus land excavation	3	Residuos construcción con: Pb, Hg o PCB. Residuos construcción de maquinaria y equipos de climatización.	3	9
Use and Maintenance					
Power Consumption	Residencial. Viv. Bloque	4	Climatic zone D1	4	16
Water Consumption	Resident. Block of flats with no garden	3	Pluviometric zone III	3	9
Emissions to the atmosphere	Residencial. Block of flats.	4	Climatic zone D1	4	16
Wastewater discharge	Residential architecture	5	Municipal network separative	1	5
Noise emission	Residential	1	Sectors of the territory with predominantly residential areas	2	2
Visual impact	Volume above ground =30.000m ³	5	Height or volume equal or similar to the surroundings	1	5
Land used	NO SE EVALUA				
Biodiversity	Size the land =1861m ²	2	Urban land without environmental value	1	2
End of life					
Power Consumption	Building volume =39.223m ³	2	>80% traditional construction	5	10
Waste generation	Building volume =39.223m ³	2	>80% traditional construction	5	10
Noise emission	>80% traditional construction	5	No noise map of the new development	3	15

FASE Y OBJETIVO	EXTRACCIÓN Y FABRICACIÓN DE PRODUCTOS → REDUCCION DEL CONSUMO DE ENERGIA
Estrategia:	Preferencia por técnicas constructivas con menor consumo energético asociado.
	Medidas ambientales:
	Reducción del consumo de materias primas.
	Preferencia en la utilización de estructuras de hormigón frente a las de acero.
FASE Y OBJETIVO	USO Y MANTENIMIENTO → REDUCCION DEL CONSUMO DE ENERGIA UN 20% + U3. REDUCCION DE LAS EMISIONES A LA ATMOSFERA UN 20%
Estrategia pasiva 1:	Hacer un diseño bioclimático que mejore la envolvente térmica del edificio y reduzca la demanda energética de las viviendas en invierno.
	Medidas ambientales:
	Reducción de las transmitancias térmicas en fachadas respecto a lo establecido en el DB-HE-1 del CTE.
	Instalación de una cubierta ecológica que regula el microclima, amortigua el ruido ambiental, y reduce la transmitancia térmica.
	Incorporación de aislamiento térmico con moniflex y sistemas de perfiles con rotura del puente térmico en la instalación del vidrio el U-Glass en zonas comunes.
	En fachadas norte/sur/este instalación de persianas con aislamiento térmico y en fachada oeste persianas graduables.
	Realización de invernaderos en la fachada sur por medio de una envolvente de acabados oscuros y de gran inercia térmica que en invierno actúan como captadores termo-solares pasivos.
Estrategia pasiva 2:	Hacer un diseño bioclimático que aumente el confort en verano. (No existen equipos de aire acondicionado que incidan en el consumo eléctrico del edificio).
	Medidas ambientales:
	Protección de huecos de fachada sur para evitar la radiación solar en los meses cálidos.
	Incorporación de sistemas de sombreado mediante persianas para regular la intensidad de la radiación solar que entra en la vivienda y, en la orientación oeste, mediante persianas graduables.
	Refrigeración de viviendas por medio de ventilación natural cruzada.
	Incorporación de patios interiores.
	Cubierta vegetal.
	Refrigeración de viviendas con fachada sur por medio de invernaderos.
Estrategia pasiva 3:	Luz natural.
	Medidas ambientales:
	Optimización de la luz natural en zonas comunes.
Estrategia activa 1:	Instalaciones eficientes 1. Reducción del consumo eléctrico.
	Medidas ambientales:
	Luminarias de bajo consumo con balasto electrónico en zonas comunes.
	Detectores de presencia en zonas comunes.
	Independencia de circuitos eléctricos en zonas comunes y en escaleras cada dos alturas.
Estrategia activa 2:	Instalaciones eficientes 2. Reducción del consumo de gas y reducción de emisiones a la atmosfera en las instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción.
	Medidas ambientales:
	Sistemas centralizados de producción.
	Calderas de alto rendimiento con intercambiador agua-gas.
	Contadores individuales en ACS y calefacción.
	Uso de un termostato programable por vivienda.
	Válvulas termostáticas por radiador.
	Producción con colectores solares por encima de lo exigido en el CTE.
	Grifería termostática en bañera y duchas.
	Preinstalación de electrodomésticos bitérmicos.
Estrategia:	Mejorar la eficiencia de la captación y consumo de agua
	Medidas ambientales:
	Cubierta extensiva vegetal con mínimo consumo de agua.
	Recogida de aguas pluviales para riego de cubierta por medio de aljibe.
	Grifos termostáticos con aireadores.
	Inodoros de doble descarga.
FASE Y OBJETIVO	FIN DE VIDA → REDUCCION DEL POTENCIAL IMPACTO EN EL FIN DE VIDA
Estrategia:	Potenciar una construcción industrializada y estandarizada que permita una deconstrucción del edificio frente a la solución tradicional de demolición.
	Medidas ambientales:
	Construcción de fachadas más ligeras que las tradicionales: de una sola hoja y con paneles prefabricados de hormigón.
	Reducción de tabiquería en el interior de las viviendas así como aligeramiento de ésta.

Tabla 3. Definición de objetivos, estrategias y medidas ambientales a ejecutar. Fuente: Elaboración propia a partir de documentación elaborada por LKS

PHASE AND OBJECTIVES	MINING AND MANUFACTURING OF PRODUCTS → ENERGY CONSUMPTION REDUCTION
Strategy:	Preference for the construction techniques associated with lower energy consumption.
	Environmental measures:
	Reducing consumption of raw materials.
	Preference for the use of concrete structures against the steel ones.
PHASE AND OBJECTIVE	USO Y MANTENIMIENTO → REDUCCION DEL CONSUMO DE ENERGIA UN 20% + U3. REDUCCION DE LAS EMISIONES A LA ATMOSFERA UN 20%
Passive strategy 1:	Carry out a bioclimatic design to improve the thermal envelope and reduce building energy demand in winter.
	Environmental measures:
	Reduction of thermal transmittances facades regarding the minimum established in the document DB-HE-1 of the TBC.
	Installing a green roof that regulates the microclimate, attenuating ambient noise, and reduces the thermal transmittance
	Adding <i>Moniflex</i> thermal insulation system and U-Glass windows with thermal break in common areas.
	Installation of blinds with thermal insulation on facades north / south / east and adjustable blinds on the west facade.
	Making greenhouses on the south facade using a coating of dark finishes and high thermal inertia sensors that act as passive solar heat in winter.
Passive strategy 2:	Carry out a bioclimatic design to increase comfort in summer. (There are no air conditioners, and thus do not increase the power consumption of the building).
	Environmental measures:
	Protection of the holes of the south facade to prevent solar radiation in the warmer months.
	Incorporating shading systems using blinds to regulate the intensity of solar radiation entering the house. In west orientation will be installed adjustable blinds.
	Cooling of dwellings through natural cross ventilation.
	Incorporating courtyards to the building design.
	Green roof.
	Cooling dwellings with south facade through greenhouses.
Passive strategy 3:	Natural light.
	Environmental measures:
	Optimization of natural light in public areas.
Active strategy 1:	Efficient facilities 1. Reducing power consumption.
	Environmental measures:
	Saving luminaries with electronic ballast in public areas.
	Motion detectors in public areas.
	Independence of electrical circuits in public areas and stairs every two floors.
Active strategy 2:	Efficient installations 2. Reducing gas consumption and emissions to the atmosphere of sanitary Hot Water (SHW) and heating systems.
	Environmental measures:
	Centralized heat production systems.
	High-efficiency boilers with water-gas exchanger.
	Individual meters per dwelling for hot water and heating.
	Using a programmable thermostat per dwelling.
	Thermostatic radiator valves.
	Production with solar collectors above the requirements of the TCB.
	Thermostatic bathroom fittings in bath and shower.
	Pre-installation of bi-thermal appliances.
Strategy:	Improve the efficiency of the uptake and water consumption
	Environmental measures:
	Extensive green roof with minimal water consumption.
	Rainwater harvesting for irrigation of the roof by a tank.
	Thermostatic taps with aerators.
	Dual flush toilets.
PHASE AND OBJECTIVE	END OF LIFE → POTENTIAL IMPACT REDUCTION ON THE END OF LIFE
Strategy:	Promote a standardized and industrialized construction, which will allow the deconstruction of the building facing the traditional demolition.
	Environmental measures:
	Building facades lighter than traditional ones: a single sheet with precast concrete panels.
	Reducing the number of partitions inside the houses, and the lightening of the partitions.

Table 3. Definition of objectives, strategies and environmental action to execute. Source: Compiled from documentation produced by LKS.

impulsar el ecodiseño como herramienta para el desarrollo sostenible de la edificación. Esta situación y el hecho de que el estándar de ecodiseño no haya nacido con fines de certificación, les hace pensar que el estándar ISO 14006 tiene un futuro incierto. En todo caso, LKS dispone de documentación con información sobre el Sistema Integrado de Gestión, elaborada expresamente para su inclusión en las ofertas de concursos, donde vaya a ser valorada.

A pesar de ciertos inconvenientes, en LKS se muestran satisfechos con la adopción y certificación del estándar de ecodiseño. En su opinión, resulta más gratificante que otros estándares, porque los resultados se muestran de forma más concreta, no solamente en términos de rentabilidad para la propia organización, sino también para el personal de la organización, que se muestra satisfecho de los beneficios para el medioambiente y la sociedad de sus acciones.

Conclusiones

En esta investigación hemos analizado el proceso de adopción del estándar ISO 14006 por parte de los estudios de arquitectura. En general hemos observado que los estudios han adoptado el estándar por motivaciones externas ya que, en la mayoría de los casos, su principal motivación ha sido buscar un elemento diferenciador que les permita mejorar su posición en concursos públicos fundamentalmente.

Además, otro objetivo esencial que ha llevado a la empresa a emprender el proceso de adopción ha sido buscar una metodología para disminuir el impacto ambiental de sus diseños, muy elevado tal y como confiesan los propios estudios. Así, consideran que las posibilidades de reducir el impacto en la fase de elaboración del proyecto es muy elevada, y es por ello que la mayoría pensaba que el estándar podía ser una herramienta muy válida.

Sin embargo, los estudios de arquitectura opinan que pese a que los resultados obtenidos de forma general muy positivos, en todos los casos señalan que uno de los principales problemas que han tenido está relacionado con la aprobación por parte del cliente de sus propuestas. La reducción de costes del proceso de edificación es fundamental, y si para reducir el impacto ambiental las medidas suponen un aumento de costes en esta fase, éstas suelen ser rechazadas por el cliente, aunque gracias a éstas medidas la reducción de costes en la fase de uso sea muy superior al incremento de la inversión. Además, otra dificultad fundamental es la falta de información ambiental de los materiales utilizados en el proceso de edificación, que dificulta mucho el proceso de identificación y evaluación de los impactos ambientales, y por ende, la elaboración de soluciones constructivas ambientalmente más sostenibles.

En general, los principales beneficios ambientales obtenidos están relacionados principalmente con la reducción del consumo de energía y de agua en todas las fases del ciclo de vida, lo cual les anima a seguir trabajando en clave de ecodiseño, convencidos de que dicha labor mejora la calidad de sus diseños. Por todos estos motivos, se muestran satisfechos y consideran que les ha servido para mejorar su posición competitiva.

Por último, señalar que tanto en el estudio de casos como en las entrevistas con el resto de agentes implicados, se ha constatado una demanda hacia las administraciones públicas pidiendo que sean más exigentes en relación a la mejora del desempeño ambiental de empresas, y los

of reducing the impact on the development phase of the project are very high and most believed that the standard can be a valid tool to achieve this goal.

However, architectural firms say that although the results are very positive in general, in all cases it was noted that one of the main problem was related to the approval of their proposals by the customers. The cost reduction of the building process is essential. Nevertheless, if measures to reduce the environmental impact involve increased costs in the design phase, these measures are often rejected by the client. These measures can reduce costs in the use phase, much more than the extra cost of the initial investment over traditional construction solutions. In addition, another major difficulty is the lack of environmental information on the materials used in the building process, which makes it very difficult to identify and to evaluate the environmental impacts, and therefore, to design a more environmentally sustainable building solutions.

In general, the key environmental benefits obtained are mainly related to the reduction of energy and water consumption at all stages of the life cycle, which encourages them to continue ecodesigning, convinced that improves the quality of their designs and, ultimately, improves the environmental sustainability of the projected buildings, one key point of future building design. For all these reasons, firms are satisfied and consider the adoption of the standard has helped them improve their competitive position.

Finally, note that in all case studies and in the interviews with other stakeholders, there has been a request by public institutions. They are required to be more in relation to the preservation of the environment and to improve the business environmental performance and the products and/or services they offer. In general, the firms believe that if the measures to improve the environmental sustainability are implemented with delay, it reduces the competitiveness of companies that respect the environment, and also, it results in higher adaptation indirect costs and the use of unsustainable buildings.

productos y/o servicios que ofertan. En general, opinan que se adoptan medidas de mejora de la sostenibilidad ambiental con retraso, lo que resta competitividad a las empresas respetuosas con el medio ambiente, así como costes indirectos de adecuación y uso a los usuarios finales de edificios poco sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

AENOR (2003): Gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo. Ecodiseño, UNE 150301. AENOR, Madrid.

Arana-Landín, G.; Cilleruelo, E.; Aldasoro, J.C.: "ISO 14006. Experiencias previas de estudios de arquitectura que han adoptado el estándar de ecodiseño UNE 150301:2003". Informes de la Construcción (2012).

Arana-Landín, G.; Heras-Saizarbitoria, I.; Cilleruelo-Carrasco, E.: "A case study of the adoption of a reference standard for ISO 14006 in the lift industry" Clean Technologies and Environmental Policy (2012) [en línea], doi: 10.1007/s10098-011-0427-4.

Eraikal: Memoria anual 2012. Eraikal (Gobierno vasco). Bilbao, 2012.

Eisenhardt, K.: "Building theories from case study research". Academy of Management Review.vol. 14 nº 4 (1989), pp. 532-550.

Heras, I.; Arana, G.; Díaz de Junguitu, A.; Espí, M.T.; Molina, J.F.: Los Sistemas de Gestión Medioambiental y la competitividad de las empresas de la CAPV. Instituto Vasco de Competitividad. Bilbao, 2008.

ISO/TR14062:2002: Environmental management – Integrating environmental aspects into product design and development. British Standards Institution. London, 2002.

ISO 14040:2006: Environmental management-Life cycle assessment- Principles and Framework. ISO. Geneva, 2006.

ISO 14006:2011: Environmental management systems - Guidelines for incorporating ecodesign. ISO. Geneva, 2011.

Yin, R.K.: "Case Study Research: Design and Methods". Thousand Oaks, Sage Publications. California, 2003.

Claves para proyectar espacios públicos confortables. Indicador del confort en el espacio público

Strategies to design efficient public spaces. Comfort indicator in the public space

Enrique Mínguez Martínez^{1,2}, Pablo Martí Ciriquíán¹

RESUMEN

El confort es un factor determinante para conseguir un espacio público de calidad. Evaluar de una manera ágil y sencilla la habitabilidad de un determinado espacio público mediante el uso de Indicadores, resulta imprescindible para conseguir un Urbanismo Eficiente.

Los factores que determinan la habitabilidad de un entorno son universales, no así sus valores óptimos que dependen directamente del emplazamiento. *"Cada región tiene sus propias condiciones climáticas y sus pautas culturales, que deben ser la base de las soluciones de cada caso en particular. La protección contra el sol y el calor tiene un papel importante en el sur de Europa durante los meses de verano, mientras que los problemas del norte de Europa son completamente distintos"*¹

Para lograr entornos urbanos agradables es básico realizar un esfuerzo proyectual que garantice el uso de los espacios públicos a lo largo de todo el año. Si esta variable no se tiene en cuenta, obtendremos espacios infrautilizados, debido únicamente a la falta de previsión. *"Muchos de los problemas se pueden evitar si se lleva a cabo un trabajo meticuloso en los proyectos a escala de ciudad y de conjunto para reducir los efectos causados por los factores climáticos más molestos"*¹

Proponemos un nuevo Indicador de Confort que nos proporcione un valor del nivel de habitabilidad de un determinado entorno, sin que sea necesario el uso de programas informáticos para su cálculo.

Parámetros de estudio mínimos: condicionantes térmicos, escala urbana, ocupación del espacio público, paisaje urbano, percepción de seguridad, control acústico, calidad del aire y ergonomía.

Palabras clave: Espacio Público, Confort Urbano, Habitabilidad, Vegetación.

ABSTRACT

Comfort is an important factor to achieve a public space of quality. Evaluate an agile and simple the habitability of a particular public space through the use of indicators, is essential to achieve an efficient urbanism.

The factors that determine the habitability of an environment are universal, but not their optimum values that depend directly on the site. *"Each region has its own climatic conditions and their cultural guidelines, which should be based on the solutions of each case in particular. Protection against the Sun and the heat has an important role in the South of Europe during the summer months, while the problems of Northern Europe are completely different"*¹

For getting efficient urban environments is basic to make a project that ensures the use of public spaces throughout the year. If this variable is not taken into account, we will obtain underutilized spaces, only due to lack of foresight. *"Many of the problems are avoidable if a meticulous work in the city and whole-scale projects is carried out to reduce the effects caused by the climatic factors more annoying"*¹

We propose a new comfort indicator that provides us a value of the level of habitability of a given environment, without requiring the use of computer programs for the calculation.

Minimum study parameters: climatic factor, urban scale, typologies, orientation factor, factor of exposure to wind, absorptivity of materials, vegetation, and activities.

Key words: Space Public, Urban Comfort, Habitability, Vegetation.

(1) Universidad de Alicante, Departamento de Edificación y Urbanismo. Alicante. España. Contact info: minguezmartinez@gmail.com

(2) Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM), Dpto. de Ciencias Politécnicas. Murcia. España

Introducción

Dentro de la definición de espacio público urbano se engloban conceptos con características muy distintas. Espacio de titularidad pública susceptible de ser utilizado por una colectividad indeterminada. Espacio de reunión, lugar de encuentro donde establecemos distintas formas de relación ciudadana existiendo libertad de circulación y ocupación o como indica M. Delgado² espacio de visibilidad generalizada donde las actividades de los usuarios están sometidas a la percepción de los demás.

Factores que influyen en el confort urbano

Definir unas condiciones de Confort aplicables a cualquier tipo de espacio público urbano, a todas las actividades humanas susceptibles de ser desarrolladas en ellos en cualquier momento y ubicación geográfica, resulta una tarea sumamente compleja y en muchos casos imposible dada la variedad de casuísticas..

Entendemos el Confort como el conjunto de condiciones óptimas que deben coincidir simultáneamente en un espacio público para lograr su máximo aprovechamiento o disfrute para una actividad y un momento concreto.

El Confort en el espacio público urbano viene determinado por distintos factores: condicionantes térmicos, escala urbana, ocupación del espacio público, paisaje urbano, percepción de seguridad, condiciones acústicas, calidad del aire, ergonomía,... Todos estos parámetros están interconectados. La alteración de uno de ellos repercute en la calidad de los demás. Planteamos analizar los factores que influyen en el Confort Urbano y sus Estrategias de Mejora para garantizar Espacios Públicos Confortables.

Condicionantes térmicos

Son los condicionantes necesarios para lograr unas condiciones térmicas óptimas del espacio urbano atendiendo a características bioclimáticas: orientación, temperatura, radiación solar, época del año, humedad, viento y a características ambientales: vegetación, láminas de agua...

Investigadores sobre el confort térmico de la ciudad, concluyen que la calidad, cantidad y forma de uso de los espacios públicos urbanos son determinadas en gran parte por sus condiciones climáticas. El usuario debe tener la posibilidad de encontrar espacios adecuados para la situación invernal y la estival, cada una con sus respuestas propias.

La zona de confort térmica, tanto en invierno como en verano se determina de una manera objetiva utilizando diagramas climáticos (ASHRAE-KSU) y sus tablas de correcciones que los adaptan a distintas latitudes. "(...) *El mayor porcentaje de individuos confortables en invierno se da ante una temperatura efectiva de 23°C, mientras que en verano corresponde a 25°C (...) medidas en ambientes en calma con un 50% de humedad relativa*"³

Estas condiciones de confort han sido ampliamente estudiadas en diversos Indicadores de Sostenibilidad Ambiental(i). La Agencia de Ecología Urbana de Barcelona AEUB(ii), en distintos documentos ha ido fijando las condiciones necesarias para obtener espacios térmicamente confortables. El Indicador "Dotación de árboles según la proyección vertical de sombra en el suelo" pretende alcanzar un mínimo de 50% de horas útiles en condiciones de confort al día (6 horas) y el Indicador

Introduction

The definition of urban public space encompasses concepts with very different characteristics. Likely to be used by an undetermined community publicly owned space. Meeting space, meeting place where we establish various forms of relationship citizen freedom of movement and occupation to exist or as indicated M. Delgado² space of generalized visibility where the activities of the users are subject to the perception of others.

Factors that influence urban comfort

Define comfort conditions applicable to any type of urban public space, to all human activities that can be developed in them at any time and geographical location, it is an extremely complex and in many cases impossible task given the variety of cases...

We understand the comfort as the set of conditions that must match simultaneously in a public space to achieve maximum use or enjoyment for an activity and a specific moment.

Comfort in urban public space is determined by various factors: conditions heat, urban scale, occupation of public space, urban landscape, perception of security, acoustic conditions, air quality, ergonomics,... All these parameters are interconnected. The alteration of one of them affects the quality of others. We propose to analyze the factors that influence the urban comfort and its Improvement Strategies to ensure Comfortable Public Spaces.

Thermal conditions

They are the conditions necessary to achieve optimal thermal conditions of the urban space according to bioclimatic characteristics: orientation, temperature, solar radiation, time of year, moisture, wind and environmental characteristics: vegetation, water...

Researches on the thermal comfort of the city, conclude that the quality, quantity and shape of use of urban public spaces are determined largely by its climatic conditions. The user should be able to find suitable spaces for the situation of the winter and the summer, each with their own answers.

Thermal comfort zone, both in winter and in summer is determined in an objective manner using climatic diagrams (ASHRAE-KSU) and their tables of corrections that adapting them to different latitudes. "(...) *The highest percentage of individuals comfortable in winter occurs before an effective 23 °C temperature, while in summer it is at 25 °C (...) measures in atmospheres calm with a relative humidity 50%*"³.

These conditions of comfort have been widely studied in various indicators of environmental sustainability (i). The Agency of Urban Ecology of Barcelona AEUB (ii), in various documents has been setting the conditions for obtaining thermally comfortable spaces. The indicator "Staffing of trees according to the vertical projection of the shadow on the ground" aims to achieve a minimum of 50% useful hours in conditions of comfort a day (6 hours) and the indicator "Potential of thermal habitability in urban spaces" indicates the percentage of time that a person is in critical, tolerant or thermal comfort based on the characteristics of the materials spatial configuration and the conditions of the microclima.⁴

Through the use of software (Envi-met, Townscope, Radthem...) it is possible to simultaneously analyze all the factors that influence the comfort of a particular public

“Potencial de habitabilidad térmica en espacios urbanos” indica el porcentaje del tiempo en el que una persona se encuentra en condiciones críticas, tolerantes o de confort térmico en función de las características de los materiales, la configuración espacial y las condiciones del microclima.⁴

Mediante el uso de programas informáticos (Envi-met, Townscope, Radthem...) es posible analizar simultáneamente todos los factores que influyen en el confort de un determinado espacio público. Trabajando con estos factores podemos mejorar el confort térmico del espacio analizado.

El Confort Térmico de los espacios públicos implica garantizar su exposición a la radiación solar, acondicionando zonas para cada una de las estaciones con temperatura y humedad diferentes. Deberán proyectarse dichos espacios con zonas de sombra en verano y áreas suficientemente protegidas en invierno. Fig.1.



Fig. 1: Zona de Sombra. Plaza de la Balsa Vieja. Totana. Murcia, Enrique Mínguez, 2009.

Shadow Area. Plaza de la Balsa Vieja. Totana. Murcia, Enrique Mínguez, 2009.

space. Working with these factors we can improve the thermal comfort of the analyzed area.

The thermal comfort of the public spaces involves ensuring exposure to solar radiation, preparing areas for each of the stations with different temperature and humidity. Such spaces with shaded areas must be projected in enough protected areas in winter and summer. Fig.1.

Improvement Strategies:

Use the vegetation as a generator of microclimates, zones of shade and windbreaks in overexposed areas.

Using the Indicator “Endowment of trees to improve thermal comfort” we can achieve this improvement through the shadow produced by the trees, getting that vegetation is integrated throughout all public space.

Be considered to improve the sunlight: orientation and

Estrategias de Mejora:

Utilizar la vegetación como elemento generador de microclimas, zonas de sombra y cortavientos en ámbitos sobreexpuestos.

Mediante el Indicador “Dotación de árboles para la mejora del confort térmico” podemos lograr dicha mejora a través de la sombra producida por el arbolado, naturalizando y consiguiendo que la vegetación se integre a lo largo de todo el espacio público.

Considerar para mejorar el soleamiento: la orientación y anchura de las calles, la altura de las edificaciones y la tipología edificatoria.

Conocer los vientos locales para lograr el bienestar de los espacios exteriores urbanos y mejorar las condiciones del microclima local. La presencia de manzanas, edificios y elementos urbanos, disminuye las corrientes de aire con respecto a las del entorno circundante, formándose una bolsa de aire que frena otras corrientes del entorno.

En calles estrechas y con gran altura de edificación se produce el efecto túnel. Si las calles son anchas y con poca altura de edificación se diluyen las corrientes de viento. Las plazas y espacios abiertos han de estar ventilados en verano y protegidos en los meses más fríos mediante elementos de protección (vegetación...).

width of the streets, the height and type of the buildings .

Know the local winds to achieve the well-being of urban outdoor spaces and improve the conditions of the local microclimate. The presence of blocks, buildings and urban elements, reduces the air currents over the of the surrounding environment, forming an air pocket that restrains other currents of the environment.

In narrow streets and high-rise building the tunnel effect is produced. If the streets are wide and with low-rise building wind streams are diluted. Squares and open spaces have to be ventilated in summer and protected during colder months by elements of protection (vegetation...).

Urban scale

The relationship between the height of the buildings and the separation of the blocks has been study particularly at the beginning of the Modern Movement by its incidence in the sunlight of dwellings, although without analyzing its importance in space public

From this last point of view, the AEUB ⁽ⁱⁱⁱ⁾ proposes the indicator “Proportion of the street” where the proportion h/d is 0.5 to 1.2 in cold climates and 0.8 to 1.5 in warm climates, being the height of the building (h) and (d) the width of the section.⁵

Tabla 1. Indicador Dotación de árboles para la mejora del confort térmico, Plan Estratégico Travesía Urbana de Pliego, Enrique Mínguez, 2009.

ESTRATEGIAS										
<ul style="list-style-type: none"> • Dotar al espacio público de un número adecuado de árboles de diferente porte (gran porte, porte mediano o porte pequeño) 										
INDICADOR										
<ul style="list-style-type: none"> • Dotación de árboles de distinto porte en el espacio público. • Para espacios de transito, la sombra mínima será del 60% del ancho de acera. • Para espacios estanciales, la sombra mínima será del 80% del Área de Protección. 										
PARÁMETROS DE CÁLCULO										
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el nivel de protección necesario (Alto, Medio y Bajo) en función de: 										
<p>1.1 Factor de Orientación (Fo)</p> <table border="0"> <tr> <td>○ Nivel de protección Alto</td> <td>⇒</td> <td>NO-SE</td> </tr> <tr> <td>○ Nivel de protección Medio</td> <td>⇒</td> <td>N-S y E-O</td> </tr> <tr> <td>○ Nivel de protección Bajo</td> <td>⇒</td> <td>NE-SO.</td> </tr> </table>		○ Nivel de protección Alto	⇒	NO-SE	○ Nivel de protección Medio	⇒	N-S y E-O	○ Nivel de protección Bajo	⇒	NE-SO.
○ Nivel de protección Alto	⇒	NO-SE								
○ Nivel de protección Medio	⇒	N-S y E-O								
○ Nivel de protección Bajo	⇒	NE-SO.								
<p>1.2 Factor de Escala Urbana (Fu)</p> <table border="0"> <tr> <td>○ Nivel de protección Alto</td> <td>⇒</td> <td>$L/H > 1,5$ para $L \geq 10m$.</td> </tr> <tr> <td>○ Nivel de protección Medio</td> <td>⇒</td> <td>$1 < L/H < 1,5$</td> </tr> <tr> <td>○ Nivel de protección Bajo</td> <td>⇒</td> <td>$L/H < 1$</td> </tr> </table>		○ Nivel de protección Alto	⇒	$L/H > 1,5$ para $L \geq 10m$.	○ Nivel de protección Medio	⇒	$1 < L/H < 1,5$	○ Nivel de protección Bajo	⇒	$L/H < 1$
○ Nivel de protección Alto	⇒	$L/H > 1,5$ para $L \geq 10m$.								
○ Nivel de protección Medio	⇒	$1 < L/H < 1,5$								
○ Nivel de protección Bajo	⇒	$L/H < 1$								
<p>1.3 Separación entre copas.</p> <table border="0"> <tr> <td>○ Nivel de protección Alto: Sin separación entre copas de árboles.</td> <td>$Sc = 0 m$.</td> </tr> <tr> <td>○ Nivel de protección Medio: Un diámetro de separación entre copas de árboles.</td> <td>$Sc = 1\phi$</td> </tr> <tr> <td>○ Nivel de protección Bajo: dos diámetros de separación entre copas de árboles.</td> <td>$Sc = 2\phi$</td> </tr> </table>		○ Nivel de protección Alto: Sin separación entre copas de árboles.	$Sc = 0 m$.	○ Nivel de protección Medio: Un diámetro de separación entre copas de árboles.	$Sc = 1\phi$	○ Nivel de protección Bajo: dos diámetros de separación entre copas de árboles.	$Sc = 2\phi$			
○ Nivel de protección Alto: Sin separación entre copas de árboles.	$Sc = 0 m$.									
○ Nivel de protección Medio: Un diámetro de separación entre copas de árboles.	$Sc = 1\phi$									
○ Nivel de protección Bajo: dos diámetros de separación entre copas de árboles.	$Sc = 2\phi$									

Escala urbana

La relación entre la altura de las edificaciones y la separación de los bloques ha sido motivo de estudio particularmente al inicio del Movimiento Moderno por su incidencia en el soleamiento de las viviendas, aunque sin analizar su importancia en el espacio público

Desde este último punto de vista, la AEUB⁽ⁱⁱ⁾ propone el indicador "Proporción de la calle" donde la relación h/d es de 0,5 a 1,2 en climas fríos y de 0,8 a 1,5 en climas cálidos, siendo h la altura de la edificación y d el ancho de la sección.⁵

La proporción de la calle también es determinante para la colocación de arbolado de porte grande o pequeño en las aceras, plazas, jardines y la creación de corredores verdes urbanos.

La forma y tamaño de los espacios libres deben guardar proporcionalidad con los niveles de frecuentación y de actividad esperados, una mayor superficie no presupone una mayor calidad como ha demostrado la experiencia de los espacios interbloques de la ciudad funcional. Si se multiplican las actividades en los espacios libres se enriquece la vida en ellos, se aumenta el número de usuarios y se reutiliza la inversión.

Estrategias de Mejora:

Proyectar espacios con la escala adecuada para las

The proportion of the street is also decisive for the placement of trees of large or small size in the pedestrians areas, squares, gardens and the creation of urban green corridors.

The shape and size of the free spaces should keep proportionality with the expected attendance and activity levels, a larger surface area does not presuppose a higher quality as demonstrated by the experience of the functional city interblocks spaces. If multiply activities in the free spaces life is enriched in them, the number of users increases and reused the investment.

Improvement Strategies:

Project spaces with scale suitable for the activities to be carried out according to the priorities of every climate; take into account the size of the blocks to generate changes in the urban scene, fragment (Fig. 2) oversized spaces using temporary or definitive elements (trees, boulevards,...) so that they can adapt to the needs of citizens.

Occupation of public space

This parameter directly depends on the activity that is to be performed in public space. It is essential to get a foothold in the occupation of spaces that guarantee us the degree of security and diversity necessary for comfort without falling into the over-exploitation. We need to create the optimal setting for the meeting, regulation, exchange and communication between people and constituent activities

STRATEGIES	
<ul style="list-style-type: none"> Give the public space of an adequate number of different size trees (large, medium or small sized) 	
INDICATOR	
<ul style="list-style-type: none"> Endowment of different trees in the public space. For spaces of traffic, the minimum shadow will be 60% of the width of the pavement. For pedestrian spaces, the minimum shadow will be the 80% of the protected area. 	
PARAMETERS OF CALCULATION	
<ul style="list-style-type: none"> DETERMINE THE LEVEL OF PROTECTION REQUIRED (HIGH, MEDIUM AND LOW) DEPENDING ON: 	
<p>1.1 Factor of orientation (Fo)</p> <ul style="list-style-type: none"> Level of protection high NW-SE Level of protection medium N-S and E-W Level of protection low NE-SW. 	
<p>1.2 Factor of urban scale (Fu)</p> <ul style="list-style-type: none"> Level of protection high ⇒ $L/H > 1,5$ for $L \geq 10m$. Level of protection medium ⇒ $1 < L/H < 1,5$ Level of protection low ⇒ $L/H < 1$ 	

Tabla 1. Indicator Endowment of trees to improve thermal comfort. Plan Estratégico Travesía Urbana de Pliego. Enrique Mínguez 2009.

1.1 Distance between trees.

- Level of protection high: No distance between trees. $Sc = 0 m$.
- Level of protection médium: Distance between trees 1ϕ . $Sc = 1\phi$
- Level of protection low: Distance between tres 2ϕ . $Sc = 2\phi$

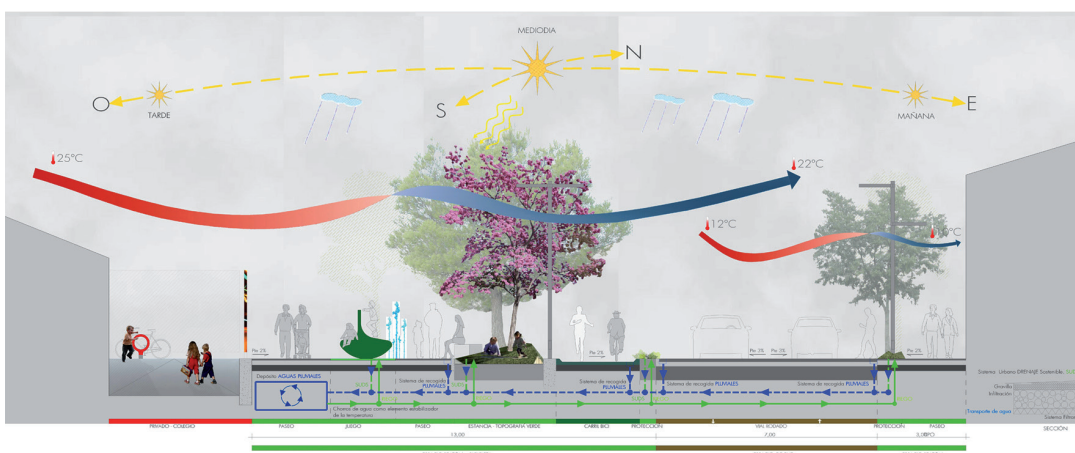


Fig. 2: Proporción de calle. Fragmentación de espacios sobredimensionados. Plan Estratégico de Intervención en la Travesía Urbana de Pliego. Murcia, Enrique Mínguez, 2009. Street proportion. Fragmented oversized spaces. Plan Estratégico de Intervención en la Travesía Urbana de Pliego. Murcia, Enrique Mínguez, 2009.

actividades a realizar según las prioridades de cada clima; tener en cuenta el tamaño de las manzanas para generar cambios en la escena urbana, fragmentar los espacios sobredimensionados (Fig. 2) utilizando elementos temporales o definitivos (arbolado, bulevares, ...) de modo que se puedan adaptar a las necesidades de los ciudadanos.

Ocupación del espacio público

Este parámetro depende directamente de la actividad que

of the essence of the city. "To generate an exuberant diversity on the streets and districts of a city (...) There must also be a dense enough concentration of human, whatever the grounds carrying them there." 6

When it comes to set a few parameters of occupation it is important to distinguish between the different types of spaces. Urban actions must book a minimum staff of 10 m2 of space of stay per capita (parks and gardens, pedestrian streets, ramblas, squares and sidewalks over 5 m wide) 7.

se vaya a realizar en el espacio público. Es fundamental conseguir un equilibrio en la ocupación de los espacios que nos garantice el grado de seguridad y diversidad necesarias para el confort sin caer en la sobreexplotación. Debemos crear el escenario óptimo para el encuentro, regulación, intercambio y comunicación entre personas y actividades constituyentes de la esencia de la ciudad. *"Para generar una diversidad exuberante en las calles y distritos de una ciudad (...) ha de haber también una concentración humana suficientemente densa, sean cuales fueren los motivos que los lleve allí."* ⁶

A la hora de fijar unos parámetros de ocupación es importante distinguir entre los distintos tipos de espacios. Las actuaciones urbanas deberán reservar una dotación mínima de 10 m² de espacio de estancia por habitante (parques y jardines, calles peatonales, ramblas, plazas y aceras mayores de 5 m de ancho)⁷ En el caso de zonas verdes la OMS nos indica un mínimo de 15 m²/hab.

Actualmente la ocupación del espacio público es una de las armas sociales más importantes, lo que supone un condicionante a tener en cuenta a la hora de diseñar la ciudad. Fig. 3.

In the case of green areas who indicates to us a minimum of 15 m²/hab.

The occupation of public space is currently one of the most important social tools, which is a factor to take into account when designing the city. Fig. 3.

Improvement Strategies:

A urban balance between spaces devoted to the functionality and spaces of stay. Project activities downstairs which promote urban interaction by determining the length of the building front. Increase pedestrian space front of public road space.

Urban landscape

There are multiple forms of landscape: commercial, historic, architectural, natural, all of them with great subjective load. The aesthetic component of the landscape is a very valuable tool to generate comfort.

Regardless of the its attraction can create a comfortable environment breaking the monotony and creating interest in the walker through the existence of centers of attraction blinkers and landmarks throughout the urban landscape.

Fig. 3. Ocupación del Espacio Público. Centro Nacional de Arte y Cultura Georges Pompidou (París). Rogers/ Piano, 1977.

Occupation of public space. National Center of Art and Culture Georges Pompidou (Paris). Rogers/ Piano, 1977.



Estrategias de Mejora:

Establecer un equilibrio urbano entre espacios dedicados a la funcionalidad y espacios de estancia. Proyectar actividades en planta baja que fomenten la interacción urbana delimitando la longitud del frente edificado. Potenciar el espacio peatonal frente al espacio público rodado.

Paisaje urbano

Existen múltiples formas de paisaje: comercial, histórico, arquitectónico, natural, todas ellas con gran carga subjetiva. El componente estético del paisaje es una herramienta muy valiosa para generar confort.

Independientemente de su atractivo podemos crear un ambiente confortable rompiendo la monotonía y creando interés en el paseante a través de la existencia de focos de atracción intermitentes e hitos a lo largo del paisaje urbano. Estos focos de atracción no tienen porqué ser estéticamente atractivos *"cuando tratamos con las ciudades tratamos con la vida en toda su complejidad e intensidad. Y como esto es así, hay una limitación estética en lo que puede hacerse con las ciudades: una ciudad no puede ser una obra de arte"* ⁶. Los hitos pueden ser edificios dotacionales, comercios, elementos culturales, grupos de edificios "singulares", mobiliario urbano, fuentes, esculturas,...

These foci of attraction have not be aesthetically attractive *"when dealing with the cities deal with life in all its complexity and intensity. And as this is the case, there is an aesthetic limitation on what can be done with the cities: a city cannot become a work of art"* ⁶. Landmarks can be public buildings, shops, cultural elements and groups of "different" buildings, urban furniture, fountains, sculptures...

In any case although projected sources of attraction stand out is important to their integration into a homogeneous urban fabric.

Improvement Strategies:

Promote the diversity of uses on the ground floor, projecting continuous built fronts aligned buildings, with a maximum length on the ground floor of 30/40 metres, play with the distribution of the whole of trees as a landscape of great interest, use attractive pavements, projecting with colour.

Perception of security

Achieving a non-threatening environment should there be social cohesion and projecting the city so that it enhances the visibility of space and its transparency, using architectural elements that promote natural surveillance between fellow citizens (Fig. 4). *"The sense of security has taken into account the physical and social environments together"* ⁷

En todo caso aunque los focos de atracción proyectados destaquen es importante su integración en un tejido urbano homogéneo.

Estrategias de mejora:

Fomentar la diversidad de usos en planta baja, proyectar frentes edificados alineados a vial con una longitud máxima en planta baja de 30/40 metros, jugar con la distribución del arbolado como elemento paisajístico de gran interés, usar pavimentos atractivos, proyectar con el color.

Percepción de seguridad

Para lograr un entorno libre de amenazas debe existir cohesión social y proyectar la ciudad de modo que se potencie la visibilidad del espacio y su transparencia, utilizando elementos arquitectónicos que fomenten la vigilancia natural entre conciudadanos (Fig. 4). "El sentimiento de seguridad ha de tener en cuenta los entornos físico y social conjuntamente" ⁷



Fig. 4. Espacio seguro. Plan Estratégico de Intervención en la Travesía Urbana de Pliego. Murcia, Enrique Mínguez, 2009.

Safety place. Plan Estratégico de Intervención en la Travesía Urbana de Pliego. Murcia, Enrique Mínguez, 2009.

También es necesario una ocupación, para ello intentaremos evitar espacios donde funcionen únicamente usos terciarios, ya que cuando cesa la actividad aparecen espacios desiertos. Esto ocurre en las zonas exclusivamente de oficinas o comerciales, (Barrio La Défense de París, La City de Londres...). Debemos conseguir la diversidad suficiente para garantizar flujos variables a lo largo de todo el día.

Estrategias de Mejora:

Utilizar elementos de protección como la topografía, los elementos vegetales o constructivos. Promover la diversidad para conseguir la masa crítica suficiente. Proyectar trazados urbanos que promuevan la transparencia garantizando la visibilidad natural.

Confort acústico

El ruido por el tráfico rodado es un fenómeno tan típico de nuestro entorno urbano invadido por vehículos a motor que se ha integrado plenamente en el paisaje urbano. En Indicadores para Ciudades Grandes y Medianas, la AEUB⁽ⁱⁱ⁾ establece que porcentaje de población ha de estar expuesto a determinados niveles sonoros para conseguir confort acústico. Los valores del indicador son:

Las condiciones mínimas son: Como mínimo el 60% de la población menor de 65 dbA.

Las condiciones óptimas son:

An occupation is also necessary, so we will try to avoid spaces where work only tertiary applications, since when it ceases activity appear deserted spaces. This occurs in areas exclusively of offices or commercial (The Defense of Paris, City of London,...). We must get enough diversity to ensure variable flows throughout the day.

Improvement Strategies:

Use elements of protection such as topography, vegetal or building elements. Promote diversity to achieve sufficient critical mass. Project urban ways that promote transparency, ensuring the natural visibility.

Acoustic comfort

Road traffic noise is a phenomenon so typical of our urban environment invaded by motor vehicles which has been fully integrated into the urban landscape. Indicators for Large Cities and Medium, the AEUB⁽ⁱⁱ⁾ establishes that percentage of the population must be exposed to certain

noise levels to achieve acoustic comfort. The values of the indicator are:

The minimum requirements are: at least 60% of the population under 65 dbA.

Optimum conditions are:

At least 75% of the population under 65 dbA.

Daytime noise: More than 60% of the population under 65 dbA.

Night noise: More than 80% of the population less than 55 dbA.

Improvement Strategies:

Urban structure superblocks, which allows free public road space increasing pedestrian space. Adopt absorbent pavements as asphalt noiseless in basic ways. Reduce the speed to 30 km/h. Create with vegetal elements arranged in stripes antinoise barriers. Fig. 5.

Air quality

The quality of the air in our cities is one of the physiological variables that affect the livability of the public space. It is not only a matter of comfort but of health. The law 34/2007, of 15 November, protection of the atmosphere and air quality, sets maximum parameters for each of the pollutants. Likewise the AEUB on several of its documents handled indicators that control the quality of the air. "Indicator Emission of GEI in the atmosphere: Minimum Value: 2 TCO2

Como mínimo el 75% de la población menor de 65 dbA.
 Ruido diurno: Más del 60% de la población menor de 65 dbA.
 Ruido nocturno: Más del 80% de la población menor de 55 dbA.

Estrategias de Mejora:

Estructura urbana en supermanzanas, lo que permite liberar espacio público rodado aumentando el espacio peatonal. Adoptar pavimentos de materiales absorbentes como el asfalto sono-reductor en vías básicas. Disminuir la velocidad a 30 km/h. Crear barreras antirruidos con elementos vegetales dispuestos en franjas. Fig. 5.

hab.and year." "Best value: 0 TCO2hab.and year"

Improvement Strategies:

The two basic points to improve the quality of the air are the control of the number of cars in circulation (increasing pedestrian surfaces, making it difficult parking...) and mass of trees planning choosing the species with more CO2 absorption capacity.

Apply ergonomics to urban design

Ergonomics applies both in the design of urban space and the design of each of the elements that make it (furniture,

Fig. 5. Protección acústica. Glorieta Juan Carlos I, Mula. Murcia, Enrique Mínguez, 2009
 Acoustic Comfort. Glorieta Juan Carlos I, Mula. Murcia, Enrique Mínguez, 2009.



Calidad del aire

La calidad del aire de nuestras ciudades es una de las variables fisiológicas que afectan a la habitabilidad del espacio público. No solo es un problema de confort sino de salud. La ley 34/2007, de 15 de Noviembre, de calidad del aire y protección de la atmosfera, fija los valores máximos de cada uno de los agentes contaminantes. Así mismo la AEUB en varios de sus documentos maneja Indicadores que controlan la calidad del aire. "Indicador Emisión de gases de efecto invernadero en la atmósfera: Valor Mínimo: <2 TCO2/hab y año. Valor Óptimo: 0 TCO2/hab y año"

Estrategias de mejora:

Los dos puntos básicos para mejorar la calidad del aire son el control del número de automóviles en circulación (incrementando las superficies peatonales, dificultando el estacionamiento...) y la planificación del arbolado eligiendo

street lamps, pavements...), taking into account their correct distribution and number. Fig. 6.

Improvement strategies:

Studying the environment and its characteristics (climatic, geographical, use, durability...) before selecting the elements that constitute the Public Space and use contrasting management systems, (stripe functional or similar system).

Conclusions: keys to comfort in the urban public space

After contrast enhancement strategies and their superposition in the Matrix of the Comfort we can conclude are the keys that contribute to the improvement of comfort in urban public space.

- Within the definition of public space are different activities, functions, and types of spaces. Comfort

Tabla 2. Capacidad de absorción de CO2 de algunas especies arbóreas. Species with more CO2 absorption capacity.

<p>A. PINO CARRASCO. <i>Pinus halepensis</i> Perenne Porte Grande: 44 m2 Altura Total: 9,60 m ø Copa: 7,50 m Tasa Fotosíntesis: 48.870 kgCO2/año</p>	<p>EL CO2 contrarrestado DIARIAMENTE por UN Pino carrasco equivale a: 6.709  automoviles/día</p>	
<p>B. OLIVO. <i>Olea europaea</i> Perenne Porte Mediano: 16 m2 Altura Total: 5,77 m ø Copa: 4,50 m Tasa Fotosíntesis: 570 kgCO2/año</p>	<p>EL CO2 contrarrestado DIARIAMENTE por UN Olivo equivale a: 78  automoviles/día</p>	
<p>C. NARANJO. <i>Citrus aurantium</i> Perenne Porte Mediano: 8 m2 Altura Total: 4,15 m ø Copa: 3,18 m Tasa Fotosíntesis: 555 kgCO2/año</p>	<p>EL CO2 contrarrestado DIARIAMENTE por UN Naranja equivale a: 76  automoviles/día</p>	
<p>D. JACARANDA. <i>Jacaranda mimosifolia</i> Caduca Porte Pequeño: 6 m2 Altura Total: 6,00 m ø Copa: 2,70 m Tasa Fotosíntesis: 1.832 kgCO2/año</p>	<p>EL CO2 contrarrestado DIARIAMENTE por UNA Jacaranda equivale a: 251  automoviles/día</p>	

las especies con más capacidad de absorción de CO₂.

Aplicar la ergonomía al diseño urbano

La ergonomía se aplicará tanto en el diseño del espacio urbano como en el diseño de cada uno de los elementos que lo configuran (mobiliario, luminarias, pavimentos...), teniendo en cuenta su correcta distribución y número. Fig. 6.



Fig. 6. Islas vegetales. Plaza de la Balsa Vieja, Totana. Murcia, Enrique Mínguez, 2009.

Green spots. Plaza de la Balsa Vieja, Totana. Murcia, Enrique Mínguez, 2009).

Estrategias de mejora:

Estudiar el entorno y sus características (climatológicas, geográficas, de uso, durabilidad...) antes de seleccionar los elementos que constituyen el Espacio Público y utilizar sistemas de ordenación contrastados, (sistema de bandas funcionales o similar).

Conclusiones: claves del confort en el espacio público urbano

Después de contrastar las estrategias de mejora y su superposición en la Matriz del Confort podemos concluir cuales son las claves que contribuyen a la mejora del confort en el espacio público urbano.

- Dentro de la definición de espacio público se incluyen distintas actividades, funciones y tipos de espacios. Las condiciones de confort son específicas para cada casuística.
- No existen unas únicas condiciones de confort para cada espacio público, según el momento y la actividad sus condiciones de confort se modifican.
- Los parámetros de confort cobran su importancia según las características y el emplazamiento del espacio público.
- Aplicando Indicadores Ambientales (dotación de árboles para la mejora del confort térmico, potencial de habitabilidad térmica en espacios urbanos, proporción de la calle...) podemos evaluar y mejorar el confort del espacio público.
- Para la mejora de espacios urbanos éricos incorporaremos estrategias como una mayor transparencia y diversidad de usos en el espacio público, vegetación, láminas de agua, control del ruido, que posibiliten y potencien la presencia de ciudadanos en un ambiente urbano confortable y seguro.

conditions are specific to each case.

- There are not unique conditions of comfort for every public space, time and activity amending its conditions of comfort.
- Comfort parameters change their importance according to the characteristics and the location of public space.
- Using Environmental Indicators (Endowment of trees

to improve thermal, potential comfort of thermal habitability in urban spaces, proportion of the street...) we can evaluate and improve the comfort of the public space.

- For the improvement of urban spaces gains we will incorporate strategies such as greater transparency and diversity of applications in the public space, vegetation, water, noise control, that enable and enhance the presence of citizens in a comfortable and safe urban environment.
- The shape and size of the public spaces must save proportionality with the occupancy levels and the activity to develop.
- The strategy of vegetation is the most important according to the Matrix of the Comfort, yet we understand that to achieve a comfortable public space, we need to get balanced between various parameters of comfort values.

Tabla 3. Matriz del Confort.
¿Cómo influyen las estrategias de mejora en los parámetros de confort?

ESTRATEGIAS DE MEJORA	PARÁMETROS DEL CONFORT								INFLUENCIA DE CONFORT (%)
	Condicionantes Térmicos	Escala Urbana	Ocupación del Espacio Público	Paisaje Urbano	Percepción de Seguridad	Confort Acústico	Calidad del Aire	Ergonomía	
Orientación de las calles	Soleamiento.	-	-	-	-	-	-	-	12.5
Proporción entre la sección viaria y la altura de las edificaciones. h/d	Control del viento y sombreado	Indicador Valor mínimo: h/d < 2 50% de los tramos Valor óptimo: h/d < 1 50% de los tramos	-	Herramienta control de la monotonía del paisaje	Herramienta control de la visibilidad natural	-	-	Colabora con el bienestar en el espacio público.	62.5
Tipología Edificatoria, altura y tamaño: Manzana abierta o cerrada, bloque y torre.	Sombreado y viento: Calles estrechas y edificios altos efecto túnel. Calles anchas y edificios bajos se diluye	Mejoran el parámetro: Tipologías alineadas a vial de tamaño medio y fachada continua en P. Baja máx. 40m.	Mejoran el parámetro: Usos comerciales en P. Baja y longitud de frentes edificados	Diversidad tipológica y edificaciones alineadas a vial.	Tipologías sin espacios residuales.	-	-	Su diseño colabora con el bienestar en el espacio público.	75.0
Transparencia en el espacio público	Control del viento, efecto túnel. Calles anchas y edificios bajos se diluye.	-	Espacios con un diseño claro facilitan distintos modos de ocupación	Espacios con un diseño claro forman una estructura homogénea	Herramienta control de la visibilidad natural. Aumenta la sensación de seguridad.	-	-	Su diseño colabora con el bienestar en el espacio público.	62.5
Vegetación	Indicador Dotación de árboles para la mejora del confort térmico	Herramienta de organización del espacio público.	Herramienta organizativa de la ocupación. Temporal o Permanente.	Elemento que construye paisaje	Elemento de protección	Elemento de protección	Sumidero de CO2	Colabora con el bienestar en el espacio público.	100.0
Láminas de Agua	Control de la humedad	-	-	Elemento que ambienta y construye paisaje	-	Reduce la sensación del ruido.	-	Colabora con el bienestar en el espacio público.	50.0
Elementos de protección: construidos, topográficos...	Modifican las condiciones térmicas (producen sombra...)	Fragmentan los espacios sobredimensionados	Herramienta organizativa de la ocupación.	Herramienta que dinamiza el paisaje urbano	-	Reducen la transmisión del ruido	-	Colabora con el bienestar en el espacio público.	75.0
Diversidad de usos en el espacio público	-	-	Aumenta la ocupación del espacio público.	Creación de paisaje cambiante	Mejora la sensación de seguridad.	-	-	-	37.5
Masa crítica de población	-	-	10 m ² /hab.	-	Mejora la sensación de seguridad	-	-	-	25.0
Elementos del espacio público (color, diseño, absorción, ...)	Control de la temperatura.	-	-	Herramienta contra la monotonía del paisaje	-	-	-	Colabora con el bienestar en el espacio público	37.5
Peatonalización del espacio público. Reducción de la velocidad del tráfico	Herramienta contra el efecto isla de calor	-	Posibilita el aumento de ocupación	Mejora el paisaje urbano	Mejora la sensación de seguridad	Reducción del ruido.	Reducción de las emisiones de CO2	-	75.0

- La forma y tamaño de los espacios libres debe guardar proporcionalidad con los niveles de ocupación y con la actividad a desarrollar.
- La estrategia de la vegetación es la más importante según la Matriz del Confort, aun así entendemos que para alcanzar un espacio público confortable, es necesario conseguir unos valores equilibrados entre los distintos parámetros de confort.

Notas Notes

(i) BREEAM Communities, www.breem.org; LEED for Neighborhood Development, www.usgbc.org; CASBEE for Urban Development, www.ibec.or.jp/CASBEE/

(ii) Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. <http://bcnecologia.net>

STRATEGIES OF IMPROVEMENT	PARAMETERS OF COMFORT								INFLUENCE OF COMFORT (%)
	Thermal Conditions	Urban Scale	Occupation the public space	Urban landscape	Perception of Security	Acoustic Comfort	Air Quality	Ergonomics	
Orientation of the streets	Sunlight.	-	-	-	-	-	-	-	12.5
Proportion between the height of the buildings and the street section. h/d	Control of wind and shading	Indicator Minimum value: h/d > 50 sections Best value: h/d > 50 sections	-	Control Tool The monotony of the landscape	Control Tool The natural visibility	-	-	Collaborates with the comfort in the public space.	62.5
Building type, height and size: Open and closed blocks and high buildings.	Shading and wind: narrow streets and tall buildings tunnel effect. Wide streets and low buildings is diluted	Improve the parameter. Typologies aligned to street of medium size and continuous façade in ground floor. Max. 40 m.	Improve the parameter. Commercial uses in ground floor and length of built fronts	Typological diversity and aligned buildings to street.	Typologies without residual spaces.	-	-	Collaborates with the comfort in the public space.	75.0
Transparency in public space	Control of the wind tunnel effect. Wide streets and short buildings is diluted.	-	Spaces with a clear design to facilitate various modes of occupation	Spaces with a clear design form a homogeneous structure	Control Tool of natural visibility. It increases the sense of security.	-	-	Collaborates with the comfort in the public space.	62.5
Vegetation	Indicator Number of trees to improve thermal comfort	Organization Tool of public space	Organizing Tool of the occupation. Temporary or permanent.	Element that builds landscape	Protection element	Protection element	CO2 Control	Collaborates with the comfort in the public space.	100.0
Water	Humidity control	-	-	Element that builds landscape	-	It reduces the sensation of noise.	-	Collaborates with the comfort in the public space.	50.0
Elements of protection: built, topographic...	Modify the thermal conditions (producing shadow...)	Fragment oversized spaces	Organizing Tool of the occupation.	Tool that improves the urban landscape	-	Reduce the transmission of noise	-	Collaborates with the comfort in the public space.	75.0
Diversity of use in public space	-	-	It increases the occupation of public space.	It creates a changing landscape	It improves the sense of security.	-	-	-	37.5
Critical mass of population	-	-	10 m ² /hab.	-	It improves the sense of security	-	-	-	25.0
Elements of public space (colour, design, absorptivity,...)	The temperature control.	-	-	Tool against the monotony landscape	-	-	-	Collaborates with the comfort in the public space	37.5
Pedestrian public space. The speed of the traffic reduction	Tool against the heat island effect	-	It enables the increase of occupation	Improving the urban landscape	It improves the sense of security	The noise reduction.	Reduction of CO2 emissions	-	75.0

Table 3. Comfort Matrix. How can influence improvement strategies in parameters of comfort?.

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

1. GEHL, Jan. *La humanización del Espacio Urbano. La vida social entre los edificios*. Barcelona: Reverté, S.A., 2006.
2. DELGADO, Manuel. *El espacio público como ideología*. Barcelona: Libros de la Catarata, 2011.
3. BEDOYA, Cesar; NEILA, F. Javier. *Técnicas arquitectónicas y constructivas de acondicionamiento ambiental*. Madrid: Murilla-Leria, 1997.
4. RUEDA, Salvador (dir). *Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla*. Sevilla: Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2007.
5. RUEDA, Salvador (dir). *Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas*. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2010.
6. JACOBS, Jane. *Muerte y vida de las grandes ciudades*. Madrid: Capitán Swing Libros, S.L., 2011.
7. RUEDA, Salvador (dir). *Guía metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano*. Madrid: Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Fomento, 2012.
8. EZQUIAGA, José María. *Proyecto estratégico Madrid centro*. Madrid: Área de Gobierno de Urbanismo y Vivienda Oficina del Centro, 2011.

SOFIAS_Software de Funciones Integradas para una Arquitectura Sostenible

SOFIAS_Integrated Software for Sustainable Architecture

Xabat Oregi¹, Lara Mabe¹, Patxi Hernandez¹

RESUMEN

Este artículo describe el proceso de elaboración de una nueva herramienta software, parcialmente financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad. SOFIAS asistirá profesionales de la construcción en el diseño sostenible de nuevos edificios y rehabilitaciones, con especial hincapié en la reducción del consumo de energía primaria y calentamiento global largo del ciclo de vida (ACV) del edificio. El objetivo final de esta iniciativa es simplificar el cálculo de ACV y ACCV de los edificios, desarrollando una Declaración Ambiental del Edificio y un nuevo sistema innovador de clasificación y certificación energética-ambiental de edificios.

Palabras clave: ACV, ACCV, DAP, Certificación energética

ABSTRACT

This paper describes the on-going process for the development of a software tool, partially funded by the Ministry of Economy and Competitiveness, to assist building professionals on the sustainable design of buildings, with particular emphasis on reducing primary energy use and related GHG emissions through the building life cycle assessment (LCA). The final objective of this initiative is to simplify LCA and LCC of buildings, to develop a Building Environmental Declaration and an innovative energy rating system and certification.

Key words: LCA, LCC, EPD, energy rating

(1) División Energía y Medio Ambiente, Tecnalia Research & Innovation, Bilbao, Spain. Contact info: xabat.oregi@tecnalia.com

Introducción

Actualmente, la evaluación medioambiental de los edificios a lo largo de todo su ciclo de vida, sigue siendo bastante novedosa entre los profesionales, aunque debido a las nuevas regulaciones y exigencias de calidad ambiental del mercado europeo cada vez se encuentre más presente en sus actividades. Prueba de ello es el intenso trabajo normativo sobre la evaluación de la sostenibilidad de los edificios que está llevando a cabo el Comité Europeo de Normalización (CEN) y, concretamente, el comité técnico TC/350 – “Sustainable of construction Works”¹. A su vez, la Comisión Europea está desarrollando el Ecolabel Europeo y los Sistemas de Gestión medioambiental EMAS para edificios.

En los últimos años se han desarrollado diferentes software de ACV, pudiendo modelizar y calcular los impactos de los edificios a lo largo de su ciclo de vida (Simapro², Gabi³, Umberto⁴, EcoQuantum⁵, etc). Sin embargo, además de sus limitaciones funcionales a un único aspecto (evaluación o certificación), estas herramientas requieren un conocimiento avanzado en ACV y en la construcción. En general, estos programas no están adaptados ni al ritmo de trabajo, ni a las necesidades, ni al grado de conocimiento sobre cuestiones ambientales de los responsables de la construcción y rehabilitación de edificios, limitando su uso. Por último, cabe destacar que estos software funcionan independientemente de las herramientas de presupuestos o de certificación energética (CALENER⁶ en España) que son de uso general en los edificios, duplicando el trabajo de modelado de edificios.

Objetivo

El objetivo general de SOFIAS es diseñar y desarrollar un prototipo experimental de software orientado a dar soporte a una doble necesidad de los profesionales del sector de la construcción: la integración de aspectos ambientales en el diseño y rehabilitación de edificios a lo largo de su ciclo de vida, y la comunicación de información ambiental consistente y verificada. SOFIAS facilitará el intercambio de información y la integración con herramientas pre-existentes, donde la plataforma online SOFIAS se basará en la compatibilidad con herramientas de diseño, presupuesto y certificación energética. Mediante este nuevo software se podrá obtener una Declaración Ambiental del Edificio y también será un incentivo para el diseño y desarrollo de edificios con un elemento diferenciador e innovador basado en la eficiencia energética y ambiental.

Innovación de SOFIAS

La herramienta SOFIAS tendrá un gran potencial para ser usada a gran escala por agentes de la construcción, pudiendo utilizarse en la contratación pública / privada verde, en el desarrollo de nuevas normativas y en la evaluación voluntaria (Declaración Ambiental de Edificios). Conjuntamente, SOFIAS permitirá la gestión y evaluación medioambiental de los edificios existentes, llegando a completar una base de datos de edificios SOFIAS con un valor técnico y estadístico elevado, la cual se podrá utilizar para el desarrollo de la evaluación comparativa ambiental. Por otra parte, Sofias permitirá responder a la demanda creciente de información cuantitativa relativa a los impactos ambientales de los edificios durante las diferentes fases de su ciclo de vida.

SOFIAS será una herramienta innovadora:

Introduction

The environmental assessment of buildings with a life cycle approach still seems new for most professionals involved in the construction sector. However, due to new regulations and environmental quality requirements of the European market, LCA is becoming more present in their activities. Evidence of this is the intense normative work on the assessment of the sustainability of buildings is carried out by the European Committee for Standardization (CEN) and specifically, the technical committee TC/350¹ – “Sustainability of construction works”. In addition, the European Commission is working on the European Ecolabel and Environmental Management Systems EMAS for buildings.

In recent years there have been developed different LCA tools for modeling and impact calculation (Simapro², Gabi³, Umberto⁴, EcoQuantum⁵, etc). However, in addition to their functional limitation to one aspect (evaluation or certification), these tools require expert knowledge in LCA and in building. Furthermore, LCA tools need an investment of a large number of hours entering data related to the building stages. In addition, these LCA tools operate independently from budget or energy labelling (Calener⁶ in Spain) tools, which are commonly used in buildings. So that, this means doubling work when modelling buildings.

Objective

The overall objective of the project is the development of and experimental prototype tool to respond to two needs of professionals in the construction sector: the integration of environmental aspects in the design, construction and refurbishment of buildings during their life cycle, and consistent and verified communication of environmental information. This new software will be able to obtain an Environmental Building Declaration. Furthermore, the new SOFIAS tool will assist the exchange of information and the integration with pre-existing tools, avoiding repetitive data entrance. The compatibility with design, budget and energy label software tools will be based on SOFIAS online platform. To obtain an Environmental Building Declaration label will be a further incentive for the design and development of innovative and differentiated buildings.

Innovation of SOFIAS

The proposed web tool SOFIAS has a great potential to be used on a large scale by construction agents, mainly designers, such as architects or engineers. In addition, given its clear focus on providing information on compliance with environmental quality standards, SOFIAS could be used in green public/private procurement, in the development of new regulations and in voluntary assessment (Environmental Building Declaration). Furthermore, this new tool will allow the management of environmental performance assessment of real construction works. This building database, with high technical and statistical value, will be used in order to develop environmental benchmarking.

On the other hand, SOFIAS responds to the growing need of quantitative information related to environmental impacts of buildings during their life cycle stages.

SOFIAS is an innovative tool:

- Based on the information already introduced in other software tools in order to generate an Environmental Building Declaration: geometric design of buildings

- Basada en la información introducida en otros software con el fin de generar una Declaración Ambiental de Edificios: diseño geométrico de los edificios (Google Sketchup⁷), cálculo de presupuestos (PRESTO + BBDD de precios de Guadalajara) y la certificación energético (Calener VYP).
- Identifica de una forma rápida los puntos críticos.
- Muestra dinámicamente el efecto de cada modificación en el ámbito medioambiental y económico durante su ciclo de vida, ayudando a optimizar el comportamiento del edificio.
- El usuario podrá identificar de una forma fácil y gratuita la información ambiental de cada uno de los productos, soluciones constructivas o sistemas energéticos. Esta base de datos será abierta para todos los usuarios y se basará en valores provenientes de Declaraciones Ambientales de Productos que cumplan las normas 14025⁸ - EN 15804⁹ y en valores genéricos obtenidos y validados por el consorcio del proyecto.
- Mostrará los resultados de cada fase mediante los indicadores ambientales definidos por EN 15804 y EN 15978.

Metodología SOFIAS

SOFIAS afronta dos retos en su diseño: ofrecer la posibilidad de trabajar a diferentes niveles e importar la mayor cantidad de información desde herramientas existentes.

Trabajando a diferentes Niveles

SOFIAS posibilita analizar el edificio en 3 diferentes niveles: 1-Diseño, 2-Proyecto y 3- Postproyecto. Para diferenciar los requisitos de cada nivel, Sofias se ha basado en EeB Guide¹⁰, el cual define tres tipos de ACV para edificios: 1-Screening, 2-Simplified y 3-Complete.

"Nivel Diseño" será la modalidad de "evaluación", donde SOFIAS facilitará gran parte de la información del edificio (valores de EPD genéricos, datos de inventario de la puesta en obra y diferentes escenarios de fin de vida) y el usuario podrá realizar una primera optimización del comportamiento ambiental del edificio. Este nivel se plantea como una fase inicial, simple, con pocas limitaciones, pero a su vez con una perspectiva global.

El "Nivel Proyecto" tiene como objetivo obtener la Declaración Ambiental del Edificio. En esta etapa el requisito relacionado al porcentaje de DAPs "no genérica" sigue siendo bastante reducido (en torno al 20%). Sin embargo, toda la información sobre la etapa de uso tiene que ser importada desde la herramienta de certificación energética Calener VYP.

Por último, si el usuario quiere obtener la Declaración Ambiental del Edificio con certificación AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), deberán de utilizar el "Nivel Post-Proyecto". Para obtener dicha certificación, el 90% de los DAPs serán de origen de fabricante, el usuario tendrá que proporcionar información sobre la puesta en obra y entregar el proyecto de fin de vida.

Intercambio de información entre las herramientas existentes y Sofias

El uso de una plataforma, permite que SOFIAS sea ágil y garantice un control de información segura. Esta plataforma pretende ser compatible con diferentes formatos de intercambio de datos, permitiendo la integración con

(Google Sketchup⁷), budgets calculation (PRESTO + price database from Guadalajara) and energy labelling (Calener VYP).

- It identifies quickly critical points.
- It shows dynamically the effect of each alteration on the environmental and economic profile during its life cycle, helping to optimize the building performance.
- Users can identify easily and for free the environmental information of each product, constructive solution or energy system. This database will be open to all users and will be based on values from Environmental Product Declarations complying with ISO 14025⁸ and 15804⁹ and on generic values obtained and validated by the project consortium.
- It shows the results of each stage by environmental indicator defined by EN 15804 and EN 15978.

SOFIAS methodology

The new tool faces two challenges in its design: offering the possibility of working at different levels and import as much information as possible from existing tools.

Working at different Levels

SOFIAS allows analyzing the building performance in 3 different levels: 1-Design, 2-Project and 3-AfterProject. In order to define requirements of each level, SOFIAS is focused on EeB Guide¹⁰, which defines three types of LCA for buildings: 1-Screening, 2-Simplified and 3-Complete.

"Design Level" will be the "evaluation" phase, where SOFIAS tool provides large part of the building definition information (generic EPD values, construction process inventory data and generic scenarios end of life phase scenarios). Users will use SOFIAS in order to optimize building environmental performance. It is considered as an initial phase, simple, with few limitations, but in turn with a global perspective.

"Project Level" aims to get an Environmental Building Declaration. At this stage requirements related to the percentage of "no generic" EPDs is still low (around 20%). However, all information related to the use phase has to be imported from the Spanish official energy labelling tool: Calener.

Finally, if SOFIAS users want to obtain Environmental Building Declaration certified by AENOR (Spanish Association for Standardisation and Certification), they should use After-Project Level. In order to obtain certification, 90% of EPDs will be from manufacturers, users must provide inventory information about installation phase and project report about end of life.

Exchange of information between existing tools and SOFIAS

The use of a semantic platform, allows SOFIAS to be agile and to ensure a secure management, control and information processing. This platform aims to be consistent with different data exchange format in order to allow integration with common building tools and database.

- Calener VYP: SOFIAS platform is consistent with the data exchange format FIDE. By the data converter "Calener to Fide"¹¹, most of the building information can be imported from Calener to SOFIAS, such as: climatic zone, location, built area, climatic space, type of building, materials, constructive solutions, energy consumption, energy label, etc.

herramientas de construcción y bases de datos comunes.

- Calener VYP: La plataforma SOFIAS es compatible con el formato de intercambio de datos FIDE. Mediante el conversor de datos "Calener de Fide"¹¹, se importa la mayoría de la información del edificio desde Calener a SOFIAS: zona climática, ubicación, superficie construida, superficie habitable, tipo de edificio, materiales, soluciones constructivas, energía consumida, calificación energética, etc.
- Google Sketchup (SKP): Mediante el formato de intercambio de datos FIDE2SKP¹², se obtendrá la información gráfica del edificio modelizado mediante la herramienta Google Sketchup. Sin embargo, Sofias únicamente posibilita la visión de una imagen estática, por lo que no existirá una interlocución entre la imagen y las posibles mejoras que se puedan realizar durante el estudio.
- Catálogo de Elementos Constructivos – CECA: CECA será parte de la Base de Datos de Sofias y contendrá información técnica (espesor, conductividad y densidad) y medioambientales de diferentes elementos constructivos genéricos.
- Base de datos económica: Las herramientas de presupuesto (como PRESTO) y las bases de datos de la construcción utilizan un formato de intercambio de datos común llamado FIEBDC. La plataforma SOFIAS será compatible con FIEBDC e importará información de costes. Sin embargo, los códigos de Calener, CECA y las bases de precios serán diferentes, por lo que el consorcio SOFIAS está trabajando en el desarrollo de una codificación nacional e internacional de productos de construcción con el fin de asegurar la compatibilidad entre la información importada desde Calener y PRESTO.

- Google Sketchup (SKP): By the data converter FIDE2SKP¹², the building display can be modelled by Google Sketchup tool. However, SOFIAS only allows showing a static image, so there will not be a communication between the graph and the possible improvement that can be done in the building.
- Environmental construction elements guideline: CECA will be part of SOFIAS database and will contain information about different generic constructive solutions with technical characteristics (thickness, conductivity and density) and environmental performance information.
- Economic Data Base: Budget tools (like PRESTO) and Price databases use a common data exchange format, FIEBDC. SOFIAS platform will be also consistent with FIEBDC and will import cost information. However, codes are different in Calener, CECA or Price database. SOFIAS consortium is working in the development of a national and international codification for construction products in order to ensure compatibility between information imported by Calener and PRESTO.

Sofias diagram

As a result, the following diagram shows the connection between SOFIAS and other tools used in the building sector (Fig.1).

Case study

The building analyzed in this research is a real single family house with 222 m² located in Zaragoza (Spain) and formed by 4 floors: a garage, down floor, first floor and an attic. The buildings envelopment thermal properties meet the minimum requirements for energy demand defined in Spanish Technical Building Code.

During the architectonic project, buildings are simulated by three different software tools (Fig 2). By Calener VYP envelope and energetic system are defined, obtaining energy demand and building energy rating. By Sketchup 3D building image is detailed. Finally, by tools such as Presto, building budge is calculated, also defining auxiliary materials and further constructive solutions. SOFIAS online

Diagrama SOFIAS

Como resumen, a continuación se muestra el esquema del modelo de trabajo de la nueva herramienta SOFIAS (Fig. 1).

Fig. 1. Diagrama Sofias. Sofias Diagram.

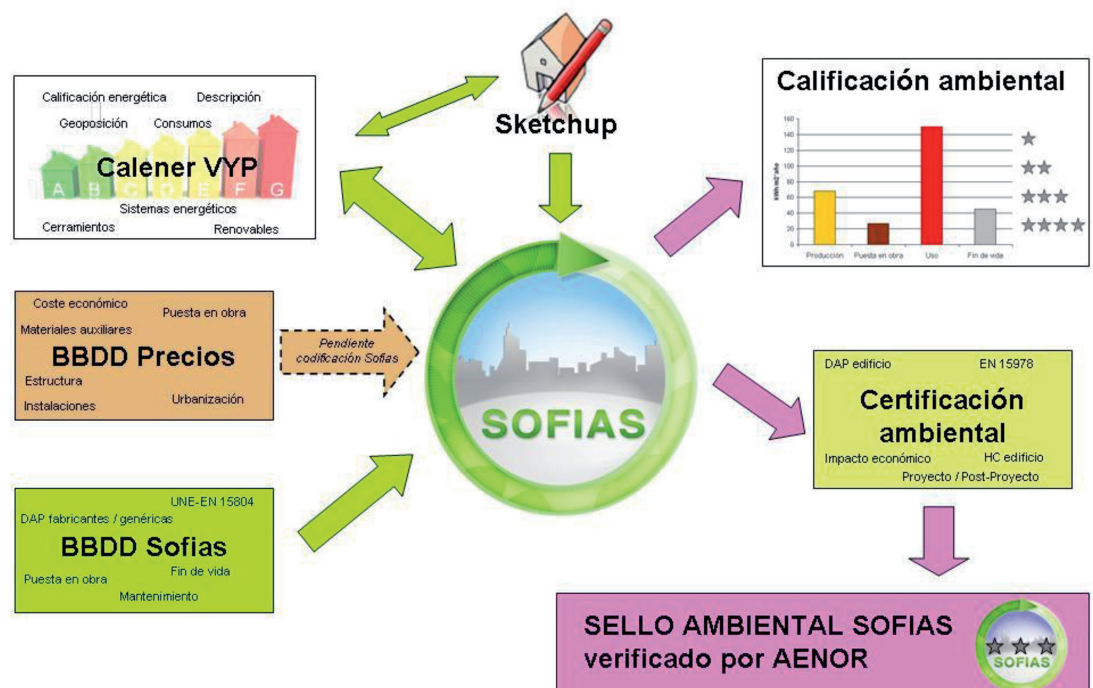
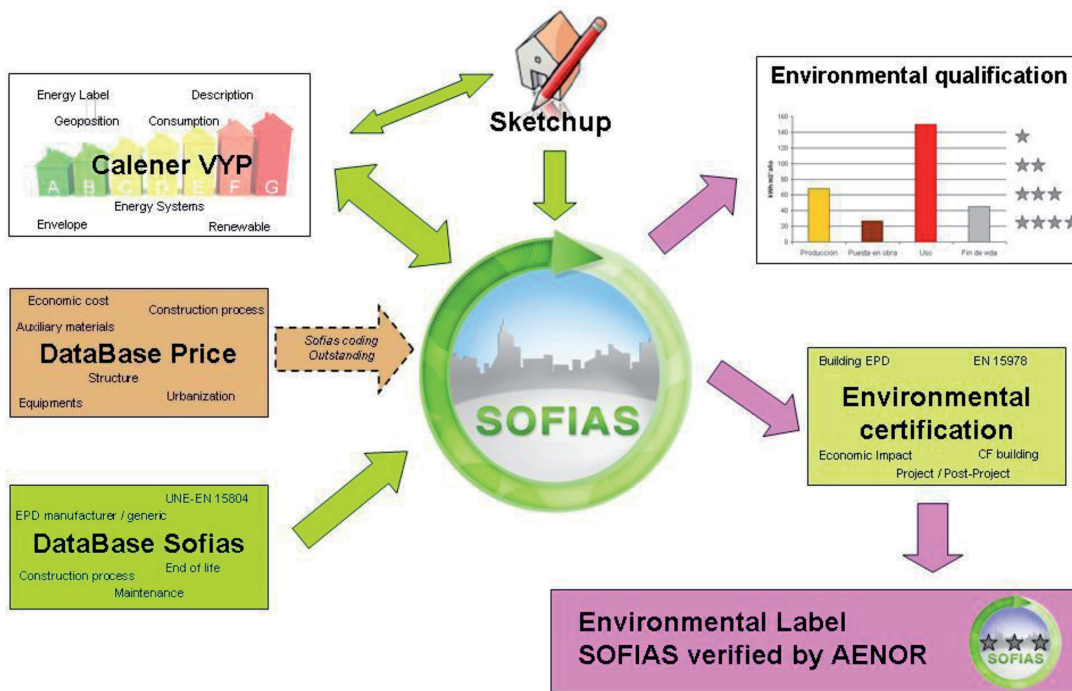


Fig. 1. Sofias Diagram.



Caso de estudio

El edificio analizado a lo largo de este proyecto es un edificio unifamiliar de 222 m² ubicado en la localidad de Zaragoza (España) y está compuesto por 4 plantas: garaje, planta baja, primera planta y ático. Las propiedades térmicas de la envolvente del edificio cumplen los requisitos mínimos definidos por el CTE.

Durante el proyecto arquitectónico, el edificio ha sido simulado mediante tres software diferentes (Fig. 2.) y mediante la plataforma online SOFIAS se integrará gran parte de esta información. Dentro de Calener VYP se ha definido la envolvente y el sistema energético, obteniendo la demanda y calificación energética; mediante Sketchup se ha definido la imagen del edificio y finalmente, mediante la herramienta Presto, se ha calculado el presupuesto del edificio, donde también se han tenido en cuenta los materiales auxiliares y otras soluciones constructivas. Este caso de estudio se ha evaluado en el "Nivel de Diseño".

Integración de la información del edificio en SOFIAS

Etap 0 – Descripción del edificio: A lo largo de la primera sección se define la descripción general del edificio, donde SOFIAS permite insertar manualmente o importar parte de esta información. Algunos de estos datos no tendrán influencia directa en el resultado final y serán utilizados únicamente como información adicional del informe final.

En esta etapa SOFIAS importa información de dos

platform integrates all this information. This case study has been evaluated on a Design Level.

Integration of Building information in SOFIAS

Stage 0 – Building description: The first section is used to insert a general description of the building. SOFIAS allows entering or importing different type of data. However, many of these data don't have an influence in the final results and are only used in the final report such as additional information.

In this stage, SOFIAS imports information from 2 tools. The building 3D model is imported from Sketchup. SOFIAS prototype will be limited to display a static image, although in the following versions building display will be improved and will be compatible with different formats. Furthermore, by the data exchange format "Calener to Fide", information from Calener VYP is imported to SOFIAS. However, SOFIAS needs further information to define completely a building (Table 1).

Product Stage (A1-3): From Calener VYP are defined constructive solutions from the envelope (external wall, window, roof, partitions, structure...) and their products characteristics: thickness, conductivity and density (Table 2). Automatically SOFIAS identifies the codification of each product and associates to it a generic EPD from SOFIAS Database. The economic information is imported from PRESTO. Finally, Sofias Database contains standard information about environmental impacts of different

Fig. 2. Caso de estudio simulado mediante diferentes software (Calener VYP, Sketchup 3D, PRESTO).

The case study simulated by different software tools (Calener VYP, Sketchup 3D, PRESTO).

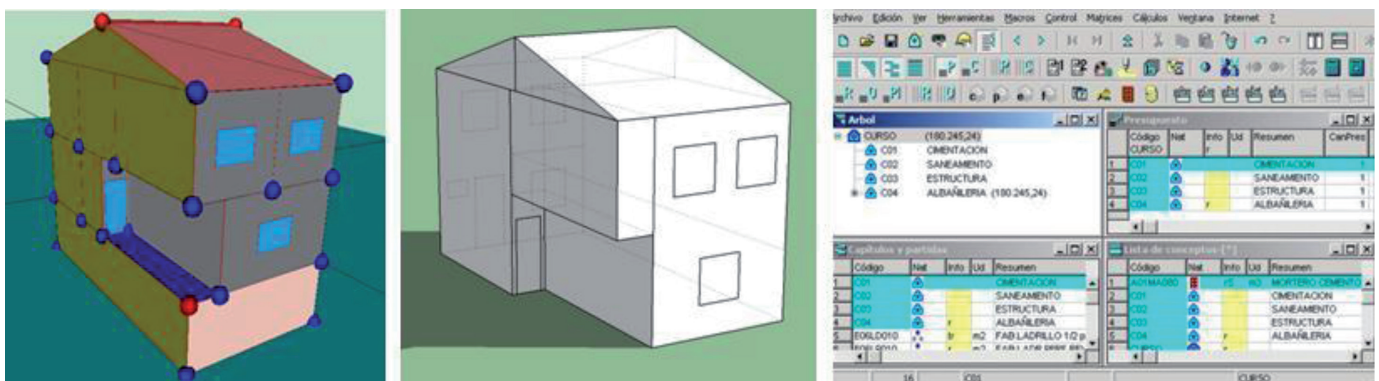


Table 1. SOFIAS description information.

Data from Calener VYP		Data entered by users	
Geographical area:	Aragón	Type of project:	New building
Climatic Zone:	D3	Stage of project:	Design
Type of building:	Dwelling	Type of calculation:	Qualification
Built area:	222 (m2)	Service life:	50 (years)
Climatic space:	107,62 (m2)		
Localization:	Zaragoza		
Activity:	Single family house		

Tabla 1. Información de Descripción SOFIAS).

Datos desde Calener VYP		Datos introducidos por el usuario	
Área geográfica:	Aragón	Tipo de proyecto:	Nueva edificación
Zona climática:	D3	Nivel del proyecto:	Diseño
Tipología edificio:	Residencial	Tipo de cálculo:	Cualificación
Superficie construida:	222 (m2)	Vida útil del edificio:	50 (años)
Superficie habitada:	107,62 (m2)		
Ubicación:	Zaragoza		
Actividad:	Unifamiliar		

herramientas. El modelo 3D ha sido importada desde SketchUp. El prototipo SOFIAS se limitará a mostrar una imagen estática, aunque las siguientes versiones mostrarán el edificio en 3D y serán compatibles con diferentes formatos. Conjuntamente, mediante el conversor "Calener to Fide" parte de la información de Calener VYP se importa a esta primera etapa de SOFIAS. Por último, comentar que SOFIAS necesita que el usuario defina otros datos para que la nueva herramienta pueda realizar sus cálculos correctamente (Tabla 1).

Etapas de producto (A1-3): Con la información importada desde Calener VYP, se definen las soluciones constructivas de la envolvente (cerramiento exterior, ventana, cubierta...) y las características de cada producto: espesor, conductividad y densidad (Tabla 2). Automáticamente SOFIAS identifica la codificación de cada producto importada y lo asocia a una DAP genérica de la base de datos SOFIAS. La información económica ha sido importada desde PRESTO. Por último, la Base de Datos Sofias contiene información estándar acerca de los impactos ambientales de los diferentes sistemas de

energy generation system. In this case study, select the heating and DHW system "gas boiler" and the thermal solar system "solar system, flat plate collector, one-family house, combined system".

Furthermore, SOFIAS is developing a new plug-in in order to obtain surface area information. In this case, surface area of each constructive solution area defined as: external wall (96,1 m²), window (9,7 m²), roof (63,9 m²), walls (176,1 m²), partitions (107,8 m²), structure in contact with the ground (57,5 m²), internal structure (103,5 m²) and external structure (6,4 m²).

Additionally, in this section, SOFIAS enables editing the service life and the transport distance (A4).

Construction Process Stage (A5): Related to the Construction Stage, SOFIAS provides automatically information for each constructed square meter: electricity consumption (24.2 MJ/m²), diesel consumption (23.4 MJ/m²), waste generation (120 kg/m²) and waste transport (50 km).

Table 2. Características de los productos SOFIAS importadas desde Calener VYP ¹³.

Solución Constructiva	Producto	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)	Densidad (kg/m3)
Cerramiento exterior	½ pie de ladrillo macizo métrico.	0.12	0.99	2170
	EPS Poliestireno Expandido	0.03	0.04	30
	BH convencional	0.07	0.63	1210
	Enlucido de yeso (1000 < d < 1300)	0.01	0.57	1150
	Mortero de cemento o cal (1000 < d < 1250)	0.01	0.55	1125

Table 2. SOFIAS product characteristics imported from Calener VYP ¹³.

Constructive Solution	Product	Thickness (m)	Conductivity (W/mK)	Density (kg/m3)
External wall	Brick	0.12	0.99	2170
	EPS Expanded Polystyrene	0.03	0.04	30
	Conventional Concrete Block	0.07	0.63	1210
	Gypsum	0.01	0.57	1150
	Cement mortar	0.01	0.55	1125

generación energética. En este caso, se ha seleccionado el sistema de calefacción y agua caliente sanitaria "gas boiler" y el sistema de energía solar térmica "solar system, flat plate collector, one-family house, combined system".

Actualmente, SOFIAS está desarrollando un nuevo plugin para importar la información de la superficie de cada solución constructiva desde Calener. En este caso, el área de cada solución se ha tenido que definir manualmente: cerramiento exterior (96.1 m²), ventana (9.7 m²), cubierta (63.9 m²), muro (176.1 m²), particiones (107.8 m²), estructura en contacto con el terreno (57.5 m²), estructura interior (103.5 m²) y estructura exterior (6.4 m²). Por último, dentro de esta etapa SOFIAS permite editar la vida útil y la distancia de transporte desde la puerta de fábrica hasta la obra (A4) de cada producto.

Etapa de procesos de construcción (A5): Referente a esta etapa, SOFIAS proporciona automáticamente información de la etapa de construcción por cada metro cuadrado de superficie construida: consumo eléctrico (24.2 MJ/m²), consumo diesel (23.4 MJ/m²), residuos generados (120 kg/m²) y transporte de residuos (50 km).

Etapa de uso (B1-7): Los datos del consumo energético son importados desde Calener VYP (Tabla 3).

Use Stage (B1-7): Energy consumptions data are imported from Calener VYP (Table 3).

End of Life Stage (C 1-4): SOFIAS contains information about different end of life scenarios. In this case, the scenario selected is "20% recycled and 80% landfill", making an overall estimation of the impacts at the end of life of the building. However, this tool allows defining an end of life scenario to each constructive solution, increasing the accuracy of calculations.

Results

After entering data in each section, automatically Sofias performs calculations (Table 4), showing the primary energy and carbon footprint environment impact of each one of the stage.

Results show that Use Stage has the greatest environmental impact (82.7 % in primary energy and 73.7 % in global warming potential), where heating, has the biggest impact. The production stage has an impact of 16.04% in PE and 24.95% in CO₂, where the most influential elements are walls and internal structure. Lastly, mention that the impact of the construction represents only 1.23% in PE and 1.35% in CO₂.

	Fuente energética	kWh/año
Calefacción	Gas natural	5492.1
Refrigeración	Electricidad	536.2
Agua Caliente Sanitaria	Gas natural	1941
Contribución solar a ACS	Sistema de colector solar	-1358.7

Tabla 3. Energía final consumida.

	Energy Source	kWh/year
Heating	Natural Gas	5492.1
Cooling	Electricity	536.2
Domestic Hot Water	Natural Gas	1941
Solar thermal contribution for DHW	Solar collector system	-1358.7

Table 3. Final Energy consumption

Etapa de Fin de Vida (C 1-4): Sofias contiene información de diferentes escenarios de fin de vida. En este caso, se ha seleccionado la opción "20% reciclado y 80% vertedero", realizando una estimación general de los impactos del edificio durante su etapa de fin de vida. Si el usuario tuviera suficiente información, se podrán definir los datos de cada uno de las soluciones constructivas, aumentando la precisión de los cálculos.

Resultados

Después de introducir los datos en cada uno de las secciones, automáticamente SOFIAS realiza los cálculos (tabla 4), mostrando el consumo de energía primaria (EP) y el impacto de calentamiento global (GWP) de cada una de las fases y soluciones constructivas.

Los resultados muestran que la etapa de uso tiene el mayor impacto ambiental (82.7 % en EP y 73.7 % en GWP), donde la calefacción destaca por encima de todos. La etapa de producto tiene un impacto del 16.04% en PE y 24.95% en GWP, donde los elementos con mayor impacto ambiental son los muros y la estructura interior. Finalmente, mencionar que el impacto referente a la etapa de construcción supone únicamente un 1.23% en PE y un 1.35% en GWP.

Por ultimo, matizar que el proyecto SOFIAS está en proceso de desarrollo, por lo que la versión actual aún no ofrece

SOFIAS project is under development, therefore, the current version still does not offer results information about: water consumption, end of life and economic values.

Finally, remark that SOFIAS tool allows the option to export building data and previously calculated results to excel format, showing graphics and numerical values of each constructive solution and stage.

Discussion and conclusion

One of the main objectives of SOFIAS is to simplify life cycle assessment of buildings, to develop a Building Environmental Declaration and an innovative energy rating system. However, in this first phase of the project, the main of the consortium composed of Tecnalia, Semantic, Torroja Institute, Circe and ESCI, is to design and produce the first version of SOFIAS, where in the middle of 2014 all users can use.

To obtain a scientific or at least as close to reality energy rating, the consortium needs information from buildings analysed through SOFIAS according to EN 15798. Using these values, for each building typology and stage, the consortium could define the benchmarking for new environment-energy ratio of buildings along its life cycle.

Tabla 4. Energía primaria y potencial de calentamiento global

Etapa	Descripción	EP (MJ)/ año*m ²	EP (%)	GWP (CO ² kg)/ año*m ²	GWP (%)
Producto	Cerramiento exterior	9.74E+00	2.10	9.55E-01	3.68
	Ventana	7.64E-01	0.16	4.95E-02	0.19
	Cubierta	1.28E+01	2.75	9.72E-01	3.74
	Muro	1,79E+01	3.85	1,75E+00	6.75
	Particiones	3,03E+00	0.65	4,13E-01	1.59
	Estructura exterior	1,31E+00	0.28	8,98E-03	0.03
	Estructura en contacto con el terreno	9,22E+00	1.99	9,69E-01	3.74
	Estructura interior	1,98E+01	4.26	1,35E+00	5.22
Construcción	Transporte de productos	3.61E+00	0.78	2.37E-01	0.91
	Consumo eléctrico	1.34E+00	0.29	6.25E-02	0.24
	Consumo diesel	6.43E-01	0.14	4.38E-02	0.17
	Transporte de residuos	1.21E-01	0.03	7.96E-03	0.03
Uso	Calefacción	2.52E+02	54.35	1.44E+01	55.57
	Refrigeración	4.96E+01	10.68	2.31E+00	8.91
	ACS	7.22E+01	15.55	1.53E+00	5.89
	Mantenimiento	9.93E+00	2.14	8.63E-01	3.33

Tabla 4. Primary Energy and Global Warming Potential

Stage	Description	PE (MJ)/ year*m ²	PE (%)	GWP (CO ² kg)/ year*m ²	GWP (%)
Production	External wall	9.74E+00	2.10	9.55E-01	3.68
	Window	7.64E-01	0.16	4.95E-02	0.19
	Roof	1.28E+01	2.75	9.72E-01	3.74
	Walls	1,79E+01	3.85	1,75E+00	6.75
	Partitions	3,03E+00	0.65	4,13E-01	1.59
	External structure	1,31E+00	0.28	8,98E-03	0.03
	structure in contact with the ground	9,22E+00	1.99	9,69E-01	3.74
	Internal structure	1,98E+01	4.26	1,35E+00	5.22
Construction	Product transport	3.61E+00	0.78	2.37E-01	0.91
	Electricity consumption	1.34E+00	0.29	6.25E-02	0.24
	Diesel Consumption	6.43E-01	0.14	4.38E-02	0.17
	Waste transport	1.21E-01	0.03	7.96E-03	0.03
Use	Heating	2.52E+02	54.35	1.44E+01	55.57
	Cooling	4.96E+01	10.68	2.31E+00	8.91
	DHW	7.22E+01	15.55	1.53E+00	5.89
	Maintenance	9.93E+00	2.14	8.63E-01	3.33

información ambiental y energética sobre el consumo de agua en la etapa de construcción, impactos de la etapa de fin de vida y los valores económicos.

Discusión y conclusión

Uno de los objetivos principales de SOFIAS es simplificar el análisis de ciclo de vida de edificios, desarrollando el concepto de Declaración Ambiental del Edificio e innovando el sistema de calificación energética. En esta primera fase del proyecto, el objetivo del consorcio compuesto por Tecnalia, Semantic, Instituto Torroja, Circe y ESCI, es la de diseñar y desarrollar la primera versión de la nueva

Acknowledgements

This paper has been developed from the results obtained in the frameworks of SOFIAS (Ref. number IPT-2011-0948-380000) project co financed by the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness. Thanks also to the Basque Government for their financial support given to Xabat Oregi Isasi in the PhD research works.

herramienta SOFIAS, la cual será accesible por todos los usuarios a mediados de 2014.

Para obtener una calificación energética científica o por lo menos lo más cercano a la realidad, el consorcio necesita información de edificios analizados con herramientas como SOFIAS (en base a la normativa EN 15978). Utilizando estos nuevos valores, el consorcio podrá definir el benchmarking para la nueva calificación energética-ambiental de edificios a lo largo de su ciclo de vida.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado a partir de los resultados obtenidos del proyecto SOFIAS (Número Ref. IPT-2011-0948-380000), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España. También agradecer al Gobierno Vasco por su apoyo financiero a Xabat Oregi Isasi en su formación predoctoral.

Notas Notes

1. CEN/TC 350. Fpr EN 15978. Sustainable of construction Works – Assessment of environmental performance of building – Calculation method.
2. SIMAPRO. Available online at: <http://www.pre-sustainability.com/simapro-lca-software>
3. GABI. Available online at: <http://www.gabi-software.com/spain/index/>
4. UMBERTO. Available online at: <http://www.umberto.de/en/>
5. EcoQuantum. Available online at: <http://ecoquantum.com.au/>
6. Calener VYP. Available online at: http://www6.mityc.es/aplicaciones/calener/calener_vyp/iCalener_VYP_20130411.exe
7. SKETCHUP. Available online at: <http://www.sketchup.com/intl/es/download/gsu.html>
8. ISO 14025. Environmental labels and declarations. Type III environmental declarations.
9. EN 15804. Sustainability of construction works - Environmental product declarations.
10. EeB Guide, Operational Guidance for Life Cycle Assessment Studies of the Energy Efficient Buildings Initiative. Available online at: www.eebguide.eu.
11. CALENER a FIDE. Available online at: http://www.fide.org.es/index.php/descargas/cat_view/21-aplicaciones/69-conversor-calener-a-fide.
12. FIDE2SKP. Available online at: <http://www.fide.org.es/index.php/noticias/61-publicado-el-plugin-de-fide-para-google-sketchup-fide2skp-08-beta>.
13. CTE Spanish Technical Building Code. Available at: <http://www.codigotecnico.org>



Soy parte del 30% de los PC que malgastan energía por las noches.

(mi insomnio te cuesta entre 10 y 50€ anuales pero no lo digas al CFO)



¿Quieres hacer algo?

Cómo: Instalar la solución de ahorro centralizada Verdiem Surveyor PC Power Manager.

Esfuerzo: 1/2 jornada para instalar el software, 2 semanas de diagnóstico y 2 semanas más de aplicación.

Ahorro: Entre 10.000 y 20.000 € anuales cada 1000 PC de media (hay extremos mejores).

ROI: de 12 a 18 meses.

Los asistentes de EESAP4 tienen derecho a una auditoría de consumo energético en su red, totalmente gratuita mencionando este anuncio (solamente para redes de más de 300 PC).

Leantricity es la única empresa en toda Europa dedicada 100% a reducir el malgasto energético en redes microinformáticas. Introdujimos el producto líder del mercado (Verdiem, USA) en España en 2007 y durante este tiempo hemos ayudado a más de 30 grandes organizaciones en las áreas de gobierno central, autonómico, local, educación superior y sanidad.

Energía y forma urbana: visualizando el metabolismo de las ciudades

Energy and urban form: visualizing the metabolism of cities

Jorge Rodríguez Álvarez¹

RESUMEN

Este artículo analiza la capacidad de los instrumentos analíticos existentes para explorar la relación entre forma urbana y energía. Se parte del estudio de cinco regiones seleccionadas para representar un rango amplio de contextos climáticos, geográficos y morfológicos: Madrid (40°N, 3°E), Barcelona (41°N,2°E), Paris (48°N,2°E), London (51°N,0.5°W), and Berlin (52°N,13°E). Se combina la utilización de imágenes satélite y la capacidad analítica de los Sistemas de Información Geográfica para revelar la variación de temperatura en zonas urbanas y, finalmente relacionar esos patrones con variables como la densidad con los usos de suelo. En una segunda fase, se realizó un estudio energético-tipológico de la fábrica urbana en las cinco ciudades. En cada una de ellas se seleccionaron cinco muestras características, de modo que había un total de 25 tejidos urbanos. Tras el análisis se obtuvieron estimaciones de demanda de calefacción, refrigeración e iluminación para los climas respectivos y también para escenarios climáticos alternativos. A continuación se elaboró un análisis paramétrico para obtener datos sobre la influencia de distintos parámetros urbanos en la demanda energética estimada. Finalmente, los resultados de los análisis previos fueron comparados con un modelo energético creado específicamente para facilitar el cálculo mediante la reducción de los parámetros morfológicos a sus componentes ambientales críticos. Los resultados del modelo muestran una fuerte correspondencia con los valores originales.

Palabras clave: Morfología urbana, análisis energético, sostenibilidad

ABSTRACT

This study reports about the potential of current analytic instruments to explore the relation between energy use and urban form. Five regions were selected to represent a cross section of forms, climates and topographic contexts: Madrid (40°N, 3°E), Barcelona (41°N,2°E), Paris (48°N,2°E), London (51°N,0.5°W), and Berlin(52°N,13°E). Satellite imagery and GIS analytic capacity are combined in this paper to unveil patterns in thermal variations across cities and eventually, relate temperature in urban areas to density or land cover. In a second stage, an energy-wise typological analysis of the urban fabric in the five cities was undertaken. Characteristic samples have been selected for each city so that a final set of 25 samples were available. Results for heating, cooling and lighting demand were obtained for their respective climates and also for alternative climatic scenarios. The typological analysis was followed by a parametric analysis to extract some insights about the influence of urban parameters in energy demand. The results from this analysis were compared against a purpose-built city-scale thermal and daylight model, based on the reduction of the urban fabric to their key environmental components. Energy outputs were overlapped to the actual urban fabric so that visual observation can complement numerical results. Preliminary findings reported the divergence between the weight of urban parameters, such as compactness, density or coverage in different climates and locations.

Key words: Urban morphology, energy analysis, sustainability

(1) Departamento Proxectos Arquitectónicos e Urbanismo. Universidade da Coruña. A Coruña, España. Contact info: jorge.ralvarez@udc.es

Introducción

En 1965 Abel Wolman¹ presentó lo que se ha considerado como el primer análisis metabólico urbano. Su estudio de una ciudad imaginaria, dio a conocer la alta entropía de los sistemas urbanos. Los presenta como agujeros negros que necesitan un suministro constante de energía y de agua que, después una vez procesados, son devueltos al medio ambiente en forma de residuos y la contaminación. Aunque los estudios metabólicos representaban una amplia gama de flujos, el energético se convirtió en prioritario debido a la crisis del petróleo de los años 70. Como consecuencia, multitud de estudios han abordado la correlación entre el uso de la energía y las características de la ciudad, con especial atención a los aspectos morfológicos. La hipótesis de partida consistía en que si la demanda de energía estaba influenciada por variables espaciales, entonces, la optimización de la forma urbana derivaría en ahorro energético. Dos campos de estudio surgieron en relación a este tema y a los principales agentes consumidores de energía: transporte y edificación. Los estudios energéticos de transporte se basaron principalmente en modelos para estimar los patrones de viaje y la demanda de combustible derivada, mientras que el análisis termodinámico se centró en la demanda de calefacción y refrigeración en los edificios. Una tercera línea de investigación se centró en la formación de microclimas urbanos, debido a su incidencia en la demanda energética de los edificios. Esta línea exploró la dinámica de microclimas dentro de las ciudades, conocidas como islas de calor y frío, y su relación con los parámetros urbanísticos. Cada uno de estos enfoques ha tomado su propio dominio: la región, la ciudad, la manzana o el edificio han sido definidos como unidades de escala para cada tema de análisis. Los estudios de transporte se han centrado en las regiones o áreas funcionales, mientras que el análisis termodinámico ha alcanzado un alto nivel de sofisticación en el estudio de edificios y manzanas. Esta divergencia de escalas ha dado lugar a una discrepancia entre los factores intervinientes que limita la evaluación integral. En este trabajo se aborda este problema mediante la exploración de métodos de análisis de la demanda de energía de los edificios a gran escala. Se considera la relación simbiótica entre la forma del edificio, la tipología urbana y el consumo de energía resultante desde una aproximación de arriba a abajo (top-down). Se parte de la escala regional, en la que se analiza el efecto de la isla de calor y su relación con la forma de la ciudad. Se desciende luego a la dimensión intra-urbana para estudiar las tipologías urbanas y determinar las limitaciones que se establecen en la eventual demanda de energía de los edificios. Por último, los resultados de la escala intermedia se utilizan para elaborar un modelo de estimaciones de energía, otra vez a escala de toda la ciudad.

Energía, calor y la isla de la región

La Isla de Calor Urbano (UHI) se ha definido como "el calor característico de un asentamiento en comparación con su entorno"², que se produce cuando "la velocidad de enfriamiento es mayor en el rural que en la ciudad"³. Los materiales y la forma característica del tejido urbano inducen diferentes reacciones frente a la energía solar en las ciudades respecto a zonas naturales. Superficies impermeables, oscuras, calles angostas y la contaminación pueden alterar los intercambios de energía entre las superficies y la atmósfera. El UHI depende fuertemente de las condiciones meteorológicas, un cielo despejado y la ausencia de viento producen mayor variación térmica. Durante las noches estivales y despejadas, las zonas

Introduction

In 1965 Abel Wolman¹ presented what has been considered as the first urban metabolic analysis. His study on an imaginary city, unveiled the high entropy of urban systems. It portrayed them as black holes in need of a constant supply of energy and fresh water which, after being processed, were returned to the environment as waste and pollution. Although metabolic studies accounted for a wide range of flows, energy became a main priority due the oil crisis of the 1970s. Consequently, myriad of studies have tackled the potential correlation between energy usage and urban attributes, with especial attention to morphological aspects. The working hypothesis stated that if energy demand was influenced by spatial variables, then energy savings would be derived from the optimization of urban form. Two major fields of study emerged in relation with this: transport and buildings. Transport energy studies were mainly based on surveys and models to estimate travel patterns and their derived fuel demand, while thermodynamic analysis focused on the heating and cooling demand from buildings. A third line of enquiry emerged as buildings' performance was reportedly dependant on microclimatic conditions. It explored the dynamics of microclimates within cities, known as heat and cool islands, and their relation with urban parameters. Each of these different approaches has taken their own domain: the region, the city, the block or the building have been defined as units of scale, according to the subject of analysis. Transport studies have been typically circumscribed to regions or functional areas whereas thermodynamic analysis has reached a high level of sophistication at building or even at block scale. It has led to a discrepancy between intervening factors that restrains comprehensive assessment. This paper addresses this gap by exploring the scope of large scale analysis of buildings' energy demand. It challenges the conventional bottom-up approach to consider the symbiotic relation between building form, urban typology and energy consumption. It starts from a regional approach, in which cities are analyzed in relation with heat island formation process. Then, it descends to the intra-urban dimension to look into urban typologies and determine the limitations that they establish on the eventual energy demand from buildings. Finally, the outcomes from the intermediate scale allowed a feedback loop to provide city-wide energy estimates.

Energy, heat island and the region

The Urban Heat Island (UHI) has been defined as "the characteristic warmth of a settlement compared with its surroundings"², which occurs when "rural cooling rates are greater than urban cooling rates"³. Materials and the characteristic shape of the urban fabric induce different responses to solar energy in cities and natural areas. Dark sealed surfaces, deep canyons and pollution may alter the flow exchange at the surface-atmosphere interface. The UHI is also highly dependent on weather conditions. Clear sky and the absence of wind contribute to larger thermal variations. During summer cloudless nights, rural areas can take full advantage of the sky and use it as a heat sink, whereas the obstruction induced by buildings in the city will obstruct part of the outgoing radiation. As a result, the daily thermal swing will be, under these conditions, softer in cities than in rural areas.

New analytic techniques are now available to get further insights. This paper explores the potential application of some of these tools to study urban climate. Land surface temperature, obtained from MODIS satellite, was compared against spatial variables, such as density or land cover

rurales pueden aprovechar al máximo el cielo como disipador de calor, mientras que la obstrucción inducida por los edificios en la ciudad es un obstáculo para la radiación saliente. Como resultado, la oscilación térmica diaria será, bajo estas condiciones, más suave en las ciudades que en zonas rurales.

Este artículo explora la aplicación de nuevas herramientas para el estudio del clima urbano. Para ello, cinco regiones europeas han sido seleccionadas para representar diferentes modelos urbanos y contextos climáticos. Madrid (40°N, 3°E), Colonia (50°N, 6°E), Barcelona (41°N, 2°E), Londres (51°N, 0.5°W), y Berlín (52°N, 13°E) fueron las capitales de las regiones seleccionadas.

Para explorar la intensidad de la isla de calor urbana en estas regiones, se obtuvieron imágenes de satélite con información de temperatura de la superficie terrestre a través del satélite Aqua⁴, que transporta MODIS, un sensor que envía imágenes de la tierra y la superficie de los océanos cada día. Más de 120 archivos fueron examinados para seleccionar las seis noches de verano con las condiciones de cielo más limpio. A continuación, los datos se procesaron en gvSIG y Sextante. Las imágenes se combinaron y, después de varios procesos, se elaboraron unos mapas de temperatura de superficie, utilizando un código de color que representa variaciones térmicas de hasta 12K (fig. 1).

to verify the connection between urban form and UHI. Five European regions have been selected to represent a cross section of urban models, climates and topographic contexts. Madrid (40°N, 3°E), Cologne (50°N, 6°E), Barcelona (41°N, 2°E), London (51°N, 0.5°W), and Berlin (52°N, 13°E) were the capital cities of the selected regions.

To explore the intensity of Urban Heat Island in these regions, satellite images with information of land surface temperature were obtained from Satellite Aqua⁴, which transports MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), an instrument that combs the entire globe on a daily basis to send images of the land and ocean surfaces. Overall, over 120 files were inspected to select the six summer nights with the cleanest sky conditions. The data was then processed in GvSIG and Sextante plug-in. The images were combined and, after several processes, land surface temperature was mapped, using a colour code that represented thermal variations up to 12K (fig.1).

The processed data were used to analyze the spatial distribution of UHI and its relation with urban parameters such as density or land cover. It can be noticed how surface temperature decreases gradually when moving from urban centers towards the periphery. Suburban values are around 6K lower than in the center but still 2K warmer than rural zones. The presence of geographic features such as large water bodies or mountains can induce further

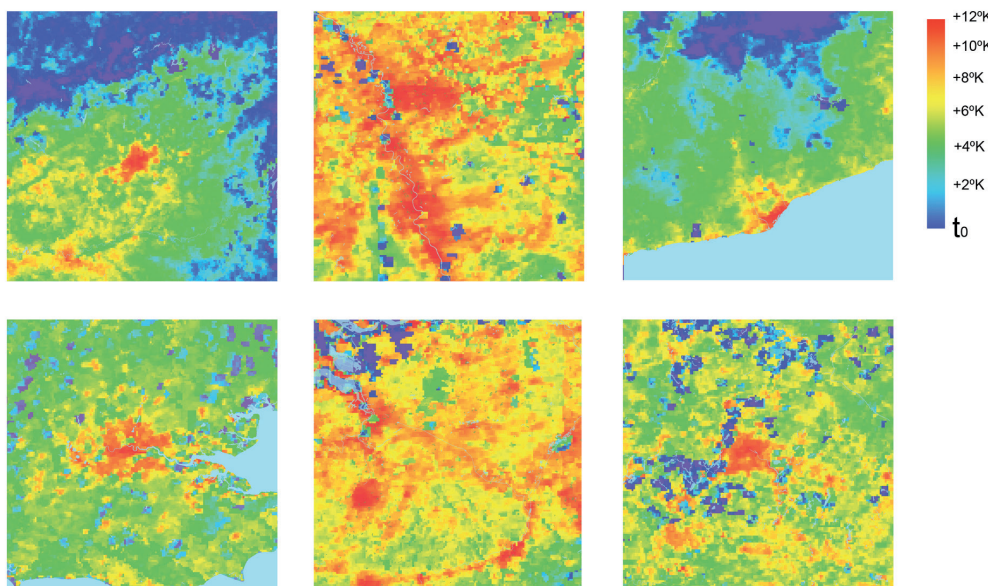


Fig. 1. Temperatura superficial en 6 regiones europeas. En el sentido del reloj: Madrid, Colonia, Barcelona, Berlín, Bruselas, Londres. (Jorge Rodríguez Álvarez, 2013)

Surface temperature for a summer night in six European capitals. Clockwise: Madrid, Cologne, Barcelona, Berlin, Brussels, London. (Jorge Rodríguez Álvarez, 2013)

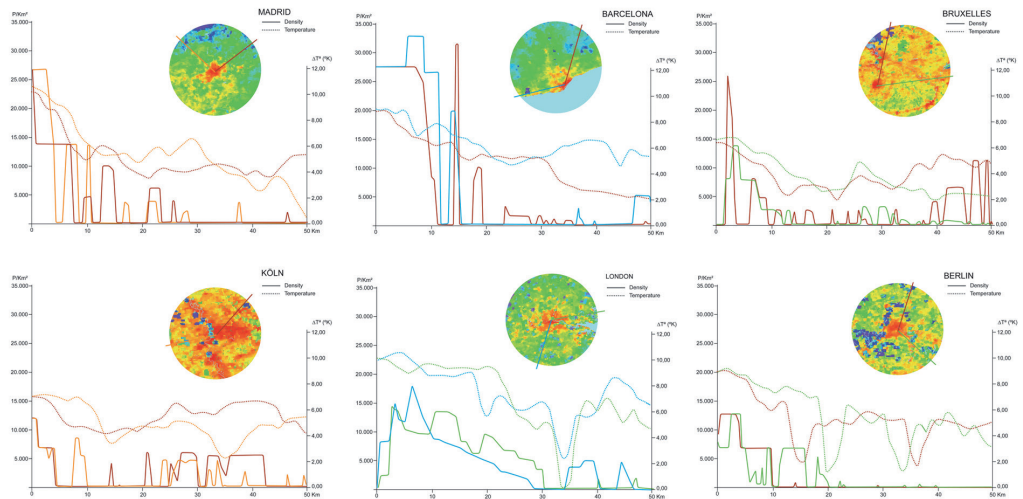
Los datos procesados se utilizaron para analizar la distribución espacial del UHI y su relación con parámetros urbanísticos, como densidad o cobertura del suelo. Los mapas muestran como la temperatura superficial disminuye gradualmente cuando se pasa de los centros urbanos hacia la periferia, con oscilaciones de hasta 6K, sin tener en cuenta el efecto de la topografía o masas de agua. En la siguiente fase de análisis, se superpusieron uso del suelo y densidad para evaluar la correlación entre ambos factores. Los datos se representan como secciones transversales, en dos direcciones desde el centro de la ciudad hasta una distancia de 50Km. El estudio reveló cierta correspondencia, aunque los resultados no son del todo concluyentes. Los valores de temperatura disminuyen cuando se reduce la densidad, especialmente en Londres y Madrid (fig. 2), pero otras variables parecen compensar ese efecto en algunos ámbitos.

variations. In the following stage, land use and density were superimposed to heat maps in order to unveil the correlation between UHI and those spatial variables. Data were plotted as cross sections, in two different directions from the city centre to 50km distance. The study of density and thermal profiles revealed certain correspondence, although results are not totally conclusive. Temperature decreased alongside density values, especially in London and Madrid (fig. 2) but in some sections other variables appear to offset its effect.

In land surface UHI land cover type is a critical element as it determines relevant properties, such as the solar absorption coefficient or the moisture content of the soil. The second stage of the analysis looked into different land cover types to understand their influence on urban warming. Data of land cover was obtained from GMES Urban Atlas⁵ and processed in GvSIG, Open Office and MS

Fig. 2. UHI en relación a la densidad en 6 regiones europeas. En el sentido del reloj: Madrid, Barcelona, Bruselas, Berlín, Londres y Colonia. (Jorge Rodríguez Álvarez, 2013)

UHI against density in six European capitals. Clockwise: Madrid, Barcelona, Brussels, Berlin, London and Cologne. (Jorge Rodríguez Álvarez, 2013)



El tipo de cobertura de suelo es un elemento fundamental en el UHI, ya que determina propiedades importantes, como el coeficiente de absorción solar o el contenido de humedad del suelo. La siguiente fase de análisis se centró en los diferentes tipos de cobertura terrestre para entender su influencia en el calentamiento urbano. Los datos de cobertura del suelo se obtuvieron del GMES Urban Atlas⁵ y fueron procesados en gvSIG, Open Office y MS Excel. Para cada área metropolitana, se delimitó una banda de 50 por 2km. Las bandas se dividieron en celdas de 500x500m con el fin de coincidir con la resolución de las imágenes MODIS. Para cada celda, se midió el área que corresponde a cada tipo de suelo. En todos los casos, la temperatura superficial es mayor en las áreas urbanizadas que en las superficies naturales (fig.3). En Berlín, se observan variaciones de hasta 6K en un mismo entorno, asociadas a cambios en la proporción de suelo urbanizado, del 40% al 90%. En Londres, la depresión térmica causada por el río Támesis, así como el cinturón verde, pueden identificarse claramente. En Barcelona, los desniveles del terreno y la presencia del mar suavizan las variaciones térmicas.

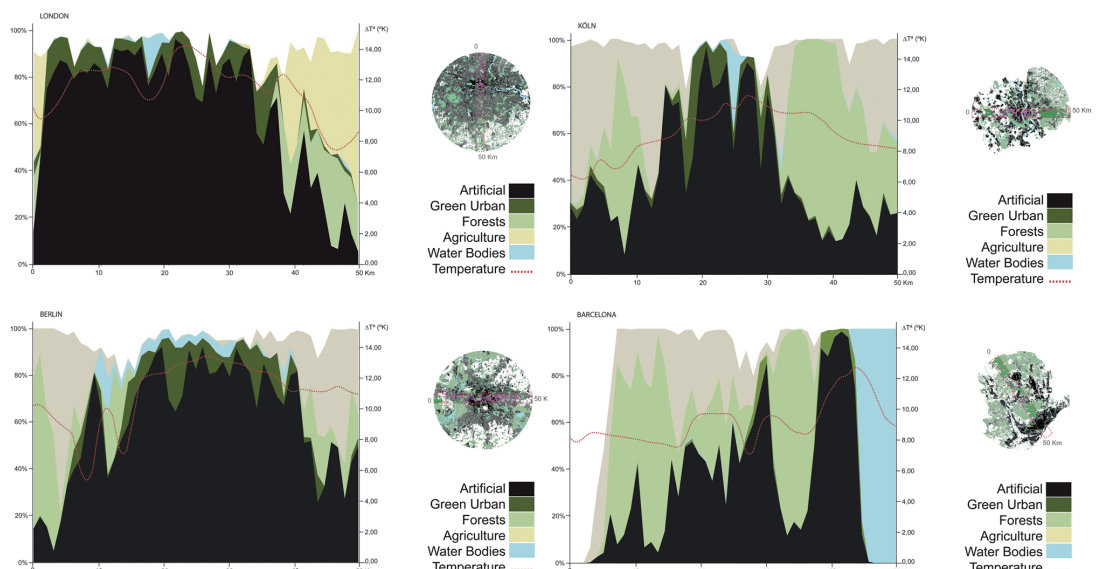
Una vez demostrada la relación causal entre los parámetros urbanos y temperatura, se analiza la incidencia de este fenómeno en el consumo energético de los edificios. En ciertos climas y tipologías, este calentamiento urbano puede

Excel. For each metropolitan area, a 50 by 2 km band was delimited. The bands were divided into 500x500m cells in order to match the resolution of MODIS imagery. For each cell, the area that corresponded to different land types was measured. In all cases, surface temperature was found warmer on urbanized areas than on natural surfaces (fig.3). Variations up to 6K were shown within a reduced domain (less than 5 Km) in Berlin, associated to a sharp variation in artificial land cover proportion, from 40% to 90%. In London, the thermal depression caused by Thames River in the central city can be clearly identifiable, as well as the metropolitan green belt. In Barcelona, the uneven terrain and the presence of the sea prevented sharp thermal variations.

From the analysis of the causal relationship between urban parameters and temperature, the question of whether it penalizes or benefits energy demand arises. In certain climates and building types, relative urban warmth may be desirable as it could be useful to displace conventional heating. However, in temperate to warm climates, additional heat gains should be prevented for most building types during a great part of the year. Several simulations were done to analyze the energy implications of UHI in two different climates, London and Barcelona. A first run was carried out using generic climate for each location:

Fig. 3. UHI en relación a la cobertura del suelo en 4 ciudades europeas. En sentido del reloj: Londres, Colonia, Barcelona y Berlín. (Jorge Rodríguez Álvarez, 2013)

UHI against land use in four European capitals. Clockwise: London Cologne, Barcelona and Berlin. (Jorge Rodríguez Álvarez, 2013)



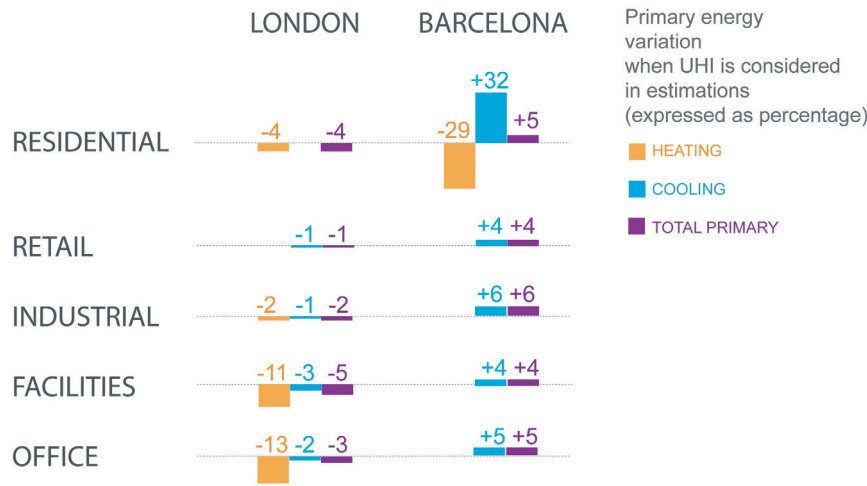


Fig. 4. Variación en energía primaria para calefacción y refrigeración cuando el efecto del UHI es considerado. Londres y Barcelona (Jorge Rodríguez Álvarez, 2013)

Variation in primary energy for heating and cooling when the effect of UHI is considered, for urban areas in London and Barcelona. (Jorge Rodríguez Álvarez, 2013)

ser deseable, ya que podría desplazar carga de calefacción convencional. Sin embargo, en climas templados o cálidos, las ganancias de calor adicionales son nocivas para la mayoría de tipos de edificios durante una gran parte del año. A continuación se realizaron simulaciones para analizar las implicaciones energéticas del UHI en dos climas diferentes, Londres y Barcelona. En la primera serie se utilizó el clima genérico para cada localización, y se obtuvieron las cargas de calefacción y refrigeración correspondientes. En una segunda serie de simulaciones, se tuvo en cuenta el efecto del UHI, a los datos climáticos genéricos se sumó o restó la diferencia térmica entre valores rurales y urbanos. (Fig. 4). Los resultados mostraron una contribución más bien modesta en Londres, donde el calor inducido por el UHI permite un mínimo ahorro de carga térmica. Por el contrario, el impacto de del UHI en Barcelona es sustancial, especialmente para refrigeración y usos residenciales, cuya demanda aumentó un 30%.

cooling and heating loads were obtained and converted into primary energy. In a second run of simulations, the effect of UHI was taken into account. The urban-rural difference was added or subtracted for each location and each hour of the year. (fig.4). The results showed a rather modest contribution in London, where urban warmth induced by the UHI has delivered minimum savings in heating load. In contrast, the impact of having considered UHI is substantial in Barcelona, especially for residential uses and cooling, whose demand has increased 30%. These results demonstrated the complex interaction between building's performance and urban climate.

La energía en la escala intermedia

Establecida la influencia de la forma urbana en el flujo de energía, como consecuencia del UHI, el estudio se centra en la escala intermedia. Para este fin se propone una metodología de "arriba a abajo" para realizar estimaciones energéticas a gran escala. El método propuesto consiste en la adaptación de los procedimientos de cálculo para que los datos de partida sean parámetros estrictamente urbanísticos en lugar de edificatorios. El modelo urbano de energía se basa, por tanto, en una hipótesis fundamental y dos etapas principales de cálculo.

Energy at the intermediate scale

Once that the influence of city form on energy has been established as a consequence of the UHI, the study looks into the intermediate scale so as to integrate building and city levels. For this purpose, a top-down methodology to perform large scale comparative energy analysis has been proposed. It consists on the adaptation of well established calculation procedures so that inputs are extracted from the urban parameters rather than individual buildings. The urban energy model is based on a fundamental hypothesis and two main calculation stages.

Hipótesis: El promedio de la demanda de energía para calefacción, iluminación y refrigeración de edificios en una zona urbana moderadamente densa es análoga a la demanda de una malla regular virtual que contiene información sobre los siguientes parámetros del tejido original:

Hypothesis: The average energy demand for heating, lighting and cooling from buildings in a moderately dense, regular or irregular, urban area is analogous to the demand of a notional regular grid which has retained information of the following parameters:

- Ocupación del suelo (GFA)
- Superficie total construida (TFA)
- Área de la envolvente (Env)
- Perímetro de los edificios (P)
- Proporción de superficie de fachada en la orientación principal respecto a la orientación secundaria (Pn-s/Pe-w)
- Angulo medio obstrucción en los dos ejes principales (θ)

- Built footprint (GFA)
- Total built up area (TFA)
- Envelope's Area (Env)
- Buildings' perimeter (P)
- Proportion of façades facing the main orientation quadrant to façades facing secondary orientation quadrant (Pn-s/Pe-w)
- Average obstruction angle in two main axes (θ)
- Built volume (V)
- Average building height (h)
- Average number of storeys (f)
- Glazing ratio (Gr)
- Construction type (Ct)

- Volumen Construido (V)
- Altura media de los edificios (h)
- Promedio de número de plantas (f)
- Proporción de acristalamiento (Gr)
- Tipo de construcción (Ct)

Etapa 1: El primer paso en el proceso de cálculo consiste en la transformación del tejido urbano real en la malla característica virtual, que conserva todos los parámetros antes mencionados. Esto se hace a través de una serie de algoritmos predefinidos que han sido deducidos teóricamente y validados con muestras reales y la ayuda de SIG.

Etapa 2: El segundo paso consiste en el cálculo de la demanda de energía para calefacción, refrigeración e iluminación, de la malla virtual. Para este proceso, se utiliza un modelo de energía simplificado y adaptado a las características urbanas. El procedimiento de cálculo contiene catorce pasos que han sido integrados en una hoja de cálculo por facilidad y velocidad. Se ha producido también una aplicación GIS para realizar estimaciones de toda la ciudad.

El modelo ha sido comparado con programas alternativos y los resultados han mostrado una fuerte correlación.

Durante el proceso de validación se seleccionaron veintiocho muestras procedentes de cinco ciudades (Barcelona, Berlín, París, Londres y Madrid). Cinco o seis muestras de 500x500m fueron seleccionadas en cada ciudad para elaborar tipologías urbanas representativas. Luego fueron caracterizadas por sus parámetros clave: índice de superficie construida (FSI), ocupación de suelo (GSI), y compacidad (Comp). La selección de tipologías urbanas pretendía representar, como mínimo:

- Distritos centrales densos con cierta regularidad
- Tejido denso pero irregular
- Bloques abiertos lineales
- Zonas mixtas con bloques abiertos y edificios exentos
- Alineaciones y zonas residenciales de adosados, semi-adosados o viviendas exentas.

Todas las muestras fueron simuladas para obtener cargas de calefacción, refrigeración e iluminación para sus respectivos climas y también para escenarios climáticos alternativos. Los resultados se compararon con los parámetros urbanísticos característicos (FSI, GSI, Comp) para establecer la correlación entre la forma y el rendimiento. Sin embargo, se observó que el análisis tipológico estaba distorsionado por la interdependencia entre parámetros. Estructuras urbanas compactas producen frecuentemente áreas de elevada densidad (FSI) y, de forma similar, áreas densas tienden a mostrar una alta ocupación del suelo (aunque no siempre). Para superar la interacción entre las variables urbanas, se llevaron a cabo análisis paramétricos, en los que todas las variables excepto una permanecían fijas.

El primer análisis paramétrico midió la influencia de la Compacidad (definida como el área de la envolvente dividida por la superficie construida total en toda la muestra), en dos climas: Barcelona y Londres. El FSI se fijó en $1.00\text{m}^2/\text{m}^2$, porque era un valor típico en las muestras tipológicas (un 30% de las muestras respondían a ese valor). En cuanto al GSI, se exploraron cinco valores alternativos (0.2, 0.4, 0.6, 0.7, $0.8\text{m}^2/\text{m}^2$), aunque todos dieron resultados similares,

Stage 1: The first step in the calculation process consists on the transformation of the real urban fabric into the notional characteristic grid that preserves all the aforementioned parameters. This is done through a series of predefined algorithms that were theoretically inferred and validated with real samples and the aid of GIS.

Stage 2: The second step consists on the calculation of the energy demand for heating, cooling and lighting, as associated to the notional grid. For this process, a simplified energy model is used and adapted to urban characteristics. The calculation procedure contains fourteen steps which are embedded into a spreadsheet for ease and speed. A GIS application has been also produced to produce city-wide estimations.

The model has been tested against alternative energy software tools and results showed a strong correlation.

During the validation process twenty eight samples from five cities were selected (Barcelona, Berlin, Paris, London and Madrid). Five or six 500x500 meters samples were selected in each city to compile representative urban typologies. They were then characterized by their key performance parameters: floor space index, land coverage, and compactness. The selection of urban typologies aimed to represent, at least:

- Dense central districts with certain regularity in the streets layout
- Dense but irregular fabric
- Linear open blocks
- Mixed zones with open blocks and stand alone buildings
- Terraced and detached buildings.

All samples were simulated to obtain heating, cooling and lighting loads for their respective climates and also for alternative climatic scenarios. The results were then compared against their characteristic urban parameters (Floor Space Index "FSI", Ground Space Index "GSI" and Compactness "Comp") to establish the correlation between form and performance. However, it was noticed that typological analysis was biased by the interdependence between parameters. Compact urban structures are commonly associated to dense areas (high FSI) and, likewise, dense areas tend to show high ground coverage (not always though). To overcome the interaction between urban variables, parametric analyses were undertaken. All variables but one were fixed in each analysis.

The first parametric analysis measured the influence of Compactness Ratio (defined as the envelope area divided by total floor area in the whole sample). The effects were assessed for two climates: Barcelona and London. The FSI was fixed as $1.00\text{m}^2/\text{m}^2$, because it was a typical value in typological samples (30% of the samples were around that figure). Regarding GSI, five alternative values were explored (0.2, 0.4, 0.6, 0.7, 0.8), although they all gave similar results, which suggests that when Compactness and FSI are fixed, the influence of GSI is almost negligible. In fact, a quasi linear correlation between compactness and heating demand is revealed in the plot of results (fig.6 top). The slope of the correlation is determined by weather conditions. In cold climates, the energy demand increases substantially with exposure whereas in milder climates, the correspondence is not so pronounced.

The second parameter to be addressed was building intensity (FSI). Compactness Ratio was fixed as $1.00\text{m}^2/\text{m}^2$ and GSI was iteratively set as 0.2, 0.4, 0.6 and $0.8\text{m}^2/\text{m}^2$

Fig. 6. Calefacción doméstica frente a compactidad y GSI (superior) Calefacción doméstica frente a FSI y GSI (inferior) (Jorge Rodríguez Álvarez, 2013)

Domestic Heating versus Compactness Ratio and GSI (top) Domestic Heating versus FSI and GSI (bottom). (Jorge Rodríguez Álvarez, 2013)

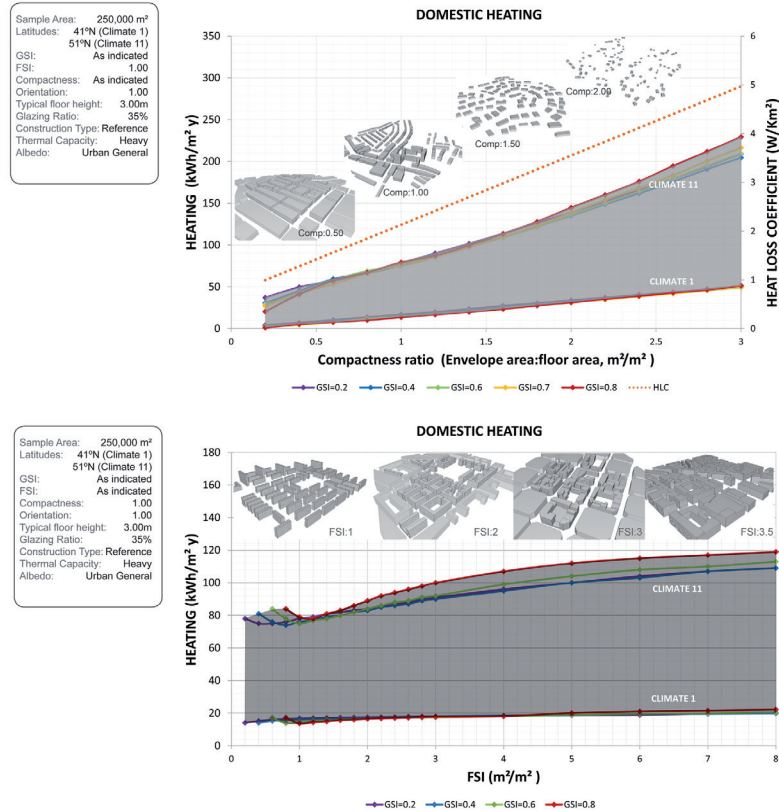
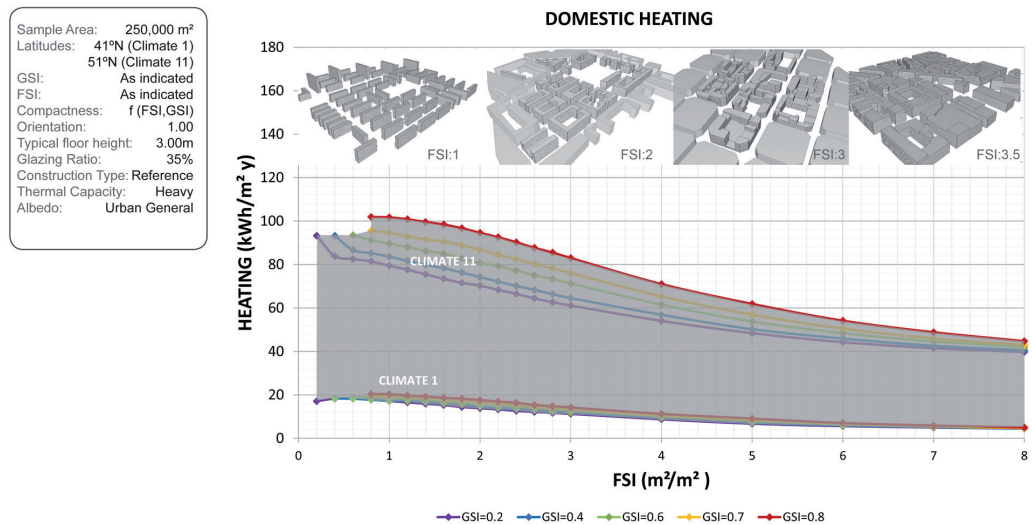


Fig. 7. Calefacción doméstica frente a FSI como variable dependiente (Jorge Rodríguez Álvarez, 2013)

Domestic heating and FSI patterns. (Jorge Rodríguez Álvarez, 2013)



relacionan las variables, el análisis se vuelve más realista y da una idea más clara sobre el comportamiento de los tejidos urbanos.

Por último, las observaciones previas se han traducido en un modelo SIG para realizar cálculos de energía a la escala de la ciudad. El efecto del UHI en la demanda de energía del edificio puede ser, de este modo, considerado debido a la integración del modelo en SIG. Además, se extiende la capacidad de manejar mayor cantidad de datos y realizar evaluaciones energéticas de áreas mayores, a escala de barrio o de toda la ciudad. Una serie de algoritmos han sido integrados en el sistema de modo que las entradas se obtienen automáticamente a partir de bases cartográficas existentes. Los resultados se despliegan como mapas de densidad, con la flexibilidad de representación propia de los SIG (fig. 8).

Conclusions

This paper has reported about the main findings from a research on the influence of urban form on energy consumption at multiple scales and the proposal of new scalar assessment methods.

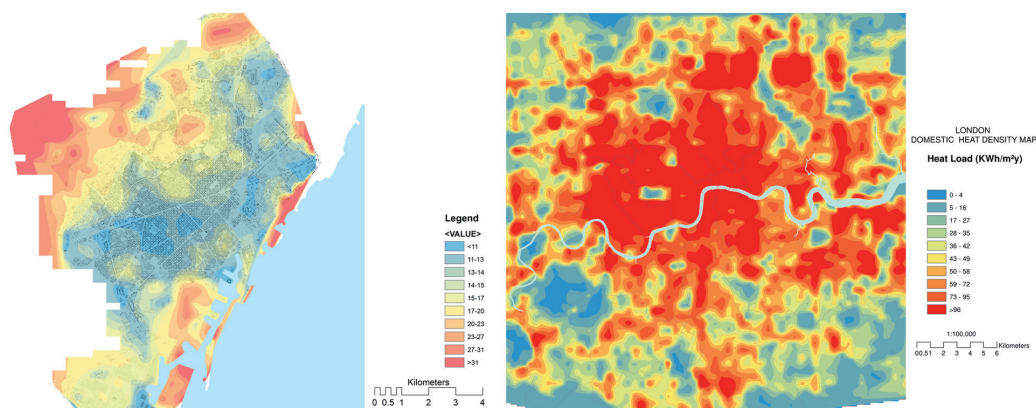


Fig. 8. Mapas de carga de calefacción para Barcelona (izda.) y Londres (dcha.) (Jorge Rodríguez Álvarez, 2013)

Barcelona (left) and London (right) heat maps per heated area. (Jorge Rodríguez Álvarez, 2013)

Conclusiones

En este trabajo se ha informado acerca de los principales resultados de una investigación sobre la influencia de la forma urbana en el consumo de energía en múltiples escalas y la propuesta de nuevos métodos de evaluación multi-escalar.

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

1. Wolman, A. (1965) The metabolism of cities. *Scientific American* 213 (3): 179-190
2. Grimmond, S. (2011) London's Urban Climate: Historical and Contemporary Perspectives. *City Weathers: Meteorology and Urban Design 1950-2010*. Manchester Architecture Research Centre. 23-24 June 2011. University of Manchester
3. Oke, T.R. (2011). Urban Heat Islands. In Douglas, I. Goode, D. Houck, M. & Wang, R. (2011) *The Routledge Handbook of Urban Ecology*. Routledge Handbooks
4. Satellite Aqua [Online], Available: aqua.nasa.gov [6 May 2013]
5. GMES Urban Atlas [Online], Available: www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas [6 May 2013]

Proyectos de edificación acústicamente sostenible:

Modelización 3D

Projects of acoustics sustainable building: Modeling 3D

Francisco Javier Rodríguez Rodríguez¹, María Fenollera Bolibar, Faustino Patiño Cambeiro, Faustino Patiño Barbeito, Itziar Goicoechea Castaño²

RESUMEN

El proceso de actuación relativo al control acústico, respecto a factores condicionantes de aislamiento y acondicionamiento, necesariamente ha de considerar que la sensibilidad creciente por la adopción de criterios de sostenibilidad se ha extendido a todos los ámbitos de actividad y está comportando nuevas exigencias de actuación, algunas de ellas derivadas de nuevas directrices normativas, buscando incrementar la calidad de la edificación. Así, el nuevo marco normativo regulador de las condiciones acústicas, "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación, de aplicación obligatoria para proyectos a partir de abril de 2009, introduce nuevos criterios de aislamiento, exigencias de acondicionamiento acústico de determinados recintos y, debido a los nuevos índices, la posibilidad de verificación "in situ" del cumplimiento de los requisitos establecidos. Ello origina la necesidad de actuar convenientemente a lo largo de todas las etapas del proceso constructivo (proyecto y diseño, selección de materiales y ejecución en obra).

El citado "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación, establece condiciones acústicas mínimas para que los edificios de su ámbito de aplicación, uso residencial público y privado, administrativo, sanitario y docente, sean legales en su habitabilidad. Además, la Asociación Española para la Calidad acústica (AECOR) ha iniciado una propuesta de colaboración con agentes de la edificación interesados en ofrecer unos estándares de calidad elevados mediante la mejora de las condiciones acústicas de sus edificios, para implementar un sistema de clasificación acústica que permite distinguir y premiar aquellos edificios que superen las exigencias legales mínimas de aislamiento acústico fijados en el DB-HR, realizando a través de sus órganos de comunicación una difusión de la iniciativa y de los participantes. Para ello, se ha de realizar, inicialmente, una revisión del diseño y

ABSTRACT

The process of action relative to the acoustic control, with regard to determining factors of isolation and conditioning, necessarily has to think that the increasing sensibility over the adoption of criteria of sustainability has spread to all the areas of activity and is enduring new requirements of action, some of them derived from new normative directives, seeking to increase the quality of the building. In this way, the new normative regulatory frame of the acoustic conditions, "DB-HR Protection opposite to the noise" of the Technical Code of the Building, of obligatory application for projects from April, 2009, introduces new criteria of isolation, requirements of acoustic conditioning of certain enclosures and, due to the new indexes, the possibility of check "in situ" of the fulfillment of the established requirements. It originates the need to act suitably along all the stages of the constructive process (project and design, selection of materials and execution in work).

Mentioned "DB-HR Protection opposite to the noise" of the Technical Code of the Building, it establishes acoustic minimal conditions in order that the buildings of his area of application, residential public and private, administrative, sanitary and educational use, they are legal in his habitability. In addition, the Spanish Association for the acoustic Quality (AECOR) has initiated an offer of collaboration with agents of the building interested in offering a few standards of quality raised by means of the improvement of the acoustic conditions of his buildings, to implement a system of acoustic classification that allows to distinguish and to reward those buildings that overcome the legal minimal requirements of acoustic isolation fixed in the DB-HR, realizing across his organs of communication a diffusion of the initiative and of the participants. For it, a review of the design has to be realized, initially, and measured of constructive solutions of the project, this way as the unions between them.

Palabras clave: Acústica, edificación, ruido, modelización.

Key words: Acoustics, building, noise, modeling.

(1) Responsable Sostenibilidad GOC. Contact info: fjavierrodriguez@gocsa.es

(2) Profesores Universidad de Vigo

dimensionado de soluciones constructivas del proyecto, así como las uniones entre ellos.

En este contexto, el objeto del artículo reside en familiarizar con los requisitos del DB-HR mediante la presentación de la evaluación realizada a un proyecto de edificación, a través de la modelización acústica tridimensional del mismo con un programa de cálculo que considera las transmisiones indirectas, según la denominada opción general establecida por el DB-HR (basado en la Norma 12354). Esta modelización permite determinar los niveles de aislamiento a ruido aéreo, niveles de aislamiento a ruido de impacto y niveles de reverberación obtenidos con las soluciones constructivas proyectadas; obteniendo, al final del cálculo, los valores cuantificados con la magnitud acústica que define cada exigencia según el citado DB-HR. Además, permite determinar, después de analizar todos y cada uno de los recintos, los posibles puntos conflictivos y, por tanto, plantear actuaciones de mejora.

In this context, the object of the article resides in acquainting with the requirements of the DB-HR by means of the presentation of the evaluation realized to a project of building, across the acoustic three-dimensional modeling of the same one with a program of calculation that he considers to be the indirect transmissions, according to the general option called established by the DB-HR (based on the Standard 12354).

This modeling allows to determine the levels of isolation to air noise, levels of isolation to noise of impact and levels of reverberation obtained with the constructive projected solutions; obtaining, at the end of the calculation, the values quantified with the acoustic magnitude that defines every exigency according to the mentioned DB-HR. In addition, it allows to determine, after analyzing each and every of the enclosures, the possible troubled points and, therefore, to raise actions of improvement.

Introducción. Revisión acústica del proyecto mediante modelización 3d

Se han evaluado las condiciones acústicas del proyecto de un edificio residencial privado de 20 viviendas (cuatro plantas bajo rasante para garaje, un semisótano de instalaciones, planta baja para locales comerciales, seis plantas y planta bajo cubierta para viviendas).

Para ello, se analizaron los criterios acústicos de aislamiento y acondicionamiento adoptados y las soluciones constructivas planteadas para el cumplimiento de tales criterios, desarrollando la modelización acústica tridimensional del edificio mediante un programa de cálculo que considera las transmisiones indirectas; obteniendo, al final del cálculo, los valores cuantificados con la magnitud acústica que define cada exigencia según el citado DB-HR:

- $D_{nT,A}$ para el aislamiento a ruido aéreo entre recintos,
- $L_{nT,w}$ para el nivel de ruido de impacto,
- $D_{2m,nT,Atr}$ para el aislamiento a ruido aéreo respecto al exterior,
- T_r para el tiempo de reverberación (no aplicable en este caso: aplicable a aulas, salas de conferencias, restaurantes y comedores; así como en zona común de edificios de uso residencial público, docente y hospitalario).

Para la correcta ejecución de un estudio acústico es necesario conocer los siguientes aspectos normativos:

- Determinación de la tipología de cada recinto en función de la clasificación introducida por el Documento Básico "Protección frente al ruido" DB-HR del CTE (recinto de actividad, recinto de instalaciones, recinto habitable, recinto protegido) y su particularización para un edificio de uso residencial privado.
- Determinación de las necesidades de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos (y con el exterior) según los requisitos del DB-HR, en función de la tipología de los recintos en contacto y su particularización para el

Introduction. Acoustic review of the project by means of modeling 3d

There have been evaluated the acoustic conditions of the project of a residential building deprived of 20 housings (four plants under low for garage, a semibasement of facilities, ground floor for business premises, six plants and plant under cover for housings). For it, there were analyzed the acoustic criteria of isolation and conditioning adopted and the constructive solutions raised for the fulfillment of such criteria, developing the acoustic three-dimensional modeling of the building by means of a program of calculation that he considers to be the indirect transmissions; obtaining, at the end of the calculation, the values quantified with the acoustic magnitude that defines every exigency according to the mentioned DB-HR:



edificio evaluado.

- Determinación de las necesidades de aislamiento acústico a ruido de impacto entre recintos en función de la tipología de los recintos en contacto, según requisitos del DB-HR.
- Determinación de las necesidades de acondicionamiento acústico según requisitos del DB-HR y definición de sistemas constructivos necesarios para su cumplimiento. (No aplicable en este caso concreto).

Modelización 3d: evaluación de la condiciones acústicas del edificio

A continuación se representan algunos de los datos empleados para la modelización, necesarios para la obtención de resultados y su valoración:

- Determinación de la tipología de cada recinto en función de la clasificación introducida por el Documento Básico "Protección frente al ruido" DB-HR del CTE (recinto de actividad, recinto de instalaciones, recinto habitable, recinto protegido).
- Distintas unidades de uso planteadas.
- Caracterización de las características acústicas de los sistemas de proyecto.

- $D_{nT,A}$ for the isolation to air noise between enclosures,
- $L_{nT,w}$ for the level of noise of impact,
- $D_{2m,nT,Atr}$ for the isolation to air noise with regard to the exterior,
- T_r for the time of reverberation (not applicable in this case: applicable to classrooms, rooms of conferences, restaurants and dining rooms; as well as in common zone of buildings of residential public, educational and hospitable use).

For the correct execution of an acoustic study it is necessary to know the following normative aspects:

- Determination of the typology of every enclosure depending on the classification introduced by the Basic Document "Protection opposite to the noise" DB-HR of the CTE (enclosure of activity, enclosure of facilities, inhabitable enclosure, protected enclosure) and his especially use for a building of residential private use.
- Determination of the needs of acoustic isolation to air noise between enclosures (and with the exterior) according to the requirements of the DB-HR, depending on the typology of the enclosures in contact and his especially use for the evaluated building.
- Determination of the needs of acoustic isolation to

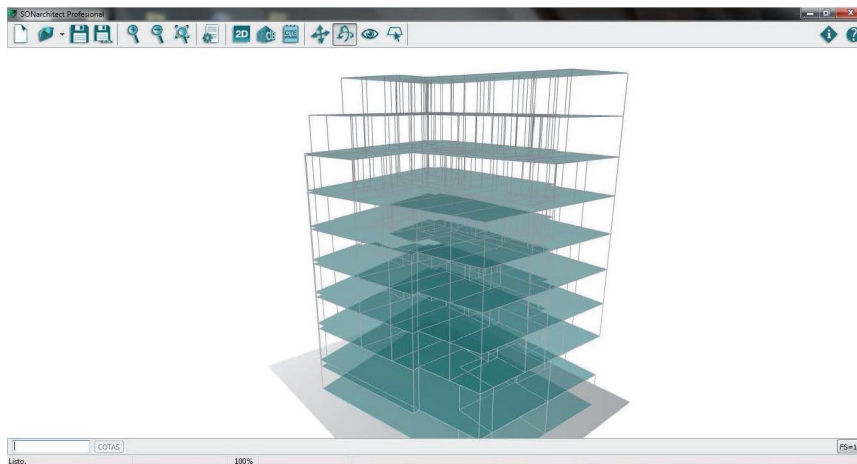


Fig. 1. Imagen de la modelización del edificio

Image of the modeling of the building

Para cada planta se ha determinado la tipología de cada recinto en función de la clasificación introducida por el Documento Básico "Protección frente al ruido" DB-HR del CTE (recinto de actividad, recinto de instalaciones, recinto habitable, recinto protegido).

Se han introducido en el modelo de cálculo los sistemas constructivos de proyecto en relación a elementos de separación horizontal (constituidos por forjado, suelo flotante y techo suspendido), elementos de separación vertical, tabiquería interior y fachadas. En este sentido, el Elemento de separación horizontal entre viviendas es un forjado unidireccional de bovedilla de hormigón de 30 cm (25+5 cm). Características acústicas del forjado: $m = 372 \text{ Kg/m}^2$; $R_A = 55 \text{ dBA}$.

Suelo flotante constituido por: Acabado (en madera o rígido, dependiendo del recinto) + mortero de 50 mm + 3 mm de polietileno reticulado como elemento elástico. Características acústicas del suelo flotante emplado a efectos de modelización: $\Delta R_A = 0 \text{ dBA}$ y $\Delta L_W = 20 \text{ dB}$. En los elementos de separación horizontales entre plantas de viviendas se ha ejecutado en la modelización un techo suspendido de yeso laminado de 15 mm (YL) formando

noise of impact between enclosures depending on the typology of the enclosures in contact, according to requirements of the DB-HR.

- Determination of the needs of acoustic conditioning according to requirements of the DB-HR and definition of constructive systems necessary for his fulfillment. (Not applicable in this concrete case).

Modeling 3d: evaluation of the acoustic's conditions of the building

Later there are represented some of the information used for the modeling, necessary for the obtaining of results and his valuation:

- Determination of the typology of every enclosure depending on the classification introduced by the Basic Document "Protection opposite to the noise" DB-HR of the CTE (enclosure of activity, enclosure of facilities, inhabitable enclosure, protected enclosure).
- Different units of use raised.

Fig. 2. Imagen de la tipología de cada recinto
Image of the typology of every enclosure

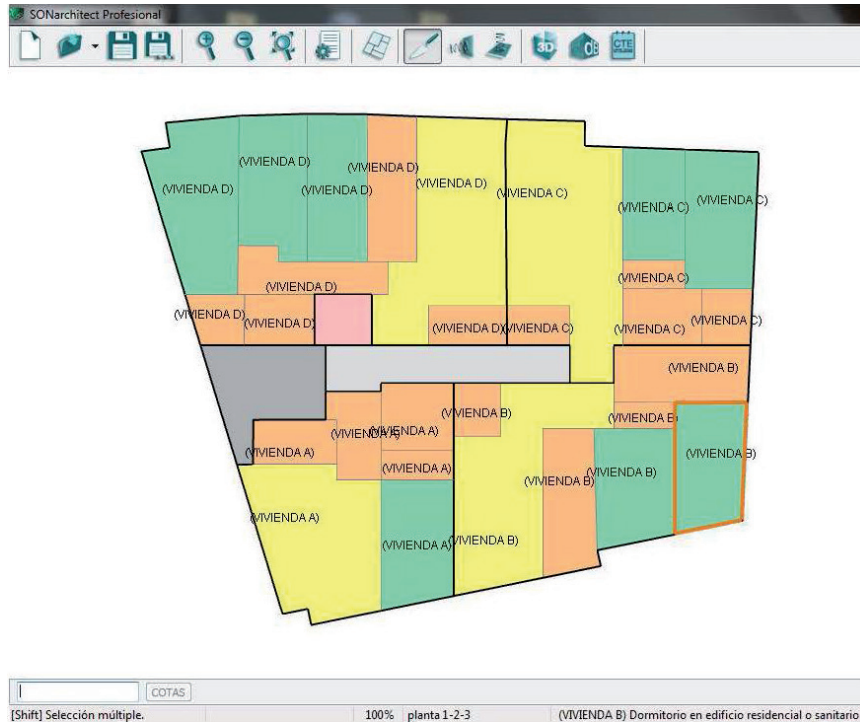
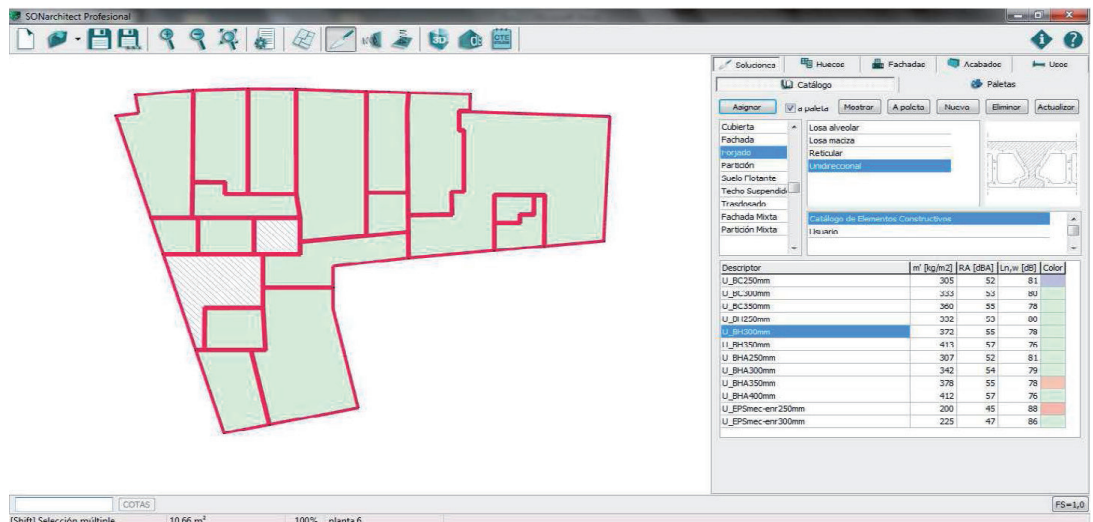


Fig. 3. Imagen de la selección del forjado
Image of the selection of the framework



cámara de mínimo 100 mm.

Para los elementos de separación verticales entre viviendas se proyecta un sistema Tipo 2 (dos hojas de fábrica con banda elástica en el perímetro de la hoja de menor peso, Kg/m², en su encuentro con forjados y hoja exterior de fachada): LP11,5+ATMW+LHD8. Sus características acústicas estimadas para el cálculo del D_{nTA} son: $R_A = 62$ dBA, $m = 258$ Kg/m². (Nota: el valor de R_A para el sistema LP11,5+AT+PL15 sin bandas elásticas es de $R_A = 48$ dBA y para el sistema LP11,5+AT+LHSencillo con bandas elásticas sería $R_A = 61$ dBA). Como tabiquería interior de las viviendas se ejecutará LH70, cuyas características acústicas son: $R_A = 36$ dBA, $m = 89$ Kg/m².

Resultados obtenidos y conclusiones

A continuación se reflejan algunas de las imágenes de la modelización acústica tridimensional del edificio (según de los sistemas constructivos de proyecto y las características acústicas que poseen).

Análisis de los resultados

- El aislamiento acústico a ruido aéreo entre planta baja

- Characterization of the acoustic characteristics of the project systems.

For every plant there has decided the typology of every enclosure depending on the classification introduced by the Basic Document "Protection opposite to the noise" DB-HR of the CTE (enclosure of activity, enclosure of facilities, inhabitable enclosure, protected enclosure).

The constructive systems of project have got in the model of calculation in relation to elements of horizontal separation (constituted for forged, floating soil and suspended ceiling), elements of vertical separation, interior and fronts. In this respect, the Element of horizontal separation between housings is the wrought unidirectional one of roof space of concrete of 30 cm (25+5 cm). Acoustic characteristics of the wrought one: $m = 372$ Kg/m²; $R_A = 55$ dBA.

Floating soil constituted for: Ended (in wood or rigid, depending on the enclosure) + mortar of 50 mm + 3 mm of polyethylene reticulado as elastic element. Acoustic characteristics of the floating soil emplado to effects of modeling: $\Delta R_A = 0$ dBA and $\Delta L_w = 20$ dB. In the horizontal elements of separation between plants of housings there has executed in the modeling a ceiling suspended from

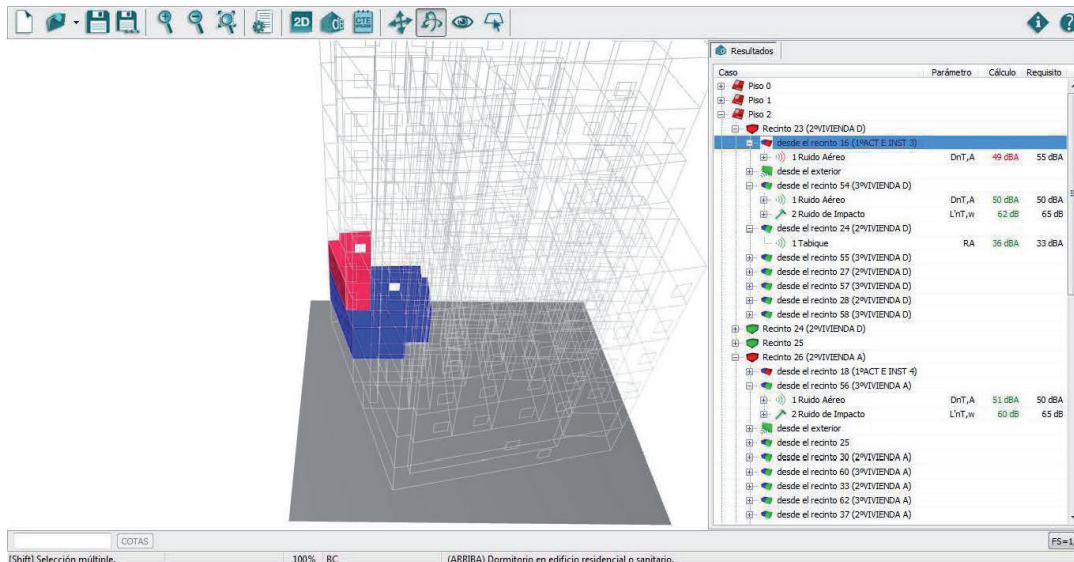


Fig. 4. Imagen y resultados entre recinto de 1ª planta y planta baja de la edificación
Image and results between enclosure of 1ª plant and ground floor of the building

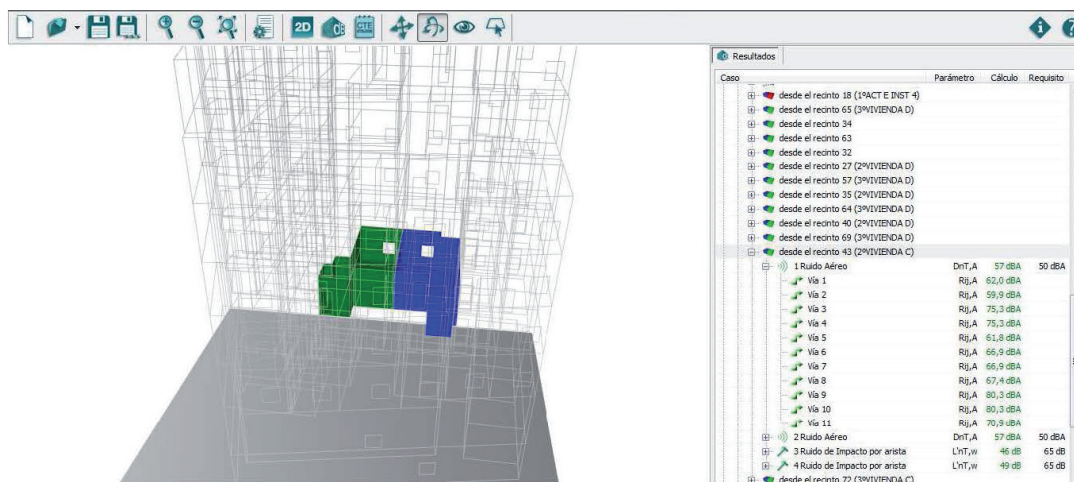


Fig. 5. Imagen y resultados entre recintos de viviendas de la primera planta de la edificación
Image and results between enclosures of housings of the first plant of the building

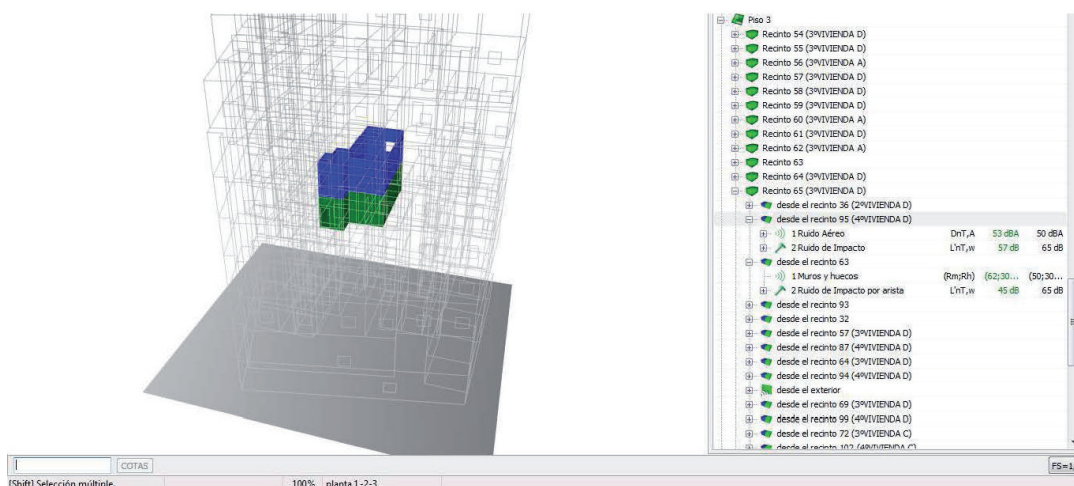


Fig. 6. Imagen y resultados entre recintos de viviendas de la segunda y tercera planta de la edificación
Image and results between enclosures of housings of the second and third plant of the building

y primera planta cumple el requisito normativo ($D_{nT,A} \geq 55$ dBA) si se ejecuta forjado unidireccional de bovedilla de hormigón de 30 cm de espesor (25+5 cm), suelo flotante formado por 3 mm de polietileno reticulado y 10 cm de solado de mortero y techo acústico de 15 mm de yeso laminado con un descuelgue de 10 cm (con lana mineral en la cámara).

- Los elementos de separación horizontales entre viviendas cumplen el requisito de aislamiento acústico a ruido aéreo ($D_{nT,A} \geq 50$ dBA), obteniéndose valores de $D_{nT,A}$ entre 50 dBA y 53 dBA.

plaster laminated of 15 mm (YL) formando chamber of minimum 100 mm.

For the vertical elements of separation between housings a system projects Type 2 (two leaves of factory with elastic band in the perimeter of the minor's leaf 1 weigh, Kg/m², in his meeting with forged and exterior leaf of front): LP11,5+ATMW+LHD8. His acoustic characteristics estimated for the calculation of the DnTA are: $R_A = 62$ dBA, $m = 258$ Kg/m². (It notices: R_A 's value for the system LP11,5+AT+PL15 without elastic bands is of $R_A = 48$ dBA and for the system LP11,5+AT+LHScillo with elastic bands it would be $R_A = 61$ dBA). Since tabiquería interior of the

- Los elementos de separación horizontales entre viviendas cumplen el requisito de aislamiento acústico a ruido de impacto ($L_{nT,w} \leq 65$ dB), obteniéndose valores entre 57 dB y 62 dB.
- Los aislamientos acústicos a ruido aéreo y a ruido de impacto entre viviendas de una misma planta cumplen los requisitos normativos: $D_{nTA} \geq 50$ dBA para ruido aéreo (cuando alguno de los recintos en contacto sea protegido), obteniéndose valores entre 51 dBA y 58 dBA (dependiendo de las características geométricas de los recintos). En este sentido, esto sucede siempre que, como indica el DB-HR para elementos de separación verticales tipo 2 (doble tabique de obra), se ejecute el sistema proyectado instalando una banda elástica en el perímetro del elemento de menor masa (expresada en Kg/m²) (entendiendo como perímetro sus encuentros con forjado, techo, pilares y otras particiones).

Notas:

Se denomina banda elástica a una banda de material elástico de 10 mm como mínimo de espesor y cuya rigidez dinámica *s' sea* menor que 100 MN/m³ (poliestireno elastificado o polietileno).

- Aunque existen viviendas colindantes mediante recintos habitables (baños, cocinas) y por tanto la exigencia normativa de aislamiento entre ambas viviendas se sitúa en $D_{nTA} \geq 45$ dBA, no se aconseja reducir las características acústicas del elemento separador.
- Los aislamientos acústicos a ruido aéreo obtenidos entre viviendas y zona común cumplen los requisitos normativos. En todo caso, cuando el recinto de entrada a la vivienda sea protegido (salón-comedor) las puertas han de poseer un aislamiento de $R_A \geq 30$ dBA (dato que ha de aportar el fabricante). Cuando el recinto de entrada no sea protegido, las puertas han de poseer un aislamiento de $R_A \geq 20$ dBA.
- El aislamiento a ruido aéreo obtenido de la fachada de las viviendas cumple el límite estimado para el entorno del edificio ($D_{2m,nT,Atr} \geq 32$ dBA).
- La tabiquería interior proyectada para las viviendas cumple la exigencia normativa ($R_A \geq 33$ dBA).

housings will execute LH70, whose acoustic characteristics are: $R_A = 36$ dBA, $m = 89$ Kg/m².

Results obtained and conclusions

Later some of the images are reflected of the acoustic three-dimensional modeling of the building (as of the constructive systems of project and the acoustic characteristics that they possess).

Analysis of the results

- The acoustic isolation to air noise between ground floor and the first plant fulfills the normative request ($D_{nT, To} = 55$ dBA) if he executes forged unidirectional of roof space of concrete of 30 cm of thickness (25+5 cm), floating soil formed by 3 mm of polyethylene reticulado and 10 cm of solado of mortar and acoustic roof of 15 mm of plaster laminated with one unhooks of 10 cm (with mineral wool in the chamber).
- The horizontal elements of separation between housings fulfill the requirement of acoustic isolation to air noise ($D_{nT, To} = 50$ dBA), D_{nT} 's values being obtained, To between 50 dBA and 53 dBA.
- The horizontal elements of separation between housings fulfill the requirement of acoustic isolation to noise of impact ($L_{nT,w} = 65$ dB), values being obtained between 57 dB and 62 dB.
- The acoustic isolations to air noise and to noise of impact between housings of the same plant fulfill the normative requirements: $D_{nT', To} = 50$ dBA for air noise (when someone of the enclosures in contact is protected), values being obtained between 51 dBA and 58 dBA (depending on the geometric characteristics of the enclosures). In this respect, this happens providing that, as the DB-HR indicates for vertical elements of separation type 2 (double partition of work), the projected system is executed installing an elastic band in the perimeter of the element of minor mass (expressed in Kg/m²) (understanding as perimeter his meetings with forged, roof, props and other partitions).

Notes:

- It is named an elastic band to a band of elastic material of 10 mm as minimum of thickness and whose dynamical inflexibility minor *s' sea* that 100 MN/m³ (polyethylene).
- Though adjacent housings exist by means of inhabitable enclosures (baths, kitchens) and therefore the normative exigency of isolation between both housings places in $D_{nT, To} = 45$ dBA, one does not advise to reduce the acoustic Characteristics of the separating element.
- The acoustic isolations to air noise obtained between housings and common zone fulfill the normative requirements. In any case, when the enclosure of entry to the housing is protected (lounge - dining room) the doors have to possess R_A 's isolation = 30 dBA (information that the manufacturer has to contribute). When the enclosure of entry is not protected, the doors have to possess R_A 's isolation = 20 dBA.
- The isolation to air noise obtained of the front of the housings fulfills the limit estimated for the environment of the building ($D_{2m,nT,Atr} = 32$ dBA).
- The interior facades projected for the housings fulfills the normative exigency ($R_A = 33$ dBA).



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Resultados globales del edificio

SONarhitect Profesional

Recintos por tipología

Tipología	Totales	Cumplen	No Cumplen
Espacios de uso común	8	8	0
Escaleras	8	8	0
Recintos de actividad o instalaciones	16	16	0
Ascensores	9	9	0
Recintos habitables	92	92	0
Dormitorios	47	47	0
Estancias en edificios residenciales o sanitario	22	22	0
Estancias en edificio cultural, docente, administrativo o religioso	0	0	0
Aulas en edificio cultural, docente, administrativo o religioso	0	0	0
Restaurantes o comedores	0	0	0
TOTAL	194	194	0

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

1. Rodríguez J; De la Puente J, Díaz C. "Guía Acústica de la Construcción", Ed. Dossat, 2008.
2. Documento Básico DB-HR "Protección frente al ruido" del CTE
3. Catálogo de Elementos Constructivos del CTE; v 6.3 (marzo10).

Una metodología de decisión para una evolución sostenible de edificios existentes

A decision methodology for a sustainable evolution of existing buildings

Claudia Valderrama Ulloa^{1,2}, Ernesto Velázquez Romo³, Jean-Rodolphe Puiggali¹

RESUMEN

Los problemas energéticos y de impacto medioambiental son recurrentes en el sector de la edificación, requiriendo adaptaciones sostenibles y duraderas en el tiempo.

En este trabajo se desarrolla una metodología de apoyo a la decisión que evalúa el comportamiento de edificios terciarios en fase de explotación desde el punto de vista energético-medioambiental y satisfacción de sus usuarios, con el fin de decidir entre una rehabilitación o la demolición. El caso de estudio es un campus universitario en Francia, el cual reúne distintos usos y usuarios, y por lo tanto distintos requerimientos de calidad y de confort. Las dos etapas macro y detallada que conforman la metodología consideran esta complejidad entregando sus resultados en una única trama de evaluación, permitiendo aplicarla en distintos contextos.

Por otra parte la metodología incorpora la participación de toda la comunidad universitaria en su evaluación y en las acciones de mejora energética que permitirán la anticipación y mejora del comportamiento global del campus.

Los resultados muestran las diferencias entre las medidas en terreno y la comparación con las valorizaciones de los usuarios (profesores, estudiantes o administrativos), en donde se verifica que no siempre el indicador al que los usuarios le entregan una mayor importancia es el indicador que presenta mejores resultados. Y que la evaluación económica de las acciones de mejora energética juega un rol importante en la evolución sostenible de los edificios existentes.

Palabras clave: Jerarquización, indicadores, campus universitarios, sostenibilidad

ABSTRACT

The problems of energy and environmental impact are recurrent in the building sector, needing adaptations sustainable and durable in the time.

This paper develops a methodology to support the decision that evaluates the behavior of existing buildings in phase of exploitation from the point of view of energy - environmental and user satisfaction, in order to decide between a rehabilitation or demolition. The case of study is a university campus in France, which assembles different uses and users, and therefore different requirements of quality and comfort. The macro level and detailed level that shape the methodology consider this complexity delivering the results in a unique frame of evaluation, allowing applying it in different contexts.

Moreover the methodology incorporates the participation of all university community in their assessment and energy improvement actions that will anticipate and improve the global performance of the campus.

The results show the differences between the measures in situ and the comparison with the user's appreciation (teachers, students or administrative officers), where we verified that is not always the indicator that user given greater importance is the indicator that presents better results. And that the economic evaluations of energy improvement play an important role in the sustainable evolution of the existing buildings.

Key words: Hierarchy, indicators, campuses, sustainability

(1) Universidad. Bordeaux, I2M (France) Contact info: claudia.valderramaulloa@u-bordeaux1.fr

(2) Pontificia Universidad Católica de Chile, ECCUC (Chile)

(3) Arts et Métiers ParisTech, I2M (France)

Introducción

La edificación es uno de los sectores que más consume energía a lo largo de su ciclo de vida. Por lo tanto la mejora de su eficiencia energética representa una verdadera prioridad internacional para el desarrollo sostenible.

El objetivo de este artículo es guiar a gestores de campus universitarios en sus decisiones energéticas y medioambientales. En un campus universitario, los diferentes análisis sobre energía y medioambiente disponibles para su aplicación permiten sensibilizar a gran número de personas, fortaleciendo su papel como formadores de las generaciones futuras¹.

Si bien una parte de sus problemas energéticos está ligada a la eficiencia de sus equipos técnicos, a la degradación de materiales de construcción y en algunos casos a la falta de un contexto reglamentario más estricto, un factor importante es la multiplicidad de usuarios y comportamientos².

En un estudio de rehabilitación energética que espera propender hacia campus universitarios que consuman menos y satisfagan los requerimientos de confort de distintas generaciones, ¿cómo debemos decidir entre mantener su estado actual, realizar una rehabilitación o demoler? ¿quiénes participan en la decisión? ¿cómo se toma esta decisión?

Para encontrar respuesta a estas interrogantes, se analizó el campus de Ciencias y Tecnologías de la Universidad de Burdeos en Francia como caso de estudio, por ser uno de los campus más grandes de Europa³.

En estudios anteriores centrados en el análisis de usos, de usuarios y de consumo energético^{4,5}, se determinaron las variables que participan en el comportamiento energético del campus (indicadores energéticos, sociales y medioambientales elegidos a partir de una detallada reflexión y comparación de sistemas de evaluación medioambiental y energética), y se verificó a través de una encuesta la valorización de los usuarios sobre la energía y el confort. Las conclusiones de estos estudios permitieron jerarquizar los problemas energéticos y medioambientales del campus.

Este trabajo presenta una metodología de evaluación con dos escalas: un nivel macro sobre el conjunto universitario y uno detallado sobre edificios representativos. En la observación detallada se incorporan los indicadores, la valorización de los usuarios y diferentes visiones de evaluación, basadas en los tres pilares del desarrollo sostenible. La visión económica persigue una reducción del consumo energético, la medioambiental busca una disminución de las emisiones de CO₂ y la visión social aspira a mejorar la calidad de vida mediante el confort de los usuarios. Estas visiones se utilizarán para el apoyo en la decisión de mantener el estado actual, realizar una rehabilitación o demoler los edificios evaluados.

Por otra parte, la metodología permite comparar la variación económica entre el estado actual del edificio y las acciones de mejora energética propuestas, considerando la eventual modificación de los indicadores evaluados.

Estos estudios a escala del edificio muestran que se puede anticipar y mejorar el comportamiento global del campus en materia energética y medioambiental, representando así un instrumento de apoyo a la decisión para sus gestores.

Entre los resultados de la comparación entre las medidas en terreno y las valorizaciones de los

Introduction

The building is one of the sectors that consume more energy along its life cycle. Therefore the improvement of its energy efficiency represents an international priority for sustainable development.

The aim of this article is to guide managers of university campuses during their energy and environmental decisions. In an university campus, the different energy and environment analyses applicable allow to raise awareness in a great number of people, strengthening its role as educators of future generations¹.

Though a part of their energy problems are linked to technical equipment efficiency, to construction materials degradation and the lack of the more strict regulatory context, an important factor is the multiplicity of users and behaviors².

In an energy rehabilitation study that aims towards university campuses that consume less and satisfy the comfort requirements of different generations, how do we decide between maintaining their current state, rehabilitating or demolishing? who takes part in the decision? how is this decision taken?

In order to respond to these questions, we analyzed the Sciences and Technologies campus of the University of Bordeaux in France as a case of study, one of the largest campuses in Europe³.

Previous studies centered on the analysis of uses, users and energy consumption^{4,5} determined the variables taking part in the energy behavior of the campus (energy, social and environmental indicators chosen from a detailed reflection and comparison of environmental and energy evaluation systems) as well as the user's appreciation on energy and comfort through a survey. The conclusions of these studies allowed to establish a hierarchical organization of energy and environmental problems in the campus.

This work presents an evaluation methodology with two scales: a macro-level study for the university ensemble and a detailed-level one for representative buildings. In the detailed observation, the indicators, the user's appreciation and different visions of evaluation, based on the three pillars of sustainable development, are incorporated. The economic vision pursues a reduction in the energy consumption, the environmental looks for a decrease in the CO₂ emissions and the social vision aims improve the quality of life by the user's comfort. These visions will be used for the decision support on either maintaining the evaluated building's current state, rehabilitating or demolishing.

On the other hand, the methodology allows comparing the economic variation between the current state of the building and the proposed energy improvement actions, considering the eventual modification of the indicators evaluated.

These building-level studies show that it is possible to anticipate and improve the global behavior of the campus in energy and environmental terms, resulting in an instrument of decision-support for their managers.

Based on the results of the comparison between the in situ measures and user's appreciations (teachers, students or administrative officers) a discrepancy is identified between the most important indicators according to users and those which obtained a higher evaluation value.

usuarios (profesores, estudiantes o administrativos) se encuentra una discrepancia entre los indicadores con mayor importancia según los usuarios y aquellos que obtuvieron un mejor valor de evaluación.

Contexto

La zona universitaria de la ciudad de Burdeos agrupa 3 campus universitarios, cada uno con distintas disciplinas. En este trabajo nos interesamos por la Universidad Burdeos 1 de Ciencias y Tecnologías (UBx1) que se extiende por 120 de las 245 hectáreas de esta gran zona, con 165.000 m² de superficie construida, 45 edificios y aproximadamente 9.500 usuarios.

Sus edificios son muy heterogéneos en relación a sus años de construcción (65% se construyó hace más de 40 años); sus superficies construidas (de 900 a 11.069 m² útiles); su tasa de ocupación durante el año; y su actividad asignada por superficie construida: 46% para edificios de investigación, 34% de docencia, 19% de administración y 1% de otros tipos de uso^{3,4}.

Metodología

Considerando esta multiplicidad de características, actores y requerimientos, en este artículo se propone una metodología de decisión que considera este contexto y entrega una única trama de evaluación, separando el estudio en una observación macro que considera el conjunto universitario y luego en una observación detallada de edificios "tipo" representativos. La metodología tiene tres grandes partes: el contexto energético del caso de estudio, la evaluación técnica y económica de los edificios "tipo" y el modelo de decisión.

Primera Parte: Contexto energético

En esta parte se colecta una base de datos de los consumos energéticos (gas y electricidad), del contexto climatológico así como de las características y requerimientos de los usuarios y usos del campus universitario evaluado. Estos datos son utilizados para análisis cruzados de tipo cuantitativo y cualitativo. En la parte cuantitativa se relacionan los consumos energéticos con el clima y con usos y requerimientos de los usuarios. En la parte cualitativa se analiza de qué manera el comportamiento de los usuarios y la calidad del abastecimiento energético repercuten en la demanda energética.

En esta parte se prepara un ciclo continuo de evaluación que considera tres entradas (clima, usuarios y recursos), las cuales se desarrollan en una observación más fina por cada edificio "tipo". El resultado de este proceso metodológico es la evaluación de los indicadores y la valoración económica, que caracterizan cuantitativamente el comportamiento de los usuarios, la gestión en eficiencia energética y las operaciones inmobiliarias del campus (Fig.1).

Context

The university site of Bordeaux is composed of 3 campuses, each one representing a different academic discipline. In this work we are interested in the University Bordeaux 1 of Sciences and Technologies (UBx1) which extends through 120 of the 245 hectares of this great university site, with 165,000 m² of built area, 45 buildings and approximately 9,500 users.

Their buildings are very heterogeneous in terms of their construction years (65 % were built more than 40 years ago); their building area (from 900 to 11,069 m²); their occupation rate along the year; and their assigned activity per built area: 46% for research buildings, 34% for teaching, 19% for administration and 1% for other uses^{3,4}.

Methodology

Considering this multiplicity of characteristics, actors and requirements, this article proposes a decision methodology which considers this context and delivers a unique scheme of evaluation, separating the study in a macro-level observation of the university ensemble and then in a detailed observation of representative building types.

The methodology has three parts: the energy context of the case of study, the technical and economic evaluation of the building types and the decision model.

First Part: Energy context

In this part, a database of the energy consumptions (gas and electricity), the climatologic context as well as the characteristics and requirements of the campus users and uses is collected. This information is used for quantitative and qualitative cross analyses. In the quantitative part, the energy consumptions are linked to the climate and to the uses and requirements of users. In the qualitative part, the influence of user behavior and energy supply quality on energy demand is analyzed.

In this first part, a constant cycle of evaluation is prepared, which considers three inputs (climate, users and resources) and develops them in a finer observation for each building type. The result of this methodological process is the evaluation of the indicators as well as the economic assessment, which quantitatively characterize user behavior, energy efficiency management and campus real estate transactions (Fig.1).

Second Part: Technical and economic evaluation

In this part, technical and economic evaluations are done through the use of "indicators" and "economic values" that deliver an evaluation of the building's current state, considering the user's appreciations and energy improvement actions for each building "type".

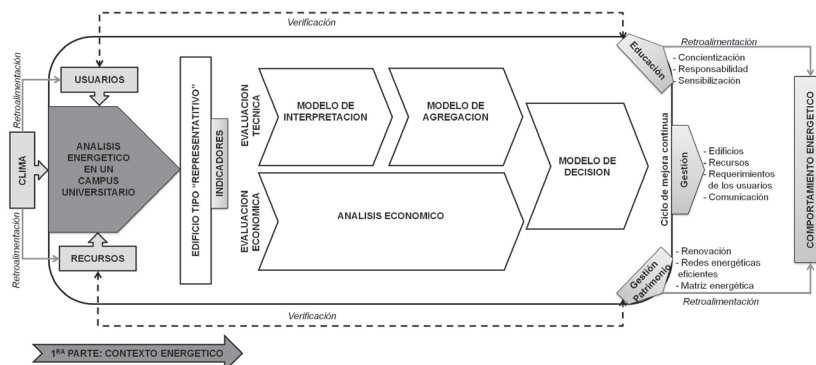


Fig. 1. El contexto energético del campus universitario

Energy context of the university campus

Segunda Parte: Evaluación técnica y económica

En esta parte se realizan evaluaciones técnicas y económicas, por medio de "indicadores" y "valores económicos" que entregan una evaluación del estado actual de los edificios, considerando las valorizaciones de los usuarios, y acciones de mejora energética para cada edificio "tipo".

La evaluación técnica

Esta fase entrega un índice global que cuantifica el estado actual del comportamiento del edificio en función de diferentes visiones de decisión y de los indicadores (variables de observación) que las componen. El proceso de selección de las visiones, indicadores, criterios e intervalos de evaluación se desarrolla en el trabajo de Ulloa et al. [5]. Las visiones de decisión y los indicadores que las componen son:

- Visión económica: Consumo de energía.
- Visión medioambiental: Emisiones de CO₂ y energías renovables (EnR).
- Visión social: Confort acústico, visual, higrotérmico y olfativo.

Esta fase se compone de dos modelos: el de interpretación y el de agregación (Fig.2). El modelo de interpretación evalúa el estado de los indicadores a través de diferentes Funciones de Normalización (FN), llamadas también "Funciones de Aceptabilidad", definidas por Sebastian et al. ⁶ y adaptadas a la edificación por Valderrama et al. ⁷. Estas funciones se adaptan al objetivo del criterio de interpretación de cada indicador (minimización, maximización o delimitación a un intervalo) y normalizan cada indicador evaluado a un valor adimensional según su nivel de cumplimiento (entre 0,01 – 0,99 ó 1% – 99%). Al resultado de este proceso se le llama "Variable de interpretación - Z(y_i)".

El modelo de agregación "agrega" estos valores Z(y_i) en las tres visiones de decisión. Este proceso incorpora al usuario por medio de las valorizaciones que este le da a los 7 indicadores y a las 3 visiones (w_i), determinadas a partir de una encuesta de satisfacción ⁵.

Esta agregación se realiza en dos ciclos por medio de una "Función de Agregación - FA", tal como Scott y Antonsson [8] proponen. La primera FA agrega los valores Z(y_i) de los indicadores de acuerdo a sus valorizaciones w_i obteniendo un "Índice Parcial de Aceptabilidad - IPA" por tipo de visión. La segunda FA agrega el valor de los IPA con sus respectivas valorizaciones, obteniendo el "Índice Global de Evaluación - IGE".

En este análisis, el IGE entrega una visión técnica del comportamiento actual del edificio, dando una pista preliminar entre rehabilitar o demoler.

The technical evaluation

The aim of this phase is to deliver a global index that quantifies the current condition of the building performance as a function of different decision visions and of the indicators (observation variables) that compose them. The selection process of the visions, indicators, criteria and intervals of evaluation are explained in the work of Ulloa et al. [5]. The decision visions and the indicators that compose them are:

- Economic vision: Energy consumption.
- Environmental vision: CO₂ emissions and renewable energy (EnR).
- Social vision: Acoustic, visual, hygrothermal and olfactory comfort.

This phase is composed of two models: interpretation and aggregation models (Fig.2). The interpretation model evaluates the state of the indicators through different Functions of Normalization (FN), also called "Functions of Acceptability", defined by Sebastian et al. ⁶ and adapted to buildings by Valderrama et al.⁷. These functions adapt to the aim of the interpretation criterion of each indicator (minimization, maximization or delimitation to an interval) and normalize every evaluated indicator into an adimensional value according to its performance level (between 0.01 – 0.99 or 1% – 99%). The result of this normalization process is called the "Interpretation variable - Z(y_i)".

The aggregation model "adds" these values Z(y_i) into the three decision visions. This process allows to incorporate into the user through his appreciation of the 7 indicators and the 3 visions (w_i), which are determined from a satisfaction survey ⁵.

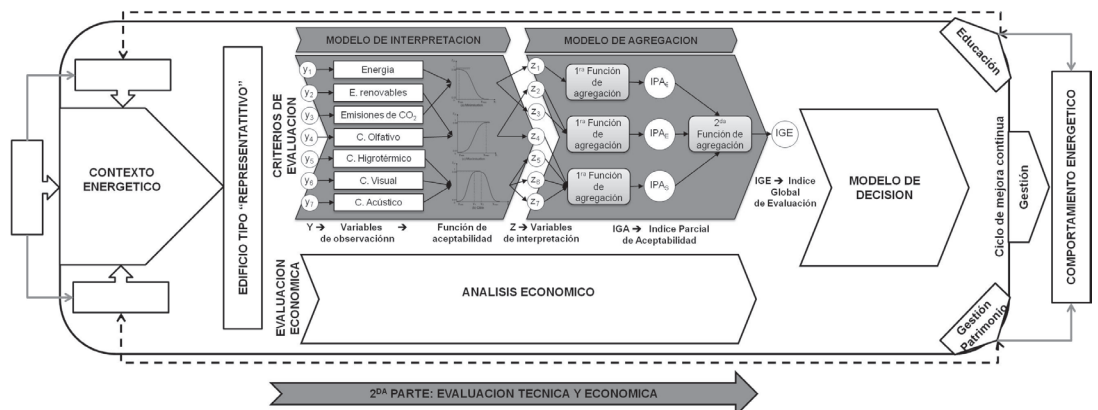
This aggregation is achieved in two steps through a "Function of Aggregation - FA" as proposed by Scott and Antonsson [8]. The first FA adds the values Z(y_i) of the indicators based on their appreciations w_i obtaining an "Index Partial of Acceptability - IPA" per vision type. The second FA adds the values of the IPA with their respective appreciations, obtaining the "Index Global of Evaluation - IGE".

In this analysis, the IGE delivers a technical vision of the current performance of the building, showing a preliminary clue between rehabilitation or demolition.

The economic evaluation

In this economic model (Fig.3) the impact of the energy improvement actions identified during the macro-level observation are evaluated. In other words, we estimate the change in the electricity and heating demand caused by the rehabilitation actions and energy awareness work. These

Fig. 2. La evaluación técnica del edificio evaluado
The technical evaluation of the assessed building



La evaluación económica

En este modelo económico (Fig.3) se evalúa cuantitativamente el impacto de las acciones de mejora energética identificadas durante la observación macro. Es decir, se estima la modificación en la demanda de electricidad y calefacción causada por las acciones de renovación y el trabajo de sensibilización energética. Estos valores se complementan con el ahorro estimado de energía, los costos de la propuesta de renovación y la variación proyectada del precio de la energía durante el periodo de amortización. De esta manera se obtiene el "Valor Económico - VE", que cuantifica el impacto estas acciones.

values are complemented by the estimated energy savings, the cost of the proposed renovation and the projected changes in energy prices during the amortization period. Therefore the "Economic Value - VE" is obtained, which quantifies the impact of these actions.

Third Part: Decision model

The values of the IGE, obtained in the technical evaluation, and the VE, obtained in the economic evaluation, are presented to the manager as decision support information:

- 1) Continue the operation with a slight improvement in the performance if the IGE values are acceptable (over 80%),
- 2) Demolish if the IGE values are low (less than 20%) and the VE is negative in a certain period of time.

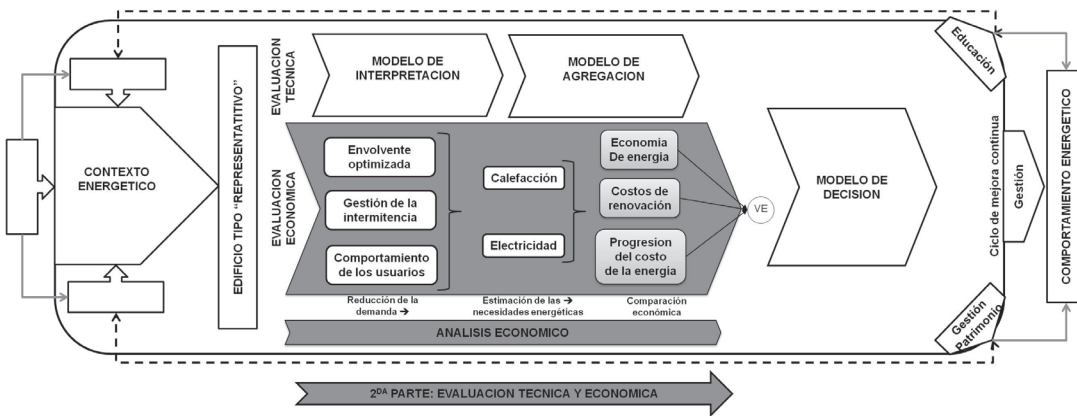


Fig. 3. La evaluación económica del edificio evaluado
The economic evaluation of the assessed building

Tercera Parte: Modelo de decisión

Los valores del IGE, obtenidos de la evaluación técnica, y del VE, obtenido de la evaluación económica, se le presentan al gestor como información de apoyo en sus decisiones:

- 1) Continuar la operación con una leve mejora en el comportamiento si los valores IGE son aceptables (superiores a 80%),
- 2) Demoler si los valores de IGE son bajos (menos de 20%) y el VE es negativo en un periodo determinado de tiempo.
- 3) Rehabilitar si los dos valores de IGE y VE se encuentran entre los dos casos anteriores.

- 3) Rehabilitate if both IGE and VE values are between the previous cases.

In case it is decided to continue the exploitation or to rehabilitate, the modification of observation values will be projected and a new evaluation with new interpretation variables (y'i) will begin (Fig.4).

Application and results

To validate the methodology, in situ measures were realized in three types of buildings, each one representing the different activities taking place in UBx1: administration (offices), teaching (conferences rooms and classrooms) and research (laboratories). The evaluated buildings, shown in Fig.5, were chosen by their representativeness, for having a high occupation rate and having a record of energy measures available.

En el caso de que se decida continuar la explotación o rehabilitar, se proyectará la modificación de estos valores de observación y se dará inicio a una nueva evaluación con nuevas variables de interpretación (y'i) (Fig.4).

Technical evaluation

Interpretation model

Tab.1 summarizes the different values y_i obtained in the in situ measures, the FN used, the values of the variables Z(y_i)

Aplicación y resultados

Para validar la metodología se realizaron campañas de medidas en tres tipos de edificios, cada uno representando

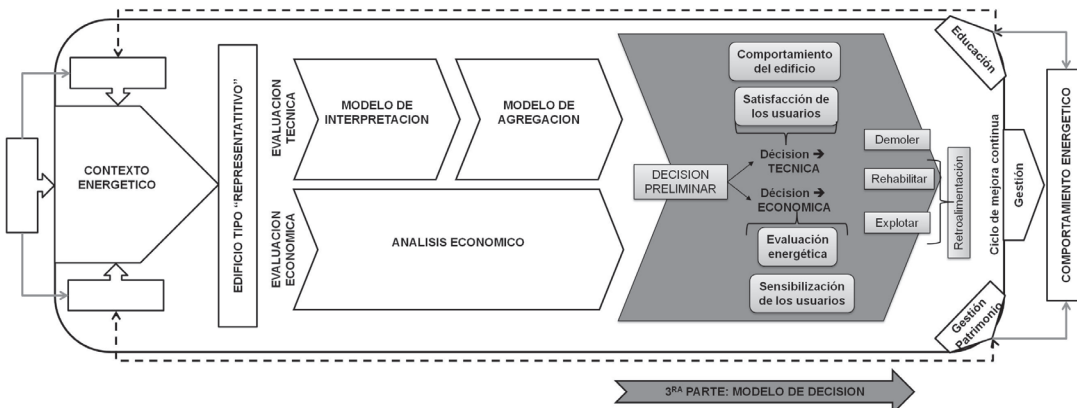
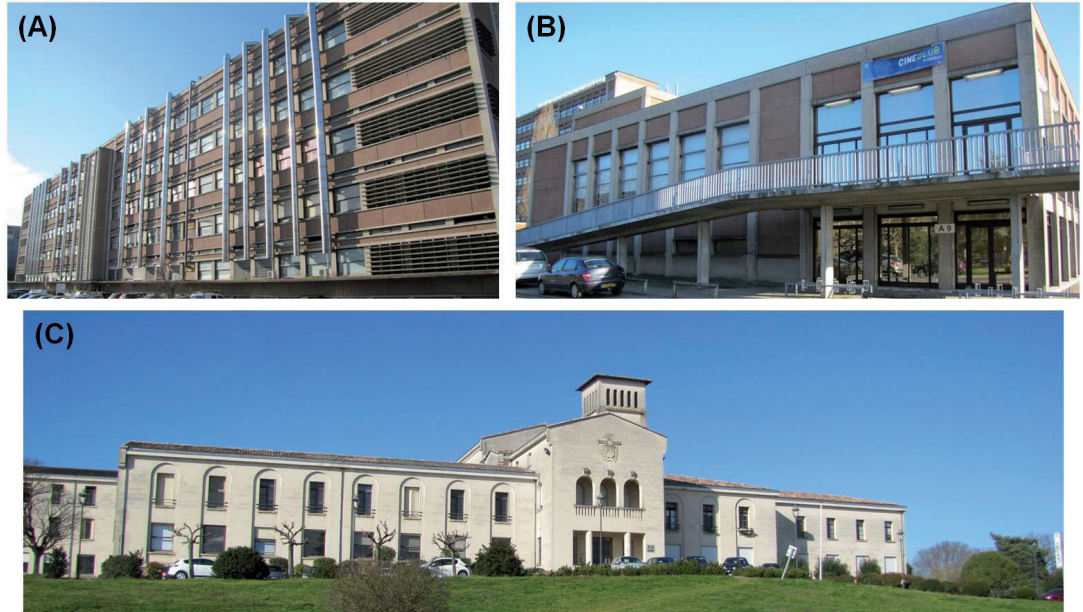


Fig. 4. El modelo de decisión
The decision-making model

Fig. 5. Los tres edificios evaluados en la Universidad Burdeos 1: de investigación (A), de docencia (B) y de administración (C)

The three assessed buildings in the University Bordeaux 1: research (A), teaching (B) and administration (C)



las diferentes actividades realizadas en UBx1: administración (oficinas), docencia (salas de conferencias y salas de clases) e investigación (laboratorios). Los edificios evaluados, presentados en la Fig.5, fueron elegidos por su representatividad, por tener una alta tasa de ocupación y tener un historial de medidas energéticas disponibles.

Evaluación Técnica

Modelo de Interpretación

En la Tab.1 se resumen los diferentes valores y_i obtenidos de la campaña de medida, el tipo de FN utilizada, los valores de las variables $Z(y_i)$ para cada indicador y su nivel de apreciación w_i .

Como se observa en la Tab.1, se presentan discrepancias importantes entre las medidas en terreno y las valorizaciones entregadas por los usuarios. Por ejemplo el confort olfativo es el indicador que presenta el mejor nivel de aceptabilidad en los tres edificios (94% en promedio) pero el nivel de apreciación entregado por sus usuarios es el más bajo (1% de importancia). Lo mismo ocurre con el

for each indicator and their appreciation level w_i .

As shown in Tab.1, important discrepancies can be observed between in situ measures and user appreciations. For example, the olfactory comfort is the indicator that presents the best acceptability level in the three buildings (94% in average), but the appreciation level given by their users is the lowest (1% of importance). The same happens with the acoustic comfort, with an acceptability level of 99% in the administration and teaching buildings, but only 6% of appreciation.

On the other hand, we observe that the energy consumption indicator has a low acceptability level in research and administration buildings (20% on average), but in both cases it is the indicator that receives the highest valuation among users. The same situation is observed for EnR and thermal comfort. This marked difference between acceptability levels and user appreciation brings a low evaluation of the buildings analyzed as discussed below.

Tabla 1. Valores utilizados para la construcción del IPA

Values used for the elaboration of IPA

INDICADOR	CRITERIO	INTERVALO $y_0 - y_1$ [FN	Edificio de Investigación			Edificio de Administración			Edificio de Docencia		
			y_i	$Z(y_i)$	w_i	y_i	$Z(y_i)$	w_i	y_i	$Z(y_i)$	w_i
Energía	Consumo de gas y electricidad ($kWh_{EF}/año.m^2$)	]50–500[minimizar	271	0,10	0,35	246	0,29	0,26	91	0,97	0,30
EnR	Producción de energías renovables ($kWh_{EF}/año.m^2$)	[0–50[maximizar	0	0,01	0,13	0	0,01	0,25	0	0,01	0,19
Emisiones de CO_2	Cantidad de emisiones de CO_2 ($kg.eqCO_2/año.m^2$)	]5–145[minimizar	74	0,81	0,09	69	0,85	0,11	24	0,98	0,11
C. Olfativo	Satisfacción olfativa (%)	[0–100[maximizar	74	0,95	0,01	65	0,92	0,01	73	0,94	0,01
C. Visual	Cantidad de vistas (%)	[0–50[delimitar	12	0,66	0,10	6	0,33	0,09	24	0,66	0,10
	Distancia (máx) a las vistas (m)	[0–6[delimitar	6,1			4,5			6,6		
	Cantidad de iluminación (lux)	]250–2.500[delimitar	592			666			615		
C. Acústico	Nivel de ruido (dB(A))	]32–50[delimitar	56	0,01	0,08	37	0,99	0,05	43	0,99	0,07
C. Higrotérmico	Temperatura interior ($^{\circ}C$)	]17–25[delimitar	21	0,55	0,24	23	0,72	0,23	22	0,68	0,22
	Velocidad del aire interior (m/s)	]0,15–0,25[delimitar	0,3			0			0,03		
	Humedad relativa (%)	]40–60[delimitar	43			45			44		
	Satisfacción térmica (%)	[0–100[maximizar	34			65			50		

confort acústico, con un nivel de 99% de aceptabilidad en los edificios de administración y docencia, pero tan sólo un 6% de apreciación.

Por otro lado se observa que el indicador de consumo energético presenta una baja calificación en los edificios de investigación y de administración (20% en promedio), pero en ambos casos es el indicador que recibe la más alta valoración entre los usuarios. La misma situación se observa para la EnR y el confort térmico.

Esta marcada divergencia entre niveles de calificación-aceptabilidad y las valorizaciones trae consigo una baja evaluación de los edificios analizados como se verá a continuación.

Modelo de Agregación

Los valores de $Z(y_i)$ y w_i de los 7 indicadores (Tab.1) se utilizarán en la 1^{ra} FA, que servirá para agregar los indicadores en las tres visiones (Ec.1):

$$IPA = w_1 \cdot Z(y_1) + \dots + w_i \cdot Z(y_i) + \dots + w_N \cdot Z(y_N),$$

donde:

w_i = Nivel de apreciación entregada por los usuarios del edificio a cada indicador

$Z(y_i)$ = Variable de interpretación de cada indicador

Los resultados de la aplicación de la 1^{ra} FA y las valorizaciones de los usuarios para cada una de las visiones se resumen en la Tab.2:

Aggregation model

The values of $Z(y_i)$ and w_i of the 7 indicators (Tab.1) will be used in the 1st FA, which will serve for adding the indicators into the three visions (Ec.1):

The results of the application of 1st FA and the user's appreciations for each of the visions are summarized in Tab.2.

For all the users, the social vision appears as the most important one (40% in average), while the economic and environmental visions take different appreciation values depending on the building type. On the other hand, the social vision obtains the best acceptability level in all three buildings (25% in average), whereas the one with the lowest acceptability level is the economic vision in the research and administration buildings, and the environmental vision in the teaching building.

Ec.1

These IPA_i and w_{IPAi} values of the three visions will be used in the 2nd FA, which will serve to add the decision visions into the IGE (Ec.2).

Visiones	Edificio de Investigación		Edificio de Administración		Edificio de Docencia	
	IPA_i	w_{IPAi}	IPA_i	w_{IPAi}	IPA_i	w_{IPAi}
Económica	0,04	0,35	0,08	0,26	0,29	0,26
Medioambiental	0,07	0,22	0,10	0,36	0,11	0,36
Social	0,21	0,43	0,25	0,38	0,29	0,38

Tabla 2. Valores utilizados para la construcción del IGE

Values used for the calculation of IGE

Para todos los usuarios la visión social resulta la más importante (40% en promedio), mientras que las visiones económica y medioambiental toman diferentes valorizaciones según el tipo de edificio. Por otro lado, la visión social es la que posee el mejor nivel de cumplimiento para los tres edificios (25% en promedio), mientras que la peor evaluada es la económica en los edificios de investigación y administración, y la medioambiental en el de docencia.

Los valores de IPA_i y w_{IPAi} de las tres visiones se utilizarán en la 2^{da} FA, que servirá para agregar las visiones de decisión en el IGE (Ec.2):

$$IGE = w_{IPA_1} \cdot IPA_1 + \dots + w_{IPA_i} \cdot IPA_i + \dots + w_{IPA_n} \cdot IPA_n,$$

donde:

w_{IPA_i} = Nivel de apreciación entregada por los usuarios del edificio a cada visión

IPA_i = Valor de cada visión

From Ec.2 and the values of Tab.2, we obtain that the teaching building is the best evaluated, with an IGE value of barely 23%. The Administration and research buildings obtain lower ratings, with 15% and 12% respectively.

Economic evaluation

In this part only the results of the research building will be analyzed.

In this stage, we evaluate the economic value VE, by projecting the energy improvements that aim to reduce energy demand. Three energy improvement actions have been projected for this building, identified in the first part of the methodology as of great impact at a low cost:

Ec.2

A partir de la Ec.2 y de los valores de la Tab.2, obtenemos que el edificio de docencia es el mejor evaluado, con un IGE de apenas 23%. Los edificios de administración y de investigación obtienen puntuaciones menores, con 15% y 12% respectivamente.

- Thermal envelope improvement: Outside insulation and change of windows from simple to double glass.
- Management of the occupation intermittence: Presence detectors in corridors and toilets, and automatic hibernation of computers when these are not in use.

Evaluación Económica

En esta parte se mostrará a modo de ejemplo sólo los resultados del edificio de investigación.

En esta etapa evaluamos el valor económico, proyectando las mejoras energéticas que tienen como objetivo reducir la demanda de energía. Tres acciones de mejora energética han sido proyectadas para este edificio, identificadas en la primera parte de la metodología como de mayor impacto a menor costo:

- Mejora de la envolvente térmica: Aislación por el exterior y cambio de ventanas de vidrio simple a doble.
- Gestión de la intermitencia de la ocupación: Detectores de presencia en pasillos y baños, y suspensión automática de ordenadores cuando éstos no se estén utilizando.
- Sensibilización de los usuarios: Concientización sobre desenchufar ordenadores al terminar el periodo de trabajo, apagar luces en las oficinas, bajar potencia de radiadores o climatización (ejemplos en la Fig.6)

- User awareness: Awareness on unplugging computers after work period, turning off the lights in the offices, lowering radiators or air conditioning power (examples in Fig.6)

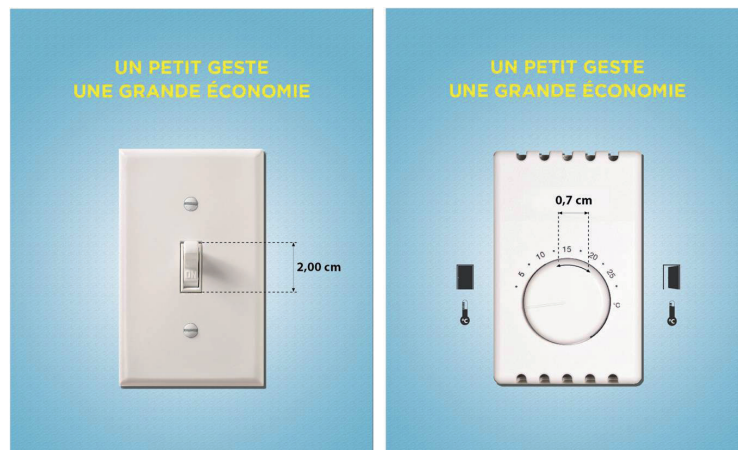
The results of this projected decrease in the energy consumption, as well as the related financial cost are summarized in Tab.3. These conclusions are given according to the electricity and gas supply contract prices of the university, and to a annual progression of 3% of the energy cost.

This economic value (Current Net Value - VAN) indicates us that the proposed energy improvement project does not seem advisable due to its unprofitability, even if with these actions we achieve an important energy reduction.

Decision model

Summarizing the technical information that characterized the building performance and the user appreciations, we have obtained a low IGE value of 12% of acceptability level for the research building. On the other hand, the economic

Fig. 6. Ejemplo de acciones de sensibilización para los usuarios
Examples of user awareness actions



Los resultados de la reducción proyectada del consumo energético, así como el costo financiero relacionado se resumen en la Tab.3. Estas conclusiones están dadas de acuerdo a los precios del contrato de abastecimiento en electricidad y gas de la universidad, y a una progresión de un 3% anual del costo de la energía.

Este valor económico (Valor Actual Neto - VAN) nos indica que el proyecto de mejora energética propuesto no resulta recomendable debido a su falta de rentabilidad, aun si con estas acciones logremos una reducción importante de energía.

value obtained from a reduction in the energy demand and from an economic comparison of prices and inflation results in a negative VAN value. This value indicates us that the proposed rehabilitation project is not profitable, and therefore the demolition of the building is proposed.

Discussion and conclusions

This evaluation methodology proposes two scales of observation. First a macro-level scale, which considers the ensemble of buildings that compose the university, identifies the global behavior on energy consumption. Subsequently a finer scale of analysis, according to representative building

Tabla 3. Resumen del valor económico en el edificio de investigación

Summary of the economic value in the research building

Energía	Consumo (kWh/año.m ²)		Costos del consumo (€/año)	
	Actual	Optimizado	Actual	Optimizado
Electricidad	143	142	78.842	77.673
Gas	128	60	49.459	23.184
Totales	271	202	128.301	100.857
Ahorro de energía anual (€)			27.444	
Costos de renovación (€)			1.964.011	
Tasa anual de actualización (%)			2,3	
Valor Actual Neto - VE (€) (a 35 años)			-5.309.634	

Modelo de decisión

Recapitulando la información de tipo técnica que caracterizó el comportamiento del edificio y la valorización de sus usuarios, hemos obtenido un bajo valor de *IGE* de 12% de nivel de cumplimiento para el edificio de investigación. Por otro lado, el valor económico que se obtuvo de una reducción de la demanda energética y de una comparación económica de precios e inflación resulta en un valor de *VAN* negativo. Este valor nos indica que el proyecto propuesto de renovación no es rentable, y por lo tanto se propone una demolición del edificio.

Discusion y conclusiones

Esta metodología de evaluación posee dos escalas de observación. Primero un nivel macro, que considera al conjunto de edificios que componen la universidad, identifica comportamientos globales sobre la manera en que se hace uso de la energía. Posteriormente un nivel de análisis más fino, en función a los edificios "tipo" representativos, evalúa indicadores que entregan información del estado actual del edificio así como del impacto de propuestas de mejora energética.

Los resultados de este estudio muestran que los indicadores mejor evaluados por parte de los usuarios no son los que presentan el mejor nivel de cumplimiento, tal como es el caso de las energías renovables y el consumo de energía.

La innovación de esta metodología reside en la incorporación del usuario a través de la valorización de los indicadores de comportamiento y del impacto del trabajo de sensibilización en el consumo energético. Por otro lado, esta metodología puede ser adaptada a distintos contextos al adecuar el proceso de observación de nivel macro al inicio del estudio y los intervalos de normalización utilizados para evaluar los criterios.

Es importante mencionar que además de los criterios descritos en este estudio, otros factores pueden justificar un proyecto de renovación. Tal es el caso de la seguridad estructural del edificio y la obligatoriedad del contexto energético reglamentario. De esta manera, una renovación puede resultar necesaria aun si el edificio está bien evaluado según la metodología aquí propuesta.

Finalmente, como mencionan Bosch y Rodríguez [9], para que las reducciones de consumos energéticos en edificios terciarios (públicos o universitarios) perduren en el tiempo, estas estrategias necesitan ser planteadas como un compromiso que involucre a toda la comunidad, ya que al fin y al cabo es por ella que las universidades existen.

"types", evaluates indicators which provide information on the current state of the building as well as on the impact of energy improvement proposals.

The results of this study show that the most important indicators for users are not those presenting the best acceptability level, which is the case of the renewable energy and energy consumption indicators.

The innovation of this methodology resides in the incorporation of the user through the performance indicator appreciation and the impact of the awareness work in the energy consumption. On the other hand, this methodology can be adapted to different contexts by adjusting the macro-level observation step in the beginning of the study and the intervals of normalization used to evaluate the criteria.

It is worth mentioning that, in addition to the criteria described in this study, other factors may justify a rehabilitation project. Such is the case of the building structural safety and the mandatory energy regulation context. Thus, a rehabilitation may be required even if the building is well evaluated according to the methodology here proposed.

Finally, as mentioned by Bosch and Rodríguez [9], for reductions in energy consumption in service buildings (public or university) to endure over time, these strategies need to be created as a commitment that involves the whole community, since in the end it is the very reason universities exist.

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

1. J. Mikulik, M. Babina, *The Role of Universities in Environmental Management*, Polish Journal of Environmental Studies, 18(4), p.527-531, 2009.
2. M. Nejati, M. Nejati, *Assessment of Sustainable University Factors from the Perspective of University Students*, Journal of Cleaner Production, 2012.
3. Université de Bordeaux, *Université de Bordeaux - Schéma Directeur Immobilier et d'Aménagement*. 2008.
4. C. Valderrama, A. Cohen, P. Lagièrre, J.-R. Puiggali, *Análisis del comportamiento energético en un conjunto de edificios multifuncionales: Caso de estudio Campus Universitario*, Revista de la construcción, 10(2), p.26-39, 2011.
5. C. Ulloa, J. Crepin, P. Lagièrre, J.-R. Puiggali, *Adaptation of environmental indicators to assess the existing buildings to different requirements of users*. 1st International Conference on Building Sustainability Assessment, Porto-Portugal, 2012, p.375-385.
6. P. Sebastian, T. Quirante, V. Ho Kon Tiat, Y. Ledoux, *Multi-objective optimization of the design of two-stage flash evaporators: Part 2. Multi-objective optimization*, International Journal of Thermal Sciences, 49(12), p.2459-2466, 2010.
7. C. Valderrama, P. Lagièrre, J.-R. Puiggali, *A methodology to assess a sustainable evolution of the existing building to different user requirements*. 28th International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Lima-Perú, 2012, sp.
8. M. Scott, E. Antonsson, *Aggregation functions for engineering design trade-offs*, Fuzzy Sets and Systems, 99(3), p.253-264, 1998.
9. M. Bosch, I. Rodríguez, *Eficiencia energética y reducción de consumos en edificios universitarios. El caso de la Universidad Politècnica de Catalunya (UPC)*. III Congreso Europeo sobre eficiencia energética y sostenibilidad en la arquitectura y el urbanismo, Donostia-España, 2012, p.41-48.

Análisis del patrimonio cultural edificado en Madrid para el desarrollo de políticas específicas de mejora energética

Analysis of Madrid's heritage building stock for the development of specific energy renovation policies

Pablo Villarejo Fernández¹

RESUMEN

La tendencia a no considerar o eximir la edificación legalmente protegida por razones culturales, en las políticas de renovación energética del parque edificado, podría traer consecuencias negativas inesperadas, tanto respecto al cumplimiento de los objetivos de eficiencia energética y reducción de emisiones -si el grupo no intervenido resulta ser muy extenso-; como respecto a la conservación si la no mejora, en un contexto de incremento de los precios de la energía, acelera el abandono de los inmuebles. Una valoración apropiada de las políticas, y cualquier acción pública con la que éstas se desarrollen, necesitarán de una mayor información respecto a esta parte del parque.

Palabras clave: patrimonio, rehabilitación, energía

ABSTRACT

Energy efficiency policies tend to exclude, or not taking into account, those buildings that are legally protected for cultural reasons. This could bring unexpected consequences: if this part of the stock proves too large, the EU energy efficiency and GHG emissions targets for buildings could become harder to achieve; and if there is a low renovation rate and the price of energy keeps rising, conservation would suffer too because of faster abandonment, due to unaffordable operation costs. To assess which policies are needed, and the public action to develop them that would be appropriate more information about the building stock is needed.

Key words: heritage, renovation, energy

(1) Universidad Politécnica de Madrid. Contact info: p.villarejo@esarquitectura.org

Introducción

El parque de edificios protegidos por razones culturales de nuestras ciudades crece progresivamente a medida que nuestra historia avanza y nuestra capacidad para reconocer significados en los inmuebles mejora. En España existe una legislación específica, y una serie de competencias asociadas, a nivel estatal y autonómico, dirigida a los bienes teóricamente de más valor; pero el mayor número de protecciones viene dado por las autoridades locales a través de los catálogos incluidos los planes urbanísticos. Esto es razonable, porque la protección depende en gran medida de la vigilancia de la conservación de los edificios y de los regímenes de obras autorizables, pero hace que exista poca información a nivel nacional, y desde luego, europeo, sobre el peso de esa parte del parque

Las políticas orientadas a la mejora energética de edificios son más recientes que aquellas que velan por la conservación y el desarrollo equilibrado de las ciudades; y se producen desde departamentos distintos de las administraciones europea, nacional, autonómica y local. Quizá debido a esto y a la falta de información ya comentada, las políticas de mejora energética no entran a valorar la dimensión del patrimonio protegido por razones culturales; y quizá entendiendo que la repercusión sobre los objetivos de reducción de emisiones ha de ser pequeña, el entrar en conflicto con ese estatus sin proponer herramientas específicas que las concilien.

Respecto al primer comentario, éste se hace patente en la no mención de la edificación culturalmente protegida en los Planes de Acción de Eficiencia Energética europeos y español, o en planes de sostenibilidad urbana como el de Madrid. Respecto al segundo, a continuación repasamos el tratamiento que las normas sectoriales sobre energía a nivel europeo y español hacen de estos edificios.

Sorravides e Indiana. Estos colectores se corresponden con los antiguos cauces de los tres arroyos que cruzan la ciudad, y cuyo proceso de degradación terminó por convertirlos en auténticas cloacas. Los tres confluyen en el tanque de tormentas de La Inmobiliaria, que conecta con el interceptor principal hacia la estación depuradora de aguas residuales (EDAR) de Vuelta Ostrera, en Suances. En las pedanías de Viérnoles, Torres, Ganzo y Barreda existen colectores secundarios, seguidos de aliviaderos, previos a la conexión con el interceptor general.

La acción pública en la mejora energética de edificios

Tres directivas construyen el núcleo de la regulación y la incentivación de la mejora energética de edificios:

I. La Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios de 2002, y su texto refundido de 2010 (EPBD), trata el enfoque normativo. La mayor parte de su contenido gira en torno a tres grupos de medidas a establecer por cada Estado Miembro: a) requisitos mínimos de eficiencia energética para edificios de obra nueva o rehabilitados, (así como para unidades de esos edificios y determinados elementos constructivos e instalaciones técnicas); b) inspecciones periódicas sobre determinadas instalaciones técnicas; y c) certificados de la eficiencia energética de los edificios.

En las sucesivas versiones, el texto ha mantenido una serie de circunstancias por las que un Estado Miembro puede eximir a un edificio del cumplimiento de exigencias del primer (requisitos de eficiencia energética) y/o del tercer grupo (certificados). Entre esas situaciones, está la de los

Introduction

The number of buildings that hold a cultural value keeps growing over the years; and more become protected with the improvement of the tools used to identify that significance. In Spain, some sectorial laws and competences, which are focused on the most valuable goods, exist at the central and regional levels of the government. But most listings take place under local urban planning. This makes sense, as protection is closely related to building regulations enforcement and construction permits; but it makes it harder to gather information regarding the size of this part of the stock at the national and European levels.

Those policies oriented towards the improvement of the energy efficiency of the building stock are more recent than those related to the conservation of the urban environment. Moreover, different departments at different levels of government are in charge of them. This, and the lack of information mentioned before, could help to understand why decision makers, when it comes to energy policy, do not find necessary to assess the size of this part of the building stock. If that part is thought to be relatively small, its impact on EE and GHG reduction targets should be small too, and therefore, it would not make sense to conflict with their protection, or to develop complex, tailored mechanisms.

Regarding our first remark, it is apparent that these buildings are mentioned neither in the EU's Energy Efficiency Action Plans nor in the Spanish National Energy Efficiency Action Plan, or in many local sustainability plans developed under the Covenant of Mayors, like Madrid's SEAP. Regarding the second one, we will analyze now how sectorial regulations at European and national levels treat protected buildings.

Public action towards energy renovation of buildings

Most of the regulatory and market instruments deployed at the European level are included in three main Directives:

I. The Energy Performance of Buildings Directive from 2002, and its 2010 recast, cover the regulatory approach. Most of their content focuses around three axes that must be implemented by Member States: a) The setting of energy efficiency requirements for new buildings and for the renovation of buildings and their elements; b) Inspections of technical systems; c) Energy Performance Certificates.

Both versions allow Member States to exclude some groups of buildings from compliance with energy efficiency requirements and/or energy performance certificates, under certain circumstances. Among them, are those

... "Buildings officially protected as part of a designated environment or because of their special architectural or historical merit, in so far as compliance with certain minimum energy performance requirements would unacceptably alter their character and appearance."

II. The Renewable Energy Directive completes the aforementioned regulatory framework by requiring Member States to a) set minimum renewable energy levels on their building codes for new and renovated buildings from 31st December 2014, and b) the fulfillment of an exemplary role by both new and renovated publicly owned and/or occupied buildings from 2012 onwards.

III. The Energy Efficiency Directive focuses on the market incentives and barriers removal. It contains a large number of measures related to many sectors, including the building

“Edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado, o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, en la medida que el cumplimiento de determinados requisitos de eficiencia energética, pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.”

II. La Directiva de fomento del uso de la energía procedente de fuentes renovables (RES) completa el marco regulatorio citado, introduciendo, para los edificios, a) niveles mínimos de contribución renovable en códigos de construcción antes del 31 de Diciembre de 2014, tanto para obra nueva como para renovaciones; b) programas ejemplarizantes de las AAPP en sus edificios desde el 1 de Enero de 2012. En este caso no se citan excepciones.

III. La Directiva de Eficiencia Energética de 2012 (EED), cubre una forma de acción pública complementaria a la anterior, de incentivación para la activación del mercado de la eficiencia energética en varios sectores, entre ellos la edificación. Éstas últimas son numerosas y de materia muy diversa, así que, solo destacaremos a) fijación de un objetivo nacional orientativo de eficiencia energética (multisectorial), y redacción de un documento asimilable a un plan nacional de rehabilitación de edificios; y b) requisitos de mejora energética de los edificios ocupados por las AAPP, y sobre el rendimiento energético de los que éstas compran o alquilan

Las citas a los edificios que nos ocupan se concentran en éste último punto. La primera es la obligatoriedad de renovación del 3% de la superficie acondicionada total que esté ocupada y sea propiedad de las administraciones centrales, para llevarla al menos hasta el cumplimiento de los requisitos de eficiencia energética establecidos por cada país en aplicación de la EPBD. Aquí vuelven a aparecer una serie de posibles exenciones, entre ellas, la de los edificios protegidos oficialmente por razones culturales, con idéntica redacción a la transcrita antes. La segunda parte se refiere a los inmuebles que se alquilan o compran por parte de esa misma Administración, que deberán cumplir con ciertos parámetros energéticos mínimos de los que las adquisiciones por motivos culturales están exentas.

En España, los contenidos regulatorios expuestos, se trasponen, a efectos de los objetivos de este texto, en el Código Técnico de la Edificación, el Reglamento de Instalaciones Técnicas de los Edificios (cuyo análisis no desarrollaremos) y el Real Decreto 235/2013 de Certificación Energética de Edificios; aunque otras normas, como El “Proyecto de Ley de Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbanas” contienen elementos de interés. Las acciones de impulso a las que hacen referencia esas dos directivas y sobre todo, la tercera ¹, se pueden relacionar con los Planes Acciones sobre Eficiencia Energética (PAEE 2011-2020) y sobre renovables (PER 2011-2020).

a. Respecto al CTE, la versión de su DB-HE Documento Básico Ahorro de Energía en vigor al cierre de este texto, toma literalmente el párrafo de la EPBD transcrito antes. Con él excluye a los edificios legalmente protegidos por razones culturales, en los casos a los que se refiere la Directiva, del ámbito de aplicación de los aparados HE1 (Limitación de la demanda energética) y HE3 (Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación); además, permite la disminución de la contribución solar mínima para agua caliente (HE4) y la disminución o supresión de la fotovoltaica mínima de energía eléctrica (HE5), en caso de que así lo dictamine el órgano de protección competente.

La propuesta de actualización de febrero de 2013 enviada a la Comisión Europea, modifica sustancialmente este

sector. We will only mention two of them: a) ME must set an indicative energy efficiency target, and must develop buildings renovation plans; and b) central governments are required to renew a fraction of the building stock that they own and use annually, and to set minimum EE standards for their future building purchases and rentals

As mentioned, the EED requirements for public buildings have two parts: First, it includes a mandate for the yearly renovation of the 3% of the floor area owned and occupied by central governments to improve their energy performance at least to EPBD levels. Again, Member States can exempt buildings officially protected from this provision. Secondly, buildings purchased or rented by central governments must reach certain energy efficiency standards, except some special categories, including purchases for cultural reasons.

In Spain, the regulatory framework mentioned before is transposed into the Building Regulations (Código Técnico de la Edificación y Reglamento de Instalaciones Técnicas de Edificios) and the Royal Decree 253/2013 on Energy Performance Certificates. The “Urban Rehabilitation, Regeneration and Renovation Bill” contains also some relevant provisions. Incentivation is planned through the National Energy Action Plan (PAEE 2011-2020) and the National Renewable Energy Action Plan (PER 2011-2020) ¹.

a. Regarding the Código Técnico in force, it transposes literally the EPBD’s exemption for protected buildings, excluding them from compliance with its chapters on energy demand reduction (HE1), energy efficiency of lighting services (HE3) and allows also competent authorities for heritage protection to lower the threshold for solar heating and PV contributions when necessary. An update of this document, which has been sent to the Commission for approval in early 2013, proposes substantial changes. When passed, hypothetical exemptions from HE1, HE3 y HE5, will have to be authorized in a case by cases basis by competent authorities for heritage protection. Nevertheless, the most important change is the inclusion of the “Flexibility Criterion” that allows less efficient results when cultural values are threaten, under the condition that an acceptable level is explicitly set and all measures required to achieve it are put in place.

b. RD 235/2013 regulates energy performance certificates and transposes the EPBD requirements on their issuance and exhibition. Mandatory certification applies to new buildings and those existing buildings or parts of buildings that are on sale or for rental, but excludes again those “buildings officially protected as part of a designated environment or because of their special architectural or historical merit”

The “Urban Rehabilitation, Regeneration and Renovation Bill”, that has just been sent to from the Congreso de los Diputados to the Senado as we write this text, includes mandatory conservation assessment for apartment blocks, - a type of building that is very common in Spain - , at least every 10 years. These assessments should contain an energy performance certificate.

Cost efficiency and energy improvement

When setting energy performance requirements for existing buildings, two key elements must be taken into account. The first of them is de level of the requirement itself; and the second, the trigger for its implementation. Moreover, different approaches can be adopted when dealing with culturally protected buildings.

régimen: tanto para los documentos HE1 y HE3, como para el nuevo HE0 (Limitación del Consumo Energético), la decisión de eximir al edificio de su cumplimiento corresponde al órgano competente en materia de protección; en lo relativo al HE4 desaparece la posibilidad de disminución, pero el ámbito de aplicación en sí es muy distinto, de modo que la comparación entre versiones no es directa; y en el HE5 se mantiene el criterio de la versión anterior. La mayor novedad aparece sin embargo a través de la inclusión de los edificios "con valor histórico o arquitectónico reconocido" como uno de los supuestos de aplicación de un nuevo "Criterio de Flexibilidad" para el conjunto del DB; éste abre a dichos edificios la posibilidad de no alcanzar los valores establecidos por el Documento "cuando otras soluciones pudiesen alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto", pero llama a determinar y alcanzar el mayor grado de adecuación posible, algo que no se hacía explícito en la redacción anterior.

b. El RD 235/2013 regula la redacción de certificados de eficiencia energética y traspone la obligatoriedad de contar con uno de ellos para ciertos edificios, y en algunos casos, de exhibirla. Nos centraremos en la obligatoriedad de obtención que afecta, además de en los edificios de nueva construcción, a todas las operaciones de venta y alquiler de edificios y partes de edificios, y a edificios o partes de edificios de más de 250 m² ocupadas por una AAPP y visitados por el público. Citábamos antes la posibilidad, otorgada por la Directiva, de plantear exenciones: éstas son aprovechadas, y se excluye de la aplicación del RD, nuevamente y entre otros a "Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico."

El Proyecto de Ley de Rehabilitación, Regeneración y Renovación urbanas, que al cierre de este artículo se encontraba en el Senado, también incluye supuestos en los que la obtención del certificado es obligatoria. Dichos certificados deben incluirse en el Informe de Evaluación de Edificios, parecido a las inspecciones técnicas que ya funcionan en muchas Comunidades Autónomas y municipios, y que con la aprobación de la norma deberá exigirse como mínimo a todos los edificios de vivienda colectiva del país cada 10 años, sin que se mencionen posibilidades de exención por razones culturales.

El criterio de rentabilidad en la mejora energética

A la hora de establecer requisitos de eficiencia energética sobre edificios existentes, las variables más relevantes son a) el nivel de exigencia a cumplir en sí, y b) los supuestos que activan la necesidad de cumplir con él. Sobre éstas, pueden existir diversas fórmulas para de conciliación con las circunstancias singulares de los edificios de valor cultural.

El nivel de exigencia es más conflictivo. Intuitivamente, las más directas son: la no aplicación de estas normas; el desarrollo de unas normas específicas para estos edificios; la aplicación de las mismas que al resto, pero aplicando mecanismos de flexibilidad; y la aplicación plena de las normas generales.

Es evidente que en un escenario de exención total, el nivel de eficiencia energética de estos edificios avanzaría poco, pues solo dependería de acciones voluntarias de los propietarios. Posiblemente esta situación tendría consecuencias para el cumplimiento objetivos climáticos de la UE, y sobre todo sobre la conservación a medio plazo, que se podría ver afectada negativamente por un abandono

The most straightforward of them are a) Not setting any requirement at all; b) Setting specific requirements for them; c) Setting the same requirements than for other buildings, but adding some flexibility clauses; d) Apply the same requirements without special measures.

A scenario of total exemption may lead to inaction in energy renovation. Eventually, this could make a negative impact both in the fulfillment of EU's energy efficiency and emissions reduction targets, and in the conservation of these buildings itself, because of their progressive abandonment due to increasing operational costs.

Developing specific requirements could prove something hard to make compatible with the Directive, and a cumbersome scheme to be implemented. The EPBD allows member states to set different EE requirements for new and renovated buildings, and for different categories of buildings. The categorization proposed in its Annex I is based on the use of the buildings, so if it were possible to introduce a new variable based on cultural protection, the number of possible scenarios could be too large.

Now we will analyze full implementation with and without flexibility mechanisms as different versions of the same option, because if a requirement is based on performance, it can be achieved in many different ways. Each building is different, as well as their possible conflicts with energy renovation, and the compromises that might be adopted in each case. We think this is the idea underlies the exemption on the EPBD and "Flexibility Criterion" mentioned before, which states that "it will be possible to adopt the solutions that allow the higher level of suitability", opening a wide range of technical solutions. In Spain, as said before, these solutions will soon have to be discussed with the competent authority for heritage protection.

Most of the time, EE requirements, like those regarding energy consumption reduction, can be fulfilled, by implementing one or another measure. Therefore, the right question is: there a limit to impose these alternative measures? The answer seems to lay in the inclusion of the term "Economic feasibility" both in the definition for the "Flexibility Criterion" an in the EPBD.

The Cost-effectiveness of interventions is a key element for both the EPBD and the EU energy efficiency and emissions reduction policies. Member states are not only required to set minimum energy efficiency requirements, as mentioned before, but also must set them to a level that makes most available cost-effective investments mandatory. In any context, cost effectiveness depends of the benefits and cost considered in the calculation. That is why the Directive sets a "comparative methodology framework for calculating cost-optimal levels of minimum energy performance requirements for buildings and buildings elements" As a summary, this methodology is based on a calculation of the financial performance of the investments, taking into account the cost of the intervention itself, its maintenance expenses, energy costs, and disposal costs. It offers also the possibility to undertake a macroeconomic assessment, but that definition is misleading, as it only differs from the former in the inclusion of the price of CO₂.

Alternative measures may prove more expensive to implement than those which would have been adopted in absence of the cultural protection. If it were shown that they are not even cost-effective, it would make sense for the owner to invoke the principle of "economic feasibility". The principle itself is not a matter of dispute; but we can disagree with the methodology to calculate cost-effectiveness, as some variables, like the incidence of the

paulatino de los edificios a medida que los costes de operación fueran creciendo.

El desarrollo de una normativa específica podría plantear problemas de encaje con la Directiva y resultar aparatoso. La norma permite el establecimiento de distintos requisitos en función de si los edificios son nuevos o existentes, y/o de su categoría; el primer listado de categorías que propone (anexo I) se basa en la función, por lo que podemos suponer que añadir la variable de la protección multiplicaría los supuestos, puesto que los edificios protegidos responden a usos muy diferentes.

Planteamos ahora analizar la aplicación plena de las normas y su aplicación con mecanismos de flexibilidad, como un todo. Cada edificio es diferente, así como los problemas que surgirán al intentar mejorar su comportamiento energético, y los compromisos a adoptar en cada caso: podemos entender que la redacción de la excepción de la EPBD va en esta línea. También lo hace la propuesta de actualización del CTE al afirmar, en la definición del Criterio de Flexibilidad que “podrán adoptarse soluciones que permitan el mayor grado de adecuación posible” lo que deja bastante abierto el catálogo de soluciones a aplicar. A corto plazo y como ya hemos señalado, parece que dichas soluciones se discutirán en España con el organismo de protección competente.

En realidad, requisitos como la limitación del consumo energético se pueden cumplir, en casi cualquier caso, con medidas alternativas. La pregunta es, por tanto, hasta dónde puede llegar el nivel de exigencia en su adopción; y la respuesta está, desde nuestro punto de vista, en la referencia a la viabilidad económica que se hace un poco después en esa misma definición de criterio de flexibilidad, y que está muy presente en la EPBD. Nos detenemos un momento en la definición de rentabilidad que el legislador europeo está utilizando.

La rentabilidad de las intervenciones forma parte esencial tanto de la EPBD, como del conjunto de políticas de energéticas y ambientales de la UE. Los Estados Miembros no solo están obligados a establecer requisitos de eficiencia energética, como explicábamos al principio, sino que su nivel debe, como mínimo, implícitamente exigir las obras que resulten rentables. En cualquier ámbito, la rentabilidad de cualquier inversión puede variar según los costes o los beneficios que se tomen en consideración; por eso la Directiva establece, a través de un Reglamento Delegado, un marco común de cálculo de la rentabilidad de los niveles de eficiencia. Para no extendernos, diremos que la metodología se basa en un cálculo de la rentabilidad financiera de las obras, considerando costes de la propia inversión, de mantenimiento, energéticos y de eliminación; y que plantea la opción de adoptar un análisis macroeconómico que únicamente añade al cálculo los costes de los derechos de emisión.

Cabe que las mejoras energéticas alternativas a las que se realizarían en caso de que no existiera protección, puedan ser más costosas que aquellas; y en caso de que resulten difícilmente amortizables cabrá invocar la necesaria viabilidad económica de la exigencia. El principio de eficiencia en las inversiones es indiscutible, pero no el modo en la rentabilidad es analizada: algunas variables podrían escapar al cálculo, especialmente la incidencia de la intervención en la conservación a corto, medio y largo plazo del edificio.

Cuando estos factores no tengan incidencia, será preferible invertir los recursos en intervenciones menos costosas, siendo posible incluso externalizar algunas mejoras (por

works in the short, medium and long term conservation of the building, could be missing.

If these variables are taken into account but do not change the result, cheaper interventions should be prioritized; for example, some improvements could be offsetted (PV could be installed in nearby buildings). But if the variables mentioned turn out relevant, there must be instruments available to make the intervention possible.²

It would be too complex to carry out this kind of assessment each time a culturally valuable building is renovated; and sometimes measures that involve more than one building offer better results. That is why continuous information collection, its analysis, and the development of specific tools for each profile of building or group of buildings are necessary. Some of these tools could be included in the Energy Efficiency Action Plans, and in the national strategy for the renovation of the built stock that the EED requires; some others, more specific to each context, could be part of the Sustainable Energy Action Plans that municipalities develop under the Covenant of Mayors

Energy Performance Certificates are one of those sources of information mentioned before. In absence of the regional and local regulations that will follow, the current framework for EPC in Spain will not apply to any building protected for cultural reasons but apartment blocks. Because of its size and relevance in terms of cultural value, the biggest group among the ones excluded, is that of the buildings owned by public bodies or by the Catholic Church (even if we do not take into account spaces for worship).

The information supplied by the certificates could be very helpful in developing an integrated strategy for the renovation of these buildings from the government and the Church. This approach is also being hampered by the excessive fragmentation of their management. We believe that the latter played an important role in the exclusion of heritage buildings from the 3% renovation mandate, because it was only assessed from the perspective of the cost of energy savings.

Conclusions

Balancing costs, cultural preservation, and energy performance, helps to avoid making the ownership of heritage buildings a too heavy economic burden, an scenario that would expel them from the real estate market. But it must be taken into account that the main reason for the protection of these buildings is their huge cultural value. Although it often generates monetary flows, that value cannot be fully translated into monetary terms.

This problem is not specific to our subject matter. As European and national instruments for energy renovation of the building stock are rolled out, other conflicts appear. This is the case, for example, of social policies: in some areas of our cities there are not energy savings to be made as there is little consumption; and there are not families ready to pay for improvements in indoor comfort; so it is necessary to take into account elements like social cohesion, health conditions or better school results in the assessment of investments in energy efficiency.

In order to find operative solutions that use public resources efficiently and take advantage of the potential of private investments, it is necessary to gather more information at the individual and aggregated scales about the built stock³, including their cultural value and its effects; to search this data for specific types and develop appropriate tools for each of them. Finally, these tools should be put in the

ejemplo, instalar generación fotovoltaica en cubiertas vecinas); pero cuando lo sean, se deberán articular los instrumentos necesarios para que sean realizadas. (2)

Dada la complejidad de realizar este análisis cada vez que realice una obra en un edificio culturalmente protegido; y dada la mayor eficiencia de determinadas medidas que involucran a más de un edificio, se hace necesaria, a nuestro parecer, una recogida continua de información sobre los inmuebles, y su análisis a nivel individual y agregado, para dotar a las autoridades competentes de una colección de instrumentos a aplicar, desarrollados para la casuística existente. Los instrumentos más generales tendrían cabida en los Planes Nacionales de Acción en Eficiencia Energética, y en el futuro plan nacional de rehabilitación de edificios; los más específicos encajarían en los planes de sostenibilidad que los ayuntamientos redactan al adherirse voluntariamente al Pacto de los Alcaldes.

Los certificados de eficiencia energética constituyen una de esas fuentes de información a las que nos referíamos antes. Como se explicaba al principio, a falta de normas autonómicas y municipales adicionales, con el marco jurídico a implantar desde 2013, quedarán indefinidamente sin certificar los edificios culturalmente protegidos que no se utilicen como vivienda colectiva. En extensión y relevancia, el grupo más importante de los excluidos, sería el de los edificios de las administraciones públicas y de la Iglesia (incluso excluyendo lugares de culto, para los que existe otro grupo de exenciones).

La información de los certificados sería de gran interés para el desarrollo de una planificación de inversiones en estos parques, que también viene frenada por la excesiva fragmentación en la gestión de los mismos. Esa fragmentación podría, desde nuestro punto de vista, estar relacionada con la resistencia de los Estados Miembros a incluir a los edificios protegidos en programas como el de la renovación anual del 3% introducida en la EED, pues el análisis de la inversión solo se estaría realizando desde la perspectiva de la minimización de coste de estos programas, sin entrar en el impacto global de las medias.

Conclusiones

Resulta razonable abogar por un equilibrio entre los costes, el impacto sobre el edificio, y la mejora energética del mismo, evitando cargas excesivas que puedan sacar a los edificios del mercado y acelerar su abandono. Pero debemos tener en cuenta que estos edificios se protegen porque representan un capital cultural que, si bien genera en ocasiones flujos monetarios, no es traducible en toda su dimensión a estos términos.

Este no es un problema específico de la rehabilitación energética del patrimonio cultural. En pleno desarrollo de los instrumentos europeos y nacionales para realizar la mejora energética del parque edificado a gran escala, encontramos conflictos de naturaleza parecida. Es el caso, por ejemplo, de las políticas sociales: en zonas donde el nivel de renta no permite la amortización de las inversiones mediante ahorros energéticos, ni los vecinos pueden pagar por las mejoras en las condiciones de confort, se hacen necesarios instrumentos que incluyan en el análisis de la inversión en eficiencia energética parámetros como la mejora de la cohesión social, de la salud de las personas o de los resultados escolares de los menores.

Para desarrollar soluciones operativas, que hagan un uso eficiente de los escasos recursos públicos cuando estos sean necesarios, y aproveche el potencial de inversión

hands of an authority capable of taking into account all the relevant aspects of urban renovation.

The doctoral thesis "Analysis of the relationship between energy policy and the conservation of heritage buildings in both Spain and the UK" aims to find some principles for an efficient public action. As part of its development an analysis of the data available on the listed buildings in Madrid is being carried out, and its first results will be presented at the EESAP4.

privada, es necesario contar con más información (técnica, socioeconómica, etc) a escala individual y agregada sobre el los edificios existentes en general, incluyendo, en su caso, el valor cultural y su repercusión (3); analizar esos datos en busca de perfiles concretos y desarrollar instrumentos ad hoc para superar las barreras que plantea cada uno de ellos. Finalmente, estos instrumentos deben ponerse en manos de una autoridad pública que sea capaz de integrar en su toma de decisiones todas las cuestiones, incluyendo las culturales, que se superponen a la hora de acometer la rehabilitación del tejido existente.

La tesis doctoral "La conservación del patrimonio cultural edificado y su relación con el modelo energético; criterios para la acción pública" persigue el establecimiento de esos principios de acción pública. En el contexto de su desarrollo se ha realizado un análisis del parque protegido por razones culturales de la ciudad de Madrid que será presentado en la comunicación oral en el EESAP4.

Agradecimientos Acknowledgements

José Ramón Gámez Guardiola (UPM); Oficina Española de Cambio Climático; Instituto para la Diversificación y el Ahorro del a Energía; D. G. Política Financiera, Tesorería y Patrimonio de la Comunidad de Madrid; Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid; Agencia de la Energía de Madrid; Empresa Municipal de Vivienda y Suelo de Madrid, Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

Notas

1. La EED no ha sido transpuesta todavía, pero algunas de las medidas a las que se refiere aparecían, con mayor o menor desarrollo, en normas previas, como la Directiva 2006/32/CE.
2. Durante la tramitación de la EPBD 2010, el Parlamento Europeo introdujo una enmienda en este sentido (núm. 53) en que se requería a los Estados el desarrollo de programas específicos de subsidiación y asistencia técnica para la mejora energética de edificios y centros históricos, que fue rechazada por el Consejo Europeo, en que están representados los Gobiernos.
3. La Ley 2/2011 de Economía Sostenible, defiende en su artículo 108, al recogida e integración de la información disponible sobre el parque edificado.

Notes

1. The EED has not been transposed yet but some of its provisions also appeared in previous Directives, including the 2006/32/EC
2. During its parliamentary procedure, European MPs proposed an amendment (N. 53) to the EPBD that required Member States to "[...] provide subsidies and technical advice for historic buildings or centres to undertake specific programmes for adaptation to energy efficiency."
3. The Spanish Sustainable Economy Law (Ley 2/2011 de Economía Sostenible) mentioned in its article 108 the need for an integrated information system regarding the existing building stock.

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

COMISIÓN EUROPEA (2011): Plan de Eficiencia Energética 2011. (En línea) Bruselas: Comisión Europea. Ref. COM(2011) 109 final. (Citado en junio de 2011) Disponible en: http://eur-lex.europa.eu/RECH_naturel.do

MINISTERIO DE FOMENTO (2013): Propuesta de Modificación del Documento Básico Ahorro de Energía (CTE DB HE). Febrero 2013

IDAE (2011): Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020: 2º Plan Nacional de Eficiencia Energética de España. Madrid: IDAE.

CONGRESO DE LOS DIPUTADOS (2013). Informe de la Ponencia. Proyecto de Ley de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas. Ref: 121/000045. Boletín Oficial de las Cortes Generales, 31 de mayo de 2013, número 45-3, Serie A, página 1.

España. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Boletín Oficial del Estado, 28 de marzo de 2006, número 74, págs. 11816-11831.

España. Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Boletín Oficial del Estado, 29 de agosto de 2007, número 207, págs. 35931-35984

España. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Boletín Oficial del Estado, 13 de abril de 2013, número 89, págs. 27548 – 27563. Corrección de errores: Boletín Oficial del Estado, 25 de mayo de 2013, número 125, pág. 39797

España. Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio. Boletín Oficial del Estado, 13 de abril de 2013, número 89, págs. 27563-27593

Unión Europea. Directiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE del Consejo. Diario Oficial de la Unión Europea, 27 de abril de 2006, núm. L 114, págs. 64 – 84.

Unión Europea. Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE. Diario Oficial de la Unión Europea, 5 de junio de 2009, n° L 140, págs. 16 – 52.

Unión Europea. Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios. Diario Oficial de la Unión Europea, 19 de mayo de 2010, núm. L 153, págs. 13-35

Unión Europea. Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE. Diario Oficial de la Unión Europea, 14 de noviembre de 2012, núm. L 315, págs. 1-56

Unión Europea. Reglamento Delegado (UE) n° 244/2012 de la Comisión, de 16 de enero de 2012, Que complementa la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, estableciendo un marco metodológico comparativo para calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de sus elementos. Diario Oficial de la Unión Europea, 21 de marzo de 2012, núm. L 81, págs. 18-36

Evaluación medioambiental de proyectos urbanos sostenibles à través NEST, una herramienta desarrollada para los actores del urbanismo de las ciudades

Environmental assessment of sustainable urban projects through NEST, a tool for urban planning actors

Grace Yépez-Salmon¹, Fabien Fillit¹, Nicolas Salmon²

RESUMEN

El urbanismo se enfrenta hoy a una demanda pública y privada exigente respecto a la calidad medioambiental (menos consumación de recursos, menos producción de desechos, menos emisiones, etc.) particularmente a la escala de barrios. Sin embargo el concepto de desarrollo urbano sostenible pierde generalmente su sustancia ante las realidades del terreno durante el proceso de concepción y realización de los proyectos urbanos. ¿Cómo asegurar en el proyecto final la consideración efectiva del medio ambiente y la limitación de su impacto?

Como una respuesta, hemos desarrollado NEST (Neighborhood Evaluation for SustainableTerritoires) una herramienta de evaluación cuantitativa de impactos medioambientales del proyecto urbano, utilizable desde la fase esquiso. Esta herramienta se apoya en la técnica del análisis de ciclo de vida (ACV) para evaluar los impactos del barrio en toda objetividad (es un cálculo y no un análisis cualitativo únicamente) y permite también una comparación de escenarios.

NEST calcula sobre la información del proyecto urbano 8 indicadores medioambientales (transformación del territorio, consumación energética, consumación y gestión del agua, calidad del aire, producción de desechos y cambio climático emisiones CO₂) 1 indicador social y 1 indicador económico. Los resultados están reportados al usuario del barrio para mostrar la importancia del impacto del habitante.

Algunas experimentación operacionales del proceso y de NEST han estado realizadas en proyectos de urbanismo en el Pays Basque Francés; esto ha demostrado los aportes positivos de esta iniciativa en el proceso de concepción; permitiendo un análisis continuo del proyecto en su contexto local et en su contexto operacional.

Palabras clave: Barrio sostenible, análisis del ciclo de vida, herramienta, proyecto urbano sostenible.

ABSTRACT

Urban planning is now facing a high performance demand from public and private sectors regarding environmental quality (lower consumption of resources, lower waste production, lower emissions, etc.), particularly at district scale. However, the concept of sustainable urban development often loses its core substance when opposed to on-field realities during the process of design and implementation of urban projects. How to ensure then in the final project the effective consideration of the environment and the limitation of its impacts?

As an answer, we developed NEST (Neighborhood Evaluation for SustainableTerritories): a tool for quantitative assessment of environmental impacts of urban project, useful from the sketch stage of the project. This tool is based on the life cycle analysis (LCA) technique to objectively assess the impacts of the neighborhood (as LCA is based on quantitative analysis and not qualitative analysis only). Comparison of scenarios has also been developed to allow designers to work on their own proposal comparing various planning alternatives.

Based on the designer proposal, NEST calculates height environmental indicators (land use, energy consumption, water management, air quality, waste production and CO₂ emissions), one social indicator and one economic indicator. The results are normalised to the number of users in the neighborhood to show the importance of the impact of the inhabitant.

NEST and its application process were experimented through several urban planning operations in the Basque Country; it has proven the positive contribution of this initiative in the process of conception, allowing continuous analysis of the project in their local context. It gave also opportunities to interesting lessons learnt based on the complete vision on the life cycle of the project regarding environmental impacts, which is quite innovative for urban planners.

Key words: Sustainable neighborhood, life cycle analysis (LCA), tool, Sustainable urban planning.

(1) NOBATEK (France) Contact info: unai.fernandezdebetono@ehu.es

(2) Responsable de la unidad Tecnologías de la Construcción, NOBATEK (France)

La herramienta NEST

NEST (Neighborhood Evaluation for Sustainable Territories) es una herramienta de evaluación cuantitativa de impactos medioambientales del proyecto urbano. Esta herramienta, es el resultado de la tesis sobre "La construcción de un instrumento de evaluación ambiental para los eco-barrios", realizada por Grace Yepez-Salmon¹ en el centro Nobatek y el laboratorio GRECAU de la Escuela Nacional de Arquitectura y Paisaje Burdeos presentada en 2011. Para esta evaluación, los indicadores propuestos se concibieron asociando de una parte el enfoque científico para medir los impactos medioambientales, sociales y económicos, y de otra las prácticas y objetivos del urbanismo.

Para algunos indicadores, NEST se basa en la técnica de análisis de ciclo de vida (ACV) para evaluar los impactos ambientales del barrio de manera objetiva, para otros indicadores creamos una base de información sobre los flujos y medidas de consumos de recursos y producción de residuos.

Para la evaluación consideramos al barrio como un "objeto" material que para producirlo es una fuente de impactos medioambientales ligados a su localización, su implantación, su construcción y su explotación. Este "objeto" se fabrica además por sus habitantes y los usos que hacen de él hasta el fin de su vida o son reciclaje a 50 años o más de 100 años como es el caso de los barrios históricos de las ciudades.

Como un objeto, el barrio está compuesto de elementos complejos que son simplificados en la fase AVP (Avant-Projet) o esquiso del proyecto urbano. En esta fase hablamos del sitio de implantación, de espacios a construir, de edificios simples, de espacios verdes, de vías y de estacionamientos. El análisis de ciclo de vida (ACV ou LCA) de estos elementos se basa en la agregación (ponderada) de los ACV de sus diferentes componentes y subcomponentes. La siguiente figura 1, muestra el diagrama de este principio de cálculo:

NEST tool

NEST (Neighborhood Evaluation for Sustainable Territories) is a tool for quantitative assessment of environmental impacts of urban projects. This tool is the result of the PhD thesis presented in 2011 on "Building an environmental assessment tool for eco-neighborhoods" by Grace Yepez-Salmon¹ in Nobatek and in the laboratory GRECAU of the National School of Architecture and Landscape in Bordeaux. For this evaluation, the proposed indicators were conceived associating a scientific approach to measuring the environmental, social and economic practices and planning objectives.

For most indicators, NEST is based on the technique of life cycle analysis (LCA) to assess the environmental impacts of neighborhood objectively.

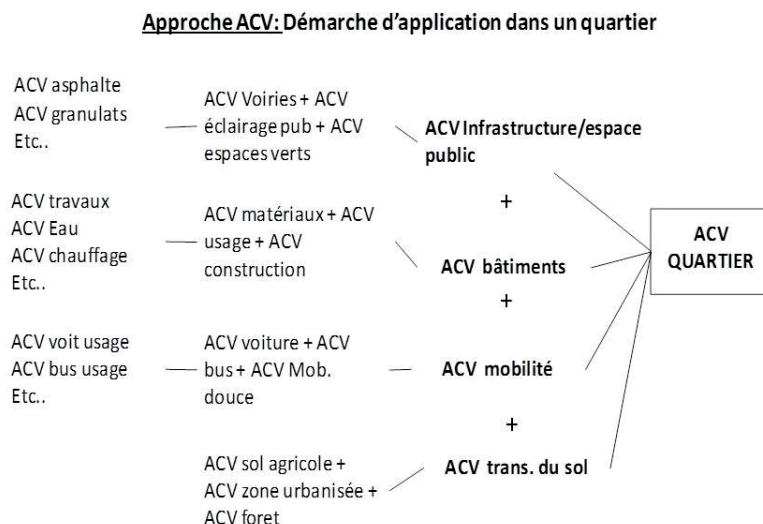
For the evaluation we consider the neighborhood as an "object" that is a source of environmental impacts associated with its location, its implementation, its construction and operation. This "object" is made also by its inhabitants and applications until its end of life after 50 or 100 years.

As an object, the neighborhood consists of complex elements that are simplified in the sketch-up phase of the project. This phase is focused on decisions about the implantation site, public spaces, simple buildings design, green spaces, roads and parkings. The life cycle analysis (LCA) of these elements is based on an aggregation (weighted) of the respective LCA of their various components and subcomponents. The following figure 1 shows the principle of calculation.

Nest was experimented on several urban projects in France. These experiments allowed validating the tool in the quality of the proposed evaluation and capacity provided by the tool to interact constructively with each project actors (developer, mayor, technicians, people).

Fig. 1. Diagrama de agregación de los diferentes ACV de los componentes del barrio.

LCA diagram: aggregation of different components in the neighborhood.



Algunos casos de experimentación han estado realizados en Francia sobre proyectos urbanos. Estas experimentaciones sirvieron para validar la herramienta tanto en la calidad de la evaluación propuesta y la capacidad ofrecida por la herramienta para interactuar constructivamente con los actores operacionales de cada proyecto (urbanista, alcaldes, técnicos, habitantes).

Evaluation of two scenarios for a new district

The project covers an area of 2,66 acres, located on the French Atlantic Pyrenees. The aim is to create a sustainable neighborhood near the centre of a small community, currently occupied by a soccer field, some individual houses, a small agricultural construction and some vacant lots. This

Evaluación de dos propuestas urbanas para un nuevo barrio

El proyecto se desarrolla en una zona de 2,66 hectáreas, situado en los Pirineos Atlánticos Franceses. El objetivo es crear un barrio sostenible a proximidad del burgo de una pequeña colectividad en unos terrenos comunales actualmente ocupados por un terreno de fútbol, algunas casas individuales, una pequeña construcción agrícola no comercial y algunas parcelas vacantes. Esta colectividad se encuentra a 10 Km de la aglomeración.

Para medir el impacto del territorio antes de la transformación urbana hemos caracterizado este sitio en NEST de la siguiente manera: 50% zona artificial, 30% tierras agrícolas, 10% parcela urbana y 10% terrenos verdes vacantes. Cada uno de estos tipos de suelo corresponde al uso actual del sitio antes mencionado. Esto permite ver que no es lo mismo urbanizar una zona agrícola que una parcela vacante en zona urbana o una antigua zona industrial. Para medir la capacidad receptiva del sitio a nivel de la población hemos entrado en NEST el objetivo de la colectividad de acoger 300 habitantes en este proyecto, esta información es capital para el cálculo de impacto y permite también ver la importancia de la densidad en un proyecto urbano.

Una vez el sitio caracterizado hemos trabajado con el equipo de concepción del proyecto para establecer dos escenarios, uno sostenible y otro clásico de base. NEST ha permitido al equipo de analizar los dos escenarios, ver sus soluciones, visualizarlos y ver sus impactos. Este proceso da a los actores involucrados una verdadera ayuda a la decisión.

Para los dos escenarios el programa urbano sobre los equipamientos, espacios verdes, vías, parqueaderos y viviendas es el mismo. Cada escenario responde al mismo programa pero la respuesta a nivel de impacto, calidad de vida, calidad de usos y respuestas técnicas varían. Otra variante entre los dos escenarios es la repartición de la población en el escenario 1 la propuesta es: 45% población activa, 13% niños menores de 3 años, 6% niños entre 3-12 años, 10% adolescentes, 10% estudiantes universitarios, 10% de personas ancianas. En el escenario 2 hay más personas ancianas y menos estudiantes. A nivel del transporte también hay variantes entre los escenarios, el escenario 1 hay una utilización más importante del vehículo individual a 68%, el bus a 22% en el escenario 2 es más vehículo individual. Es importante remarcar que la ciudad más próxima donde se concentra la actividad económica del sector es a 10Km de este proyecto y que actualmente el servicio de bus es insuficiente. Este punto muestra bien la importancia del transporte y su impacto en el proyecto. Si el proyecto es construido en una zona rural o periurbana, como en este caso, el impacto del transporte va sobre pasar todo esfuerzo realizado a nivel de los edificios, de las vías y otros elementos del proyecto. El impacto del proyecto es mayor sobre su entorno si el proyecto no está conectado a la ciudad de manera óptima.

A nivel de la propuesta urbana, el escenario 1 es más interesante a nivel medioambiental, él se basa en una trama urbana que integra jardines, espacios peatonales, vías más reducidas para los vehículos, menos plazas parqueaderos por vivienda, espacios verdes arborizados, los edificios de comercios y oficinas crean una pared hacia la autovía al norte y protege al barrio del ruido. Todos los edificios son eficaces a nivel energético (consumación de 45 kWh/m²/año) y todos tienen producción de energía solar en los techos. A nivel de la impermeabilización del suelo y

community is located 10 km from the agglomeration.

To evaluate the impact of land use the current land occupation was characterized as follows: 50% of artificial area, 30% of agricultural land, 10% of urban land and 10% of vacant green land. The population carrying capacity of the site was set to 300 people in this project; this information is critical for the impacts calculation and emphasizes the importance of density in an urban project.

Two scenarios were established with the design team: one being representative of "business as usual" planning approaches and another with a stronger investment on sustainability. For both scenarios the urban program regarding equipments, parks, roads, parking and housing was clearly defined. Each scenario responds to the same initial program but in different ways and through different means in terms of impacts, quality of life, quality of applications and technical answers. Another difference between the two scenarios is the distribution of the population. For scenario 1 the proposal is the following: 45% of active population, 13% of children under 3 years, 6% of children of 3-12 years, 10% of teens, 10% of college students and 10% of elderly people. Scenario 2 includes more elderly persons and fewer students, that is more representative of a long term trend in the area of the project. At transport level, scenario 1 includes a large content of individual vehicles (68% of the transportation), whereas bus represents 22%. Scenario 2 is also largely based on the use of individual vehicles. It is important to note that the nearest town where is concentrated the main economic activity is located 10 km away and that the bus service is currently insufficient. This point is well representative of the importance of transport and its impact on planning project. If the project is built in a rural or peri-urban area, as in our study case, the impact of transport might "cancel" all the sustainability efforts realized at the levels of buildings, roads and other project elements. The project's impact on the environment is clearly higher if the project is not connected optimally to the city.

Scenario 1

The proposed urban scenario 1 is more interesting at environmental level: the master plan is based on integrated urban gardens, pedestrian areas, smaller roads for cars, fewer parking spaces per dwelling, vegetated parks, buildings shops and offices creating a wall against the noise from the highway in the northern part. All buildings are energy efficient (completion of 45 kWh / m² / year) include solar energy production on rooftops. Regarding soil sealing and rain water management, the scene includes large areas of green spaces and green roofs. All buildings are oriented north-south, are well insulated, include a place to facilitate waste "at source recycling", have local bicycles shelters, and are equipped with systems to reduce water consumption. Gray water reuse is also considered in some buildings. In this scenario social housing accounts for over 20% of the total housing neighborhood.

All the scenario elements were introduced into NEST in order to evaluate the impacts. The results are presented hereafter.

Consumption of primary energy

The general level of consumption is low compared to the results observed in other projects. The construction of buildings is most striking in this scenario with 58% of the whole energy consumption and then there is the use of buildings (approximately 23%). The choice of density and buildings typology (collective housing) influences these results with higher impacts for construction but lower

la gestión del agua lluvia el barrio, el escenario presenta muchos espacios verdes así como techos vegetales. Todos los edificios son orientados norte-sur, están bien aislados térmicamente, tienen todos un local desechos para facilitar el reciclaje a la fuente, tienen un local bicicletas, todos están equipados con sistemas hidroeconómicos para disminuir el consumo de agua potable, también recuperadores de aguas lluvias y aguas grises están también consideradas en ciertos edificios. Hay vivienda social que representa más del 20% de la vivienda total del barrio.

Para visualizar los tipos de edificios y sus funciones, NEST cambia el color de cada edificio en función de las características que el usuario entra en la herramienta.

Todos los tipos de suelos del proyecto son caracterizados a través una herramienta NEST que permite tener el tipo de superficie y el impacto que está ligado a la solución elegida. (Grande vía, camino peatonal, espacio verde, jardín...)

energy consumption during use. This reflects also the well oriented strategy toward a neighborhood with low energy consumption, renewable energy production and well oriented buildings.

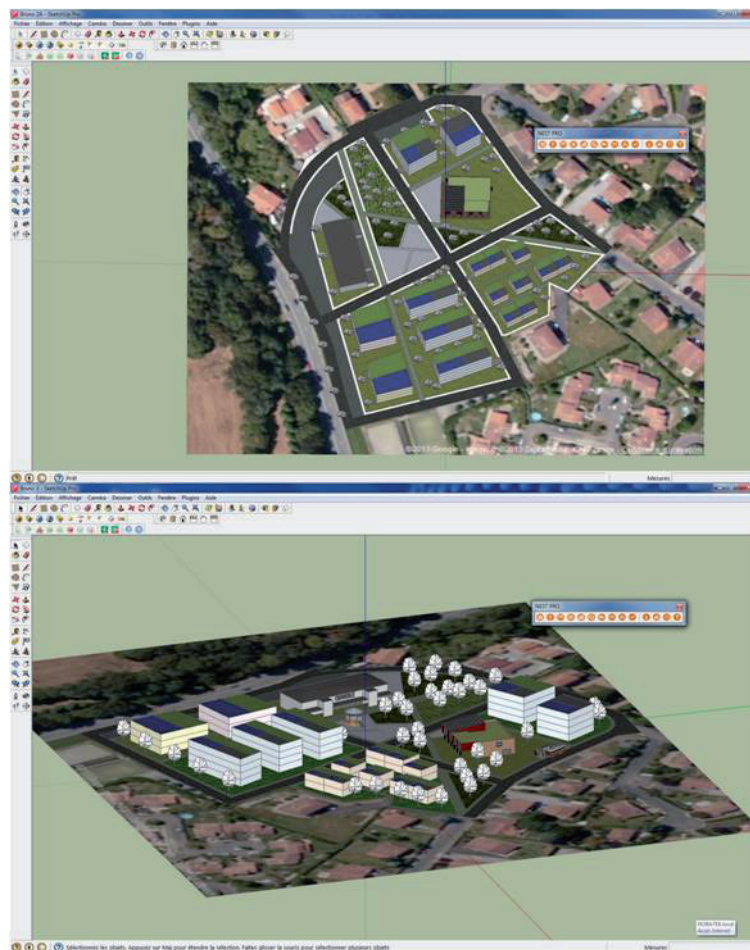
We also observe the impact of a neighborhood facilitating pedestrian movements and cycling with a quite low level of transport impact.

Climate change (CO₂ emissions)

Individual transport is the activity generating the greatest impact for this indicator with 64% of the emissions, public transport generating 14% and construction and use of buildings at lower levels with 7% each. This is explained by the 10 km distance between the site and the main economic area, and also by the fact that electricity use is a low generator of CO₂ in France (for energy consumption in buildings). In Scenario 2, these percentages are higher.

Fig. 2. Modelización NEST del escenario 1 en planta y en perspectiva.

NEST modeling scenario 1 in plan and perspective.



A nivel de resultados del escenario 1:

Consumación de energía primaria

La construcción de los edificios es lo más impactante en este escenario con un 58%, luego está el uso de los edificios (aproximadamente 23%). El tipo de edificios colectivos influye en estos resultados particularmente a nivel de la construcción pero puede también observarse que la consumación energética al uso es relativamente bajo y refleja bien la estrategia de orientarse a un barrio a bajo consumo energético con uso de energías renovables y edificios bien orientados.

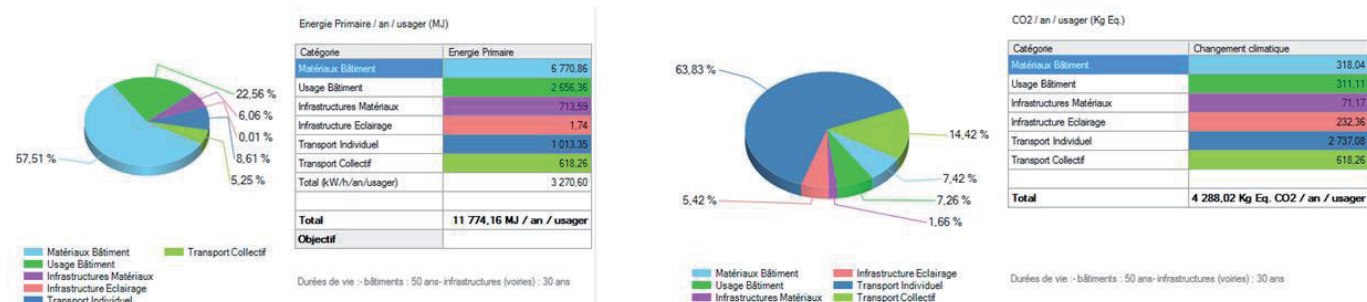
Otra estrategia que puede medirse a través este indicador es la búsqueda de un barrio que facilita los desplazamientos peatonales y en bicicleta así como una utilización del

Territory and Biodiversity

The score of biodiversity loss is linked to the transformation and occupation of the land. It is negative in scenario 1 because the project provides more vegetated areas to the site than it was before. The measurement of this indicator shows in this case that a planning project may beneficiate to biodiversity.

Waste production

Waste production indicator includes waste from demolition, construction and use of the district. In Scenario 1 all buildings have a place for recycling where people can sort their waste in an optimized way. Another measure is to install organic waste composters at the bottom of every building and every individual houses. To minimize the waste



transporte público en un 22% esto genera un impacto, aunque débil, pero muestra el camino y el efecto de tener este tipo de objetivo. A nivel de energías renovables los edificios cuentan con soluciones fotovoltaicas y térmicas para la producción de agua caliente.

Cambio Climático, Emisiones CO₂

El transporte individual es la actividad que impacta más en este indicador con un 64%, el transporte colectivo con un 14% y después tenemos la construcción y el uso de los edificios con un 7% cada uno. Esto se explica por la distancia de 10Km entre el sitio del barrio y la ciudad centro de actividades. En el escenario 2 estos porcentajes son mayores.

Territorio y biodiversidad

El score de pérdida de biodiversidad ligada a la transformación del territorio en el escenario 1 es negativa porque el proyecto aporta espacios verdes que no habían en el sitio antes de la transformación.

La medida de este indicador muestra que la creación del barrio permite realizar una ganancia de biodiversidad. El sitio está lejos de la ciudad pero el suelo que se transforma es un suelo artificial donde no hay ni bosques ni espacios verdes de calidad.

Producción de desechos

En el escenario1 todos los edificios tendrán un local destinado al reciclaje donde los habitantes podrán clasificar sus desechos para optimizar la colecta. Otra medida es tener un compostador de desechos orgánicos al pie de cada edificio y en todas las casas individuales. Para minimizar los desechos producidos por la construcción de los edificios un pliego de condiciones sobre las obras limpias es obligatorio para todos los edificios del barrio y serán destinadas a los promotores inmobiliarios y constructores. Para la fase explotación es previsto crear diferentes actividades para incitar a los futuros habitantes a los gestos eco responsables.

Polución del Aire

La polución del aire en el barrio esta esencialmente ligada al transporte individual (aproximadamente 84%). No hay en el barrio ninguna fuente local de polución en términos de calefacción (calefacción colectiva o de biomasa).

Consumo de agua

La decisión de poner en obra algunas estrategias de economía de agua potable como los sistemas hidroeconomicos en todos los edificios, la recuperación y el tratamiento del agua potable y del agua de lluvia, muestra en este indicador su impacto. De una parte existe una utilización importante de agua no potable que hace disminuir el consumo de agua potable.

Indicador social, satisfaccion del usuario

El indicador social en NEST está elaborado sobre la base de

produced by the construction of buildings, a specific “low waste agreement” conceived for real estate developers and builders is mandatory for all buildings to be contracted on this site. These measures, and some others not detailed here, lead to a quite low level of waste production and most of them coming from the initial works.

Air Pollution

Air pollution in the area is essentially tied to individual transport (about 84%).

Consummation of water

Strategies set up for water economy like the installation of water saving systems in all buildings, recovery and treatment of drinking water and rainwater, leads to a quite low impact of water consumption. We observe especially a significant use of non-potable water which decreases the consummation of drinking water. However there is still more to do to manage rain water infiltration through the choice of pavement materials.

Social indicator, user satisfaction

NEST social indicator is developed on the basis of information measurable in the neighborhood, linked to user satisfaction. They take into account the demands of the inhabitants for a better place to live through parks, housing size, availability of parking and public transportation, proximity to shops and services, accessibility to the neighborhood and services, and pedestrian facility.

Scenario 1 shows good results concerning housing, green spaces and parking. In terms of transport and access, the project is good but the location of the neighborhood far away from the city is the delicate point of this project. Accessibility is also penalized because all services cannot be secured within the neighborhood.

Comparison of the two scenarios

The second scenario is based on “business as usual” practices for such type of site: individual houses, large lots, large and numerous roads, mostly mineralized areas, low density, no public space, no public transportation, no renewable energy production neither rain water recovery. The distribution of the population is slightly different with 62% active, 9% children 3-6 years, 10% of children 6-12 years, 19% of retirees. The transports scenarios are shifted to 68% in vehicle and 32% by bus.

The two scenarios were compared thanks to the comparison module within NEST.

To show the comparison of the two projects we have chosen to focus the analysis on certain indicators in particular: energy, CO2, land and water. These indicators all show the impacts of the project, issues concerning the site, the importance of the density and the relevance to discuss at an early stage of the proposed strategies to create sustainable neighborhoods.

Fig. 3. Indicador energía primaria y indicador cambio climático.

Primary energy and climate change indicators.

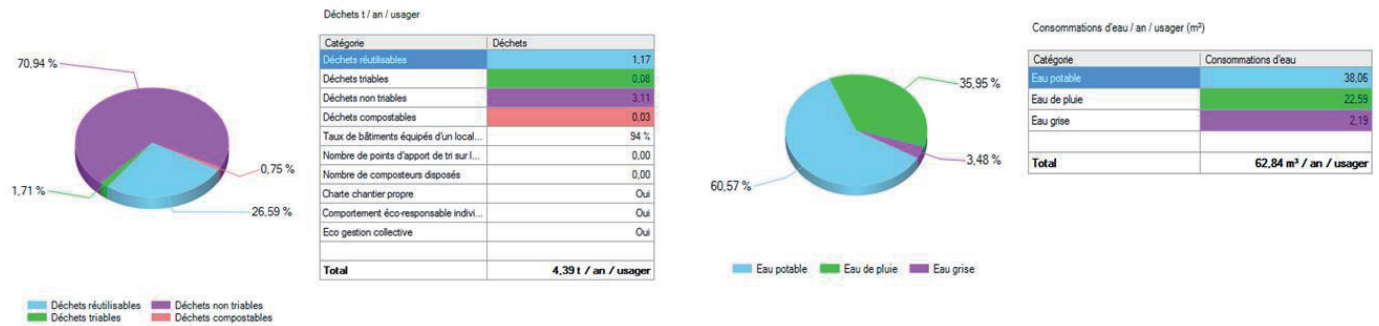


Fig. 4. Indicador desechos e indicador agua.
Indicator of waste water.

las informaciones mesurables del barrio que están ligadas a la satisfacción del usuario. Se toma en cuenta la demanda del habitante de un mejor cuadro de vida a través de espacios verdes, el tamaño de la vivienda, la disponibilidad de parqueaderos y transporte colectivo, la proximidad de servicios y comercios, la accesibilidad al barrio y a los servicios, la facilidad de paseos peatonales.

Concerniendo la superficie de vivienda, espacios verdes y parking por habitante el escenario 1 tiene un buen resultado. A nivel del transporte y la accesibilidad el proyecto es bueno aunque la localización del barrio frente a la ciudad es el punto delicado de este proyecto pero a nivel de las áreas propuestas para los vehículos el barrio responde a esta necesidad impuesta por la localización del barrio. La accesibilidad es penalizada también porque todos los servicios no podrán ser asegurados al interior del barrio.

Comparacion de los dos escenarios

El segundo escenario que lo llamamos "de base" a estado propuesto en un esquema clásico de las lotizaciones vecinas al sitio (casas individuales, grandes parcelas, muchas vías y espacios mineralizados, poca densidad, ningún espacio público, nada de transporte colectivo, ni sistemas solares, ni recuperadores de agua lluvia). La repartición de la población es diferente con 62% activos, 9% niños 3-6 años, 10% niños 6-12 años, 19% de jubilados. Los activos se desplazan a 68% en vehículo y 32 % en bus. Los dos escenarios fueron confrontados con el modulo de comparación de NEST.

Resultados comparativos:

Para mostrar la comparación de los dos proyectos en NEST hemos elegido enfocar el análisis a ciertos indicadores en particular: Energía, CO₂, territorio y Agua.

Estos indicadores muestran el impacto del proyecto, el problema del sitio, la importancia de la densidad y la pertinencia de discutir en una fase precoz del proyecto de estrategias para crear un barrio sostenible y prever así sus impactos.

En el escenario 2 "de base" el objetivo de 300 habitantes no fue posible de obtenerlo con el modelo de urbanización propuesto, gran consumidor de suelo y de baja densidad.

A nivel del indicador Energía podemos constatar el impacto de este tipo de modelo urbano con el modelo compacto y denso del escenario 1. En el grafico el escenario presentado como sustentable es el "0" y el escenario de base es el "1". Aparecen claramente importantes diferencias que reflejan las elecciones de concepción diversas entre los dos escenarios

In scenario 2 the target of 300 inhabitants was not possible to obtain according to the proposed development model, based a low density.

In the following graph, the two scenarios are presented: the first scenario (sustainable scenario) is the "0" and the baseline scenario is "1". There are clearly important differences reflecting the various design choices between the two scenarios.

Conclusion

The evaluation presented here allowed visualizing the project with two alternatives based on two different urban principles and showed the interest of such quantitative assessment. Sustainability is a complex matter for town planning and it appears clearly in the assessment through the indicators and through the results between the two scenarios: in the first scenario the consumer is clearly less energy consumer (-41%), emits less green house gases (-16%), generates less non recyclable waste (-25%), consume less potable water (-47%), leads to lower outside air pollution (-20%) and shows a better satisfaction. It is also important to note that the neighborhood includes more comfortable buildings with less resource and host a inhabitant capacity 40% greater than for the baseline scenario (300 inhabitants against 215). Cost analysis is also an important part of the assessment and may generate contrast with the environmental assessment. NEST gives first results about investment needs for each scenario but also requires further research to precise cost evaluation through a global view of economical performance generated by sustainability.

This study allowed more globally to show the relevance of an evaluation process for the early phases of urban project design. The development of the NEST tool makes it possible and allows a new approach of knowledge-based design for urban planning. This evaluation is very complementary to the design skills and reveals NEST as a powerful mean to emphasize the dialogue about sustainability performance during the design process between the design team, engineers and the local city.

Conclusión

Este estudio permite mostrar la pertinencia de una evaluación precoz del proyecto urbano en fase esquivo a través la herramienta NEST. Esta evaluación permitió visualizar el proyecto con dos alternativas basadas en dos principios urbanos diferentes y mostro el interés de manera real y cuantitativa de hacer un barrio sostenible. A nivel de la comparación del los dos escenarios muestra que globalmente el escenario 0 es mas durable que el escenario de base: el es menos consumidor de energía primaria (-41%), emite menos cantidad de GES(-16%), genera menos desechos no reciclables (-25%), consume menos agua potable (-47%), contamina menos su aire exterior (-20%) y satisface mas a los usuarios. Todo eso sobre un costo mayor (40%) ligado también a la construcción de edificios colectivos y mejores espacios verdes. Este supuesto sobre costo podrá ser amortizado con un costo al uso menor y la venta de más viviendas, así encontrando un equilibrio financiero. Es importante también señalar que el barrio comporta edificios más confortables y menos consumidores de recursos y una capacidad de acogida superior de 40% (300 habitantes contra 215 para el escenario de base).

Con esta evaluación los actores fueron confrontados a considerar que cada acto de urbanización y cada elección tienen un impacto calculable y que es en un proceso de concepción continua pertinente que estos impactos pueden ser disminuidos y no solamente sobre la base de objetivos de las guías o de los grandes principios del desarrollo durable. Esta evaluación a través NEST nos permitió también ver la importancia del sitio, la localización, el transporte, la transformación del territorio, el uso, la densidad y otros aspectos que generalmente con otras herramientas no pueden ser observados. La herramienta creada permite una visibilidad del proyecto en una globalidad, forma urbana e impactos y es una herramienta de ayuda a la decisión.

El hecho de tener un modelo donde todos los actores visualizan las respuestas y sus impactos permite intercambiar y establecer juntos diferentes estrategias para mejorar el proyecto en el objetivo de crear un barrio sustentable un "Ecobarrio".

Notas Notes

1. Thèse Grace YEPEZ SALMON: «CONSTRUCTION D'UN OUTIL D'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES ECOQUARTIERS : vers une méthode systémique de mise en œuvre de la ville durable; Nobatek/GRECAU-Bordeaux 1: www.nobatek.com/telechargements.html

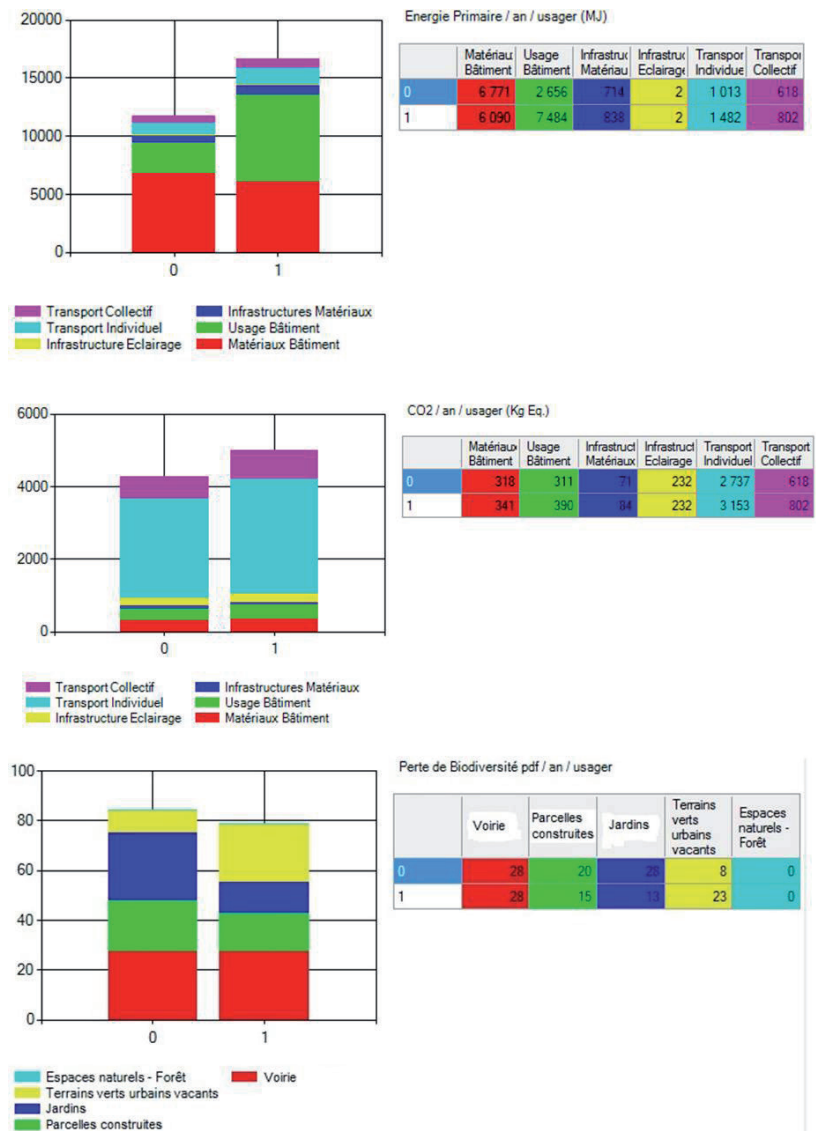


Fig. 5. Comparación de escenarios para los indicadores Energía, CO2, Territorio y biodiversidad.

Comparison of scenarios for indicators energy consumption, climate change and land use / biodiversity

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

- ALLEMAND Sylvain. « Sous la ville durable, Le Genie Urbain », Editions les carnets de l'info, Pa-ris, 2009, 97-131, 163-318p
- Alternatives Économiques n°253, « Leçons de ville », On en parle (beaucoup) mais on ne fait rien (ou presque), La ville durable, un vrai chantier, décembre 2006
- Alternatives économiques, Hors Série n°39, « La Ville autrement », juin 2009
- BARTON Hugh. « Sustainable Communities . The potential for Eco-Neighbourhoods », Earthscan, London, 2000, Edition 2009
- BARTON Hugh. « Shaping neighbourhoods, 2nd edition », Routledge, London, 2010.
- BIGOT François. « L'urbanisme au défi e de l'environnement ». Editions apogée, Rennes, 1994
- BARUCH Giovanni. « Climate considerations in Building and Urban Design», John Wiley & Son, Inc, 1998, 275-301p.
- BONNET, Michel. « Les commandes architecturales et urbaines ». Plan Construction et Architecture.
- BELLANTE Janine. « Vers des quartier durables en France ». Synthèse des travaux du groupe –Chantier « quartier durables » Avril 2007
- CHARLOT-VALDIEU Catherine, OUTREQUIN Philippe. « Ecoquartier : Mode d'emploi ». Editons Eyrolles, 2009.
- CHARLOT-VALDIEU Catherine, OUTREQUIN Philippe. « L'urbanisme durable. Concevoir un écoquartier ». Editons Le moniteurs, 2009.
- CLERC Denis, CHALON Claude, MAGNIN Gerar, VOUILLOT Hervé. « Pour un nouvel urbanisme, la ville au cœur du développement durable ». Vol. Adels, Revue Territoires. Paris: Editions Yves Michel, 2008.
- D. CLERC, C. CHALON, G. MAGNIN, H. VOUILLOT, Pour un nouvel urbanisme. La ville au cœur du développement durable, Éditions Yves Michel, Coll. Société civile, Paris, 2008, 157p.
- COUTARD Olivier, LEVY Jean -Pierre. « Ecologies urbaines ». Paris, Ed. Economica, 2010.
- DA CUNHA , KNOEPFEL P, LERESCHE J-P. «Enjeux du développement urbain durable. Transformations urbaines, gestion de ressources et gouvernance ». Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2005,471 p.
- Diagonal, n°178, « Éco-quartiers. Les pionniers font école », novembre 2008, pp 41-42
- Diagonal, Dossier « Eco-quartiers : un concept qui prend formes », n°178, novembre 2008, pp.32-62
- EMILIANOFF Cyria - STEGASSY Ruth « Les pionniers de la vile durable ; Récits d'acteurs, portraits de villes en Europe », éditions autrement, Paris 2010
- EMELIANOFF C. « À quoi servent les éco-quartiers ? », Entretien par A. LOUBIÈRE, in Alternatives économiques, Hors Série n°39, « La Ville autrement », juin 2009
- Energie Cites-ADEME. "Dossier ; Urbanisme - énergie: les éco-quartiers en Europe", Janvier 2008.
- FARR Douglas. «Sustainable urbanism. Urban design with nature», John Wiley & Sons, Inc. 2008
- HIGUERAS Ester. « Urbanismo bioclimatico » Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2006
- LAMBERT Laurence. "Quartier durable: Pistes pour l'action locale", Etude N°1, Décembre 2001, Etopia
- LAFFERTY W. L. Sustainable communities in Europe, edt. Earthscan, London, 2001
- LEFÈVRE P. « Voyages dans l'Europe des villes durables », CERTU/PUCA, coll. Recherches N°188, 2008
- LEFÈVRE P. SABARD Michel « Les Ecoquartiers », Editions Apogée, 2009
- ONU, United Nations Human Settlements Programme. «Planning sustainable cities: Global repport on human settements 2009». ONU, 2009.
- ONU-Habitat. "Cities and Climate. Report on Human Settlements 2011". ONU.org, 2011.
- PEUPORTIER Bruno, POPOVIC Emil, TROCME Maxime. «Analyse de cycle de vie à l'échelle du quartier.» Analyse de cycle de vie à l'échelle du quartier. Chambéry: Séminaire ADEQUA, Chambéry, octobre, 2006.
- PEUPORTIER B. « Eco-conception des bâtiments et quartiers », Presses Mines ParisTech, 2008
- PETITPREZ Cécilia, DI JORIO Jean-Alain, CUFFINI-VA. « Les spécificités des éco-quartiers français », Territoires Juin-juillet 2010.
- PUCA, « Quartiers durables, vers une ville viable », Journée d'information du PUCA : Ville et recherche urbaine à Grenoble, supplément premier plan juin 2007.
- SQUAMI T. « Écoquartiers, secrets de fabrication. Analyse critique d'exemples européens », Éditions les Carnets de l'info, Coll. Modes de ville, Paris, 2009, 207 p.
- SCHAEFFER Verena et BIERENS DE HAAN Camille. « Quartiers durables : l'originalité néerlandaise. Processus de mise en place, modes de financement et types de mixité »
- VERDIER Philippe. « Le projet urbain participatif, apprendre à faire la ville avec ses habitants ».Editions Yves Michel,Paris

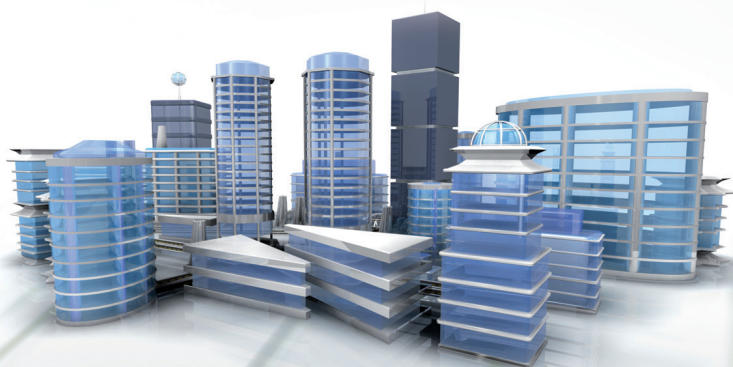
2009. 151-248p.

VAQUIN Jean-Baptiste, DIAB Youssef. « Génie urbain et ville durable » tome 3, Université d'été 2009. Ecole des Ingénieurs de la ville de Paris, 2009

YEPEZ-SALMON Grace. « CONSTRUCTION D'UN OUTIL D'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES ECOQUARTIERS : vers une méthode systémique de mise en œuvre de la ville durable », Thèse doctoral Université Bordeaux1, Bordeaux, France, 2011

Eficiencia Energética a través del Control Inteligente de Edificios

ARENA ofrece la solución ideal para la gestión local y remota del Control de Edificios. El acceso remoto se realiza a través de internet.



Características destacables

- Monitorización en tiempo real del estado de la instalación y recepción de notificaciones e informes vía correo electrónico. Las operaciones a realizar pueden llevarse a cabo de manera remota o desde la propia instalación.
- Posibilidad de cambios en la programación y en el ajuste de los parámetros de control.
- Acceso al control de los edificios en tiempo real y optimización de la eficiencia energética de las instalaciones.

Sedical, por servicio y calidad

www.sedical.com



Caracterización y evaluación de pavimentos de alta reflectancia solar para aplicaciones urbanas

Characterisation and assessment of solar reflective pavements for urban applications

Michele Zinzi¹, Emiliano Carnielo², Ambra Angelini³, Gaetano Fasano¹

RESUMEN

Los materiales fríos se caracterizan por una alta reflectancia solar obtenida por el uso de colores claros o con productos de vanguardia de colores más oscuros pero de elevada reflectancia. Estos materiales pueden ser utilizados para la envoltura del edificio, en particular para techos, sino también como recubrimiento para las superficies del tejido urbano. Dada la alta reflectancia solar y la alta emisividad infrarroja, son capaces de permanecer frescos bajo la radiación solar manteniendo la temperatura superficial inferior a los materiales de construcción habituales. La consecuencia es una reducción del flujo de calor transmitido en el interior en caso de aplicaciones de construcción y la reducción del calor transferido al aire exterior por convección en el caso de aplicaciones en estructuras urbanas. En ambos casos, los materiales fríos son una estrategia importante para mitigar dos fenómenos surgido en el pasado que afectan sobre la energía y la calidad medioambiental de las ciudades con climas templados: el aumento del consumo de energía para enfriar los edificios y el efecto isla de calor. Los techos fríos han sido estudiados y comprobados en los últimos años y ahora se consideran como una tecnología madura y eficaz para muchos tipos de edificios y en diferentes climas. Mejorías significativas también se consiguieron para materiales fríos en aplicaciones urbanas; aunque algunos productos están disponibles comercialmente siguen siendo despreciables en el mercado. La primera parte de este documento está dedicada a la caracterización y evaluación de un nuevo producto utilizado en la pavimentación de carreteras y calles peatonales. El producto tiene como base el hormigón poroso en lugar del asfalto porque ha una potencia más alta de reflexión. La segunda parte está dedicada al estudio del clima urbano cuando las superficies oscuras son reemplazadas por soluciones técnicas con un albedo más alto. Por fin, el artículo describe las intervenciones futuras de planificar para mejorar las características de los productos objeto de este estudio.

Palabras clave: materiales fríos, reflectancia solar, efecto isla de calor, confort térmico.

ABSTRACT

Cool materials are characterised by high solar reflectance, achieved by the use of white and light colours or by advanced products with darker colours but high near infrared reflectance. These materials can be used for the building envelope, in particular for roofs, but also as coating for the surfaces of urban texture. Due to the high solar reflectance and the high infrared emissivity, they are able to remain cool under the solar radiation, keeping the surface temperature lower than usual construction materials. The consequence is the reduction of the heat flux transmitted to the indoor in case of building applications and the reduction of the heat released to the outdoor air by convection in case of urban texture applications. In both cases, cool materials are an important strategy to mitigate two serious phenomena emerged with emphasis in the recent past, which affect the energy and environmental quality of cities in temperate climates: the increase of energy consumption for cooling down buildings and the urban heat island effect. Cool roof have been studied and tested in the past years and now they are considered as a mature and efficient technology for many building categories in different climates. Significant improvements were also achieved for cool materials in urban applications, even if few products are commercially available and the market penetration is still negligible. The first part of this paper is dedicated to the characterisation and the assessment of a new product used for road and pedestrian pavements. The product is based on concrete instead of asphalt, which has a higher reflection power of the former. The porosity of the structure gives the product high drain performance, which is a crucial issue for the safety of urban pavements. The solar reflectance of the product was measured with an advanced optical facility for several product configurations: colour of the binder and the dimension of the grains. Spectral measurements were carried out for the whole solar range and luminous and NIR reflectance values were calculated as well. Measurements were also replicated

Key words: Cool materials, solar reflectance, urban heat island, thermal comfort

(1) ENEA UTEE-ERT, Rome, Italy. Contact info: michele.zinzi@enea.it

(2) Università degli Studi Roma Tre

with a commercial spectrophotometer in order to check conventional measurement techniques applied to rough and not uniform materials. Significant differences emerged during this additional test and the results will be addressed in other publications. The second part is dedicated to the evaluation of the urban climate when existing dark surfaces are replaced by higher albedo solutions. Simulations of a portion of a Mediterranean city were carried out using the ENVI-met software, a calculation engine able to predict the evolution of the microclimatic parameters in urban

environments. The main results were obtained for different hours of typical days in different seasons. Vertical and horizontal temperature distributions were calculated to compare the different performances between conventional and advanced materials. Also relevant thermal comfort indicators were calculated starting from air temperature, relative humidity and air velocity results. The paper also describes the research actions planned for the next future for further product development.

Introducción

Se estima que hacia el 2030 más del 80% de los habitantes de la Unión Europea vivirá en zonas urbanas [1]. Esta transformación de la distribución de la población entre campos y zonas urbanas afectará la energía, el medio ambiente y la salud pública. Una consecuencia importante, amplificada por el calentamiento global de la tierra, es el fenómeno Isla de Calor Urbana (ICU), que se define como el aumento de la temperatura del aire que rodea las zonas urbanas respecto a las zonas rurales cercanas. La isla de calor depende de la modificación de la superficie del suelo en la zona urbana, donde la vegetación es reemplazada por superficies de construcción: la temperatura superficial de los materiales de construcción se eleva hasta 30 °C por encima de la temperatura ambiente, la energía almacenada se libera en el medio ambiente mediante la transferencia de calor a través de capas sólidas y por convección desde la superficie de los materiales para el aire, con el aumento de las temperaturas internas y externas. También es causada por las actividades humanas: residuos del transporte público y privado, descarga de los sistemas de calefacción, calor disipado por sistemas de aire acondicionado. Diversos estudios han controlado el fenómeno registrando un índice de ICU de intensidad igual a 12 °C [2 - 8]. El ICU tiene una fuerte implicación sobre el rendimiento energético y los costos de los edificios que representan alrededor del 40% del consumo total de energía y el 36% de las emisiones de CO₂ en Europa. La isla de calor urbana conlleva luego peligros no energéticos: confort térmico y problemas de salud son más intensos durante las olas de calor; condiciones favorables para la formación de smog que causa el aumento de la temperatura; emisiones de dióxido de carbono debidas a el elevado consumo de electricidad. Las carreteras, aceras, aparcamientos, zonas peatonales juegan un papel importante en este balance de energía ya que representan aproximadamente el 30 y el 45% de la huella de la ciudad. [9] En esto sentido, los materiales fríos, categoría especial de materiales y componentes que se caracterizan por una alta reflectancia solar capaces de mantenerse frescos bajo radiación solar, suscitan particular interés a la tecnología ya que permiten mitigar las temperaturas urbanas y mejorar la eficiencia energética de los edificios. Se caracterizan también por altos valores de emitancia de la luz infrarroja. Mientras que los materiales fríos aplicados a las coberturas (techos frescos) son ahora una tecnología establecida, el mismo todavía no es para las aplicaciones a las pavimentaciones frías. Las pavimentaciones frías tienen muchas posibilidades de reducción de los consumos eléctricos y pueden mejorar la calidad del aire [10-16]. Los materiales fríos pueden ser fabricados usando pinturas de aplicarse en el asfalto existente [17] o utilizando materiales a base

Introduction

It is estimated that more than 80% of the EU inhabitants will live in urban areas by 2030 [1]. This transformation of the population distribution between country and urban areas will affect energy, environment and public health conditions. A critical consequence, amplified by the global warming, is the Urban Heat Island (UHI) phenomenon, defined as the increase in urban air temperature compared to surrounding rural areas and characterised by cooler air temperature profiles. The urban heat island depends on the modification of the land surface in the urban area, where the vegetation is replaced by construction surfaces, characterised by high solar absorption, high impermeability and thermal properties, which enhance the energy storage and the heat release. The urban heat island is also caused by anthropogenic activities: exhaust of public and private transports, exhaust of building heating systems, heat dissipated by air conditioning systems. Several studies monitored the phenomenon and it was possible to register UHI intensities up to 12°C [2 - 8].

The UHI has a severe implication on the energy performances and costs of buildings which accounts for approximately 40% of total final energy consumption and 36% of CO₂ emissions in Europe. The urban heat island implies also non-energy hazards: thermal comfort and health problems are more intense during heat waves; favourable conditions for the smog formation associated to temperature increase; carbon dioxide emissions due to higher electricity consumptions.

The surface temperature of construction materials rises up to 30°C above the ambient temperature, the stored energy is then released to the ambient by heat transfer through solid layers and by convection from the material surface to the air, with the increase of the outdoor and indoor temperatures. Roads, sidewalks, parking lots, pedestrian zones play a relevant role in this energy balance, since they account for about 30 and 45% of the city footprint [9]. Typical solar reflectance values of the most used materials are: 5% for new asphalt (the black tar uniformly covers the aggregate); 15% for the aged asphalt (aggregate emerges on the asphalts surface); 25% concrete.

Cool materials are a particular category of materials and components characterized by higher solar reflectance which are able to remain cool under the solar radiation. The technology arouses interest as it allows to mitigate the urban temperatures, as well as to improve the energy performance of buildings. These materials have high solar reflectance values, which reduce the solar radiation absorbed by conventional building materials and limit the surface temperature rise in the presence of high solar loads.

de cemento con estructura porosa (contribución adicional a la reducción de la temperatura superficial). Este estudio presenta los resultados de las actividades llevadas a cabo por estos últimos incluyendo las pruebas de laboratorio y análisis numéricas.

Descripción de los materiales analizados

El material ensayado en este estudio es un hormigón poroso utilizado como cobertura para las carreteras y aceras. Se caracteriza por una potencia de drenaje de agua de lluvia, dependiente del tamaño de partícula, mucho más alto que el suelo natural. El aglutinante de cemento ha sido tratado para obtener diferentes tonos de gris. Tres colores y dos tamaños de granos se midieron para evaluar las propiedades ópticas. Las cuatro muestras seleccionadas son:

1. Blanco - tamaño de los granos 6 mm
2. Blanco - tamaño de los granos 12 mm
3. Gris - tamaño de los granos 12 mm
4. Gris - tamaño de los granos 12 mm

Caracterización solar

La caracterización se ha realizado mediante medidas con un instrumento comercial: espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 950, equipado con una esfera de integración con un diámetro de 15 cm, cubierto con Spectralon, material con alta reflectividad en toda la gama solar. La esfera de integración se requiere sobretodo para la medición de materiales de difusión. Las medidas se llevaron a cabo entre 300 y 2500 nanómetros, con una resolución espectral de 5 nm. La apertura a ranura se a fijado en 2 nm en el rango visible y en el modo servo (diafragma ranurado variable de acuerdo con la entrada de energía óptima) en el campo infrarrojo. Dada la rugosidad de las muestras y la geometría del rayo de la fuente de luz (alrededor de 1 cm²), se llevaron a cabo cinco medidas sobre cada una de las cuatro muestras. Los valores integrados en el rango visible se han calculado a partir de las mediciones espectrales específicas en la norma ISO 9050 [18]. A efectos comparativos, también han probado dos asfaltos tradicionales y típicos:

- Nuevo asfalto (el alquitrán negro cubre completamente los agregados y aparece completamente negro);
- Asfalto envejecido (el alquitrán no cubre completamente los agregados y el aspecto general es de color gris oscuro).

Fig. 1 muestra la reflectancia espectral de las 4 muestras seleccionadas, junto con las muestras de asfalto, en toda la gama solar. Tab. 1 presenta los parámetros integrados por cada uno de los espectros (visible, infrarrojo cercano y solar) de las muestras de hormigón y asfalto. Los resultados indican que los pavimentos de hormigón poroso tienen reflectancia solar mayor respecto a la de asfalto. Desde este punto de vista, los productos estudiados tienen un rendimiento solar avanzado en comparación con los productos convencionales.

La reflectancia solar más alta se mide por la muestra número 2 de color blanco y con granos de 12 mm. Como se esperaba, la reflectancia mínima se mide para la muestra de color gris oscuro, número 4. La diferencia entre la reflectancia solar de las muestras de prueba respecto a el asfalto nuevo varía tra 17.6 y 50,9% (Tabla 1 columna 5); se han medido diferencias menores de reflectancia en

They are also characterised by high infrared emittance values, that are able to emit to the sky during the night and to dissipate the stored heat. These characteristics allow the material to rise its surface temperature few degrees above the air, mitigating the urban heat island effect.

While cool materials for roofing application (cool roof) are an established technology, the same does not apply for cool pavement applications yet. Cool pavements have high potentialities to reduce electricity consumption for cooling and improve air quality [10 - 16]. Cool materials can be manufactured using coatings to be applied on existing asphalts [17]. Another solution is using concrete based materials, which couple the high reflectance, if compared to conventional asphalts, to a porous structure. The effect of the porosity is an additional contribution to the reduction of the surface temperature, due to the evaporation of the water in the substrate. This study presents the results of the activities carried out on porous concrete materials, aimed at improving the urban air temperature, including laboratory testing and numerical analyses.

Description of the tested materials

The material tested in this study is a porous concrete used as cover for roads and pavements. It is characterized by a water draining power much higher than the natural soil depending on the grain size. The concrete binder was treated to obtain different shades of grey. Three colours and two different sizes of the grains were measured in order to evaluate the optical properties. The four selected samples are:

1. White - Grain Size 6 mm
2. White - Grain Size 12 mm
3. Light Grey - Grain Size 12 mm
4. Dark Grey - Grain Size 12 mm

Solar characterisation

The optical characterization was carried out through measurements with a commercial instrument: the spectrophotometer Perkin Elmer Lambda 950, equipped with a 15 centimetres diameter integrating sphere, coated in Spectralon, a material with high reflectivity in the whole solar range. The integrating sphere accessory is necessary when testing diffusing materials. Measurements were carried out between 300 and 2500 nanometres, with a spectral resolution of 5 nm. The slit aperture was set to 2 nm in the visible range and in servo mode (slit aperture variable according to the optimal energy input) in the near infrared range. Because of the rugosity of the samples and the geometry of the light source beam (around 1 cm²), five measurements were carried out on each of the four specimen. Integrated values in the visible, near infrared and solar spectra were calculated starting from the spectral measurements according to the procedures defined in ISO 9050 [18]. For comparison purposes also two conventional and typical asphalts were tested:

- New asphalt (the black tar covers completely the aggregates and it appears fully black);
- Aged asphalt (the tar does not completely cover the aggregates, which surface and turn the global appearance in a dark grey).

Fig. 1 presents the spectral reflectance of the four selected samples, together with the asphalt samples, in the whole solar range. Tab. 1 presents the integrated parameters in

Fig. 1. Reflectancia espectral de las muestras de cemento y de los asfaltos convencionales.

Spectral reflectance of concrete samples and conventional asphalts

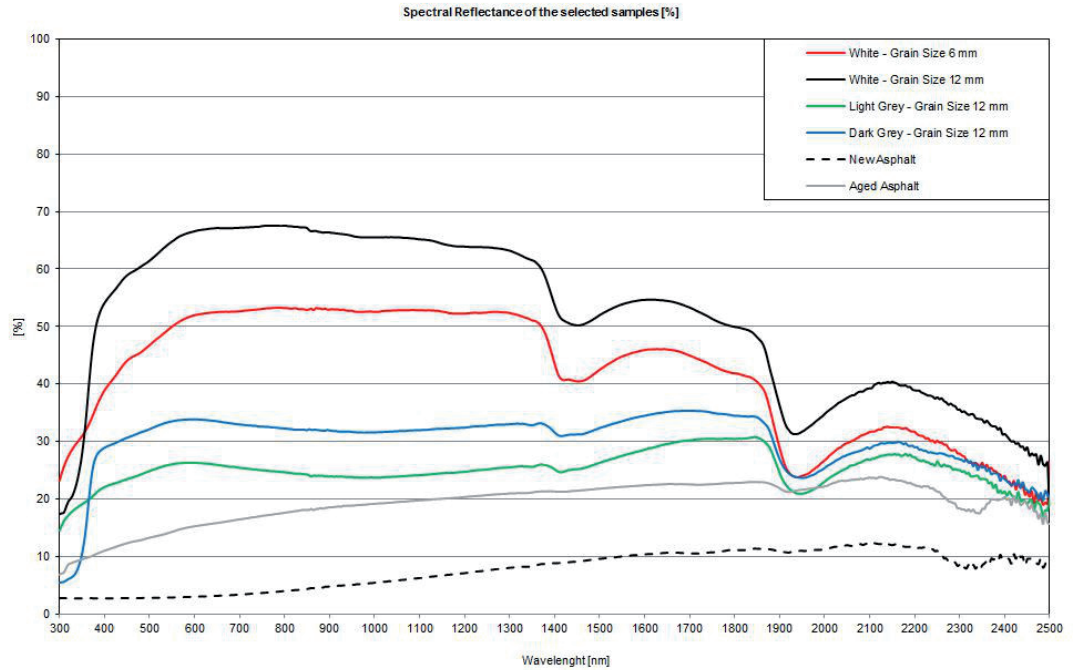


Tabla 1. Valores integrados de pavimentos en hormigón poroso y asfalto convencional. Integrated values of porous concrete pavements and conventional asphalt.

	ρ_e	ρ_{NIR}	ρ_v	$\frac{\rho_e - \rho_{e \text{ - pe new asphalt}}}{\rho_e - \rho_{e \text{ - pe nuevo asfalto}}}$	$\frac{\rho_e - \rho_{e \text{ - pe aged asphalt}}}{\rho_e - \rho_{e \text{ - pe asfalto envejecido}}}$
Blanco - 6 mm de tamaño de grano White - Grain Size 6 mm	45	46	46	41	29
Blanco - 12 mm de tamaño de grano White - Grain Size 12 mm	56	56	57	51	39
Claro - Gris 12 mm de tamaño de grano Light - Grey Grain Size 12 mm	30	31	31	26	14
Oscuro- Gris 12 mm de tamaño de grano Dark - Grey Grain Size 12 mm	22	23	23	18	6
Nuevo asfalto New Asphalt	5	7	3	---	---
Asfalto envejecido Aged Asphalt	17	20	14	---	---

comparación con un asfalto viejo: varían entre 5,6 y 38,9 % (Tabla 1 columna 6). De acuerdo con el gráfico y la tabla, se puede ver que la reflectancia en el rango infrarrojo tiene casi el mismo valor que la del campo luminoso. Esto significa que los productos no son espectralmente selectivos en la región NIR. El fin último es incrementar la reflectancia solar sin afectar el color y esto se puede lograr mediante la mejora de la reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR) sin cambiar el valor en el visible.

Análisis numérica del impacto a nivel urbano

El análisis numérico se ha realizado para investigar sobre el rendimiento de los productos aplicados a una zona urbana. El instrumento utilizado para evaluar el impacto de estas pavimentaciones innovadores sobre la temperatura exterior es el ENVI-met: utiliza un método de cálculo determinístico SVAT (suelo, vegetación y atmósfera de transferencia) que opera a nivel de micro-escala y que es capaz de simular la evolución en el tiempo de algunos parámetros de la dinámica de termo-fluidos dentro de un dominio tridimensional. Grandes sectores de una zona urbana con edificios, caminos y vegetación pueden ser implementados en el dominio de la red y también se pueden cambiar las propiedades térmicas y ópticas de

the relevant spectra (visible, near infrared and solar) of the concrete and asphalt specimen. The results show that porous concrete pavements have higher solar reflectance than asphalts. From this point of views, the products present enhanced solar performances compared versus conventional products.

The highest solar reflectance is measured for the sample number 2, off white coloured and with grains sized 12 mm. As expected, the lowest reflectance is measured for the dark grey sample, number 4. The difference in solar reflectance of the tested samples respect to the new asphalt ranges between 17.6 and 50.9% (Tab. 1 column 5); smaller reflectance differences are measured versus the aged asphalt: they range between 5.6 and 38.9% (Tab. 1 column 6).

If the increase of solar reflectance is an important step, the results also show that there is a significant potential for improvement. According to the graph and table, it can be seen that the near infrared reflectance presents almost the same value of the luminous one. This mean that the products are not spectrally selective in the NIR region. The final achievement would be an increased solar reflectance without altering the actual colour render and this can be obtained improving NIR reflectance while maintaining the same value in the luminous band.



Fig. 2. Prati en una representación 3D procesada con ENVI-MET y posición de los sensores.

Prati district in a 3D view processed with ENVI-met and receptor position

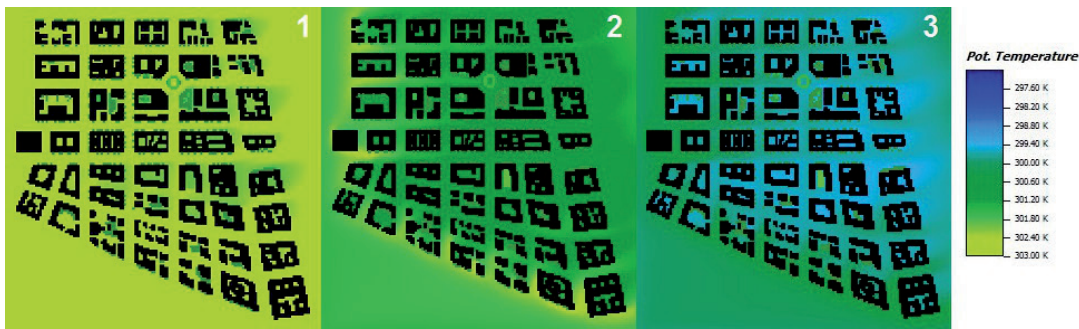


Fig. 3. Primavera - Distribución horizontal de la temperatura del aire externa (20th April 2.00 p.m.)

Spring - Horizontal distribution of outdoor air temperature (20th April 2.00 p.m.)

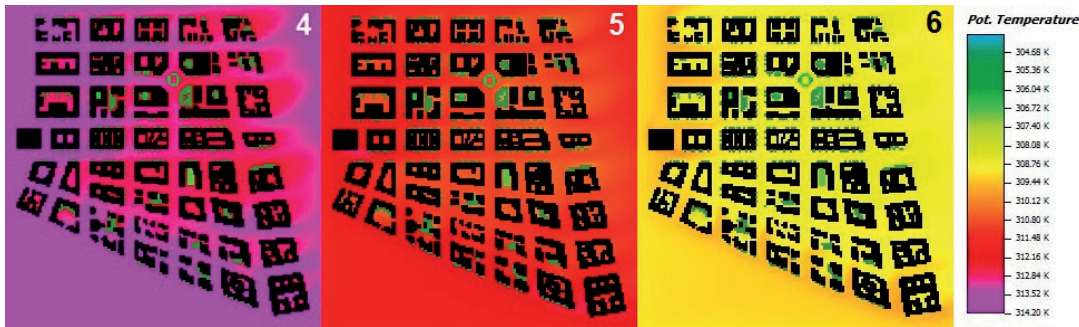


Fig. 4. Verano - Distribución horizontal de la temperatura del aire externa (20th July 2.00 p.m.)

Summer - Horizontal distribution of outdoor air temperature (20th July 2.00 p.m.)

algunos elementos, como la temperatura interior de los edificios, la transmitancia térmica y la reflectancia de las superficies [19]. La zona elegida es una parte del distrito de Prati, zona densamente urbanizada de 580.000 m² situada en el centro de Roma.

El propósito del estudio era verificar la posible disminución de la temperatura externa dada por la aplicación de estas pavimentaciones en hormigón. Dentro del mapa se han posicionado dos receptores, a través de la interfaz ENVI-met, para un monitoreo más preciso de la temperatura del aire exterior y de la humedad relativa a diferentes alturas. El receptor 1 ha sido colocado dentro de una zona verde, mientras que el receptor 2 en una de las zonas más críticas térmicamente y sin vegetación. Las simulaciones se han llevado a cabo en primavera y verano cubriendo las horas del mediodía, de 10.00 a 14.00, con tres valores diferentes de reflexión solar por asfaltos: 10% asfalto convencional, 32% hormigón gris y 56% hormigón blanco.

Las figuras 3 y 4 presentan una visión general ENVI-met del campo de temperatura del aire externa, a las 14,00, conectado a un plano horizontal situado a 3 metros por encima del suelo, el 20 de abril y el 20 de julio. Los edificios se resaltan en negro, la vegetación en verde. En primavera la temperatura del aire disminuye en promedio

Numerical analysis of the impact at urban level

A numerical analysis was carried out to investigate the performances of the products applied in an urban area. ENVI-met tool was used to evaluate the impact of these innovative pavements on outdoor temperature. This software uses a deterministic calculating method called S.V.A.T. (Soil, Vegetation and Atmosphere Transfer) and operating at micro-scale level can simulate the evolution in time of several thermo-fluid dynamic parameters inside a three-dimensional domain. Entire portions of an urban area with buildings, road and vegetation can be implemented in the calculation domain and it is also possible to edit the thermal and optical properties of elements, such as temperature inside buildings, thermal transmittance and reflectance of the surfaces [19]. The chosen neighbourhood is a portion of Prati district, a densely urbanized area of 580,000 m² located in the centre of Rome.

The aim of the study was to test the possible decrease in outdoor temperature due to an application of these concrete pavements. Inside the map two receptors were also placed, through the ENVI-met interface, for more accurate monitoring of the outside air temperature and relative humidity at different heights above the ground. Receptor

de 1,5 °C pasando de un tejido urbano hecho de asfaltos convencionales (número 1 en la Fig. 3) a un área cubierta con el hormigón gris de drenaje (número 2 en la Fig. 3). Por el hormigón blanco de drenaje (número 3 en la Fig. 3) la temperatura disminuye aún más, con una diferencia media de 3,3 °C. Durante el verano, la disminución de la temperatura del aire es aún mayor. En comparación con la configuración convencional (número 4 en la Fig. 4), la aplicación de un cemento gris de drenaje reduce la temperatura ambiental de 2 °C (número 5 en la Fig. 4), llegando a 4,4 °C para la aplicación de hormigón blanco (número 6 en la Fig. 4).

Las aceras de cemento gris y blanco se mantienen más frescas bajo radiación solar, gracias a la alta reflectancia solar tenida, dando lugar a una temperatura superficial menor que la del asfalto convencional. Una superficie más fría induce una transferencia de calor convectivo y radiativo inferior en el medio ambiente que implica una reducción de la temperatura del aire.

La Fig.5 muestra el perfil vertical de la temperatura del aire durante dos temporadas. La temperatura se calcula a partir de una altura de 0 metros a 58 metros, límite superior del dominio de cálculo tridimensional. La variación de temperatura para las tres configuraciones de reflectancia son muy similares y la diferencia permanece casi constante en relación con la altura. Este resultado es una prueba más de cómo los productos analizados en este estudio podrían afectar de manera clara y radical las condiciones térmicas de la zona considerada mejorando el confort. Debe tenerse en cuenta el diferente comportamiento de los dos receptores entre 0 y 25 metros causado por las plantas y árboles altos que modifican el perfil de la temperatura del receptor 1. La diferencia máxima es de 1,3 °C a 4,5 m de altura durante el verano para la configuración convencional. Por encima del límite de 25 m las dos tendencias de temperatura se convierten en superpuestas porque el receptor 1 no está ya influenciado por la vegetación.

Análisis confort

Con los resultados obtenidos a partir de las simulaciones, el nivel de confort se ha calculado utilizando el Índice de

1 was positioned inside a green area, while receptor 2 in a more thermally critical zones with no vegetation. Fig. 2 shows the selected area and the receptors positions.

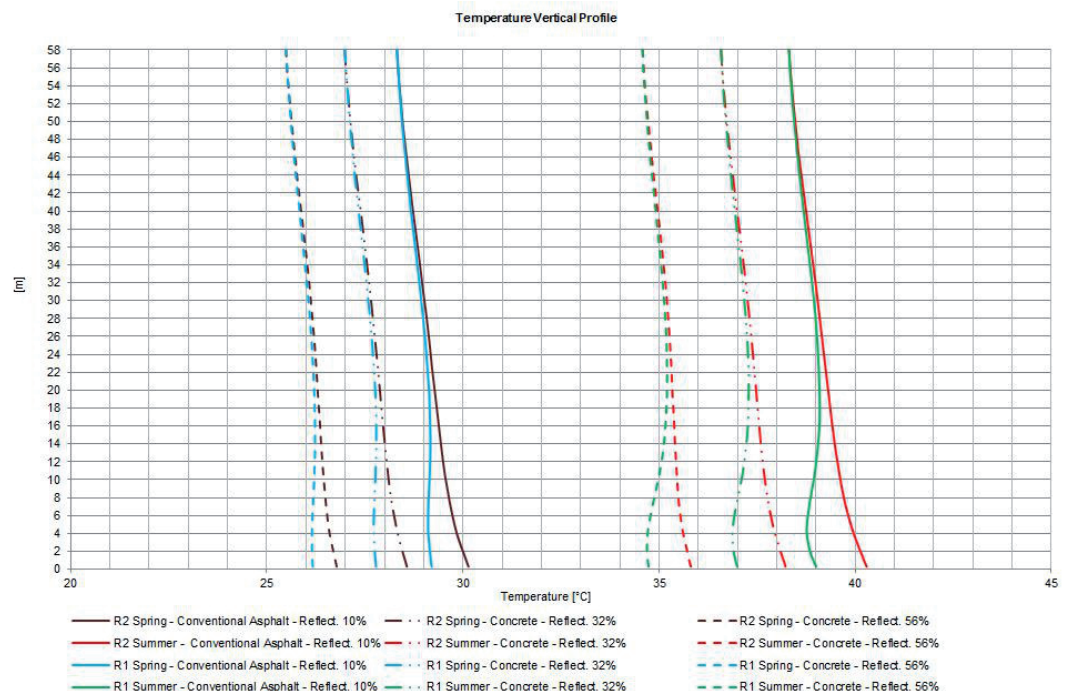
Simulations were performed in spring and in summer covering the central hours of the day, from 10.00 a.m. to 2.00 p.m., with three different values of solar reflectance for asphalts: 10% to simulate a conventional asphalt, 32% and 56% to simulate respectively grey and white concrete pavement. Fig. 3 and 4 present an ENVI-met overview of the outdoor air temperature field at 2.00 p.m. related to a horizontal plane 3 m high above the ground respectively on 20th April and on 20th July. Buildings are highlighted in black, vegetation in green. In spring the air temperature decreases by an average of 1.5 °C passing from an urban texture made up of conventional asphalts (number 1 in Fig. 3) to one in which the area was covered with the grey draining concrete (number 2 in Fig. 3). Considering, instead, the white draining concrete (number 3 in Fig. 3), the temperature decreases further, with an average difference of 3.3 °C. During summer the air temperature decrease is even higher. If compared to conventional configuration (number 4 in Fig. 4), a grey draining concrete application reduces the environment temperature of 2 °C (number 5 in Fig. 4), reaching 4.4 °C for a white concrete application (number 6 in Fig. 4).

The grey and white concrete pavements stay cooler under solar radiation, due to their high solar reflectance, determining a lower temperature surface if compared to the one of the conventional asphalt. A cooler surface induces a lower convective and radiative heat transfer to the environment resulting in a decrease of air temperature.

Fig. 5 shows the air temperature vertical profile during the two seasons previously considered at the same simulation time. The temperature was calculated from a height of 0 m to 58 m, the upper limit of the three-dimensional calculation domain. The temperature trends for the three reflectance configurations are very similar and the difference in temperature remains almost constant with regards to height. This result is a further demonstration of how the products analysed in this study could clearly and radically influence the thermal conditions of the considered area, improving comfort even at significant heights above

Fig. 5. Distribución horizontal de la temperatura del aire exterior para los receptores 1 y 2 en primavera y verano .

Vertical distribution of outdoor air temperature for receptors 1 and 2 in spring and summer.



Discomfort(DI) desarrollado por Thom CE [20] que combina en un solo valor el efecto de temperatura, humedad y circulación del aire. La temperatura del aire y la humedad relativa se han tomado por los datos almacenados en el receptor 2, térmicamente más crítico. El índice se ha calculado utilizando la siguiente ecuación:

$$DI = 0.4 \cdot (T_a + T_w) + 4.8$$

T_a y T_w son respectivamente la temperatura del bulbo seco y del bulbo húmedo.

El índice se ha calculado tanto en primavera como en verano de 10.00 a 14.00. La Fig.6 muestra cómo el DI se ve influenciado positivamente por el aumento progresivo en el valor de la reflectancia solar del tejido urbano.

Discusión y conclusión

Los pavimentos de hormigón, utilizando aglutinantes no negros, tienen una mayor reflectancia solar que los materiales convencionales. El aumento de la reflectancia solar junto con la alta porosidad hace que estos productos sean interesantes para mitigar la isla de calor urbana. En cuanto a las propiedades solares los principales resultados son los siguientes:

- la reflectancia solar aumenta en función del color del material: más claro mejor;
- la reflectancia solar es inversamente proporcional al tamaño de las partículas, por lo menos para los productos sometidos a prueba;
- el producto estudiado no tiene mejores propiedades NIR, mientras que este es un aspecto crucial para lograr una alta reflectancia solar manteniendo la reflectancia de la luz a niveles moderados.

Los resultados de este estudio ponen en relieve cómo estos materiales "nuevos" pueden haber un impacto significativo en la disminución de la temperatura media del aire del medio ambiente. El caudal calculado de esta disminución, en un día de verano, llega a un máximo de 4,4 °C, manteniendo esta diferencia casi constante a lo largo de la altura media de los edificios. El uso masivo de estas tecnologías innovadoras, combinadas con un aumento de

the road level, well beyond the average height of buildings. It has to be noticed the different behaviour of the two receptors between 0 and 25 m due to tall plants and trees that modify the temperature profile of receptor 1 by means of evapotranspiration phenomena. The maximum difference is 1.3 °C at 4.5 m height, during summer for the conventional configuration. Beyond the limit of 25 m the two temperature trends become superimposed because receptor 1 is no longer influenced by vegetation effects.

Comfort analysis

With the results obtained from the simulations, the level of comfort was calculated using the Discomfort Index (DI) developed by E.C. Thom [20] which combines into a single value the effect of temperature, humidity and air movement on the sensation of hot and cold felt by the human body. Air temperature and relative humidity were taken from the data stored in the more thermally critical receptor, the receptor 2. The index was calculated using the following linear equation:

$$DI = 0.4 \cdot (T_a + T_w) + 4.8$$

Indicating with T_a and T_w respectively the dry bulb and the wet bulb temperature. The index was calculated for both spring and summer, from 10.00 a.m. to 2 p.m. Fig. 6 shows how the DI is influenced positively by the progressive increase of the solar reflectance value of the urban texture.

Discussion and conclusion

Concrete pavements, using non-black binders, have higher solar reflectance than conventional materials used for urban area. The enhanced solar reflectance together with the high porosity makes this product interesting in order to mitigate the urban heat island. In terms of solar properties the main findings are:

- The solar reflectance increases as a function of the material colour; the lighter the latter, the higher the former;
- The solar reflectance is inversely proportional to the grain size, at least for the tested products;

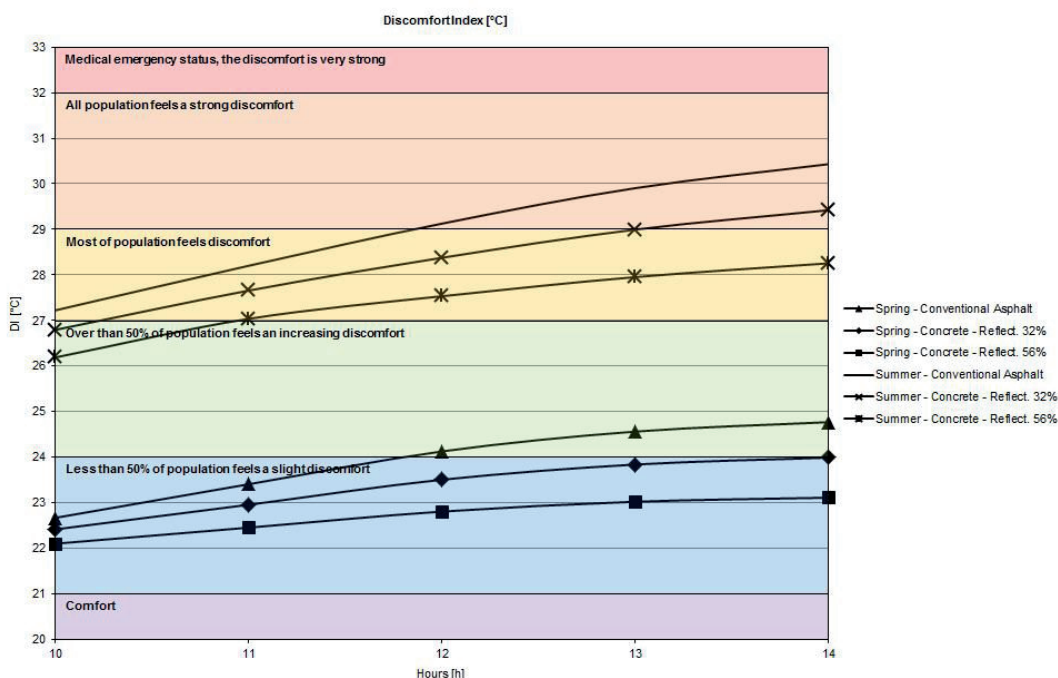


Fig. 6. Índice de malestar calculado en primavera y verano. Discomfort Index DI calculated in spring and summer.

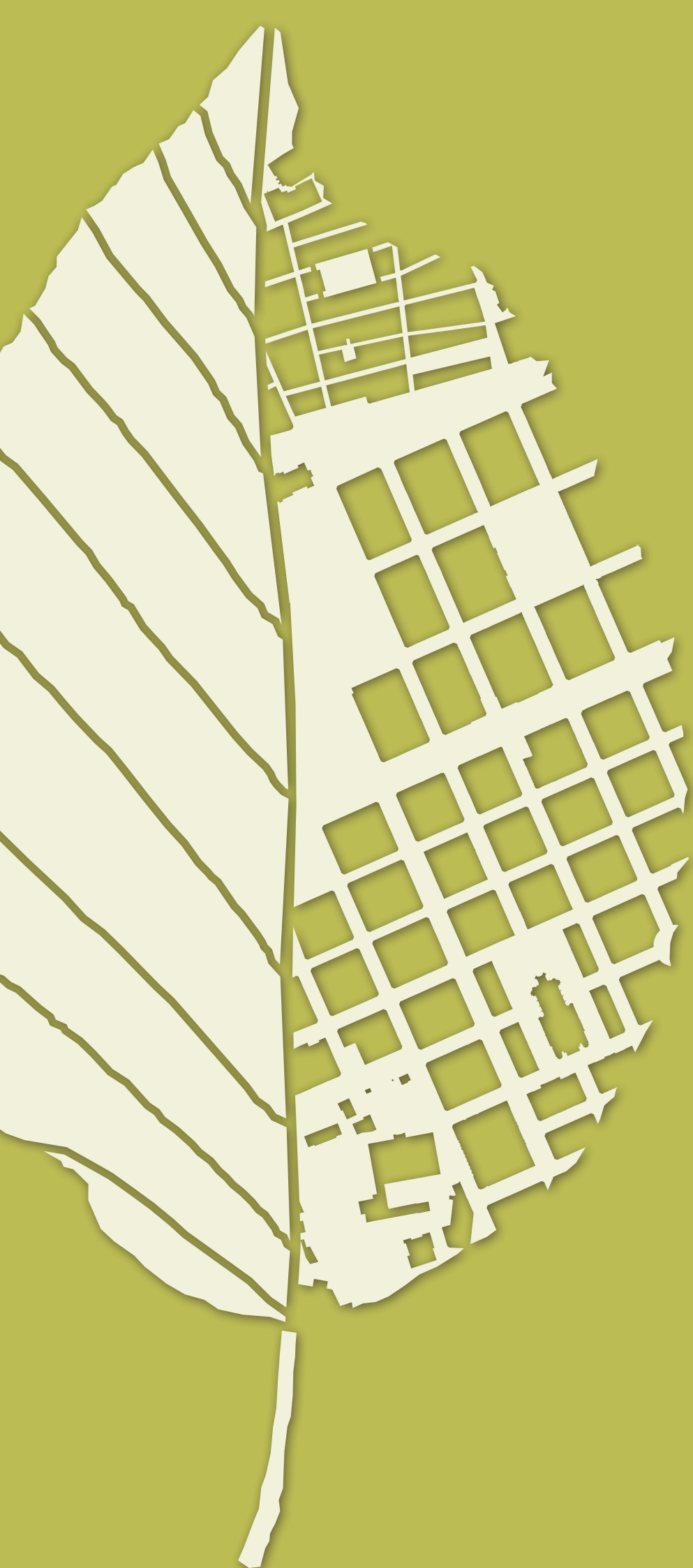
las zonas verdes, conduce a una atenuación significativa del efecto isla de calor urbana con mejoras en los niveles de comodidad para la población y una disminución en el consumo de energía en los edificios.

- The product does not present enhanced NIR properties, while this is a crucial aspect to achieve high solar reflectance keeping the luminous reflectance to moderate levels.

A numerical analysis conducted with ENVI-met, a software that uses a calculating deterministic method, was used to investigate the potentialities of the optical properties of a drain concrete pavement used for covering an urban texture. The results of this study put in evidence how these materials could have a sensible impact, due to their low surface temperatures, on decreasing the average air temperature of the environment also at significant heights from the ground. The calculated extent of this decrease, in a summer day, reaches a maximum of 4.4 °C, maintaining this difference almost constant beyond the average height of buildings. The massive use of this innovative technology combined with an increase of green areas leads to a sensible mitigation of urban heat island effect with improvements on comfort levels for population and a decrease of energy uses in the buildings.

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

1. World Energy Outlook 2008-2009, International Energy Agency Geneva; 2008-2009.
2. Goldreich Y. Ground and top of canopy layer urban heat island partitioning on an airborne image. *Remote Sensing of Environment* 2006; 104: 247-255.
3. Hassid S, Santamouris M, Papanikolaou N, Linardi A, Klitsikas N. The effect of the heat island on air conditioning load. *Journal of Energy and Buildings* 2000; 32(2): 131-141.
4. Huang L, Li D, Zhao J, Zhu J. A fieldwork study on the diurnal changes of urban microclimate in four types of ground cover and urban heat island of Nanjing. *Building and Environment* 2008; 43: 7-17.
5. Kolokotroni M, Zhang Y, Watkins R. The London heat island and building cooling design. *Solar Energy* 2007;81(1):102-110.
6. Rosenzweig C, Solecki W, Parshall L, Choppingc M, Pope G, Goldberg R. Characterizing the urban heat island in current and future climates in New Jersey. *Environmental Hazards* 2005; 6: 51-62.
7. Santamouris M. Heat island research in Europe, the state of the art. *Advances Building Energy Research* 2007;1: 123-150.
8. Taha H, Chang SC, Akbari H. Meteorological and air quality impacts of heat island mitigation measures in three U.S. Cities. Lawrence Berkeley National Laboratory Report, Berkeley, CA; 2000.
9. Rose LS, Akbari H, Taha H. Characterizing the Fabric of the Urban Environment: A Case Study of Greater Houston, Texas. Lawrence Berkeley National Laboratory Report LBNL-51448, Berkeley, CA; 2003.
10. Cambridge Systematics, Inc. Cool pavements draft report, http://www.epa.gov/hiri/resources/pdf/CoolPavementReport_Former%20Guide_complete.pdf; 2005. Available on line at.
11. Akbari H, Pomerantz M, Taha H. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy* 2001; 70(3): 295-310.
12. Rosenfeld AH, Akbari H, Romm JJ, Pomerantz M. Cool communities: strategies for heat island mitigation and smog reduction. *Energy Build* 1998; 28: 51-62.
13. Taha H. Modeling the impacts of large-scale albedo changes on ozone air quality in the south coast air basin. *Atmospheric Environment* 1997; 31(11): 1667-1676.
14. Taha H. Meteorological and Air Quality Impacts of Increased Urban Surface Albedo and Vegetative Cover in the Greater Toronto Area, Canada, Lawrence Berkeley National Laboratory Report No. LBLN-49210, Berkeley, CA; 2002.
15. Synnefa A, Karlessi K, Gaitani N, Santamouris M, Assimakopoulos DN, Papakatsikas C. Experimental testing of cool colored thin layer asphalt and estimation of its potential to improve the urban microclimate. *Building and Environment* 2011; 46: 38-44.
16. Kinouchi T, Yoshinaka T, Fukae N, Kanda M. Development of cool pavement with dark colored high albedo coating. Fifth Conference for the Urban Environment, Vancouver, Canada; 2004.
17. Carnielo E, Zinzi M. Optical and thermal characterisation of cool asphalts to mitigate urban temperatures and building cooling demand. *Building and Environment* 2013; 60: 56-65.
18. ISO 9050. Glass in building-Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors; 2003.
19. ENVI-met Version 3.1, www.envi-met.com; 2010.



posters

Fachadas ventiladas vegetales orientadas a los cuatro puntos cardinales: estudio experimental

Vegetable ventilated facade system oriented towards four points of the compass: experimental study

Felipe Pedro Álvarez Rabanal¹, Juan José Del Coz Díaz¹, Mar Alonso-Martínez¹, Antonio Navarro Manso¹, Pablo Rocha García¹

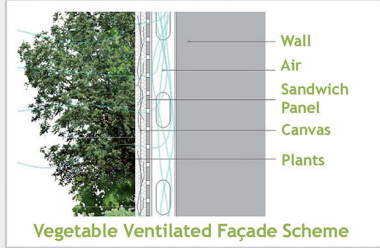
VEGETABLE VENTILATED FAÇADE SYSTEM ORIENTED TOWARDS FOUR POINTS OF THE COMPASS: EXPERIMENTAL STUDY

Introduction

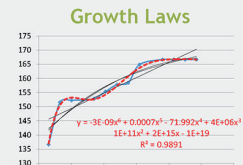
The aim of this work is to determine the impact produced by bioclimatic envelopes based on plant species according to their geographical orientation. To achieve this goal, a vegetable ventilated façade system has been used in order to determine the bioclimatic behavior. Walls of 2.35 m width and 2.45 m high oriented with respect to the four points of the compass has been tested by means of an outdoor modular laboratory.

Botanical Survey - Selecting Species and Growth Laws

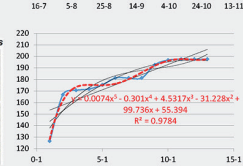
Fifty different species of climbing plants have been considered. Finally, four species were selected by Electra I multicriteria method. Furthermore, the plant growth laws have been studied.



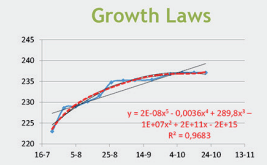
NORTH



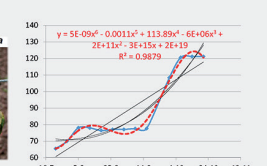
SOUTH



EAST



WEST



Experimental Lab

Location:



Sensors Used:



Weather Station



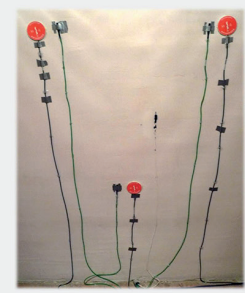
Solar Radiation (Horizontal and Vertical)



Temperature and Humidity



Energy Consumption and Data Monitoring



Flux, Temperature and Humidity Sensors

Construction Process of the Experimental Test:



Assembly



Wall



Mortar



Ventilated Façade

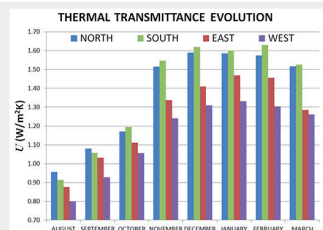
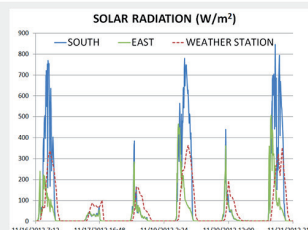
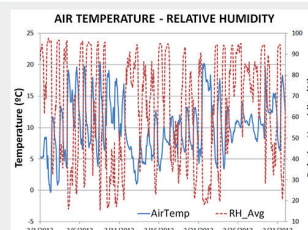
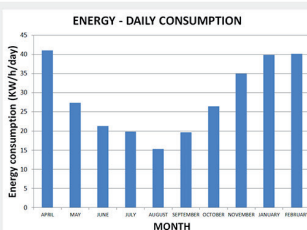


Jute Canvas



Plants

Testing Results



Conclusions

The energy efficiency according to specific environmental conditions are increased, promoting energy saving and bioclimatic performance of buildings.

The plant species:

- Work as a physical barrier which reduces the incidence of direct solar radiation and protects the envelopes against wind action.
- Use the heat from the surrounding air through evapotranspiration by helping to regulate the temperature and humidity conditions.

ACKNOWLEDGEMENTS: FICYT (Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica Aplicada y la Tecnología) through the PC-10-33 research project, Jardín Botánico Atlántico, AST Ingeniería, IA3 Ingeniería Acústica, Construcciones García Rama and Tectum Ingeniería.

Felipe Pedro Álvarez Rabanal, Juan José Del Coz Díaz, Mar Alonso-Martínez, Antonio Navarro Manso, Pablo Rocha García
 Oviedo University, GICONSIMA Research Group. Edificio Dep. Oeste, 7, 1ª Planta - 33203 Gijón Asturias (Spain)
 Corresponding author: 985186404 - felipe@constru.uniovi.es

Evaluación energética de una solución constructiva con inercia térmica variable

Energetic evaluation of a building component with variable thermic inertia

Miguel Ángel Blanco Rodríguez¹, Koldobika Martín Escudero²

arquitectura sostenible y eficiencia energética

Evaluación energética de una solución constructiva con inercia térmica variable

Optimización de la inercia térmica y utilización de agua como masa térmica en un cerramiento

Son numerosos los estudios que verifican la necesidad de tener en cuenta la inercia térmica para el correcto cálculo de la demanda energética de edificios. Sin embargo, no existen unas directrices claras para un correcto dimensionado en función de la inercia ni para la ubicación de la masa térmica con respecto al aislamiento térmico.

El presente trabajo analiza la influencia de la inercia térmica en el comportamiento energético de un cerramiento vertical opaco. Para ello, se caracteriza un cerramiento con dos componentes fundamentales: un aislamiento térmico que reduce la demanda energética y una capa que, a modo de masa térmica, aporta capacidad calorífica, y que está formada por agua.

SECCIÓN VERTICAL DEL CERRAMIENTO

EXT. INT. EXT. INT.

AGUA AL INTERIOR AGUA AL EXTERIOR

ASLAMIENTO TÉRMICO AGUA

EL CERRAMIENTO

El agua, gracias a su elevado calor específico y su reducida difusividad térmica, resulta óptima para amortiguar las variaciones térmicas del ambiente exterior, acumulando y liberando calor con un desfase térmico con respecto a las condiciones externas.

Para un mismo espesor, el agua tiene una capacidad calorífica 3,67 veces superior a una fábrica de ladrillo perforado a media asta, con un peso un 12,5% inferior.

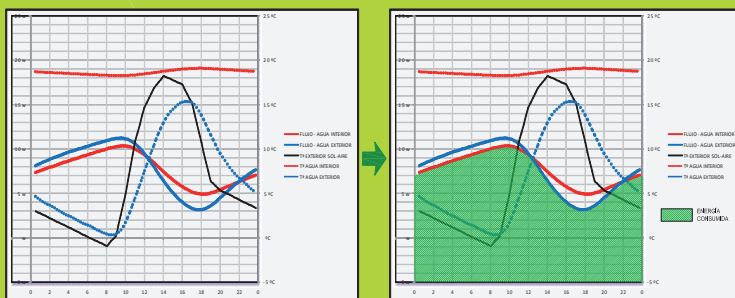
características térmicas de las capas del cerramiento					
Capa	Material	Conductividad térmica (W/mK)	Densidad (kg/m ³)	Calor específico (J/Kg.K)	Absorbidad solar
Envoltorio exterior	acero	45,3	7850	450	0,6
Aislamiento térmico	polipropileno expandido	0,03-0,04	35	1000	-
Masa térmica	agua	0,60	998	4190	-
Envoltorio interior	acero	45,3	7850	450	-

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos permiten analizar la distribución de flujo de calor a lo largo de todo el día, superponiendo las dos soluciones, con el agua interior y el agua exterior.

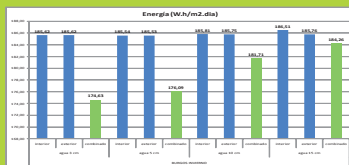
El cerramiento con inercia térmica variable se basa en la hipótesis de poder ubicar la masa térmica en cualquiera de los dos lados, pudiendo situarse el agua, en cada franja horaria, en la posición en la que el flujo de calor sea el menor.

El ahorro de energía que supone la solución combinada (con el cerramiento de inercia variable) con respecto a cualquiera de las dos soluciones estáticas, se aproxima a la integral del flujo menor en cada momento, a lo largo del día.

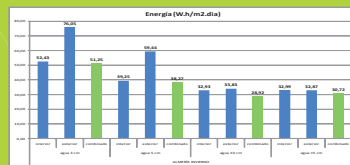


Análisis según zona climática y estación

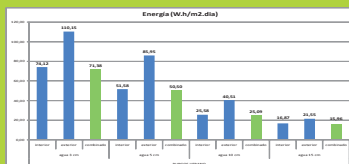
Reducción del flujo de calor de la solución combinada (con inercia variable) con respecto a la solución estática más eficiente:



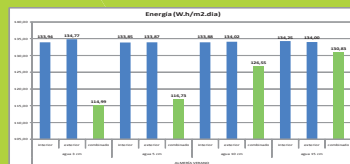
Zona climática fría en invierno: hasta el 5,92%



Zona climática cálida en invierno: hasta el 12,16%



Zona climática fría en verano: hasta el 5,39%



Zona climática cálida en verano: hasta el 14,15%

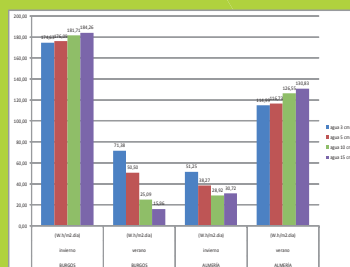
Análisis según el espesor de la capa de agua

La demanda energética se reduce a medida que el espesor de la capa de agua disminuye en:

- Zona climática fría en invierno
- Zona climática cálida en verano

La demanda energética se reduce a medida que el espesor de la capa de agua aumenta.

- Zona climática fría en verano
- Zona climática cálida en invierno (óptimo 10 cm)



METODOLOGÍA

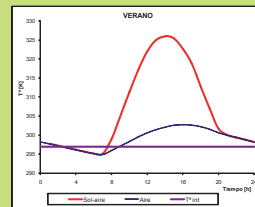
Se analiza el comportamiento energético de la solución constructiva a lo largo de 24 horas, utilizando para ello herramientas CFD.

Se realizan 32 simulaciones combinando los siguientes parámetros:

- clima (cálido A4, frío E1)
- estación (verano, invierno)
- espesor de la capa de agua (3, 5, 10, 15 cm)
- posición del aislamiento térmico (interior, exterior)

En la caracterización de la temperatura exterior se utiliza el concepto de temperatura sol-aire: $T_{sa} = T_{ext} + I \cdot a \cdot R_{se}$

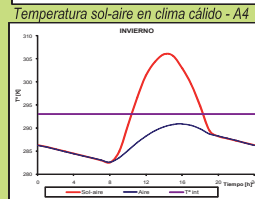
Con el fin de evitar la posible interferencia de otros parámetros en el estudio de la inercia, todas las variantes del cerramiento analizado tendrán la misma transmitancia térmica ($U=0,569 \text{ W/m}^2\text{K}$)



Definición de las condiciones de contorno del cerramiento:

Para la superficie Interior, se establece un modelo de convección, con una temperatura constante de 20°C (293 K) y un coeficiente de convección constante de 7,69 W/m²K.

Para la superficie exterior, se establece, igualmente, un modelo de convección, con una temperatura variable en función del clima y estación a analizar y un coeficiente de convección constante de 25 W/m²K.



El estudio analiza el comportamiento del cerramiento durante 8 días completos. De esta forma se consigue que en el cerramiento se establezcan los flujos de calor, independizándose así de las condiciones iniciales. El análisis de los resultados, sin embargo, se realizará teniendo en cuenta únicamente las últimas 24 horas.

CONCLUSIONES

La solución constructiva con inercia térmica variable consigue, en todas las simulaciones realizadas, una reducción de la demanda energética con respecto a un cerramiento con inercia térmica constante.

En el caso de una zona climática cálida, la reducción del flujo de calor a través del cerramiento podría llegar hasta el 14,15% en verano (con 3 cm de agua), y hasta el 12,16% en invierno (con 15 cm de agua).

En el caso de una zona climática fría durante, la reducción del flujo de calor a través del cerramiento podría llegar hasta el 5,92% en invierno (con 3 cm de agua), y hasta el 5,39% en verano (con 10 cm de agua).

El cerramiento con inercia variable obtiene mejores resultados cuando la oscilación térmica día-noche es mayor y la masa térmica menor.



De caserío a escultura
Análisis del caserío Zabalaga restaurado por el escultor Eduardo Chillida

From farmhouse to sculpture

Analysis of the Zabalaga farmhouse restored by the sculptor Eduardo Chillida

[Carmiña Dovale¹](#)

Arquitectura Sostenible y Eficiencia Energética

De caserío a escultura. Análisis del caserío Zabalaga restaurado por el escultor Eduardo Chillida

La materia prima de esta escultura es una vivienda tradicional del País Vasco del S. XVI situada en el municipio de Hernani y orientada hacia San Sebastián. Sus contrafuertes se deben a un aumento de altura de los muros de piedra que hace que el caserío comience a abrirse. Otro dato significativo es la construcción durante el S. XVII de un muro de piedra que divide el caserío en dos. A comienzos de los ochenta la familia Chillida compra el caserío Zabalaga con la única intención de restaurarlo. El proceso consiste en restar elementos en lugar de sumar, y el resultado es una casa que habla de espacio, luz y límites.

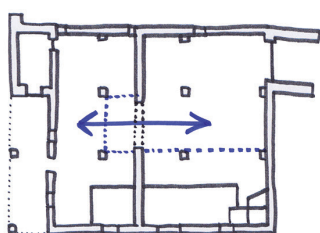


2

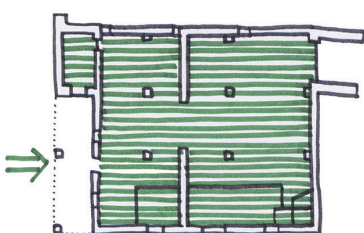


3

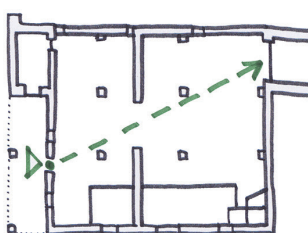
1. Museo Chillida-Leku. 2. Estado del caserío Zabalaga en los años 80 (G. Mezzacasa)
3. Vista desde el acceso al Museo (A. Cobo)



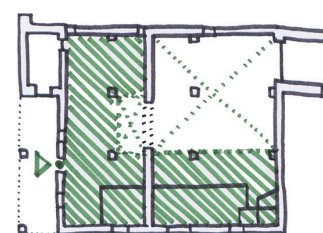
En origen el muro divisorio de piedra era un límite infranqueable que separaba de suelo a techo dos espacios de características muy similares. Según parece, a la izquierda de la planta vivía la familia Churruca.



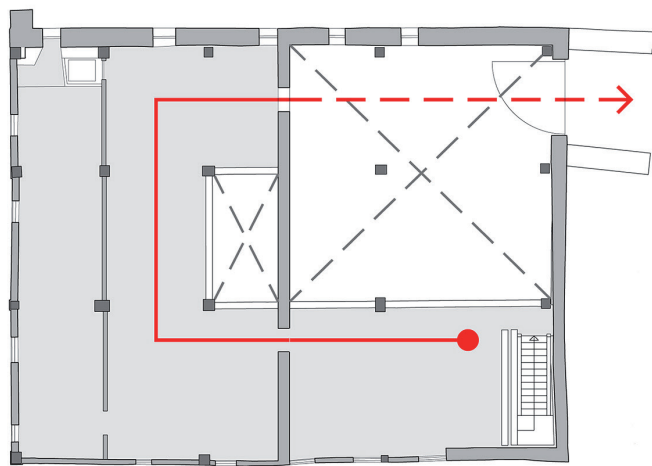
Se accede al caserío por la fachada este donde está el pórtico. Esto tiene su lógica, ya que es el único lugar que ofrece una transición entre el espacio exterior e interior.



La puerta de acceso podría haberse colocado justo en el centro de la fachada este pero no interesaba, ya que de esa manera el recorrido habría sido demasiado rígido.



Desde la puerta de entrada el visitante percibe una progresión de espacios. La primera zona es oscura, y luego aparece un muro de piedra perforado en el centro que deja entrever a lo lejos una apertura al exterior.



Planta primera del caserío Zabalaga en la actualidad.

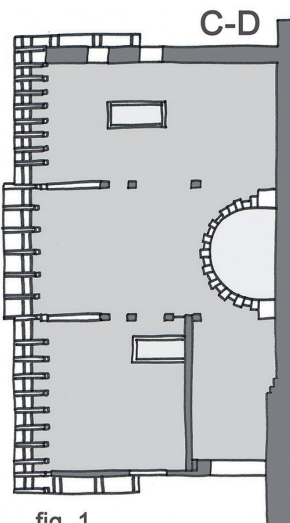


fig. 1



fig. 2



Foto: A. Cobo

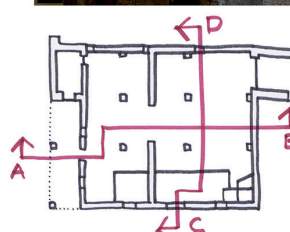


Foto: A. Cobo

De Zabalaga a la "Casa de Chillida"

Cuando Chillida compra el caserío Zabalaga su estado es lamentable. Parte de la cubierta está en el suelo, e incluso una parte de muro de la fachada oeste. El escultor se pone en contacto con el arquitecto Joaquín Montero y comienzan las obras.

No se planteó la posibilidad de restaurar Zabalaga en clave histórica ya que el caserío había sufrido tantas modificaciones a lo largo del tiempo que resultaba difícil imaginar lo que fue. A la hora de desescombrar son conscientes de la magnitud del espacio. Se rehabilita la estructura interior de madera, y se abre la gran puerta de la fachada oeste. Seguidamente se hace la cubierta con los nuevos lucernarios y finalmente se piensan las fachadas.

Recorrido del espacio interior

La parte izquierda de la planta baja está más vinculada a lo que era el caserío en su origen ya que conserva los dos pisos y por tanto el ambiente es oscuro. Pero una vez que atravesamos el muro central el espacio estalla. Desaparece el forjado de la primera planta y el espacio queda libre de suelo a cubierta. Pasamos así de un espacio comprimido a un espacio descomprimido (ver fig. 2). Esa transición entre opuestos queda suavizada por un pequeño recorte hecho en el forjado previo al muro que hace que la luz proveniente del lucernario bañe el muro divisorio central (ver fig. 1).

El recorrido de la primera planta acaba en una ventana en el muro de piedra que no sólo nos pone en contacto con el espacio central, sino que nos hace mirar más allá, a la naturaleza.

Mapa de criterios de confort para espacios abiertos en Ecuador. Estrategias de proyecto

Map of comfort criteria for open spaces in Ecuador. Project strategies

Vanessa Guillén¹, Olatz Irulegi², Antonio Serra¹

La ciudad y el Urbanismo Sostenible

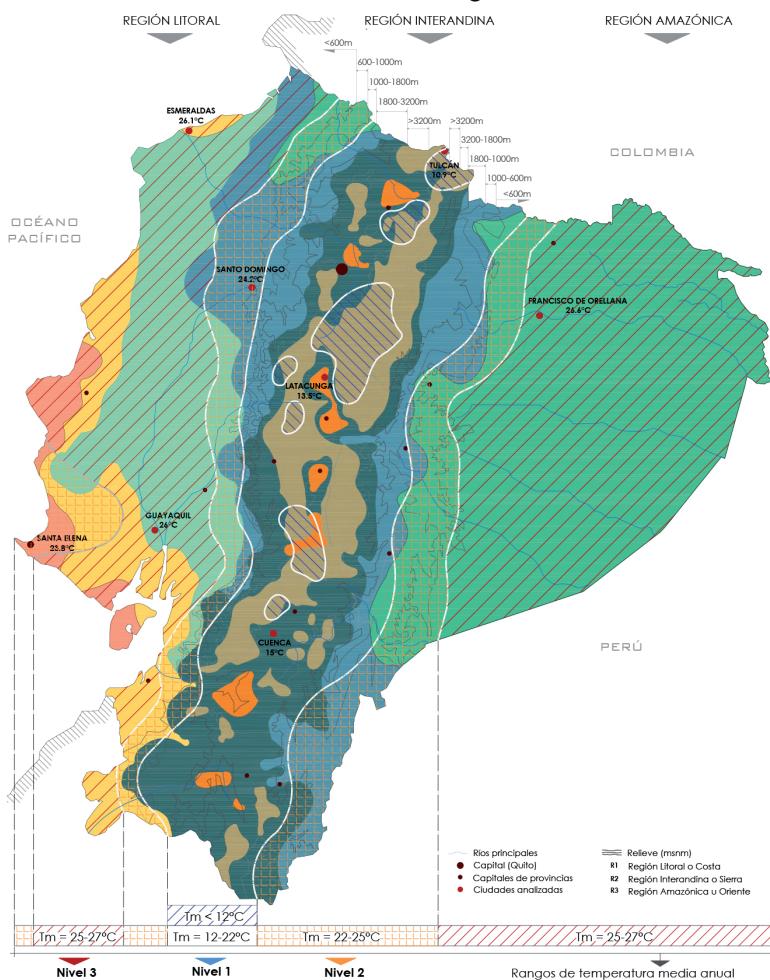
Vanessa Guillén M. (Ecuador), Olatz Irulegi G. (España), Antonio Serra (Italia), Universidad del País Vasco, vguillen001@ikasle.ehu.es, o.irulegi@ehu.es, antonio_serra@ehu.es

Mapa de criterios de confort para espacios abiertos en Ecuador.

Ecuador se encuentra en la zona de convergencia intertropical. La presencia de la cordillera de los Andes, la influencia de las corrientes marinas y la selva amazónica, generan diversas condiciones climáticas muy próximas entre sí. La escasez de estudios sobre condiciones de confort en Ecuador, ha ocasionado una generalización en la forma de concebir los espacios exteriores.

En este trabajo de investigación se propone un mapa de criterios de confort para espacios exteriores en Ecuador en el que se plantean 8 tipos de climas y la caracterización de 4 clases y 3 niveles térmicos. Tomando como base el climograma clásico de Olgay, se definen 3 diagramas adaptados a las peculiaridades climáticas y culturales del territorio: climograma Nivel 1, climograma Nivel 2 y climograma Nivel 3.

Finalmente, se construye un climograma específico de cada nivel térmico para las ciudades representativas de cada tipo de clima, definiendo una serie de criterios de diseño para la obtención de espacios exteriores confortables. Los resultados se recogen en una tabla resumen.



1 Clasificación Climática **8 Tipos**

Identificación de los diferentes tipos de clima en función al régimen de lluvias, su cantidad anual y rangos de temperatura.^{1,2}

Se han considerado únicamente los correspondientes a zonas habitadas.

1 MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería acuicultura y pesca).
2 Pourrut P, Los climas del Ecuador, Centro Ecuatoriano de Investigaciones Geográficas, 1983.

2 Rangos de temperatura media anual **4 clases** **3 niveles**

l.m.a	Caracterización térmica (Ecuador)	Temp. media de partida
1) <12°C	(frío)	NIVEL 1 21,1 °C
2) 12-22°C	(mesotérmico)	NIVEL 2 24 °C
3) 22-25°C	(megatérmico)	NIVEL 3 26 °C
4) 25-27°C	(megatérmico)	

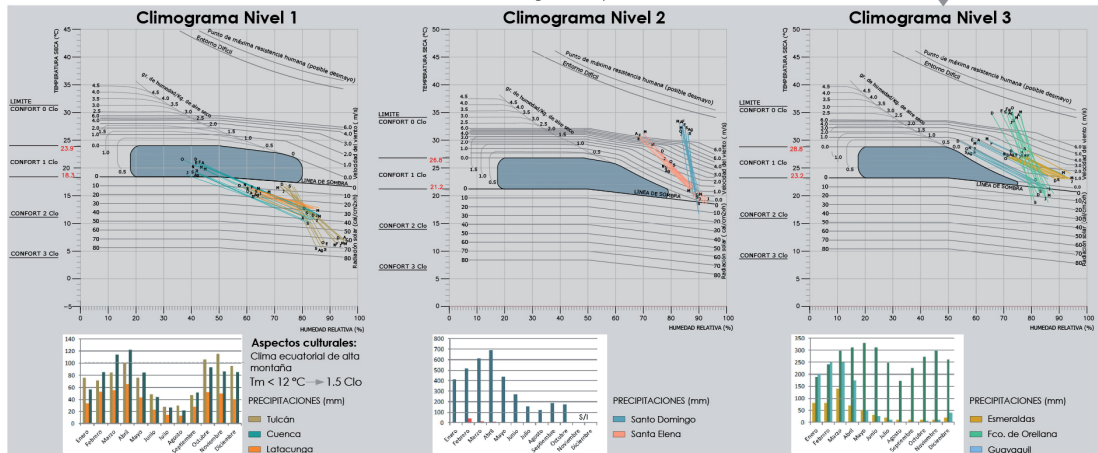
La temperatura media de partida considerada para la generación de tres diagramas de confort, se basa en la temperatura media de las ciudades representativas de cada tipo de clima y según la caracterización térmica de Ecuador. A éstas se las ha clasificado en tres niveles para la obtención de tres climogramas.

3 Olgay V., Clima y arquitectura en Colombia, Universidad del Valle, 1968.

3 Corrección del climograma de Olgay para tres diferentes zonas de confort. **3 diagramas** **3 niveles**

NIVEL	TEMP. MEDIA DE PARTIDA	RANGO O PERÍMETRO DE CONFORT
1	21,1°C	18,3 - 23,9 °C
2	24°C	21,2 - 26,8 °C
3	26°C	23,2 - 28,8 °C

El perímetro de confort queda conformado variando en $\pm 2,8^\circ\text{C}$ a la temperatura media de partida.



4 Criterios de confort para espacios abiertos.

Los criterios de confort para espacios exteriores se podrán obtener a través de la siguiente tabla resumen:

Criterios a considerar según tipo de clima	Tropical megatérmico semi-árido	Tropical megatérmico seco	Tropical megatérmico semi-húmedo	Tropical megatérmico húmedo
Radiación solar				
Ventilación	X	X	X	X
Vestimenta				
Sombreamiento	X	X	X	X
Protección lluvias			X	X

	Ecuatorial mesotérmico semi-húmedo	E. de alta montaña	Ecuatorial mesotérmico seco	M. lluvioso
Radiación solar				
Ventilación	X	X	X	X
vestimenta				
Sombreamiento	X	X	X	X
Protección lluvias	X	X		X

Las infiltraciones de aire en edificios de viviendas

Air leakage on residential buildings

Alberto Jiménez Tiberio¹, Pablo Branchi²

(1) ACR Grupo, Aizoáin (Navarra) Contact info: ajimenez@acr.es

(2) Director departamento I+D+i. ACR Grupo, Aizoáin (Navarra)

LAS INFILTRACIONES DE AIRE EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS

Se presentan las conclusiones de más de 120 ensayos Blower Door realizados para cuantificar la hermeticidad y reducir el nivel de infiltraciones descontroladas

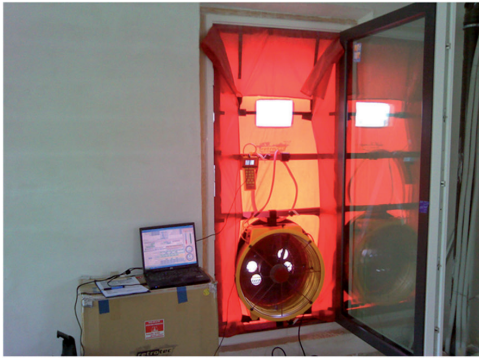


Imagen 1: Equipos Blower Door de ACR Grupo. Retrotec



Imagen 2: Termohigrómetro Exttech



Imagen 3: Flir B335

PROCESO DE ENSAYO

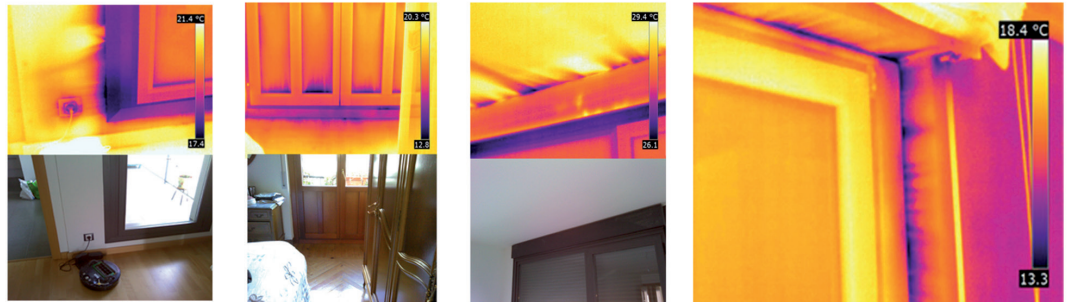
El objetivo de este estudio es cuantificar el nivel de infiltraciones de aire de los edificios de viviendas en España y reducir esta tasa al máximo para construir edificios más eficientes. Desde el departamento de I+D+i de ACR Grupo se han realizado **más de 120 ensayos** de infiltraciones en edificios de viviendas, construidos por ACR y por otras empresas del sector, siguiendo las indicaciones de la norma europea UNE EN 13829.

Antes de comenzar la prueba es importante sellar todos los orificios conocidos como extractores, ventilaciones, etc y realizar el montaje del sistema según las recomendaciones del fabricante.

Al finalizar el ensayo obtenemos varios datos para el evaluar las infiltraciones no deseadas del edificio. El dato de **Renovaciones/h a 50 Pa (n50)** es el que nos va a servir para comparar con otras normativas o estándares constructivos como el Passivhaus.

INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA

Durante la ejecución del ensayo el sistema genera una depresión de hasta 50 Pa. En esta fase realizamos una inspección termográfica en la vivienda, gracias a la cual podemos localizar las infiltraciones más importantes. La termografía infrarroja es la técnica que estudia la captación y análisis de información térmica de los cuerpos a través de la radiación infrarroja.

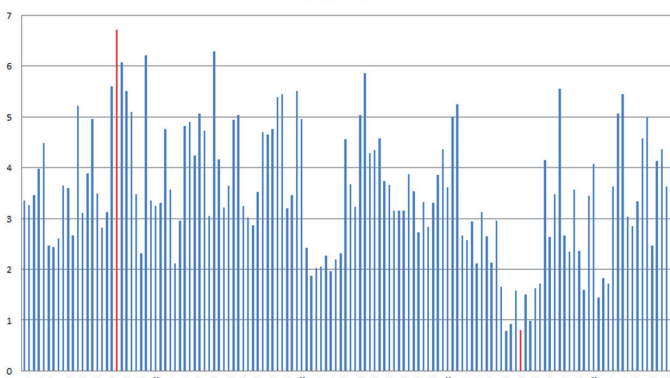


Imágenes 4-7: Termografías e imágenes digitales de carpinterías exteriores con problemas de infiltración de aire

Para ello es preciso que exista un contraste térmico entre el exterior e interior que permita apreciar las diferencias térmicas.

REDUCIR EL NIVEL DE INFILTRACIONES DE AIRE ES UN FACTOR FUNDAMENTAL PARA CONSTRUIR EDIFICIOS DE CONSUMO CASI NULO

Gráfica n50



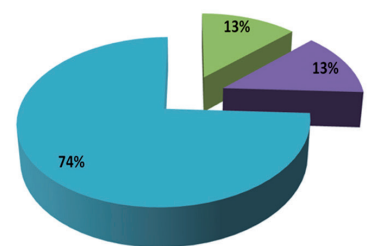
ANÁLISIS DE LOS DATOS

El nivel de estanqueidad de los edificios es un parámetro todavía no regulado en España. En otros países europeos como Alemania, se limita esta tasa a 3 ren/h a 50 Pa como máximo.

La única norma en España es la relativa a la estanqueidad de carpinterías en laboratorio, que muchas veces difiere de su comportamiento real al ser colocada. Los datos analizados pertenecen a edificios de viviendas, la mayoría construidos en los últimos años y situados en diferentes comunidades autónomas como Cataluña, Castilla y León, Cantabria, País Vasco, Aragón y Navarra.

Porcentaje de viviendas según n50

■ n50 > 2 ■ n50 > 5 ■ 2 < n50 < 5



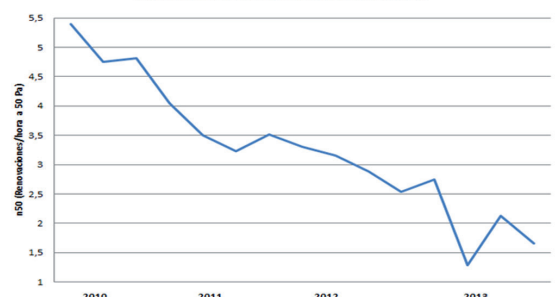
La mayoría de las viviendas ensayadas tienen una tasa de infiltración comprendida entre 2 y 5 ren/h 50 Pa. Datos considerados medios según la norma EN ISO 13790:1999.

REDUCCIÓN DE INFILTRACIONES - EDIFICIOS DE CONSUMO CASI NULO

Según la directiva europea 31/2010 en el año 2020 todos los edificios que se construyan deberán ser Edificios de Consumo Casi Nulo (ECCN). Desde el Departamento de I+D+i de ACR Grupo se han realizado estudios con el objetivo determinar los factores más importantes para la reducción de la demanda energética y uno de ellos es el nivel de infiltraciones no deseado. Se estima que reducir de 5 a 2 ren/h a 50 Pa este nivel supone una reducción de más de 15kwh/m² al año de calefacción.

Se ha demostrado que la reducción de este nivel es posible prestando especial atención en la ejecución de la envolvente. Es muy importante garantizar la estanqueidad del premarco-fachada y premarco-carpintería, además de sellar todos los orificios, pasos de tuberías y conductos que se realicen en la envolvente. De este modo podemos construir edificios de alta estanqueidad con tasas de **menos de 2 ren/h a 50 Pa**. Y así se ha demostrado en los últimos edificios construidos por ACR. Se ha constatado del mismo modo, que para conseguir valores inferiores es preciso utilizar sistemas de construcción estanca propios del estándar Passivhaus.

EVOLUCIÓN DEL NIVEL DE INFILTRACIONES



ISO 50001 y eficiencia energética en la edificación sostenible

ISO 50001 and energy efficiency in sustainable building

Iker Laskurain¹, Iñaki Heras-Saizarbitoria², Martí Casadesús³, Maria Wulandari³

(1) UPV/EHU, Departamento de Organización de empresas, E.T.S. de Ingeniería, Bilbao. Contact info: iker.laskurain@ehu.es

(2) UPV/EHU, Departamento de Organización de empresas, E.U.E. Empresariales, Donostia-San Sebastián

(3) Departamento de Organización, Gestión Empresarial y Diseño de Producto, Escuela Politécnica Superior, Girona.

Iker Laskurain* - Iñaki Heras-Saizarbitoria* - Maria Wulandari** - Martí Casadesús**

* Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, Departamento de Organización de empresas, E.T.S. de Ingeniería, Alameda de Urquijo s/n, 48013 Bilbao, España, Telf.: 946 014 243 E-mail: iker.laskurain@ehu.es - ** Universitat de Girona, Departamento de Organización, Gestión Empresarial y Diseño de Producto, Escuela Politécnica Superior, Avda. Lluís Santaló s/n, 17071, Girona

ISO 50001 y eficiencia energética en la edificación sostenible

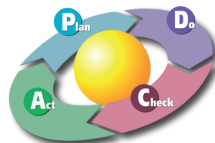
Introducción

En 2011 se promulgó el estándar **ISO 50001** que define los requerimientos necesarios para la implantación de un Sistema de Gestión de la Energía. Dicho estándar se ha diseñado con el fin de tratar de ayudar a las organizaciones a reducir su consumo energético y reducir así las emisiones de gases de efecto invernadero. ISO 50001 está dirigido a todo tipo de organizaciones.



¿Qué posibilita la ISO 50001?

Esta Norma Internacional se basa en el marco de **mejora continua** Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (también conocido por el ciclo PDCA o ciclo de mejora continua) e incorpora la gestión de la energía en las prácticas cotidianas de la organización. Supone tener sistematizados todos los procesos relacionados con la gestión energética.



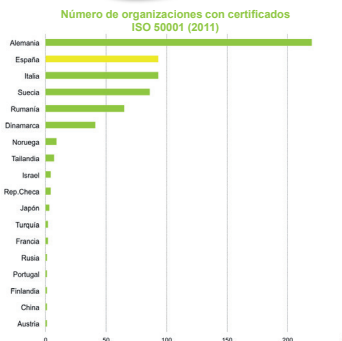
¿Qué no es la ISO 50001?

Se ha de dejar claro que ISO 50001 **no es el primer estándar en gestión de la energía**. Anisimova (2013), por ejemplo, detecta catorce estándares que se aplican a nivel nacional en este ámbito y analiza su nivel de afinidad. Asimismo, se ha de subrayar que como sus estándares ISO predecesores (por ejemplo el estándar ISO 14001), el estándar ISO 50001 **no establece** para las organizaciones que la adoptan **requisitos absolutos para el desempeño energético**, más allá del compromiso con la mejora continua en la gestión energética y la obligación de cumplir con los requisitos legales aplicables.

Cualquier organización puede implantar y certificar la norma ISO 50001 para establecer una **base de gestión energética** y luego mejorar su **desempeño** estableciendo su propio ritmo y sus expectativas. Sin embargo, muchas organizaciones "venden" estos certificados como si se tratasen de una señal de desempeño energético eficiente, algo que ha sido criticado en la literatura académica especializada (Heras-Saizarbitoria y Boiral, 2013).

El estándar ISO 5001 tiene una **estructura** similar al de otros estándares de gestión como ISO 9001 o ISO 14001, un aspecto que resulta muy positivo de cara a su implantación e integración. A continuación se presentan los principales **componentes** de los estándares **ISO 50001** e **ISO 14001**, dos estándares que se encuentran relacionados por sus respectivos ámbitos de aplicación: la gestión energética y la gestión medioambiental.

Capítulo	Componentes principales del estándar ISO 50001	Componentes principales del estándar ISO 14001
1	Requisitos Generales	Requisitos Generales
2	Responsabilidad de la Dirección	Política Ambiental
3	Política Energética	Planificación
4	Plan de Acción Energético	Implementación y Operación
5	Implementación y Operación	Comprobación y acción correctora
6	Auditorías de Desempeño	Revisión de gestión
7	Revisión de Gestión	



¿Resulta indispensable Certificar ISO 50001?

ISO 50001 puede aplicarse únicamente para los beneficios internos y externos que proporciona a las organizaciones interesadas y a sus respectivos grupos de interés. La certificación por un auditor independiente de la conformidad del sistema del usuario de gestión de la energía con la norma ISO 50001 no es un requisito indispensable. Certificar o no el estándar es una decisión que deberá tomarla cada organización, a menos que sea impuesto por la regulación. Las alternativas a una **certificación independiente** (de tercera parte) son invitar a los clientes de la organización a verificar el cumplimiento de ISO 50001 de conformidad con la norma, es decir la llamada **verificación por una segunda parte**, o **autodeclarar su conformidad** por parte de la organización interesada. Con todo, gracias a la tendencia al **credencialismo** de las organizaciones (Boiral, 2012) y a la presión de algunas partes interesadas (Administraciones Públicas, Organismos Certificadores, Consultorías, entre otros), es muy previsible que exista una tendencia a la certificación de este estándar, tal y como ha sucedido para otros estándares como ISO 9001 e ISO 14001

¿Merece realmente la pena implantar ISO 50001 en el sector de la edificación? ¿Qué dice la literatura académica sobre ésta y otras normas de gestión?

No se han publicado todavía estudios académicos al respecto. Los autores de esta comunicación se encuentran desarrollando un estudio sobre la adopción de ISO 50001. Con todo, de algunos estudios previos realizados sobre la adopción de otros estándares de gestión como ISO 9001 (por ejemplo en Karapetrovic et al., 2010) e ISO 14001 (por ejemplo en Heras-Saizarbitoria et al., 2013) se desprende que la **retórica exitosa** de la adopción de este tipo de estándares que algunos grupos de interés tratan de transmitir no se ajusta a los resultados obtenidos por las organizaciones, que son, al parecer, más modestos. Así, entre otros debilidades se subrayan las deficiencias de los procesos de auditoría externa y la tendencia a implantar estos estándares de forma simbólica o ceremonial, **sin una verdadera interiorización** en las empresas, de forma que no redundan en una mejora substantiva de su desempeño.

¿Cuáles son los países con más certificados ISO 50001?

De acuerdo a los resultados del último estudio realizado por la Organización Internacional de Estandarización (ISO), España encabeza el **ranking de certificaciones** a nivel internacional, con 95 certificados al cierre del ejercicio 2011, por delante de países como Alemania, Reino Unido, Suecia o Dinamarca, entre otros (España es segunda en el ranking de organizaciones con certificados). El liderazgo español en el **ranking** internacional de certificaciones ISO 50001 es análogo al experimentado por este país —en términos relativos a su dimensión económica— en la certificación de normas ISO 14001.

¿En qué sectores destaca ISO 50001?

Por sectores, además de en la industria, destaca el impacto de la certificación ISO 50001 en el sector de la **edificación** —fundamentalmente en su mantenimiento.



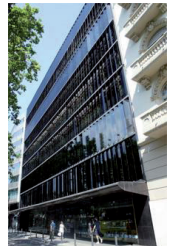
La sede central de **Schneider Electric**, conocida como **Le Hive**, ha sido el primer edificio en el mundo en conseguir la nueva certificación ISO 50001. El edificio ubicado en Rueil-Malmaison (Francia) cuenta con 35.000 metros cuadrados construidos y en el trabajan más de 1.800 personas.

Caso Le Hive



Caso Colonial

Inmobiliaria Colonial recibió en 2012 el certificado ISO 50001 para las instalaciones que la entidad posee en el número 532 de la Avenida Diagonal de Barcelona donde se encuentra su sede corporativa. El edificio tiene 11.905 m², de los cuales 9.350 m² están destinados a oficinas. Para 2013 la empresa prevé una reducción del consumo eléctrico del 13% y de agua del 12,5% gracias a las mejoras en sus instalaciones. Según la empresa **Colonial asume este tipo de certificaciones dentro de su estrategia en la gestión de edificios y RSC. (...) La certificación ISO 50001 confirma que una organización cumple con las buenas prácticas de gestión de la energía (...) Colonial se convierte en la primera organización del sector inmobiliario certificada (...) según la ISO 50001:2011"**



Referencias

- Anisimova, T.Y. (2013), "Analysis of standards in energy management". *Middle-East Journal of Scientific Research*, Vol. 13, no. 5, pp. 654-657.
- Boiral, O. (2012): "ISO Certificates as Organizational Degrees? Beyond the Rational Myths of the Certification Process", *Organization Studies*, vol. 33 no. 5-6, pp. 633-654.
- Heras-Saizarbitoria and Boiral, O. (2013): "ISO 9001 and ISO 14001: Towards a Research Agenda on Management System Standards", *International Journal of Management Reviews*, Volume 15, Issue 1, pages 47-65.
- Heras Saizarbitoria, I., Dogui, K., Boiral, O. (2013), "Shedding light on ISO 14001 certification audits", *Journal of Cleaner Production*, In press.
- Karapetrovic, S.; Casadesús, M.; Heras, I. "What happened to the ISO 9000 lustre? An eight-year study." *Total Quality Management & Business Excellence* 21 (2010): 245-267.

Proyectos en curso

Grupo de Investigación IT763-13 financiado por el Gobierno Vasco



Grup de RECERCA en ENGINYERIA de PRODUCTE PROCÉS I PRODUCCIÓ

Impacto científico y socio-económico de las infraestructuras de investigación en eficiencia energética en edificios

Scientific and socio-economic impact of research infrastructures for energy efficiency in buildings

Jose M. Maseda^{1,2}, José M. Campos¹, Inés Apraiz¹

(1) TecNALIA Research & Innovation, Parque Tecnológico de Bizkaia, Derio (Spain). Contact info: jose.maseda@tecnalia.com

(2) UPV/EHU, Dpto. Economía Aplicada V

Arquitectura Sostenible y Eficiencia Energética

Scientific and Socio-Economic Impact of Research Infrastructures for Energy Efficiency in Buildings

Research Infrastructures (RIs) on Energy Efficiency in Buildings play an increasing role in the advancement of knowledge, technology and exploitation of results, contributing therefore to the achievement of the mentioned goals for construction sector. RIs are facilities that usually belong to research institutes or public bodies, and are managed by advanced scientific teams. These research infrastructures provide information on the energy efficiency of construction elements and components and user-comfort by monitoring their performance under real conditions. This is the main difference with laboratories that provide results for product certification on defined conditions.

Currently they are designed to (1) assess the improvements made to architectural or constructive solutions for façades (2) research on the development of innovative materials with enhanced thermal properties (3) improve energy consumption reduction through rational use for air conditioning, illumination and ventilation of living spaces, supported by intelligent management systems and (4) increase energy generation based on renewable energies handing over partial responsibility to the building for the generation of the energy needed to supply its activities, all in real conditions.

As a result of the coordination and support action FP7-INFRASTRUCTURES-2010-1: RIEEB 'Research Infrastructures on Energy Efficiency in Buildings', a methodology for Impact Assessment for RIs on Energy Efficiency in Buildings has been produced. Several Research Infrastructures targeting Energy Efficiency in Buildings have been identified, many of them located in Europe.

Background

The construction sector is the highest energy consumer in Europe (about 40% -EU Energy and transport figures, statistical pocket book 2007/2008-) and main contributor to GHG emissions (about 36% of the EU's total CO₂ emissions and about half of the CO₂ emissions which are not covered by the Emission Trading System).

In March 2007, the European Council set clear goals for 2020: (1) Increase energy efficiency to achieve a reduction of 20% of total energy use (below 2005 levels); (2) 20% contribution of Renewable Energies to total energy use (11.5% above 2005 contribution); and (3) 20% reduction of GHG below 1990 emissions (14% below 2005 emissions).

In May 2010, a recast of the Energy Performance of Buildings Directive was adopted by the European Parliament and the Council of the EU in order to strengthen the energy performance requirements and to clarify and streamline some of the provision from the 2002 Directive it replaces. According to the recast of the Directive, as of 31st of December 2020 new buildings in the EU will have to consume 'nearly zero' energy and the energy will have to be 'to a very large extent' from renewable sources.

According to the draft of new EU Directive on Energy Efficiency, a target of around 3% has been established for the rehabilitation of public buildings at Member States level. The rehabilitation of buildings must fulfil strong requirements regarding energy performance.

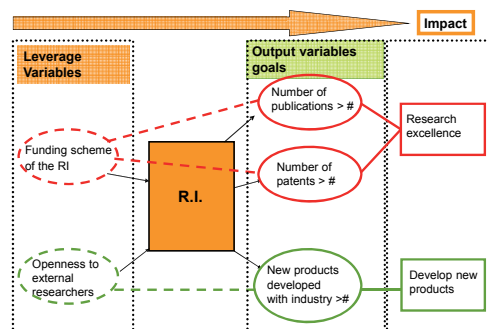
Methodology

Several Research Infrastructures targeting Energy Efficiency in Buildings have been identified, many of them located in Europe. There is a need for this infrastructures to generate impact in the Construction sector (highly traditional and low-skilled) in order to achieve the above mentioned EU-targets.

Once identified, the RI are analyzed in terms of their socio-economic impact. Once a clear actual scenario is identified, a future envisaged scenario is defined, and the strategy to achieve this scenario is elaborated.

The socio economic impact is analyzed in terms of the identified stakeholders around the Research Infrastructures on Energy Efficiency in Buildings (two main groups are identified: the users –or receptors- of the RIs and the promoters of RIs). Impact on the identified stakeholders is analyzed.

After a wide analysis process, the final step in the methodology is to identify the strategies to enhance scientific and socio-economic impacts of RIs.



Outstanding Results



Some of the most relevant results and conclusions of the studies performed are:

- Identification and **Characterization of RI for Energy Efficiency in Buildings**. A number of RI focusing on Energy Efficiency in Buildings has been identified in Europe and worldwide. Research work on new solutions for buildings in Europe is being developed
- Having a common goal, **European Research Infrastructures are not working networking** to increase the coordination, research synergies and socio-economic impact.
- Research activities are generally performed with almost no consideration to exploitation of results.
- There is a **gap between the research and the industry and market** which shall be reduced in order to speed up the market uptake of new innovative solutions that may allow 'nearly zero energy' buildings in all climatic conditions throughout Europe.
- The **Construction sector moves** from product certification **towards building performance certification**, and there is no real understanding of building performance (differences between models and real performance shall be analyzed to allow new business models in the Construction sector)

References

Energy Efficient Buildings PPP. Multiannual Roadmap and longer term strategy. European Commission. Directorate-General for Research. Directorate G -Industrial Technologies – New generation of products

ESFRI: European Strategic Forum for Research Infrastructures

Optimización del uso de la energía en instalaciones deportivas y de ocio

Optimization of energy use in sport and recreation buildings

Jose M. Maseda^{1,2}, Víctor Sánchez¹, Borja Tellado

(1) Tecnalía Research & Innovation, Parque Tecnológico de Bizkaia, Derio (Spain). Contact info: jose.maseda@tecnalia.com

(2) UPV/EHU, Dpto. Economía Aplicada V

Evaluación y monitorización con tecnologías TIC

Optimization of Energy Use in Sport and Recreation Buildings

Introduction

Optimization of energy use and CO2 emissions reduction are objectives we must consider in every situation. SPORTE2 project 'Intelligent Management System to Integrate and Control Energy Generation, Consumption and Exchange for European Sport and Recreation Buildings' focuses on this objective by managing and optimizing the triple dimensions of energy flows (generation, grid exchange, and consumption) in sport and recreation buildings by developing a new scalable and modular BMS based on smart metering, integrated control, optimal decision making, and multi-facility management.

Objective

SportE2 project aims optimization of energy use and CO2 emissions reduction by managing and optimizing the triple dimensions of energy flows (generation, grid exchange, and consumption) in Sport and Recreation Buildings by developing a new scalable and modular BMS based on smart metering, integrated control, optimal decision making, and multi-facility management.

SportE2 system will enable a new relationship and business model structure between facility managers and power providers. The SportE2 modules will be applicable to both new and existing structures and answer the fundamental questions of how, where, when and why energy is produced, used and grid exchanged.

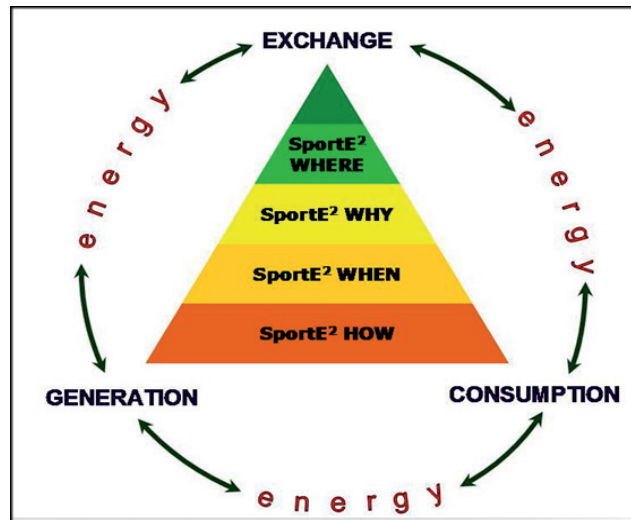
Modular Approach

SportE2 System is based on four scalable modules that can be employed separately or integrated depending on stakeholder needs and is adaptable to new and existing structures (e.g. design and retrofit scenarios): How, When, Why and Where

SportE2 How. Smart Metering.

Provides the capability for owners and managers to understand how energy is being consumed by the facility. To have and make use of this type of information the following are required: a sensor network, communication capabilities, a database, data processing, data management and a way to access and interact with the information. How module is responsible for building monitoring:

- Electrical consumption
- Fuel consumption
- Distributed generation (RES and CHP).
- Facility operation
- Wireless comfort (CO2, temperature, illuminance.)



SportE2 When. Integrated Control

Provides facilities with integrated control capabilities. This module will provide the software, hardware, and user interface that enables the control and management of

- Lighting, heating, cooling, ventilation and indoor air quality
- co-generation and renewable energy production.

Paired with the How Module, it becomes possible to enact energy management decisions from a centralized location. Based on a dynamic set of rules that allows WebService based tuning, it allows to run flexible energy management strategies.

When module is ready to be integrated with most popular industry standards,

SportE2 Why. Optimization

Why module executes optimal energy management decisions based on smart metering data and accessing control of facility energy flows. Over time and as data is collected, the Why Module will learn how a facility is operating, why current practices are not optimal, and what control actions will lead to energy savings, looking at energy prices, weather forecasting, and the planned facility usage. Optimization is based on algorithms derived from well known simulation engines. Remote access to When module allows to modify dynamically optimization rules.

SportE2 Where. Multi-Facility Management

Where Module provides a multi-facility management tool that will collect, analyze, and display energy demands, consumption, production, and grid exchange across multiple facilities.

This module will be suitable for stakeholders that manage more than one facility or perhaps is made of multiple buildings

Acknowledgments

The SportE2 Project is financed by the European Union under the Seventh Framework Programme.

SportE2 consortium is made up of 10 partners from Europe: D'APOLONIA, TECNALIA R&D, Schneider Electric, ISA, STARING, Università Politecnica delle Marche, Energia Propia, FIDIA, EMTESPORT and Cardiff University

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea